



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango, distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca”

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

AUTOR:

RODRÍGUEZ AGUILAR, JUAN CARLOS

ASESOR:

Ing. LUIS ALBERTO HORNA ARAUJO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

PERÚ - 2018

DEDICATORIA

*1°. A Dios por
permitirme terminar mis
estudios universitarios
satisfactoriamente.*

*2°. A mis padres por
haberme orientado
siempre por el camino
del bien y sobre todo por
el gran sacrificio que
hicieron para darme la
oportunidad de estudiar.*

*3°. A mis amigos y
familiares por haberme
apoyado en los
momentos más difíciles
de mi vida, tanto
económicos como
sentimentales.*

*4°. A mi hija Maia
Khalessi por ser el
motivo más grande
que tengo para salir
adelante.*

Rodríguez Aguilar Juan Carlos

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ayudarme a tomar las mejores decisiones de mi vida y haberme dado fuerzas para enfrentar los momentos más difíciles de mi vida que se presentaron en la etapa universitaria, así mismo agradezco a mis padres quienes confiaron en mí e hicieron un sacrificio muy grande para darme la oportunidad de terminar mi carrera universitaria.

Agradezco también a mis amigos y familiares quienes me apoyaron económicamente durante mi etapa universitaria, y aquellos que de alguna manera u otra me apoyaron para realizar el presente proyecto de investigación. Un agradecimiento especial para todos los docentes universitarios que compartieron sus conocimientos y experiencias en mi etapa formativa, en esta casa de estudios.

EL AUTOR

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 TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA”**, 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 Guzmango, por lo que constatamos que una vía es indispensable para el desarrollo de la población.

Juan Carlos Rodríguez Aguilar

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. Realidad problemática	18
1.1.1. Aspectos generales:	19
1.1.2. Aspectos demográficos, sociales y económicos.....	19
1.2. Trabajos previos	22
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	27
1.4. Formulación del problema	29
1.5. Justificación del estudio	29
1.6. Hipótesis.....	30
1.7. Objetivos	31
1.7.1. Objetivo general.....	31
1.7.2. Objetivos específicos.....	31
II. MÉTODO.....	32
2.1. Diseño de investigación.....	32
2.2. Variables, Operacionalización	32
2.3. Población y muestra.....	35
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
2.5. Métodos de análisis de datos.....	36
2.6. Aspectos éticos.....	36
III. RESULTADOS	37
3.1. Estudio topográfico	37
3.1.1. Generalidades	37
3.1.2. Ubicación.....	37
3.1.3. Reconocimiento de la zona	37
3.1.4. Metodología de trabajo	38
3.1.4.1. Personal.....	38

3.1.4.2.	Equipos	38
3.1.4.3.	Materiales	39
3.1.5.	Procedimiento	39
3.1.5.1.	Levantamiento topográfico de la zona.....	39
3.1.5.2.	Puntos de georreferenciación	39
3.1.5.3.	Puntos de estación	40
3.1.5.4.	Toma de detalles y rellenos topográficos	40
3.1.5.5.	Códigos utilizados en el levantamiento topográfico	41
3.1.6.	Trabajo de gabinete	41
3.1.6.1.	Procesamiento de datos.....	41
3.2.	Estudio de mecánica de suelos y cantera	42
3.2.1.	Estudio de suelos.....	42
3.2.1.1.	Alcance	42
3.2.1.2.	Objetivos	42
3.2.1.3.	Descripción del proyecto.....	42
3.2.1.4.	Descripción de los trabajos	43
3.2.1.5.	Ensayos y pruebas de laboratorio	44
3.2.1.6.	Labores de Gabinete	45
3.2.1.7.	Descripción de calicatas.	45
3.2.1.8.	Cuadro resumen de ensayos ejecutados.	47
3.2.2.	Estudio de cantera.....	48
3.2.2.1.	Identificación de cantera.....	48
3.2.2.2.	Evaluación de las características de cantera	49
3.2.3.	Estudio de fuente de agua	51
3.2.3.1.	Ubicación.....	51
3.3.	Estudio hidrológico y obras de arte	52
3.3.1.	Hidrología	52
3.3.1.1.	Generalidades	52
3.3.1.2.	Objetivos del estudio.....	52
3.3.1.3.	Estudios hidrológicos.....	52
3.3.2.	Información hidrometeorológica y cartográfica	52
3.3.2.1.	Información pluviométrica	52
3.3.2.2.	Precipitaciones máximas en 24 horas	53
3.3.2.3.	Análisis estadísticos de datos hidrológicos	54
3.3.2.4.	Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia	58

3.3.2.5.	Cálculo de caudales	61
3.3.2.6.	Tiempo de concentración.....	62
3.3.3.	Hidráulica y drenaje	63
3.3.3.1.	Drenaje superficial	63
3.3.3.2.	Diseño de cunetas	65
3.3.3.3.	Diseño de alcantarilla	69
3.3.3.4.	Consideraciones de aliviadero	71
3.3.3.5.	Diseño de Badén.....	72
3.3.4.	Resumen de obras de arte	74
3.4.	Diseño geométrico de la carretera.....	75
3.4.1.	Generalidades	75
3.4.2.	Normatividad.....	75
3.4.3.	Clasificación de las carreteras	75
3.4.3.1.	Clasificación por demanda	75
3.4.3.2.	Clasificación por su orografía	75
3.4.4.	Estudio de tráfico	76
3.4.4.1.	Generalidades	76
3.4.4.2.	Conteo y clasificación vehicular	76
3.4.4.3.	Metodología	77
3.4.4.4.	Procesamiento de la información	77
3.4.4.5.	Determinación del índice medio diario (IMD).....	77
3.4.4.6.	Ejes equivalentes.....	78
3.4.5.	Parámetros básicos para el diseño en zona rural	79
3.4.5.1.	Índice medio diario anual (IMDA)	79
3.4.5.2.	Velocidad de diseño	79
3.4.5.3.	Radios mínimos	80
3.4.5.4.	Anchos mínimos de calzada en tangente.....	80
3.4.5.5.	Distancia de visibilidad	81
3.4.6.	Diseño geométrico en planta	82
3.4.6.1.	Generalidades	82
3.4.6.2.	Tramos en tangente	83
3.4.6.3.	Curvas circulares	83
3.4.6.4.	Curvas de transición	84
3.4.6.5.	Curvas de vuelta	85
3.4.6.6.	Sobrancho	86

3.4.7.	Diseño geométrico en perfil.....	86
3.4.7.1.	Generalidades	86
3.4.7.2.	Pendiente	87
3.4.7.3.	Curvas verticales.....	87
3.4.8.	Diseño geométrico de la sección transversal.....	93
3.4.8.1.	Generalidades	93
3.4.8.2.	Calzada	94
3.4.8.3.	Bermas.....	94
3.4.8.4.	Bombeo	95
3.4.8.5.	Peralte	95
3.4.8.6.	Taludes	96
3.4.8.7.	Cunetas.....	96
3.4.9.	Resumen y consideraciones de diseño en zona rural	97
3.4.10.	Diseño de pavimento	98
3.4.10.1.	Generalidades	98
3.4.10.2.	Datos del CBR mediante el estudio de suelos.....	98
3.4.10.3.	Categoría de la sub rasante.....	98
3.4.10.4.	Estabilización por sustitución de suelos.....	99
3.4.10.5.	Datos del estudio de tráfico	100
3.4.10.6.	Espesor del pavimento, base y sub base granular	100
3.4.11.	Señalización.....	101
3.4.11.1.	Generalidades	101
3.4.11.2.	Requisitos	102
3.4.11.3.	Señales verticales	102
3.4.11.4.	Colocación de las señales.....	109
3.4.11.5.	Hitos kilométricos.....	112
3.4.11.6.	Resumen de señales utilizadas en el proyecto.....	113
3.5.	Estudio de impacto ambiental	116
3.5.1.	Generalidades	116
3.5.2.	Objetivos	116
3.5.3.	Legislación y normas que enmarca el estudio de impacto ambiental (EIA)	116
3.5.3.1.	Constitución política de Perú	116
3.5.3.2.	Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. Nº 613).....	117
3.5.3.3.	Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. Nº757)	117
3.5.4.	Características del proyecto.....	118

3.5.5.	Infraestructuras de servicio.....	118
3.5.6.	Diagnóstico ambiental.....	119
3.5.6.1.	Medio físico	119
3.5.6.2.	Medio biótico	120
3.5.6.3.	Medio socioeconómico y cultural	120
3.5.7.	Área de influencia del proyecto	121
3.5.7.1.	Área de influencia directa	121
3.5.7.2.	Área de influencia indirecta	121
3.5.8.	Evaluación de impacto ambiental en el proyecto.....	121
3.5.8.1.	Matriz de impactos ambientales.....	121
3.5.8.2.	Magnitud de los impactos.....	123
3.5.8.3.	Matriz causa – efecto de impacto ambiental.....	123
3.5.9.	Descripción de los impactos ambientales	125
3.5.9.1.	Impactos ambientales negativos.....	125
3.5.9.2.	Impactos ambientales positivos.....	126
3.5.10.	Mejora de la calidad de vida	127
3.5.11.	Impactos naturales adversos.....	128
3.5.12.	Plan de manejo ambiental	128
3.5.13.	Medidas de mitigación	129
3.5.13.1.	Aumento de niveles de emisión de partículas	129
3.5.13.2.	Incrementos de niveles sonoros	130
3.5.13.3.	Alteración de la calidad del suelo por motivos de tierras, usos de espacios e incrementos de la población.....	130
3.5.13.4.	Alteración directa de la vegetación.....	130
3.5.13.5.	Alteración de la fauna	131
3.5.13.6.	Riesgos de afectación a la salud pública	131
3.5.13.7.	Mano de obra.....	131
3.5.14.	Plan de manejo de residuos solidos.....	132
3.5.15.	Plan de abandono.....	132
3.5.16.	Programa de control y seguimiento.....	133
3.5.17.	Plan de contingencias.....	134
3.5.18.	Conclusiones y recomendaciones	135
3.5.18.1.	Conclusiones.....	135
3.5.18.2.	Recomendaciones	137
3.6.	Análisis de costos y presupuestos	138

3.6.1.	Resumen de metrados	138
3.6.2.	Presupuesto general	140
3.6.3.	Cálculo de partida costo de movilización	142
3.6.4.	Análisis de costos unitarios	145
3.6.5.	Relación de insumos.....	162
3.6.6.	Fórmula polinómica.....	164
IV.	DISCUSIÓN.....	165
V.	CONCLUSIONES	167
VI.	RECOMENDACIONES	169
VII.	REFERENCIAS.....	170
VIII.	ANEXOS	174
	Anexo 1: PANEL FOTOGRÁFICO	174

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Vías de acceso a la zona del proyecto.	20
Cuadro 2: Operacionalización de variables.	33
Cuadro 3: Operacionalización de variables.	34
Cuadro 4: Puntos de estaciones.	40
Cuadro 5: Número de calicatas para exploración de suelos.	43
Cuadro 6: Número de ensayos CBR.	44
Cuadro 7: Ubicación de calicatas.	44
Cuadro 8: Resumen de ensayos ejecutados.	48
Cuadro 9: Ubicación de calicata de cantera.	49
Cuadro 10: Resultados de calicata de cantera.	50
Cuadro 11: Datos de estación meteorológica.	53
Cuadro 12: Precipitaciones máximas en 24 horas.	53
Cuadro 13: Precipitaciones máximas por año.	54
Cuadro 14: Cálculo de longitud de registro de serie.	55
Cuadro 15: Prueba de datos dudosos.	56
Cuadro 16: Resultados de las de probabilidad.	57
Cuadro 17: Resultados de la función Gamma 3 parámetros.	57
Cuadro 18: Lluvia máxima en función del periodo de retorno.	59
Cuadro 19: Intensidades máximas - duración - frecuencia.	60
Cuadro 20: Coeficientes de escorrentía.	62
Cuadro 21: Datos de las microcuencas en estudio.	64
Cuadro 22: Caudales de aporte de microcuencas.	64
Cuadro 23: Criterios para elegir talud interior de cuneta.	65
Cuadro 24: Velocidades máximas admisibles del agua.	67
Cuadro 25: Parámetros para cálculo de caudal de aporte de cunetas.	68
Cuadro 26: Caudal de aporte de cunetas.	69
Cuadro 27: Diseño de alcantarillas de paso.	70
Cuadro 28: Diseño de aliviaderos.	71
Cuadro 29: Diseño de badén.	73
Cuadro 30: Relación de obras de arte proyectadas.	74
Cuadro 31: Datos de estación de conteo vehicular.	76
Cuadro 32: Conteo vehicular diario.	78
Cuadro 33: Tipos de tráfico pesado expresado en EE.	78
Cuadro 34: Cálculo de radios mínimos.	80
Cuadro 35: Anchos mínimos de calzada en tangente.	81
Cuadro 36: Distancia de visibilidad de parada.	81
Cuadro 37: Distancia de visibilidad de paso.	82
Cuadro 38: Longitud de tramos en tangente.	83
Cuadro 39: Longitudes máximas de curva de transición.	85
Cuadro 40: Radios límites que permiten prescindir de curvas de transición.	85
Cuadro 41: Pendientes longitudinales máximas.	87
Cuadro 42: Longitud mínima de curva vertical cóncava.	89
Cuadro 43: Longitud mínima de curva vertical cóncava.	90
Cuadro 44: Ancho mínimo de calzada en tangente.	94
Cuadro 45: Ancho de berma.	95

Cuadro 46: Resumen de parámetros de diseño del proyecto.....	97
Cuadro 47: Datos del CBR mediante estudio de suelos.....	98
Cuadro 48: Categoría de la sub rasante.....	98
Cuadro 49: Ubicación de señales informativas.....	113
Cuadro 50: Ubicación de hitos kilométricos.....	113
Cuadro 51: Ubicación de señales reguladoras.....	113
Cuadro 52: Ubicación de señales preventivas.....	114
Cuadro 53: Ubicación de señales preventivas.....	115
Cuadro 54: Matriz de identificación de impactos ambientales.....	122
Cuadro 55: Matriz causa efecto de impacto ambiental.....	124
Cuadro 56: Resumen de metrados.....	138
Cuadro 57: Resumen de metrados.....	139
Cuadro 58: Presupuesto general.....	140
Cuadro 59: Presupuesto general.....	141
Cuadro 60: Movilización y desmovilización de equipos transportados.....	142
Cuadro 61: Cálculo del tiempo de viaje de Trujillo a obra.....	142
Cuadro 62: Movilización y desmovilización de equipos autotransportados.....	143
Cuadro 63: Montaje y desmontaje de planta chancadora.....	143
Cuadro 64: Montaje y desmontaje de zarandas vibratorias.....	144
Cuadro 65: Montaje y desmontaje de planta de asfalto.....	144
Cuadro 66: Resumen de costo de movilización y desmovilización de equipos.....	145
Cuadro 67: Relación de insumos.....	162
Cuadro 68: Relación de insumos.....	163
Cuadro 69: Fórmula polinómica.....	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curvas de intensidad - duración - frecuencia.....	61
Figura 2: Microcuencas estudiadas	63
Figura 3: Dimensiones mínimas de cuneta	66
Figura 4: Sección transversal de cuneta.....	69
Figura 5: Sección transversal de alcantarilla TMC	72
Figura 6: Sección transversal de badén	73
Figura 7: Velocidades de diseño	79
Figura 8: Elementos de curva horizontal.....	84
Figura 9: Radios mínimos en curvas de vuelta.....	85
Figura 10: Índices de curvatura en curvas convexas.....	88
Figura 11: Índices de curvatura en curvas cóncavas.....	89
Figura 12: Elementos de curva vertical simétrica.....	91
Figura 13: Elementos de curva vertical asimétrica.....	92
Figura 14: Bombeo de calzada.....	95
Figura 15: Peraltes máximos.....	95
Figura 16: Taludes de corte.....	96
Figura 17: Taludes de relleno.....	96
Figura 18: Espesor recomendado para sustitución de suelos	100
Figura 19: Espesor de pavimento, base y sub base granular.....	101
Figura 20: Señales de prioridad.....	103
Figura 21: Señales de prohibición de maniobras y giros.....	103
Figura 22: Señales de restricción.....	104
Figura 23: Señales de obligación.....	104
Figura 24: Señales preventivas por geometría horizontal.....	106
Figura 25: Señales preventivas por geometría vertical.....	106
Figura 26: Señales preventivas según superficie de rodadura.....	107
Figura 27: Señales preventivas por restricciones físicas de la vía.....	107
Figura 28: Señales preventivas de intersección con otra vía.....	108
Figura 29: Señales preventivas por características operativas.....	108
Figura 30: Señales de información.....	109
Figura 31: Ubicación lateral de señales.....	110
Figura 32: Postes kilométricos.....	112

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal “Realizar el diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango, distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca”, para lo cual se tuvo que realizar cada uno de los objetivos específicos planteados, cumpliendo con las especificaciones del Manual de Carreteras y sus diferentes normas técnicas. El diseño realizado corresponde a un tramo de 7.44Km ubicado a una altitud media de 2337 m.s.n.m. sobre un terreno topográficamente accidentado, cuyos suelos en su mayoría son arcillas y limos según clasificación SUCS, además tienen CBRs entre 3.26% y 4.52%, por lo cual se consideró hacer un mejoramiento de suelos, excavando 30cm por debajo de la subrasante y sustituyéndola por material de cantera. De acuerdo a los caudales obtenidos del estudio hidrológico, se diseñaron cunetas de sección triangular (0.75m X 0.30m) revestidas de concreto de 7.5cm de espesor, 25 aliviaderos tipo TMC de Ø=36”, 5 alcantarillas de paso tipo TMC con diámetros Ø=48”, 60” y 72”, y un badén de 17m de longitud. La carretera de tercera clase fue diseñada para un tipo de vehículo C2 y una velocidad directriz de 30Km/h con pendientes mínimas de 0.50% y pendientes máximas de 10%, los radios mínimos son de 25m en curvas horizontales y 15m en curvas de vuelta con peraltes máximos de 12%, el ancho de calzada es de 6m con bermas a los costados de 0.50m y un bombeo de 2.50%. La estructura del pavimento diseñado, está compuesto por una base granular de 27cm de espesor sobre la cual se colocará un tratamiento superficial bicapa. Se ha considerado realizar la restauración de cantera y de las áreas destinadas a botaderos como plan de mitigación ambiental al final de la ejecución. Finalmente con la elaboración del análisis de costos y presupuestos, se determinó que el costo total del proyecto asciende a S/. 8,791,070.04.

Palabras clave: Diseño, Mejoramiento, Trocha, Guzmango, hidrología.

ABSTRACT

The main objective of the present study was "to design the improvement of the path between the towns of Santiago and Guzmango, the district of Guzmango, Contumazá, Cajamarca", so that you can carry out each one of the specific objectives, fulfilling the specifications of the Road Manual and its different technical standards. The designed design corresponds to a stretch of 7.44km. Located at an average altitude of 2337 m.s.n.m. on topographically rugged terrain, the times are mostly clays and silts according to the SUCS classification, also have CBR between 3.26% and 4.52%, so it refers to an improvement of the soil, excavating 30cm below the subgrade and replacing it with quarry material. According to the hydrological terms, ditches of triangular section (0.75m X 0.30m) lined with 7.5cm thick concrete, 25 TMC type spillways of $\varnothing = 36$ ", 5 pitch culverts were designed. TMC with diameters $\varnothing = 48$ ", 60" and 72 ", and an evil of 17 meters in length. The third class road was designed for a type of C2 vehicle and a guide speed of 30 km / h with minimum slopes of 0.50% and maximum slopes of 10%, the minimum radii are 25m in horizontal curves and 15m in curves back with maximum camber of 12%, the width of the road is 6m with berms on the sides of 0.50m and a pumping of 2.50%. The designed pavement structure is composed of a granular base 27cm thick on which a bilayer surface treatment will be placed. It has been considered to carry out the restoration of the quarry and the areas destined for landfills as an environmental mitigation plan at the end of the execution. Finally, with the elaboration of the analysis of costs and budgets, it was determined that the total cost of the project amounts to S /. 8,791,070.04.

Key words: Design, Improvement, Trail, Guzmango, hydrology.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Los pueblos de Santiago y Guzmango están conectados por una trocha carrozable que se encuentra en malas condiciones y en temporadas de lluvia se hace difícil y hasta imposible transitar por la zona. La trocha tiene cunetas solo en algunos tramos, pero se encuentran en malas condiciones, es decir no tienen una sección definida ni adecuada, las obras de arte existentes ya se encuentran deterioradas, la superficie de rodadura es terreno natural y se convierte en lodo fácilmente cuando hace contacto con el agua debido a que la vía no cuenta con un bombeo adecuado. A esto se suma que la trocha actual tiene radios mínimos de hasta 5.66 metros, pendientes longitudinales máximas de 18.18% y un ancho de vía de hasta 3 metros en algunos tramos. Todos estos factores hacen que los vehículos que transitan por esa trocha incrementen sus costos de viaje debido al mal estado de la vía. Esto genera un problema para los pobladores de Santiago, ya que a través de esta vía se realiza el comercio de productos que beneficia también a los pobladores de la zona quienes aprovechan para vender sus productos agrícolas y ganaderos.

El pueblo de Guzmango es la capital del distrito del mismo nombre y allí prestan servicio varias instituciones del estado tales como: puesto de salud, comisaría, institución educativa secundaria, municipalidad distrital, gobernador distrital, juez de paz y la junta comunal, por tal motivo, los pobladores de todos los caseríos y anexos acuden con frecuencia a la capital de Distrito. El pueblo de Santiago cuenta con jardín de niños y escuela primaria mas no tiene escuela secundaria, por lo cual los padres de familia envían a sus hijos en motos lineales a estudiar a al pueblo de Guzmango. Esta trocha carrozable es la única salida vehicular para Santiago, pues por ella pueden ir a la provincia y al departamento de Cajamarca e incluso pueden ir al departamento de la Libertad. Es por eso que esta vía debe mantenerse en buenas condiciones y operativa todo el año para que los pobladores de Santiago no queden incomunicados; como solución a esta problemática, se proyecta realizar el mejoramiento de la trocha carrozable existente adecuándola al manual de carreteras (DG-2018) y agregándole una capa de material de afirmado para mejorar la superficie de rodadura.

1.1.1. Aspectos generales:

Ubicación política

Departamento : Cajamarca
Provincia : Contumazá
Distrito : Guzmango
Pueblos : Santiago y Guzmango

Ubicación geográfica

Altitud media : 2337 m.s.n.m
Coordenadas : (E: 731338.532m, N: 9183056.124m)

Límites

El distrito de Guzmango se limita de la siguiente manera:

NORTE : Distrito de Tantarica
SUR : Distrito de San Benito
ESTE : Provincia de Contumazá
OESTE : Distrito de Cupisnique

Clima

En el lugar de proyecto el clima es cálido y templado donde la temperatura media anual es 13.2 °C. Los meses más calurosos del año son junio, julio y agosto, con un promedio de 14.7 °C y los meses más fríos del año son diciembre, enero y febrero, con un promedio de 11.9 °C. Las temperaturas medias varían durante el año en un 2.8 °C. Además, las temperaturas son variables durante el día y la noche.

1.1.2. Aspectos demográficos, sociales y económicos

Vías de acceso

Para llegar al distrito de Guzmango partiendo de la ciudad de Trujillo se sigue el siguiente trayecto, descrito en el cuadro 1, considerando distancias, tipo de vía y tiempo aproximado:

Cuadro 1: Vías de acceso a la zona del proyecto.

Desde:	A:	Distancia Km.	Tipo de Vía	Tiempo (min)
Trujillo	Sausal	58	Asfaltado	40
Sausal	Cruce Jagüey	18	Asfaltado	25
Cruce Jagüey	San Benito	30	Afirmado	70
San Benito	Guzmango	24	Afirmado	50

Infraestructura de servicios

Salud

El Pueblo de Guzmango cuenta con un puesto de salud en la cual brindan atención un Doctor, una Obstetra, una enfermera técnica y un farmacéutico. Este es el puesto de salud más cercano al pueblo de Santiago.

Educación

Santiago y Guzmango cuentan con centros educativos iniciales y primarios, pero solo en el pueblo de Guzmango se tiene un colegio secundario, al cual asisten los pobladores del pueblo de Santiago y de otros cercanos.

Vivienda

Las viviendas de los pobladores del área de influencia del proyecto generalmente son de adobe cuyos techos son de calamina o teja.

Servicios públicos existentes

Servicio de agua potable

Ambos pueblos (Santiago y Guzmango) cuentan con un sistema de agua potable adecuado proveniente de captaciones.

Servicio de alcantarillado

Los pueblos de Santiago y Guzmango, ambos cuentan con un sistema de alcantarillado, pero solamente Guzmango cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales.

Servicio de energía eléctrica

Los pueblos que involucra el proyecto, ambos cuentan con energía eléctrica proveniente de red pública.

Aspectos económicos

Agricultura

Los pobladores del lugar del proyecto, actualmente se dedican al cultivo del maíz paccho y la papa, pero además cultivan en pequeñas cantidades lo que son el trigo, la cebada, la haba, la arveja.

Ganadería

En cuanto a la ganadería, los pobladores se dedican principalmente a la crianza y venta de ganado vacuno, ovino, caprino y porcino.

Comercio

El comercio que desarrollan los pobladores de la zona de estudio, consiste básicamente en la compra y venta de productos agrícolas y ganaderos que ellos mismos producen.

1.2. Trabajos previos

Bonilla (2017), en su tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, EMP. LI842 (Vaquería) – Pampatac – EMP. LI838, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de la Libertad”, tuvo como objetivo realizar el diseño geométrico para mejorar esta carretera de tercera clase, en la cual consideró una velocidad de diseño de 30 Km/h sobre un terreno accidentado con pendientes máximas de hasta 10%. La calzada de 6 m de ancho estaba compuesta por dos carriles de 3 m de ancho cada uno y bermas de 0.50 m a los costados. Además, para mejorar la superficie de rodadura se le agregó afirmado en una capa de 20 cm de espesor considerando un bombeo de 2.50% para cada carril, con la finalidad de drenar la calzada y conducir el agua hacia unas cunetas de 0.40 m de ancho en zona urbana y 0.93 m en zona rural por 0.70 m de profundidad ubicadas a los extremos de la carretera. Las curvas de vuelta fueron diseñadas con radios mínimos de 25 m y un peralte máximo de 12% para velocidades de 30 Km/h. para velocidades de 20 Km/h se trabajó con radios mínimos de 15.00 metros y un peralte máximo de 6%.

Chirinos y Neyra (2017), en su tesis “Mejoramiento a nivel de afirmado de la trocha carrozable del tramo Recuaycito – carretera Lucma – distrito de Lucma, provincia de Gran Chimú - departamento de la Libertad”, tuvieron como objetivo realizar el diseño geométrico de esta carretera de tercera clase, para la cual se consideró una velocidad de diseño de 30 Km/h sobre un terreno topográficamente accidentado cuyas pendientes máximas fueron de hasta 10%. La calzada de 6 m de ancho estaba compuesta por dos carriles de 3 m de ancho cada uno y bermas de 0.50 m a los costados. Además, para mejorar la superficie de rodadura se le agregó afirmado en una capa de 20 cm de espesor considerando un bombeo de 2.50% para cada carril, con la finalidad de drenar la calzada y conducir el agua hacia unas cunetas triangulares de 0.65 m de ancho y 0.30 m de profundidad ubicadas en los extremos de la carretera. Las curvas horizontales se diseñaron con un radio mínimo de 25 m y un peralte máximo de 8% para velocidades de 30 Km/h. las curvas de volteo fueron diseñadas con radios interior y exterior de 8 m y 17.25 m respectivamente.

Otiniano (2017), en su tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, caserío Cruz de las Flores – Cabargón, distrito de Huamachuco – provincia de Sánchez Carrión – departamento la Libertad”, tuvo como objetivo realizar el diseño geométrico para mejorar esta carretera de tercera clase, en la cual consideró una velocidad de diseño de 30 Km/h sobre un terreno topográficamente accidentado con pendientes máximas de hasta 10% por lo cual se trabajó con un talud de corte de 1:2 y uno de relleno de 1:1.25. La calzada de 6 m de ancho estaba compuesta por dos carriles de 3 m de ancho cada uno y bermas de 0.60 m a los costados. Además, para mejorar la superficie de rodadura se le agregó una capa de micropavimento de 2.5 cm de espesor sobre una base granular de afirmado, considerando un bombeo de 2.50% para cada carril, con la finalidad de drenar la calzada y conducir el agua hacia unas cunetas de 0.75 m de ancho por 0.50 m de profundidad ubicadas a los extremos de la carretera. Las curvas de vuelta fueron diseñadas con radios mínimos de 25 m y un peralte máximo de 12%.

Carranza y Villanueva (2016), en su tesis “Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado Huaguil – Chinac – distrito de Chugay – Sánchez Carrión – La Libertad”, tuvieron como objetivo realizar el diseño geométrico para mejorar esta carretera de tercera clase, en la cual se consideró una velocidad de diseño de 30 Km/h sobre un terreno topográficamente accidentado con pendientes máximas de hasta 8.81% por lo cual se trabajó con un talud de corte de 1:1. La calzada de 6 m de ancho estaba compuesta por dos carriles de 3 m de ancho cada uno y bermas de 0.50 m a los costados. Además, para mejorar la superficie de rodadura se le agregó afirmado en una capa de 20 cm de espesor considerando un bombeo de 2.00% para cada carril, con la finalidad de drenar la calzada y conducir el agua hacia unas cunetas triangulares de 0.50 metros de ancho y 1 m de profundidad ubicadas en los extremos de la carretera. Las curvas fueron diseñadas para un tipo de vehículo C2, con radios máximos y mínimos de 80 metros y 30 metros respectivamente y un peralte máximo de 12% dentro de un derecho de vía de 15 metros.

Juárez (2016), en su tesis “Mejoramiento de la trocha carrozable a nivel de afirmado Pagash Bajo – Pagash Alto – Naranjal, distrito de Salpo – provincia de Otuzco – departamento de La Libertad”, tuvo como objetivo realizar el diseño geométrico para mejorar esta carretera de tercera clase, en la cual se consideró una velocidad de diseño de 30 Km/h sobre un terreno topográficamente accidentado cuyas pendientes máximas fueron de hasta 10% por lo cual se trabajó con un talud de corte (H:V) de 1:1. La calzada de 6.00 metros de ancho estaba compuesta por dos carriles de 3 metros de ancho cada uno y bermas de 0.50 metros a los costados. Además, para mejorar la superficie de rodadura se le agregó afirmado en una capa de 20 cm de espesor considerando un bombeo de 3.00% para cada carril, con la finalidad de drenar la calzada y conducir el agua hacia unas cunetas triangulares de 0.75 metros de ancho y 0.30 metros de profundidad ubicadas en los extremos de la carretera. Las curvas horizontales y de volteo fueron diseñadas para un tipo de vehículo C2, con radios mínimos de 25.00 metros y un peralte máximo de 12%.

Risco y Terán (2015), en su tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre los tramos: Balcón – Lalaquish – Yerba Buena – Lancheonga – Callancas – provincia de San Pablo – Cajamarca”, tuvieron como objetivo realizar el diseño para el mejoramiento de esta carretera de tercera clase, en la cual se consideró una velocidad de diseño de 30 Km/h sobre un terreno topográficamente escarpado cuyas pendientes máximas de hasta 12% por lo cual se trabajó con un talud de corte y de relleno de 1:3 y 1:2 respectivamente. La calzada de 4 metros de ancho estaba compuesta por un solo carril y bermas de 0.50 metros a los costados. Además, para mejorar la superficie de rodadura se le agregó afirmado en una capa de 20 cm de espesor considerando un bombeo de 3.00% para el carril, con la finalidad de drenar la calzada y conducir el agua hacia una cuneta triangular de 0.60 metros de ancho y 0.50 metros de profundidad ubicada en uno de los extremos de la carretera. Las curvas horizontales y de volteo fueron diseñadas para un tipo de vehículo C2, con radios mínimos de 25 metros y un peralte máximo de 8%.

Abad y Rodríguez (2015), en su tesis “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”, tuvieron como objetivo realizar el diseño geométrico de esta carretera de tercera clase, en la cual se consideró una velocidad de diseño de 30 Km/h sobre un terreno topográficamente accidentado cuyas pendientes máximas de hasta 7.60% por lo cual se trabajó con taludes de corte y de relleno de 1:1 y 1:1.5 respectivamente. La calzada de 5.00 metros de ancho estaba compuesta por un solo carril y bermas de 0.50 metros a los costados. Además, para mejorar la superficie de rodadura se le agregó afirmado en una capa de 20 cm de espesor considerando un bombeo de 3.00% para el carril, con la finalidad de drenar la calzada y conducir el agua hacia una cuneta triangular de 1.00 metros de ancho y 0.50 metros de profundidad ubicada en uno de los extremos de la carretera. Las curvas de vuelta fueron diseñadas con un radio máximo de 150.00 metros y un radio mínimo de 35.00 metros con peraltes máximo y minio de 10% y 6% respectivamente.

Díaz (2015), en su tesis “Diseño de la carretera vecinal a nivel de afirmado entre el caserío cruce Alto Cordillera – caserío Santa Lucía, distrito de Chirinos – San Ignacio - Cajamarca”, tuvo como objetivo realizar el diseño geométrico de esta carretera de tercera clase, en la cual se consideró una velocidad de diseño de 30 Km/h sobre un terreno topográficamente accidentado cuyas pendientes máximas fueron de hasta 9% por lo cual se trabajó con un talud de corte (H:V) de 1:1. La calzada de 6.00 metros de ancho estaba compuesta por dos carriles de 3 metros de ancho cada uno y bermas de 0.50 metros a los costados. Además, para mejorar la superficie de rodadura se le agregó afirmado en una capa de 20 cm de espesor sobre la subrasante, considerando un bombeo de 3.00% para cada carril, con la finalidad de drenar la calzada y conducir el agua hacia unas cunetas triangulares de 0.75 metros de ancho y 0.30 metros de profundidad ubicadas en los extremos de la carretera. Las curvas horizontales y de volteo fueron diseñadas para un tipo de vehículo C2, con radios mínimos de 25.00 metros y un peralte máximo de 12%.

Gamboa y Vega (2015), en su tesis “Diseño del camino a nivel de afirmado; Papelillo – Huaygorral – San Lorenzo – El Tambo, distrito de Quiruvilca – provincia de Santiago de Chuco – La Libertad”, tuvieron como objetivo realizar el diseño geométrico del camino considerado como carretera de tercera clase, en la cual se consideró una velocidad de diseño de 40 Km/h sobre un terreno topográficamente accidentado cuyas pendientes máximas de hasta 12% por lo cual se trabajó con un talud de corte y relleno de 1:1 y 1.5:1 respectivamente, también se consideró plazoletas de cruce cada 1.00 km aproximadamente. La calzada de 6 metros de ancho estaba compuesta por 2 carriles de 3 m cada uno y bermas de 0.50 metros a los costados. Además, para mejorar la superficie de rodadura se le agregó afirmado en una capa de 15 cm de espesor considerando un bombeo de 3% para el carril, con la finalidad de drenar la calzada y conducir el agua hacia una cuneta triangular de 1 m de ancho y 0.50 m de profundidad ubicada en uno de los extremos de la carretera. Las curvas fueron diseñadas con radios mínimos de 45 m y peraltes máximos de 12%.

Alván y Vásquez (2014), en su tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre los caseríos Pueblo Libre – Independencia, distrito de Agallpampa – Otuzco – La Libertad”, tuvieron como objetivo realizar el diseño geométrico para mejorar esta carretera de tercera clase, en la cual se consideró una velocidad de diseño de 30 Km/h sobre un terreno topográficamente accidentado cuyas pendientes máximas de hasta 12% por lo cual se trabajó con un talud de corte y relleno de 1:2 y 1:1.5 respectivamente, también se consideró plazoletas de cruce cada 1.00 km aproximadamente. La calzada de 5.50 metros de ancho estaba compuesta por un solo carril y bermas de 0.50 metros a los costados. Además, para mejorar la superficie de rodadura se le agregó afirmado en una capa de 25 cm de espesor considerando un bombeo de 2.50% para el carril, con la finalidad de drenar la calzada y conducir el agua hacia una cuneta triangular de 0.30 metros de ancho y 0.75 metros de profundidad ubicada en uno de los extremos de la carretera. Las curvas horizontales y de volteo fueron diseñadas con un radio mínimo normal de 30.00 metros y un peralte máximo de 12%.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Para el desarrollo de este proyecto de investigación es necesario contar con la teoría plasmada en diversos libros y normas, las cuales nos indicarán cómo realizar debidamente los procedimientos y bajo los parámetros sobre los cuales debemos trabajar al momento de realizar el estudio topográfico del terreno correspondiente al proyecto, realizar el estudio del suelo sobre el cual se construirán las obras de arte y se colocará el afirmado, hacer el estudio hidrológico para un adecuado diseño de las obras de arte, realizar el diseño geométrico completo de la trocha carrozable, hacer el estudio de impacto ambiental necesario para evaluar los efectos negativos y positivos causados por la ejecución de la obra, realizar el análisis de costos y presupuestos y hasta la forma de cómo se debe presentar el proyecto. Es por ello que para la correcta realización de este proyecto de investigación se tomará en cuenta la teoría recogida de los siguientes autores:

Rincón, Vargas y Gonzales (2012), desarrollan en su libro los conceptos teóricos y prácticos del área de topografía, describen además los diferentes métodos para la realización de levantamientos topográficos planimétricos y detallan el desarrollo de dichos procesos, determinando en cada uno de ellos las bases teóricas, aplicaciones y especificaciones; estos conceptos nos servirán para realizar un correcto levantamiento topográfico, ya que es el paso principal en un proyecto de carreteras que nos permitirá tener una idea del terreno donde se va a diseñar la carretera.

Berry y Reid (1993), desarrollan en su libro un texto introductorio a la mecánica de suelos, además presentan la teoría relacionada a las propiedades físicas y químicas de los suelos empleados en los proyectos, así como los esfuerzos y deformaciones en una masa del suelo, la filtración y del flujo de aguas subterráneas, y el análisis de asentamientos, teoría de la resistencia al corte, presión lateral de tierras y muros de contención, estabilidad de taludes, estabilidad de cimentaciones, investigación del subsuelo y métodos de mejoramiento del terreno. Esta teoría es muy importante debido a que en nuestro proyecto necesitamos cimentar las obras de arte existentes.

Ayuso et al. (2009), desarrollan en este libro los aspectos fundamentales de la mecánica de suelos que sirven de base para realizar nuestro proyecto de

investigación. Además, se aborda el diseño y cálculo de las estructuras de contención de tierras tanto rígidas como flexibles también importantes para el desarrollo de nuestro proyecto. Además se desarrollan todos los aspectos fundamentales para el proyecto de la cimentación de una estructura, comenzando por el estudio geotécnico, obligatorio y necesario para estimar la capacidad de carga de un suelo, continuando con la estimación de los asentamientos que se van a producir y finalizando con el cálculo estructural de los diferentes tipos de cimentaciones, lo cual nos servirá al momento de realizar el diseño de la cimentación de nuestras obras de arte.

Monsalve (1999), trata en su libro temas muy importantes para la realización del estudio hidrológico tales como: los principios y componentes básicos del ciclo hidrológico, características de las cuencas hidrográficas como unidades superficiales básicas para la cuantificación de los diferentes parámetros hidrológicos, fenómenos de precipitación, infiltración, evaporación y evapotranspiración, y escorrentía superficial; conceptos que nos servirán para determinar los caudales de diseño que posteriormente servirán para realizar el diseño de las obras de arte existentes en nuestro proyecto. Ya que las aguas de lluvia causan grandes daños a las carreteras es por eso que se requiere de un adecuado estudio hidrológico para prevenir estos daños.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Manual de Carreteras. Esta norma es una recopilación de todos los procedimientos y técnicas, que sirven para realizar el diseño geométrico de los proyectos carreteros bajo ciertos parámetros establecidos y de acuerdo a las demás normas vigentes en cuanto a obras viales, según la envergadura de la obra, su categoría y nivel de servicio. El diseño geométrico es la esencia de un proyecto de carreteras, ya que para realizarlo se necesita de los datos obtenidos del estudio topográfico, mecánica de suelos y estudio hidrológico. Es por eso que para la realización de este proyecto seguiremos la norma del.

Ministerio de transportes y comunicaciones (2016). Manual de puentes. Es un documento que contiene los parámetros necesarios para las etapas de planeamiento,

análisis y diseño de puentes carreteros, especificando en cada caso los requisitos mínimos a tener en cuenta, quedando a criterio del ingeniero estructural emplear los parámetros más adecuados. Esta información nos servirá para realizar el diseño del puente existente en nuestro proyecto de investigación.

Arce (2013), plasma en su libro una introducción a la teoría y práctica de la evaluación ambiental estratégica y la evaluación del impacto ambiental en las etapas de planeamiento, elaboración de proyectos y ejecución de obras de ingeniería civil, teoría que emplearemos para determinar los impactos positivos y negativos generados por la ejecución de este proyecto de investigación, respetando los parámetros establecidos en las normas vigentes de acuerdo a las exigencias recomendadas por el manual de diseño geométrico.

Ibáñez (2012), presenta en su libro la información adecuada e indispensable que nos servirá como un patrón referencial para realizar de una manera correcta los metrados de nuestro proyecto de investigación, así también nos brinda diversos modelos de presupuestos para este tipo de proyectos; constituyéndose de esta manera en un elemento de consulta para todos aquellos ingenieros, estudiantes y técnicos que participan de esta manera u otra en la elaboración de presupuestos de este tipo de obras.

1.4. Formulación del problema

¿Qué características técnicas debe presentar el diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango?

1.5. Justificación del estudio

Técnicamente, la trocha carrozable que une los pueblos de Santiago y Guzmango, no cumple con los parámetros establecidos en las normas peruanas de diseño geométrico de carreteras. En algunos tramos, la vía tiene hasta 3 metros de ancho y no cuenta con un bombeo adecuado, las curvas tienen radios de hasta 5.66 metros y existen pendientes en algunos tramos de hasta 18.18 %. Existen badenes, alcantarillas y cunetas solo en algunos tramos. Es por ello que el desarrollo de este

proyecto, nos va a permitir mejorar las características técnicas de la trocha carrozable existente en la medida de que se la adaptará a las especificaciones técnicas del manual de carreteras: diseño geométrico (DG – 2018).

La importancia teórica de realizar este proyecto de investigación es que se va a utilizar como guía el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018, el cual nos permitirá realizar el diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable con las características técnicas requeridas como: ancho de calzada de 6.5 metros, radio mínimo en curvas horizontales de 25 m y para curvas de vuelta de 15 m, bombeo de 3%, pendientes longitudinales menores e iguales a 8%, se construirán badenes y alcantarillas donde se requiera, se construirá cunetas en toda la longitud de la trocha con una sección adecuada.

Desarrollar este proyecto de investigación es muy importante metodológicamente porque servirá como un antecedente para quienes realicen futuras investigaciones relacionadas a este tema, pues podrán disponer de los resultados obtenidos de esta investigación y la metodología que se utilizó para obtenerlos.

Prácticamente, realizar este proyecto de investigación será un aporte muy importante porque contribuirá con el desarrollo de estos pequeños pueblos en la medida de que los pobladores podrán realizar un intercambio de productos durante todo el año y de manera ininterrumpida y así ya no quedarán aislados en las temporadas de lluvia.

1.6. Hipótesis

La hipótesis se comprobará únicamente cuando se realice el diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago a Guzmango.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general.

Realizar el diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango, Distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca.

1.7.2. Objetivos específicos.

- Realizar el levantamiento topográfico del área de estudio con la finalidad de obtener las pendientes transversales y longitudinales.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos con la finalidad de determinar las características del suelo del área de estudio.
- Realizar el estudio hidrológico con la finalidad de diseñar las obras de arte de la trocha.
- Realizar el diseño geométrico de la trocha con la finalidad de adecuarla al manual de carreteras DG-2018.
- Realizar el estudio de impacto ambiental con la finalidad de determinar los impactos negativos y positivos originados por la ejecución del proyecto.
- Elaborar el análisis de costos y presupuestos del proyecto con la finalidad de obtener el costo total de la ejecución.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Este proyecto consistirá en un diseño no experimental – transversal – descriptivo simple, donde se empleará el siguiente esquema:

M ————— O

Dónde:

M: Representa a la zona donde se realizarán los estudios necesarios para realizar el proyecto de investigación y por ende a la población beneficiada.

O: Representa la información que se recogerá de la muestra seleccionada.

2.2. Variables, Operacionalización

➤ Variable de estudio

Diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable a nivel de afirmado entre los pueblos de Santiago y Guzmango.

Definición conceptual

El diseño geométrico de una vía es la parte esencial de la elaboración integral de un proyecto carretero ya que a través de él se realiza el diseño de su configuración geométrica tridimensional, con la finalidad de que la vía sea funcional, segura y cómoda para el transporte, y la ejecución sea económica y no afecte al medio ambiente. (Cárdenas, 2002).

Definición operacional

Para realizar el mejoramiento de la trocha carrozable es necesario primero realizar el levantamiento topográfico del terreno, luego realizar los estudios de mecánica de suelos, hidrológico e impacto ambiental para posteriormente realizar el diseño geométrico de la trocha y finalmente elaborar el análisis de costos y presupuestos del proyecto.

➤ **Dimensiones:**

Las dimensiones consideradas en el siguiente proyecto son: Levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico y diseño de obras de arte, diseño geométrico de la trocha carrozable, estudio de impacto ambiental y Elaboración del análisis de costos y presupuesto.

➤ **Operacionalización**

Cuadro 2: Operacionalización de variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango	Levantamiento topográfico	Conjunto de operaciones que tienen por objeto la determinación relativa y ubicación de 2 o más puntos sobre la superficie terrestre. (Torres, 2015)	Se realizará a través de la medición de ángulos, desniveles, distancias y coordenadas.	Alineamientos (m)	Razón
				Perfiles longitudinales (m)	Razón
				Secciones transversales terreno (m)	Razón
	Estudio de mecánica de suelos	Rama de la mecánica que trata de la acción de las fuerzas sobre la masa de los suelos. (Crespo, 2014)	Se realizará a través de un laboratorio adecuado, para lo cual se contará con las muestras adecuadas.	Granulometría (%)	Razón
				Peso específico (kg/m ³)	Razón
				Contenido de humedad (%)	Razón
				C.B.R (%)	Razón
				Límites de consistencia (%)	Razón
	Estudio hidrológico y diseño de obras de arte	Estudio del ciclo hidrológico, es decir la circulación ininterrumpida del agua entre la tierra y la atmósfera. (Chow, 1994)	Se realizará a través de la medición de precipitaciones y determinación de caudales para el diseño de obras de arte.	Precipitaciones (mm/día)	Razón
				Caudales máximos (m ³ /s)	Razón
				Superficie de cuencas (km ²)	Razón
				Cunetas, alcantarillas y badenes (und)	Razón

Cuadro 3: Operacionalización de variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango	Diseño Geométrico de la carretera	El Diseño geométrico de carreteras es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. (Iglesias, 2007)	Se realizara a través de parámetros como la velocidad de diseño, pendientes, peraltes, bombeos y radios de curvatura.	Índice Medio Diario Anual (veh/día)	Razón
				Velocidad de diseño (Km/h)	Razón
				Pendiente máxima (%)	Razón
				Peralte (%)	Razón
				Bombeo (%)	Razón
	Estudio de impacto ambiental	Son las modificaciones que los seres humanos y la naturaleza ejercen sobre el medio ambiente. (Calixto, Herrera, Hernández, 2006)	Se realizará a través de la determinación de los impactos positivos y negativos originados por la ejecución del proyecto.	Impacto Negativo	Nominal
				Impacto Positivo	
	Elaboración del análisis de costos y presupuestos	No puede haber presupuestos sin costos y un costo por si solo aplicado a una cantidad o metrado de determinada unidad. (Salinas, 2001)	Se realizara a través de la determinación de los metrados y los rendimientos en la ejecución de las partidas.	Metrados (m, m2, m3)	Razón
				Análisis de costos unitarios (S/.)	Razón
				Formulas polinómicas (%)	Razón
				Presupuestos (S/.)	Razón

2.3. Población y muestra

➤ Población.

Área de influencia de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango.

➤ Muestra.

Tramo de 7 + 443.50 Km de trocha carrozable comprendido entre los pueblos de Santiago y Guzmango.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

➤ Técnicas.

En este proyecto se empleará la Observación como procedimiento a seguir en la investigación.

➤ Instrumentos.

Documentales

Se utilizará la ficha de observación (anexo 4) para la obtención de datos visuales necesarios que nos permitirán desarrollar el proyecto.

Mecánicos

- Se utilizarán equipos topográficos como: Estación total, prismas, GPS Diferencial, wincha y además una libreta de campo, lo cual nos permitirá realizar el levantamiento topográfico.
- También será necesario el uso de un laboratorio para realizar el estudio de mecánica de suelos.

Electrónicos

- Se hará uso de una computadora para realizar el procesamiento de datos, lo cual nos permitirá obtener información más rápida y precisa.
- Impresora para la presentación física del proyecto.
- Memoria USB. Para el almacenamiento de la información.

2.5. Métodos de análisis de datos

- Para hacer el perfil longitudinal, secciones transversales y dibujar la rasante, utilizaremos el software AutoCAD Civil 3D 2017.
- Para calcular los costos y presupuestos del proyecto de investigación se utilizará el software S10.
- Para desarrollar el cronograma de ejecución se utilizará el programa Ms Project.
- Para realizar el estudio de mecánica de suelos se hará uso del laboratorio de suelos de la UCV, el cual nos brindará información como: CBR, clasificación SUCS, ASSHTO.

2.6. Aspectos éticos

El proyecto de tesis se elaborará con honestidad y responsabilidad, haciendo uso adecuado de las normas técnicas que exige la DG-2018, contando con los permisos necesarios de la autoridad competente y haciendo uso correcto de los datos, para de esta manera beneficiar a la población involucrada en el desarrollo del proyecto de investigación, los cuales son los pobladores del caserío de Santiago y el distrito de Guzmango.

III. RESULTADOS

3.1. Estudio topográfico

3.1.1. Generalidades

El estudio topográfico es un paso muy importante para el planeamiento y diseño de un proyecto carretero, en la medida de que nos refleja una idea de cómo está conformado el terreno sobre el cual realizaremos el trazado de nuestra carretera y nos muestra además detalles a tener en cuenta en dicho diseño como viviendas cercanas a la vía, quebradas, cruce de caminos, canales y desvío de trochas, las cuales podrían resultar un problema al momento de la ejecución si es que no se los toma en cuenta. El estudio topográfico además nos muestra las pendientes transversales y longitudinales del terreno y así poder diseñar nuestra trocha considerando todas las especificaciones técnicas dadas en el manual de diseño geométrico DG-2018.

3.1.2. Ubicación

El presente proyecto de investigación, se encuentra ubicado en la zona 17 Sur, de acuerdo al sistema de coordenadas UTM, WGS84 Datum de la siguiente manera:

Punto inicial (pueblo Santiago)

Progresiva : Km 0 + 000
Coordenadas : (Este: 729699 m y Norte: 9183487 m)
Elevación : 2237 metros

Punto final (pueblo Guzmango)

Progresiva : Km 7 + 443.50
Coordenadas : (Este: 732044 m y Norte: 9183067 m)
Elevación : 2539 metros

3.1.3. Reconocimiento de la zona

El reconocimiento de la zona en estudio se inicia el día 02 de abril del presente año teniendo como punto de inicio el pueblo de Santiago, el reconocimiento

duró 3 días, finalizando el 04 de abril en el pueblo de Guzmango. Durante el recorrido se pudo observar que algunos puntos carecen de obras de arte y que las existentes no han sido diseñadas adecuadamente y se encuentran en mal estado. También se pudo observar que las cunetas existentes solo son zanjas en terreno natural y no tienen una sección definida ni adecuada, es mas en algunos tramos de la trocha no hay cunetas.

Para tener en cuenta en el levantamiento topográfico además se identificaron casas cercanas a la vía, caminos de herradura que cruzan por la trocha, canales de regadío, un desvío con otra trocha, un estadio de futbol y los puntos donde existirían obras de arte. Es así que se programó realizar el levantamiento topográfico en un periodo de una semana.

3.1.4. Metodología de trabajo

3.1.4.1. Personal

Para la realización del levantamiento topográfico fue necesario contar con un equipo de trabajo constituido por 01 topógrafo, 01 asistente (tesista) y 03 prismeros. Antes de dar inicio al levantamiento se instruyó a los prismeros sobre cómo debían agarrar los prismas y los puntos que necesitábamos levantar, luego se los distribuyó de la siguiente manera: 01 prismero daba los puntos correspondientes al eje de la trocha y los otros 02 daban los puntos existentes hacia cada uno de los lados del eje, el topógrafo desde su estación se iba comunicando con los prismeros a través de radios comunicadores.

3.1.4.2. Equipos

Para la realización del levantamiento topográfico del proyecto fue necesario contar con la siguiente relación de equipos:

- 01 Estación Total LEICA TS06 plus y trípode metálico.
- 03 prismas.
- Un GPS GARMIN 64 sc.
- 05 radios comunicadores.

3.1.4.3. Materiales

La relación de materiales utilizados en el levantamiento topográfico del proyecto son los siguientes:

- Wincha de fibra de lona de 50m.
- Libreta topográfica.
- Una cámara fotográfica.
- Pintura para especificar puntos de cambio.
- Estacas.

3.1.5. Procedimiento

3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona

El levantamiento topográfico se realizó utilizando el método de la poligonal abierta, el cual consiste en utilizar en GPS Navegador para tomar las coordenadas de las estaciones para posteriormente empezar a radiar con la estación total apoyándose de los prismas. Dicho levantamiento se realizó tomando como referencia la trocha carrozable existente y extendiéndose unos 50.00 metros aproximadamente hacia cada uno de los costados del eje; uno de los prismeros daba los puntos netamente del eje de la trocha, mientras que los otros dos daban puntos de los costados del eje como (Terreno natural, caminos, canales, casas, quebradas y desvíos de trochas).

3.1.5.2. Puntos de georreferenciación

Siempre en un levantamiento topográfico es necesario designar puntos de referencia BMs, los cuales podrían ser útiles en caso se requiera hacer un replanteo o al momento de la ejecución de la obra. En este proyecto se consideró 02 BMs, uno en el inicio de la trocha (Pueblo Santiago, Coordenadas Este: 729699.309 m y Norte: 9183486.888 m) y el otro en el final de la trocha (Pueblo Guzmango, Coordenadas Este: 732044.122 m y Norte: 9183066.812 m).

3.1.5.3. Puntos de estación

Los puntos de estación utilizados en el levantamiento topográfico del proyecto fueron elegidos estratégicamente teniendo en cuenta que debían proporcionar al topógrafo una vista óptima, la cual abarcará la mayor área posible del terreno. En el cuadro 4, se puede apreciar el número de estación con sus respectivas coordenadas y cotas:

Cuadro 4: Puntos de estaciones.

ESTACIÓN	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
E - 01	729814.883 m	9183290.881 m	2253.215 m
E - 02	730073.729 m	9183499.724 m	2241.781 m
E - 03	730138.964 m	9183523.224 m	2243.695 m
E - 04	730227.784 m	9183589.934 m	2237.684 m
E - 05	730298.651 m	9183657.826 m	2234.525 m
E - 06	730327.818 m	9183722.087 m	2236.025 m
E - 07	730478.605 m	9183809.250 m	2240.485 m
E - 08	730697.964 m	9183760.691 m	2253.425 m
E - 09	730851.889 m	9183557.445 m	2266.854 m
E - 10	730887.345 m	9183467.497 m	2271.390 m
E - 11	730990.225 m	9183248.548 m	2285.215 m
E - 12	731192.786 m	9183140.847 m	2294.915 m
E - 13	730891.369 m	9182606.668 m	2368.684 m
E - 14	731191.067 m	9182401.955 m	2377.001 m
E - 15	731184.770 m	9182747.303 m	2410.121 m
E - 16	731532.288 m	9182810.910 m	2454.621 m
E - 17	731831.781 m	9182853.139 m	2521.821 m
E - 18	731999.621 m	9183017.301 m	2536.517 m

3.1.5.4. Toma de detalles y rellenos topográficos

Se tuvo que tener en cuenta la toma de los puntos de los detalles existentes como: viviendas, canales, caminos o desvíos de trochas, los cuales influyen en el diseño del proyecto y más aún podrían hasta impedir su ejecución si es que no se los toma en cuenta al momento del diseño. El relleno topográfico para completar la franja de terreno requerida para este proyecto y brindar un detalle aproximado del terreno natural ha sido levantado con puntos transversales a 50 metros hacia cada uno de los lados del eje de la trocha, salvo en zonas de imposible acceso, se le ha dado hasta 35 metros.

3.1.5.5. Códigos utilizados en el levantamiento topográfico

Los códigos utilizados para representar los detalles existentes en el levantamiento topográfico del proyecto fueron los siguientes:

- TN : Terreno Natural
- ALI : Alineamiento
- CAS : Casa
- CAM : Camino
- CAN : Canal
- DET : Desvío de trocha
- EST : Estadio
- QUEB : Quebrada
- ALC : Alcantarilla

3.1.6. Trabajo de gabinete

3.1.6.1. Procesamiento de datos

Luego de haber realizado el trabajo de campo, el siguiente paso fue extraer los puntos topográficos de la estación total utilizada. Cada punto tiene las siguientes características: número de punto, coordenadas (Este y norte), elevación y descripción; los cuales fueron guardados en un formato .CSV delimitado por comas, para luego ser insertados y procesados en el software Autocad Civil 3D 2017, donde se realizó los siguientes trabajos:

- Se insertó los puntos capturados en el levantamiento topográfico.
- Se creó la superficie del terreno con curvas de nivel cada 2 m las menores y 10 m las maestras.
- Se realizó el trazado del eje de la carretera mediante una polilínea y siguiendo los parámetros de diseño de la norma DG-2018.
- Teniendo el alineamiento trazado, se procedió a elaborar el perfil longitudinal para hacer el diseño vertical de la carretera.
- Luego se construyó la línea rasante de la carretera.

3.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera

3.2.1. Estudio de suelos

3.2.1.1. Alcance

El estudio general de mecánica de suelos para el proyecto: “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA”, solo será para el área de estudio; no está permitido aplicarse para otros sectores.

3.2.1.2. Objetivos

Determinar las características físico-mecánicas de los suelos de fundación existentes a lo largo del tramo correspondiente para realizar satisfactoriamente el: “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA”.

3.2.1.3. Descripción del proyecto

El proyecto de mejoramiento de la trocha mencionada consiste en darle a las curvas los radios adecuados, mejorar las pendientes longitudinales y realizar un ensanche de la vía hasta 6 metros; todas estas tareas implican un importante movimiento de tierras, es por ello que se realizó un estudio de suelos para determinar el tipo de material que se va a mover y el tipo de suelo sobre el cual se asentará la nueva infraestructura de la trocha carrozable en diseño. Asimismo se realizó un estudio de suelos en cantera, cuyo material será utilizado para los rellenos y afirmado de la rasante.

También se realizará un diseño de las obras de arte necesarias como cunetas, badenes, alcantarillas y este es otro motivo por el cual se realizó el estudio de suelos para saber sobre qué tipos de suelos se construirán dichas obras.

3.2.1.4. Descripción de los trabajos

Los trabajos realizados para la ejecución del estudio, comprendió básicamente una investigación de campo a lo largo de la trocha en diseño mediante la perforación de 09 calicatas, de las cuales se extrajo una muestra de cada una; cada muestra contenía 4 Kg de material y era colocada en una bolsa hermética con la finalidad de que se conserven sus propiedades, además, a cada bolsa se le añadió una etiqueta que contenía el nombre del tesista, número de calicata y el kilómetro de donde había sido extraída.

Para realizar los estudios de CBR fue necesario extraer 01 muestra de cada una de las calicatas C – 1, C – 4 y C – 7. Dichas muestras contenían entre 30 y 40 Kg, las cuales fueron envasadas en costales de rafia codificados con el nombre del tesista, número de calicata y kilómetro de donde había sido extraída.

- **Determinación del número de calicatas**

El número de calicatas a realizar en el presente proyecto, se determinó de acuerdo a las especificaciones del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos. En el cuadro 5 se describen dichas especificaciones y según ellas, se determinó realizar 1 calicata por cada kilómetro a una profundidad de 1.50 metros.

Cuadro 5: Número de calicatas para exploración de suelos.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	1.50 metros respecto al nivel de sub rasante del proyecto	1 Calicata x KM	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

- **Determinación del número de ensayos de CBR**

El número de ensayos de CBR a realizar en el presente proyecto, se determinó según indicaciones del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos, tal y como se indica en el cuadro 6, el número de ensayos CBR se realizó 1 cada 3 kilómetros.

Cuadro 6: Número de ensayos CBR.

Tipo de Carretera	Nº MR y CBR
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	Cada 3 km se realizará un CBR

- **Ubicación de calicatas**

Las calicatas realizadas en el proyecto, se distribuyeron a lo largo del alineamiento, cuya ubicación y profundidad se indica en el cuadro 7.

Cuadro 7: Ubicación de calicatas.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD
C - 1	KM: 0 + 500	1.50 m
C - 2	KM: 1 + 500	1.50 m
C - 3	KM: 2 + 500	1.50 m
C - 4	KM: 3 + 500	1.50 m
C - 5	KM: 4 + 500	1.50 m
C - 6	KM: 5 + 500	1.50 m
C - 7	KM: 6 + 500	1.50 m
C - 8	KM: 7 + 500	1.50 m

3.2.1.5. Ensayos y pruebas de laboratorio

Las muestras representativas fueron clasificadas, seleccionadas y remitidas al laboratorio de mecánica de suelos, donde fueron sometidas a los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E 107
- Limite Líquido ASTM D-4318, MTC E 110.
- Limite Plástico ASTM D-4318, MTC E 111.
- Contenido de humedad ASTM D-2216, MTC E 108.
- Clasificación SUCS ASTM D-2487
- Clasificación AASHTO M-145
- CBR ASTM D-1883, MTC E 132

3.2.1.6. Labores de Gabinete

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuó la clasificación de suelos de los materiales, para ello se ha empleado los métodos SUCS y AASHTO, con la finalidad de análisis y correlación de acuerdo a sus características litológicas, lo cual también se consigna en el perfil estratigráfico.

3.2.1.7. Descripción de calicatas.

Cabe mencionar que las 09 calicatas realizadas fueron excavadas en una sección de 1.00 metro de ancho por 1.20 metros de largo a una profundidad de 1.50 metros. Las calicatas desde C-1 hasta C-8 corresponden a la carretera en estudio y la calicata C-X, corresponde a la cantera considerada. La descripción de las calicatas se realiza a continuación:

Calicata “C – 1”

Se ubica en el Km 00+500 de la carretera en la parte derecha a 2.80 metros del eje de la vía y solo se determinó un estrato (E-1). Según clasificación SUCS se tuvo un suelo “CL” considerado como Arcilla Ligera Arenosa; según AASHTO se determinó un suelo (A-7-5 (7)) que se describe como Arcilloso entre regular y malo. La muestra tuvo un contenido de humedad de 21.16 %.

Calicata “C – 2”

Se ubica en el Km 01+500 de la carretera en el eje de la vía, solo se determinó un estrato (E-1). Según clasificación SUCS se tuvo un suelo “SM” considerado como Arena Limosa con Grava; según AASHTO se determinó un suelo (A-2-5 (0)) que se describe como Grava y arena limo o arcillosa entre excelente a bueno. La muestra tuvo un contenido de humedad de 13.36 %.

Calicata “C – 3”

Se ubica en el Km 02+500 de la carretera en la parte izquierda a 3.00 metros del eje de la vía, solo se determinó un estrato (E-1). Según clasificación SUCS se tuvo un suelo “GP-GC” considerado como Grava mal graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena); según AASHTO se determinó un suelo (A-2-7 (0)) que se describe como Grava y arena limo o arcillosa entre regular a malo. La muestra tuvo un contenido de humedad de 32.80 %.

Calicata “C – 4”

Se ubica en el Km 03+500 de la carretera en la parte derecha a 3.30 metros del eje de la vía, solo se determinó un estrato (E-1). Según clasificación SUCS se tuvo un suelo “CL” considerado como Arcilla ligera arenosa; según AASHTO se determinó un suelo (A-7-6 (20)) que se describe como Suelos arcillosos de regular a malo. La muestra tuvo un contenido de humedad de 13.08 %.

Calicata “C – 5”

Se ubica en el Km 04+500 de la carretera en la parte derecha a 2.90 metros del eje de la vía, solo se determinó un estrato (E-1). Según clasificación SUCS se tuvo un suelo “MH” considerado como Limo elástico arenoso con grava; según AASHTO se determinó un suelo (A-7-5 (13)) que se describe como Suelos arcillosos de regular a malo. La muestra tuvo un contenido de humedad de 36.33 %.

Calicata “C – 6”

Se ubica en el Km 05+500 de la carretera en la parte derecha a 3.00 metros del eje de la vía, solo se determinó un estrato (E-1). Según clasificación SUCS se tuvo un suelo “CL” considerado como Arcilla ligera arenosa; según AASHTO se determinó un suelo (A-7-6 (16)) que se describe como Suelos arcillosos de regular a malo. La muestra tuvo un contenido de humedad de 21.24 %.

Calicata “C – 7”

Se ubica en el Km 06+500 de la carretera en la parte derecha a 3.35 metros del eje de la vía, solo se determinó un estrato (E-1). Según clasificación SUCS se tuvo un suelo “CL” considerado como Arcilla ligera arenosa; según AASHTO se determinó un suelo (A-7-6 (13)) que se describe como Suelos arcillosos de regular a malo. La muestra tuvo un contenido de humedad de 30.97 %.

Calicata “C – 8”

Se ubica en el Km 07+500 de la carretera en la parte derecha a 3.20 metros del eje de la vía, solo se determinó un estrato (E-1). Según clasificación SUCS se tuvo un suelo “MH” considerado como Limo elástico arenoso; según AASHTO se determinó un suelo (A-5 (12)) que se describe como Suelos limosos de regular a malo. La muestra tuvo un contenido de humedad de 35.17 %.

3.2.1.8. Cuadro resumen de ensayos ejecutados.

En el cuadro 8, se muestran las calicatas realizadas en el presente proyecto, con sus respectivos resultados obtenidos según los ensayos mencionados, de los cuales se determinó sus propiedades físicas, mecánicas y su respectiva clasificación según las normas SUCS Y AASHTO.

Cuadro 8: Resumen de ensayos ejecutados.

ÍTEM	DESCRIP.	CALICATAS							
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8
1	PROPIEDADES FÍSICAS								
1.1	CH (%)	21.16	13.36	32.8	13.08	36.33	21.24	30.97	35.17
1.2	Finos (%)	67.52	33.88	5.42	73.88	55.97	73.79	70.4	91.82
1.3	Arenas (%)	23.23	47.65	28.57	25.08	25.49	24.17	26.73	7.73
1.4	Gravas (%)	9.25	18.47	66.01	1.03	18.54	2.04	2.87	0.45
1.5	LL (%)	42	42	45	46	58	48	46	52
1.6	LP (%)	31	39	31	17	32	27	28	45
1.7	IP (%)	11	3	14	29	26	21	18	7
2	CLASIFICACIÓN								
2.1	SUCS	CL	SM	GP-GC	CL	MH	CL	CL	MH
2.2	AASHTO	A-1-a (0)	A-2-5 (0)	A-2-7 (0)	A-7-6 (20)	A-7-5 (13)	A-7-6 (16)	A-7-6 (13)	A-5 (12)
3	PROPIEDADES MECÁNICAS								
3.1	MDS (g/cm ³)	1.782	-	-	1.758	-	-	1.773	-
3.2	OCH (%)	11.67	-	-	16.76	-	-	12.74	-
3.3	CBR 100 %	5.15	-	-	3.74	-	-	4.53	-
3.4	CBR 95 %	4.52	-	-	3.26	-	-	3.92	-

Debido a que el terreno presenta CBR entre 3.26% y 4.52% a lo largo de la vía, estamos en el caso de una sub rasante insuficiente por estar en el rango de (3% y 6%) de acuerdo a la categoría establecida por el Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos, que en este caso nos recomienda hacer una estabilización de suelos, cuyo método a emplear se tratará más adelante cuando se realice el diseño de pavimento.

3.2.2. Estudio de cantera

3.2.2.1. Identificación de cantera

En la zona de estudio se ha logrado identificar una sola cantera para la obtención de los agregados a utilizar en las diferentes etapas de la construcción. La cantera tiene por nombre LA ERILLA y se encuentra ubicada en el caserío la Erilla en las coordenadas (Este: 733095 y Norte: 9184508). Esta cantera seleccionada, ya ha sido utilizada anteriormente para realizar proyectos de afirmado de diversas trochas cercanas al

proyecto. La cantera se encuentra en el paso de una trocha a 7 km de distancia del pueblo de Guzmango donde se encuentra el punto más cercano del proyecto. En esta cantera elegida también se realizó una calicata, de la cual se extrajo una muestra de 4 Kg colocada en una bolsa hermética codificada con el nombre del tesista, nombre de cantera, número de calicata y coordenadas de ubicación. También se extrajo una muestra de 40 kg para realizar los estudios de CBR, dicha muestra fue colocada en un costal de rafia y codificada con el nombre del tesista, nombre de cantera, número de calicata y coordenadas de ubicación, tal y como se indica en el cuadro 9.

Cuadro 9: Ubicación de calicata de cantera.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD
C - X	COOR. ESTE: 733095	1.50 m
	COOR. NORTE: 9184508	

- **Tipos de ensayos a ejecutar**

Las muestras representativas fueron clasificadas, seleccionadas y remitidas al laboratorio de mecánica de suelos, donde fueron sometidos a los siguientes ensayos:

- ✓ Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E 107
- ✓ Contenido de humedad ASTM D-2216, MTC E 108.
- ✓ Clasificación SUCS ASTM D-2487
- ✓ Clasificación AASHTO M-145
- ✓ CBR ASTM D-1883, MTC E 132

3.2.2.2. Evaluación de las características de cantera

Calicata “C – X”

Es la calicata realizada en la cantera elegida en la cual solo se determinó un estrato (E-1). Según clasificación SUCS se tuvo un suelo “GW”

considerado como Grava bien graduada; según AASHTO se determinó un suelo (A-1-a (0)) que se describe como fragmentos de roca, grava y arena de excelente a bueno. La muestra tuvo un contenido de humedad de 13.92 %. En el cuadro 10, se muestran los resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos, donde se describen sus propiedades físicas y mecánicas de la cantera a utilizar en el proyecto.

Cuadro 10: Resultados de calicata de cantera.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CALICATA
		C-X (cantera)
1	PROPIEDADES FISICAS	
1.1	CH (%)	13.92
1.2	Finos (%)	4.37
1.3	Arenas (%)	8.13
1.4	Gravas (%)	87.5
1.5	LL (%)	NP
1.6	LP (%)	NP
1.7	IP (%)	NP
2	CLASIFICACIÓN	
2.1	SUCS	GW
2.2	AASHTO	A-1-a (0)
3	PROPIEDADES MECÁNICAS	
3.1	MDS (g/cm ³)	2.11
3.2	OCH (%)	4.55
3.3	CBR 100 %	119.8
3.4	CBR 95 %	84.63

La norma exige que para este tipo de carreteras, debe utilizarse material de cantera que tenga como mínimo un CBR de 80%. De lo cual podemos deducir que la cantera elegida para realizar mejoramiento de la trocha carrozable entre Santiago y Guzmango está en buenas condiciones ya que tiene un CBR de 119.8% según ensayo al 100%.

3.2.3. Estudio de fuente de agua

3.2.3.1. Ubicación

Dada la importancia del proyecto puede ser posible utilizar el agua potable de los pueblos de Santiago y Guzmango si así lo requiere el proyecto, previamente se tendría que llegar a un acuerdo con las Juntas Administradoras de Agua de las localidades correspondientes. Además, se ha observado que a lo largo de la trocha, existen caudales de agua que discurren naturalmente por quebradas, los cuales se podrían utilizar para el desarrollo de distintas actividades que no demanden de agua potable. Las fuentes de agua a utilizarse en el siguiente proyecto serían las siguientes:

- Km 1 + 498.12, Quebrada Santiago.
- Km 2 + 975.01, Quebrada La Pampa.

3.3. Estudio hidrológico y obras de arte

3.3.1. Hidrología

3.3.1.1. Generalidades

Realizar un estudio hidrológico para proyectos viales, es fundamental, ya que permite identificar flujos superficiales de agua y determinar sus caudales, los cuales a su vez permitirán un diseño adecuado de las obras de arte existentes, para lograr una correcta evacuación de las aguas superficiales. El lugar del proyecto se encuentra a una altitud media de 2337 m.s.n.m, donde se registran fuertes precipitaciones principalmente en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo.

3.3.1.2. Objetivos del estudio

El objetivo de realizar un estudio hidrológico, es determinar los caudales de escorrentía para diseñar adecuadamente las obras de arte existentes en el proyecto.

3.3.1.3. Estudios hidrológicos

El estudio hidrológico consiste en determinar los caudales máximos en distintos periodos de retorno, según el tipo de obra de arte que se requiera utilizar. Cabe mencionar que es imposible realizar un estudio hidrológico exacto, debido a diferentes factores que intervienen en el ciclo hidrológico; es por ello que se utilizan métodos estadísticos de probabilidad para darle una mejor aproximación a los cálculos.

3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica

3.3.2.1. Información pluviométrica

La información pluviométrica, corresponde a las precipitaciones máximas en 24 horas obtenidas de la estación meteorológica de San Benito, cabe mencionar que ésta estación se ha considerado por ser la más cercana al lugar del proyecto. Dicha estación corresponde a la provincia de Contumazá del departamento de Cajamarca y sus características se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11: Datos de estación meteorológica.

NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN		ALTITUD (m.s.n.m)	PERIODO DE REGISTRO
		LATITUD	LONGITUD		
SAN BENITO	Convencional	7° 25' 41"	78° 55' 36"	1317	1963 - 2018

3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas

Para el presente proyecto, se han considerado las precipitaciones registradas desde (1988 al 2017) por la estación SAN BENITO, de acuerdo a la información proporcionada por SENAMHI. Cabe precisar que la información mostrada en el cuadro 12, son las precipitaciones más representativas del día de cada mes.

Cuadro 12: Precipitaciones máximas en 24 horas.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1988	45.0	13.0	5.2	14.0	0.0	0.0	0.0	1.8	2.0	1.1	0.0	1.1
1989	12.0	37.0	30.4	30.0	0.0	0.0	0.0	2.5	3.0	6.0	1.7	0.0
1990	7.6	5.5	15.0	5.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	2.3
1991	0.0	6.4	58.0	8.8	2.2	0.0	0.0	0.0	0.8	3.6	4.0	4.0
1992	12.0	10.0	20.5	90.0	5.2	6.5	0.0	1.0	2.8	3.0	0.0	2.6
1993	5.0	28.0	54.0	19.5	2.5	0.0	1.5	0.0	1.8	7.8	6.0	10.0
1994	10.5	23.0	57.8	24.5	1.5	2.5	0.0	0.0	3.0	0.0	6.5	16.5
1995	14.7	25.0	10.0	12.4	1.6	0.0	0.0	1.1	0.8	0.0	1.2	4.3
1996	16.0	37.6	28.6	4.8	1.0	0.0	0.5	1.0	2.5	2.0	0.0	1.2
1997	5.2	13.0	5.3	48.9	0.7	1.8	0.0	0.0	3.5	4.8	12.5	50.0
1998	91.8	81.0	102.0	25.0	4.4	1.6	0.0	0.0	4.4	4.2	1.5	5.0
1999	15.5	42.9	12.5	6.2	5.2	5.0	2.7	0.0	8.7	1.0	2.8	9.6
2000	8.5	21.3	57.5	25.2	17.0	2.6	0.0	0.3	2.0	0.6	3.6	6.7
2001	20.0	15.9	50.6	13.1	0.8	0.0	0.0	0.0	1.2	1.9	3.0	3.8
2002	1.8	108.1	36.0	36.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	3.5	8.3	7.6
2003	5.3	11.2	12.2	14.2	1.3	0.8	0.0	0.2	0.0	1.4	2.6	31.2
2004	4.0	34.0	5.2	7.3	2.8	0.2	0.3	0.0	6.1	4.7	0.6	2.7
2005	14.0	14.0	13.1	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.5	1.4	3.6
2006	20.1	28.0	26.1	18.7	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	9.6
2007	9.1	7.7	19.5	7.6	9.4	0.0	0.0	1.4	0.0	4.9	2.0	1.9
2008	25.8	47.3	34.4	38.0	0.0	0.9	0.0	0.0	1.3	5.5	4.2	0.5
2009	30.8	36.6	46.6	5.6	4.5	0.0	0.0	0.0	2.3	4.6	10.0	0.9
2010	9.8	38.4	13.8	43.6	3.2	0.0	0.0	0.0	3.8	4.0	1.8	5.0
2011	8.4	9.9	7.6	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	8.0	6.5
2012	8.7	22.4	65.4	11.1	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	8.4	10.5
2013	3.5	11.3	68.0	2.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	2.2
2014	6.4	9.2	14.8	3.2	4.6	0.0	0.0	0.0	4.6	5.5	3.2	12.2
2015	6.6	12.4	57.3	10.9	6.6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016	16.2	26.2	9.8	21.6	0.7	1.1	0.0	0.0	1.1	1.4	0.0	2.6
2017	16.9	73.7	75.5	16.3	5.5	0.0	0.0	1.1	0.0	4.2	1.7	3.2

Con la serie de datos de la estación SAN BENITO, se pudo obtener la precipitación máxima por año tal y como se muestra en el cuadro 13.

Cuadro 13: Precipitaciones máximas por año.

Año	Anual
1988	45.00
1989	37.00
1990	15.00
1991	58.00
1992	90.00
1993	54.00
1994	57.80
1995	25.00
1996	37.60
1997	50.00
1998	102.00
1999	42.90
2000	57.50
2001	50.60
2002	108.10
2003	31.20
2004	34.00
2005	14.00
2006	28.00
2007	19.50
2008	47.30
2009	46.60
2010	43.60
2011	14.30
2012	65.40
2013	68.00
2014	14.80
2015	57.30
2016	26.20
2017	75.50

3.3.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos

Los datos obtenidos de las estaciones, deben ser analizadas para saber si son datos confiables o consistentes. También, se analizan para determinar si la cantidad de años que tenemos es la suficiente.

➤ **Cálculo de la longitud adecuada de registro de la serie**

Mediante este método, se obtiene los años necesarios con los cuales se puede trabajar adecuadamente. Según el análisis, se obtuvo que el número mínimo de años para poder trabajar satisfactoriamente es (22 años), y para darle una mejor precisión a nuestros resultados, en este proyecto se está trabajando con 30 años. La aplicación y resultados de la siguiente fórmula, se indican en el cuadro 14.

$$Y_m = (4.30 \cdot \tau \cdot \log R)^2 + 6$$

$$R = \frac{Tr_{50}}{Tr_2}$$

Cuadro 14: Cálculo de longitud de registro de serie.

Descripción		Valor
n :	Grados de libertad (datos -6).	24 años
$\tau_{(0.05,24)}$:	T-student al 95%.	2.064
Tr_2 :	Precipitación para un tiempo de retorno de 2 años según Gumbel.	43.45
Tr_{50} :	Precipitación para un tiempo de retorno de 50 años según Gumbel.	121.78
R :	Relación de caudales.	2.803
Y_m :	Longitud adecuada de registros.	22 años

➤ **Prueba de datos dudosos**

Esta prueba permite conocer el límite que existe para los datos más altos y bajos. En caso tengamos datos que estén por encima o debajo de los límites establecidos, se consideraran datos dudosos. En este proyecto los datos se encuentran dentro de los límites 9.43 mm y 177.11 mm, es decir no existen datos dudosos. La aplicación y resultados de las siguientes expresiones, se muestran en el cuadro 15.

$$Y_{sup} = \overline{X_{\log PMA}} + Kn \cdot \sigma_{\log PMA}$$

$$Y_{inf} = \overline{X_{\log PMA}} - Kn \cdot \sigma_{\log PMA}$$

$$L_{sup} = 10^{(Y_{sup})}$$

$$L_{inf} = 10^{(Y_{inf})}$$

Cuadro 15: Prueba de datos dudosos.

Descripción		Valor
$PMA_{m\acute{a}x}$:	Máximo valor de las precipitaciones máximas anuales.	108.10 mm
$PMA_{m\acute{i}n}$:	Mínimo valor de las precipitaciones máximas anuales.	14.00 mm
Kn :	Coficiente para datos dudosos.	2.563
$\overline{X}_{\log PMA}$:	Media de los valores de los logaritmos de PMA.	1.61
$\sigma_{\log PMA}$:	Desviación estándar de los logaritmos de PMA.	0.25
Y_{sup} :	Umbral de dato dudoso alto.	2.248
Y_{inf} :	Umbral de dato dudoso bajo.	0.974
L_{sup} :	Límite máximo superior.	177.11 mm
L_{inf} :	Límite mínimo inferior.	9.43 mm

➤ **Funciones de distribución de probabilidad.**

De acuerdo al manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 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. Para la aplicación de los modelos de distribución se utilizó el software Hidroesta 2, para las siguientes funciones:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 parámetros
- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Gamma 2 parámetros
- Distribución Gamma 3 parámetros
- Distribución Log Pearson tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

Estas funciones se realizaron con un nivel de significancia del 5%, se aplicaron distintos periodos de retorno (T) y los resultados de la aplicación de software se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16: Resultados de las de probabilidad.

T	Normal	Log-Normal 2	Log-Normal 3	Gamma 2	Gamma 3	Log Pearson III	Gumbel	Log-Gumbel
500	118.15	212.15	158.81	149.69	141.05	363.41	155.52	505.14
300	114.08	193.03	148.38	141.39	133.96	309.07	145.69	402.08
100	104.55	154.72	126.3	122.9	118	214.49	124.51	245.92
50	97.83	132.37	112.5	110.76	107.36	167.94	111.1	180.1
25	90.36	111.3	98.69	98.14	96.16	129.68	97.58	131.59
20	87.75	104.75	94.22	93.96	92.4	118.88	93.19	118.85
10	78.8	85.08	80.11	80.45	80.12	89.36	79.36	86.2
5	67.95	66.14	65.36	65.84	66.49	64.95	64.94	61.68
2	47.21	40.86	42.98	42.94	44.05	38.16	43.16	37.2
Delta teórico	0.1049	0.1145	0.0793	0.0799	0.06762	0.15973	0.0793	0.1851
Delta tabular	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483

➤ **Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov – Smirnov)**

Para el presente proyecto se utilizó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, la cual consiste en determinar cuál de las funciones de probabilidad es la de mejor ajuste, para esto se elige el menor valor del delta teórico. Del cuadro 17, se obtuvo que el menor valor del delta teórico corresponde a la distribución Gamma 3 parámetros, lo que significa que esta función es la de mejor ajuste. En el cuadro 15, se puede observar los datos obtenidos mediante la función Gamma 3 parámetros para diferentes periodos de retorno T.

Cuadro 17: Resultados de la función Gamma 3 parámetros.

T (años)	Precipitación máxima en 24 horas (mm)
500	141.05
300	133.96
100	118
50	107.36
25	96.16
20	92.4
10	80.12
5	66.49
2	44.05

3.3.2.4. Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia

➤ Intensidad de lluvia

Para la estimación de la intensidad de lluvia, partiendo de las precipitaciones máximas en 24 horas, existen dos métodos importantes, los cuales son:

- Método basado en los perfiles de lluvia del USCS
- El modelo general de Frederich Belle (1969)

El método utilizado para la estimación de intensidad de lluvia del proyecto fue el modelo general de Frederich Bell (1969), el cual consiste en calcular la lluvia máxima en función del periodo del retorno (años), la duración de la tormenta (min) y la precipitación máxima en una hora de duración y periodo de retorno de 10 años, con la siguiente expresión, cuyos resultados de su aplicación, se muestran en el cuadro 18.

$$P_{t/D} = (0.21 \text{LOG}(T) + 0.52)(0.54D^{0.25} - 0.50)P_{10/60}$$

Dónde:

P_{t/D}: Precipitación caída en D min con periodo de retorno de T años

T: Periodo de retorno, en años

D: Duración, en min

P_{10/60}: precipitación caída en 60 min con un periodo de retorno de 10 años.

Cálculo del valor de P_{10/24hr}

Siendo la Distribución Gamma 3 parámetros la de mejor ajuste, tomamos el valor de precipitación máxima en 24 horas que corresponde a un periodo de retorno de 10 años, entonces tenemos que: P_{10/24hr} = 80.12 mm.

Cálculo del valor de P10/60

El valor de P10/60, puede ser calculado a partir del modelo de Yance Tueros, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas, mediante la siguiente relación:

$$I = P10/60 = a(P10/24hr)^b$$

Dónde:

- I : Intensidad máxima (mm/h)
 a, b : Parámetros de modelo ($a=0.4602$ y $b=0.8760$)
 $P10/24hr$: Precipitación máxima en 24 horas

$$I = P10/60 = 0.4602(80.12)^{0.8760}$$

$$I = P10/60 = 21.41 \text{ mm}$$

Cuadro 18: Lluvia máxima en función del periodo de retorno.

T (Años)	P. M. 24 Hr	Duración					
		5	10	15	20	30	60
500	141.05	85.86	64.26	52.37	44.81	35.54	23.34
300	133.96	82.18	61.50	50.13	42.89	34.02	22.34
100	118	74.26	55.58	45.30	38.76	30.74	20.18
50	107.36	69.27	51.84	42.25	36.15	28.68	18.83
25	96.16	64.27	48.10	39.21	33.55	26.61	17.47
20	92.4	62.67	46.90	38.23	32.71	25.94	17.03
10	80.12	57.67	43.16	35.18	30.10	23.88	15.67
5	66.49	52.68	39.43	32.13	27.49	21.81	14.32
2	44.05	46.07	34.48	28.11	24.05	19.07	12.52

Como paso seguido se realizó un análisis de regresión a los datos obtenidos en la tabla de intensidades máximas (mm/hr) con su diferente duración y periodo de retorno, teniendo como resultados los siguientes:

$$k = 108.575$$

$$m = 0.111$$

$$n = 0.527$$

Con estos coeficientes obtenidos (k, m y n) de la regresión lineal, procedimos a realizar los cálculos para la obtención de la curva de intensidad – duración – frecuencia, empleando la siguiente ecuación, cuyos resultados se muestran en el cuadro 19.

$$I = \frac{k * T^m}{t^n}$$

Dónde:

I: intensidad de precipitación máxima de diseño (mm/hr)

K,m,n: factores característicos de la zona de estudio obtenidos del análisis de regresión.

T: periodo de retorno en años

t: tiempo de concentración (minutos)

Cuadro 19: Intensidades máximas - duración - frecuencia.

Intensidades máximas según tiempo de retorno y duración						
T (Años)	Duración					
	5	10	15	20	30	60
500	92.60	64.27	51.91	44.61	36.03	25.01
300	87.50	60.74	49.05	42.16	34.05	23.63
100	77.47	53.77	43.43	37.32	30.14	20.92
50	71.74	49.80	40.22	34.56	27.92	19.38
25	66.44	46.11	37.25	32.01	25.85	17.94
20	64.82	44.99	36.34	31.23	25.22	17.50
10	60.02	41.66	33.65	28.92	23.35	16.21
5	55.59	38.58	31.16	26.78	21.63	15.01
2	50.22	34.86	28.15	24.19	19.54	13.56

Del presente cuadro, se desprende la figura 1, que se muestra a continuación, donde a través de un gráfico se muestra la relación existente entre la intensidad de lluvia (mm/h) y la duración en minutos, dependiendo de un periodo de retorno establecido.

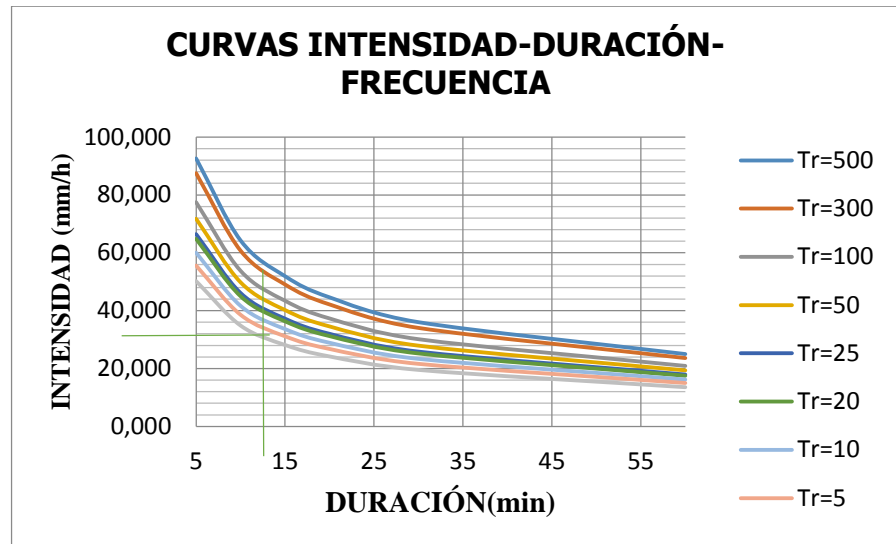


Figura 1: Curvas de intensidad - duración - frecuencia.

3.3.2.5. Cálculo de caudales

Para realizar el cálculo de los caudales de diseño del presente proyecto, se utilizó el método racional, el cual es uno de los métodos recomendados por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, y se describe a continuación.

➤ Método racional

Este método, es uno de los más utilizados para hallar caudales máximos de descarga, con el cual se trabajó en el presente proyecto para determinar los caudales de aporte de cunetas, alcantarillas y microcuencas existentes a lo largo del tramo carretero. Para determinar el caudal de aporte, se desarrolla la siguiente expresión.

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Dónde:

- Q : Descarga máxima de diseño (m³/s)
- C : Coeficiente de escorrentía
- I : Intensidad de precipitación máxima (mm/h)
- A : Área de la cuenca (km²)

Coeficiente de escorrentía

El valor del coeficiente de escorrentía se estableció según las características hidrológicas y geomorfológicas de las cuencas cuyos cursos de agua interceptan el alineamiento de la carretera en estudio. Los coeficientes de escorrentía según características del terreno se muestran en el cuadro 20.

Cuadro 20: Coeficientes de escorrentía.

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
	Permeable	0.50	0.45	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

3.3.2.6. Tiempo de concentración

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje el tiempo de concentración es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca. Para el presente proyecto se utilizó la fórmula de Kirpich, para determinar los tiempos de concentración requeridos. Cabe recalcar que esta fórmula es recomendada por el manual y se describe a continuación:

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

Dónde:

- Tc : tiempo de concentración en minutos.
L : Longitud de cuenca (m)
S : Pendiente promedio de la cuenca (m/m)

3.3.3. Hidráulica y drenaje

3.3.3.1. Drenaje superficial

➤ **Estudio de cuencas hidrográficas**

En el presente proyecto se estudiaron 06 microcuencas; con ayuda del Software ArcGis 10.3, para lo cual se utilizó además la carta nacional 15 – F: Cajamarca. Las microcuencas se muestran en la figura 2, y están enumeradas del 1 al 6.

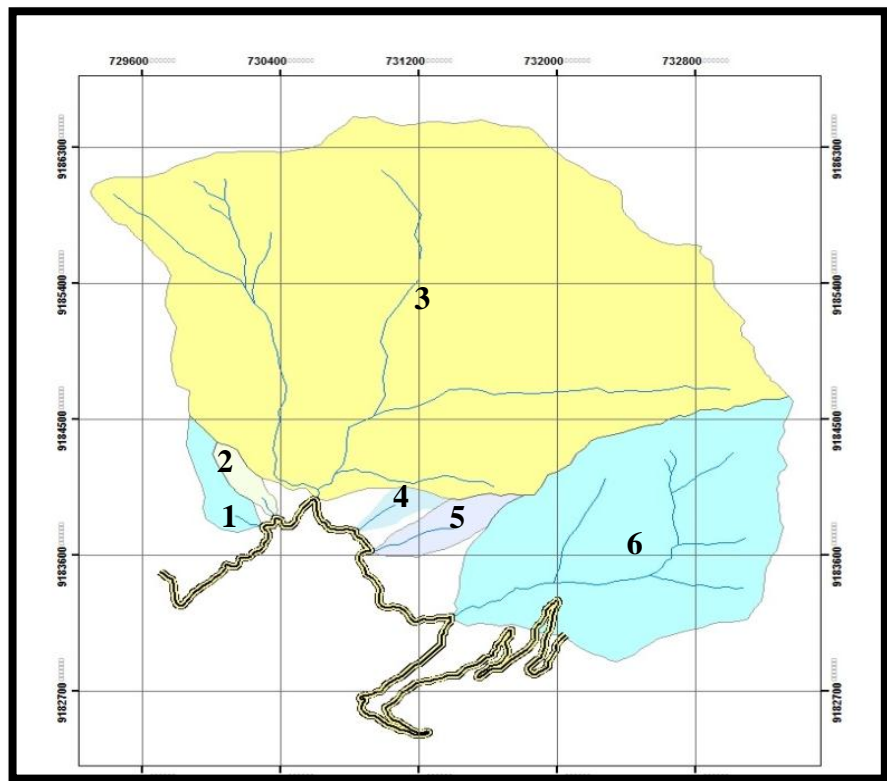


Figura 2: Microcuencas estudiadas

Utilizando el software ArcGis 10.3, se logró obtener datos importantes de las microcuencas, los cuales serán utilizados para el proyecto. Dichos datos se muestran en el cuadro 21.

Cuadro 21: Datos de las microcuencas en estudio.

Micro-cuenca	Progresiva (Km)	Área (Km ²)	Perímetro (Km)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Longitud de cauce (m)
1	1 + 082.57	0.14	1.96	2266	2742	887
2	1 + 177.42	0.07	1.32	2272	2607	610
3	1 + 498.12	5.72	10.02	2267	3084	2908
4	1+ 865.68	0.07	1.31	2282	2551	602
5	2 + 039.47	0.16	2.04	2298	2804	962
6	2 + 975.01	1.55	6.19	2343	2956	3310

➤ **Caudal de aporte de microcuencas.**

Para el cálculo del caudal de aporte de las microcuencas se utilizó un periodo de retorno T=10 años, un coeficiente de escurrimiento de 0.55 considerando que la cobertura vegetal es pastos, vegetación ligera, un tipo de suelo semipermeable y un terreno accidentado con pendientes mayores a 50%. En el cuadro 22, se muestran los resultados de la aplicación del método racional, para el cálculo de los caudales de las microcuencas en estudio.

Cuadro 22: Caudales de aporte de microcuencas.

Micro-cuenca	S (m/m)	Tc (min)	Intensidad (I)	Coef. Esc (C)	Caudal (m ³ /s)
1	0.537	4.61	62.68	0.55	1.293
2	0.549	3.42	73.31	0.55	0.806
3	0.281	14.74	33.95	0.55	29.655
4	0.447	3.67	70.68	0.55	0.799
5	0.526	4.94	60.41	0.55	1.514
6	0.185	19.12	29.60	0.55	7.010

➤ **Finalidad del drenaje superficial**

El propósito por el cual se realiza un drenaje superficial es evacuar las aguas de la carretera, proporcionando confinamiento de la

estructura y mayor transitabilidad. Luego de procesarlos datos pluviométricos obtenidos, se realizó el dimensionamiento de las estructuras. El agua que cae sobre la carretera, es direccionada a las cunetas por medio del bombeo; en zonas de corte, el agua también es dirigida hacia las cunetas.

3.3.3.2. Diseño de cunetas

Según el manual de carreteras: DG-2018, las pendientes longitudinales mínimas absolutas son de 0.2%, para cunetas revestidas, cabe mencionar que para el presente proyecto se empleará cunetas de sección triangular revestidas de concreto. Según el manual de Hidrología, hidráulica y drenaje, la inclinación del talud interior de la cuneta (V/H) (1:Z1) dependerá, por condiciones de seguridad, de la velocidad de diseño de la carretera y el Índice Medio Diario Anual IMDA (veh/día), tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 23: Criterios para elegir talud interior de 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

Las cunetas del presente proyecto se trabajaron con un talud interior de (1:2), debido a que la velocidad de diseño del proyecto es de 30 Km/h, y se tiene un I.M.D.A de 12 veh/día.

➤ Capacidad de las cunetas.

Para el diseño hidráulico de las cunetas, se utilizó la ecuación de Manning, la cual se basa en el principio del flujo de canales abiertos, descrita a continuación:

$$Q = \frac{A * Rh^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Dónde:

- Q : Caudal (m³/s)
- A : Área de la sección (m²)
- Rh : Radio hidráulico (m)
- S : Pendiente del fondo (m/m)
- n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

Para determinar el área de la sección y el radio hidráulico, se tomó como referencia el manual de hidrología, hidráulica y drenaje, el cual nos indica las dimensiones mínimas de las cunetas en la siguiente figura:

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

Figura 3: Dimensiones mínimas de cuneta

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

El lugar del proyecto es una región lluviosa, por lo que se tomó como dimensiones mínimas de cunetas, profundidad H=0.30 metros y ancho L=0.75 metros, luego se procedió de la siguiente manera:

$$Y = 0.75 * H = 0.75 * 0.30 = 0.23 \text{ m}$$

$$X = \frac{Y * L}{H} = \frac{0.225 * 0.75}{0.30} = 0.56 \text{ m}$$

$$a = \frac{Y}{Z} = \frac{0.23}{2} = 0.11 \text{ m}$$

$$A = \frac{(X + a) * Y}{2} = \frac{(0.56 + 0.11) * 0.23}{2} = 0.076 \text{ m}^2$$

$$P = \sqrt{Y^2 + X^2} + \sqrt{Y^2 + a^2}$$

$$P = \sqrt{0.23^2 + 0.56^2} + \sqrt{0.23^2 + 0.11^2} = 0.86 \text{ m}$$

$$Rh = \frac{A}{P} = \frac{0.0759}{0.8574} = 0.09 \text{ m}$$

Para uniformizar el diseño, se tomó el tramo de cuneta con mayor pendiente que es 9.95% donde $S = 0.0995$, y se utilizó un coeficiente de rugosidad $n = 0.013$ para cunetas revestidas de concreto. Luego se aplicó la fórmula de Manning para determinar el caudal.

$$Q = \frac{0.076 * 0.09^{2/3} * 0.0995^{1/2}}{0.013} = 0.37 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Y finalmente encontramos la velocidad del flujo.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.3657}{0.0759} = 4.82 \text{ m/s}$$

La velocidad calculada con la fórmula de Manning no debe ser mayor a la velocidad máxima admisible recomendada por el manual de hidrología, hidráulica y drenaje en el siguiente cuadro:

Cuadro 24: Velocidades máximas admisibles del agua.

TIPO DE SUPERFICIE	$V_{m\acute{a}x}$ (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20-0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60-0.90
Terreno parcialmente 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*

Como las cunetas serán revestidas de concreto, se determina una velocidad máxima admisible de 5 m/s, la cual es mayor que nuestra velocidad calculada por la relación de Manning $v = 4.82$ m/s. con esto se comprueba que la velocidad está cumpliendo con la recomendación del manual.

➤ **Caudal de aporte de las cunetas**

Para verificación, el manual de hidrología, hidráulica y drenaje, señala que el caudal calculado con la ecuación de Manning debe ser mayor que el caudal de aporte calculado con el método racional. Las cunetas trasladan el agua proveniente del talud de corte y de la calzada, es por ello que se calcula un caudal para el talud de corte y otro para la superficie de rodadura y la sumatoria de estos nos da el caudal de aporte total en m^3/s . los parámetros para el cálculo de los caudales de aporte se indican en el cuadro 25.

Cuadro 25: Parámetros para cálculo de caudal de aporte de cunetas.

TALUD DE CORTE		
T =	10	años
Tc =	10	minutos
I =	41.66	mm/hr
C =	0.55	Pastos, vegetación ligera
CARPETA DE RODADURA		
T =	10	años
Tc =	5	minutos
I =	60.03	mm/hr
C =	0.65	Superficie Bicapa

El área de aporte (A), fue calculada multiplicando la longitud de cuneta por un ancho tributario de 100 metros para el talud de corte, y para la calzada se multiplicó por un ancho de 7 metros. Los resultados de la aplicación del método racional para cálculo de caudales, se muestran en el cuadro 26, solamente para el tramo de cuneta más largo, que es el que generará un mayor caudal de aporte.

Cuadro 26: Caudal de aporte de cunetas.

Tramo (Km)	Long. de Cuneta (m)	TALUD DE CORTE		CARPETA DE RODADURA		Caudal aporte Total (m3/s)
		Área de Aporte (Km2)	Caudal (m3/s)	Área de aporte (Km2)	Caudal (m3/s)	
0+789.54 Hasta 1+082.57	293.03	0.029	0.187	0.002	0.022	0.209

Del cuadro 26, podemos apreciar que el caudal de aporte es 0.209 m3/s, mientras que el caudal calculado con la fórmula de Manning es 0.37 m3/s. lo cual cumple con la recomendación dada por el manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

➤ **Sección de cuneta.**

Para el cálculo de la cuneta se utilizó un coeficiente de rugosidad de $n = 0.013$ por ser revestida de concreto. La cuneta tiene una altura de $H = 0.35$ metros y una longitud de $L = 0.75$ metros como se puede observar en la figura 4.

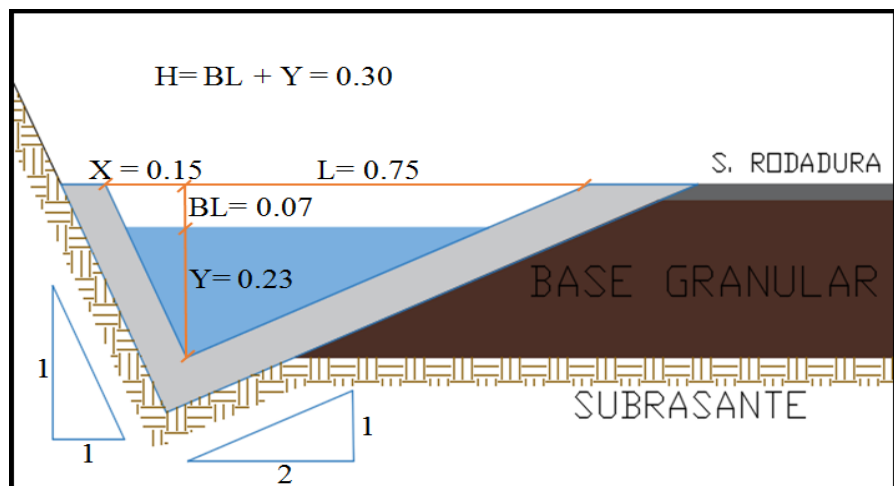


Figura 4: Sección transversal de cuneta.

3.3.3.3. Diseño de alcantarilla

El manual de hidrología, hidráulica y drenaje nos dice que el caudal del diseño hidráulico de la alcantarilla, debe ser mayor al caudal de aporte en

ese punto, el cual se conforma por la sumatoria del caudal de aporte de la cuenca más el caudal de aporte de las cunetas correspondientes. Cabe precisar que para el presente proyecto se utilizará alcantarillas tipo TMC.

➤ **Diseño hidráulico.**

En el presente proyecto se ha trabajado el diseño hidráulico con el Software Hcanales versión 3.0, para determinar el caudal de diseño y la velocidad máxima, considerando los siguientes parámetros:

- Coeficiente de rugosidad ($n = 0.024$ para TMC).
- Pendiente de ($S = 0.02$)
- Tirante de agua máximo (70% del diámetro)

Las alcantarillas (2 y 3) se trabajaron con un diámetro de 1.20 metros y tirante de agua 0.84 metros. Las alcantarillas (1 y 4) se trabajaron con un diámetro de 1.50 metros y un tirante de agua de 0.90 metros y la alcantarilla (5) se trabajó con un diámetro de 1.80 metros y tirante de agua 1.26 metros. Los resultados de caudales, velocidades y comparaciones se indican en el cuadro 27.

Cuadro 27: Diseño de alcantarillas de paso.

Descripción		Caudales		Verificac.	V. diseño (m/s)
Alc.	Progresiva (Km)	Q aporte (m3/s)	Q diseño (m3/s)	Q diseño > Q aporte	
1	1 + 082.57	1.569	3.64	Cumple	3.29
2	1 + 177.42	0.806	2.5	Cumple	2.96
3	1 + 865.68	0.923	2.5	Cumple	2.96
4	2 + 039.47	1.676	3.64	Cumple	3.29
5	2 + 975.01	7.165	7.37	Cumple	3.87

Como se puede apreciar en el cuadro 27, los caudales de diseño (Q diseño) son mayores a los caudales de aporte (Q aporte), esto quiere

decir que el diseño está terminado al cumplirse con las exigencias de la norma.

3.3.3.4. Consideraciones de aliviadero

En el presente proyecto se consideraron 25 aliviaderos tipo TMC, cuyo diseño hidráulico se realizó con los mismos parámetros de las alcantarillas, utilizando además el software Hcanales versión 3.0 y también se tomó en cuenta las recomendaciones del manual de hidrología, hidráulica y drenaje. Para el diseño hidráulico se consideró un diámetro de 0.90 metros y un tirante de agua de 0.63 metros. Los resultados de caudales, velocidades y verificación se indican en el cuadro 28, pero solo para el aliviadero con mayor caudal de aporte, ya que el diseño será generalizado para los demás.

Cuadro 28: Diseño de aliviaderos.

Descripción		Caudales		Verificación	V.
Aliviadero	Progresiva (Km)	Q aporte (m3/s)	Q diseño (m3/s)	Q diseño > Q aporte	diseño (m/s)
16	4+447.93	0.199	1.16	Cumple	2.44

Como se puede apreciar en el cuadro 28, el caudal de diseño (Q diseño) es mayor al caudal de aporte (Q aporte), esto quiere decir que el diseño está terminado al cumplirse con las exigencias de la norma.

➤ Sección transversal de alcantarilla TMC

En la figura 5, se muestra la sección transversal de las alcantarillas TMC proyectadas en este trabajo de investigación, en la cual se muestran principalmente el diámetro y el tirante de agua.

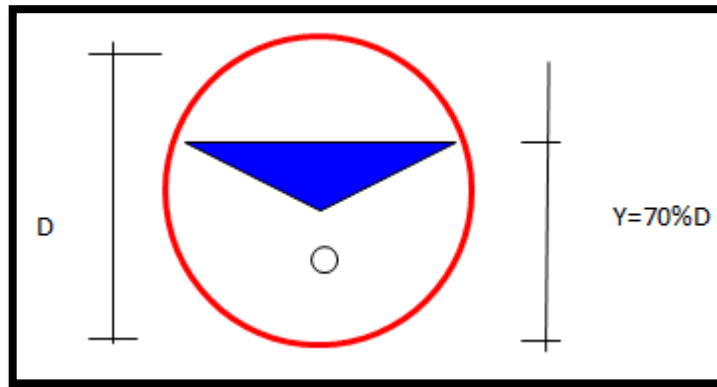


Figura 5: Sección transversal de alcantarilla TMC

3.3.3.5. Diseño de Badén

Se consideró proyectar un badén en el Km: 1 + 498.12 (quebrada Santiago), debido a que se tiene poca elevación entre el curso de agua y el nivel de subrasante. Dicho badén tendrá una sección parabólica y será revestido de concreto.

➤ Diseño hidráulico.

En el presente proyecto se ha trabajado el diseño hidráulico con el Software Hcanales versión 3.0, para determinar el caudal de diseño y la velocidad máxima, considerando los siguientes parámetros exigidos por el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje que se describen a continuación:

- Pendiente longitudinal máxima (10%)
- Pendiente transversal 2.5% ($S = 0.025$)
- Borde libre ($BL=0.40$ m)
- Coeficiente de rugosidad ($n = 0.013$ para Concreto).
- Tirante de agua ($Y = 0.60$ m)
- Espejo de agua ($T = 13.20$ m)

El manual de hidrología, hidráulica y drenaje nos dice que el caudal del diseño hidráulico del badén, debe ser mayor al caudal de aporte que discurre por ese punto. Del cuadro 24 mostrado anteriormente,

se determinó una velocidad máxima admisible de 5 m/s, la cual debe ser mayor a la velocidad de diseño del badén. La verificación de caudales y velocidades se muestra a continuación en el cuadro 29.

Cuadro 29: Diseño de badén.

Descripción		Caudales		Verificac.	V. diseño (m/s)
Badén	Progresiva (Km)	Q aporte (m3/s)	Q diseño (m3/s)	Q diseño > Q aporte	
1	1 + 498.12	29.850	34.736	Cumple	4.80

Como se puede apreciar en el cuadro 29, el caudal de diseño (Q diseño) es mayor al caudal de aporte (Q aporte), y la velocidad de diseño también es mayor a la velocidad máxima admisible estipulada en el manual, esto quiere decir que el diseño está terminado al cumplirse con las exigencias de la norma.

➤ **Sección de badén**

En la siguiente figura se muestra la sección transversal del badén diseñado para el presente proyecto, en la cual se señalan las dimensiones principales como: Longitud total de badén (L), espejo de agua (T), borde libre (BL), tirante de agua (Y) y las pendientes máximas longitudinales (-10%).

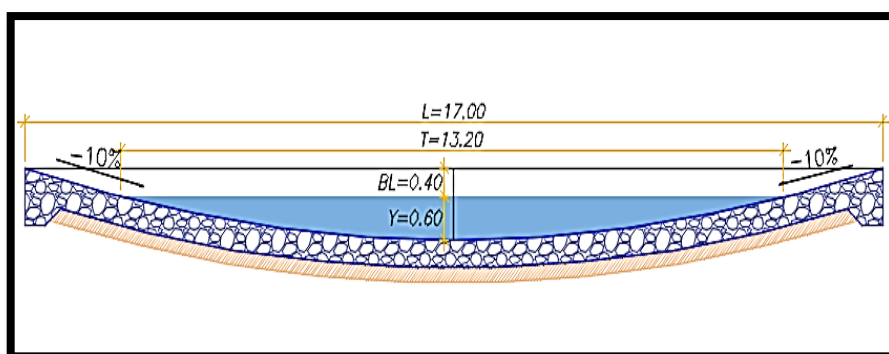


Figura 6: Sección transversal de badén

3.3.4. Resumen de obras de arte

En el siguiente cuadro se muestran las obras de arte proyectadas para el presente estudio.

Cuadro 30: Relación de obras de arte proyectadas.

Obra	Progresiva	Caudal de diseño (m3/s)	Diámetro (Plg)	Tipo
Aliviadero 01	Km 0 + 000.00	1.16	36"	TMC
Aliviadero 02	Km 0 + 412.69	1.16	36"	TMC
Aliviadero 03	Km 0 + 669.50	1.16	36"	TMC
Aliviadero 04	Km 0 + 789.54	1.16	36"	TMC
Alc. Paso - 1	Km 1 + 082.57	3.64	60"	TMC
Alc. Paso - 2	Km 1 + 177.42	2.50	48"	TMC
Aliviadero 05	Km 1 + 375.96	1.16	36"	TMC
Badén	Km 1 + 498.12	34.74	36"	CONCRETO
Aliviadero 06	Km 1 + 649.00	1.16	36"	TMC
Alc. Paso - 3	Km 1 + 865.68	2.50	48"	TMC
Alc. Paso - 4	Km 2 + 039.47	3.64	60"	TMC
Aliviadero 07	Km 2 + 267.67	1.16	36"	TMC
Aliviadero 08	Km 2 + 385.39	1.16	36"	TMC
Aliviadero 09	Km 2 + 611.45	1.16	36"	TMC
Aliviadero 10	Km 2 + 785.52	1.16	36"	TMC
Alc. Paso - 5	Km 2 + 975.01	7.37	72"	TMC
Aliviadero 11	Km 3 + 192.16	1.16	36"	TMC
Aliviadero 12	Km 3 + 426.04	1.16	36"	TMC
Aliviadero 13	Km 3 + 663.72	1.16	36"	TMC
Aliviadero 14	Km 3 + 931.94	1.16	36"	TMC
Aliviadero 15	Km 4 + 210.03	1.16	36"	TMC
Aliviadero 16	Km 4 + 447.93	1.16	36"	TMC
Aliviadero 17	Km 4 + 727.42	1.16	36"	TMC
Aliviadero 18	Km 4 + 949.73	1.16	36"	TMC
Aliviadero 19	Km 5 + 201.10	1.16	36"	TMC
Aliviadero 20	Km 5 + 401.05	1.16	36"	TMC
Aliviadero 21	Km 5 + 627.95	1.16	36"	TMC
Aliviadero 22	Km 5 + 808.31	1.16	36"	TMC
Aliviadero 23	Km 5 + 974.38	1.16	36"	TMC
Aliviadero 24	Km 6 + 225.79	1.16	36"	TMC
Aliviadero 25	Km 6 + 381.26	1.16	36"	TMC
Aliviadero 26	Km 6 + 545.13	1.16	36"	TMC
Aliviadero 27	Km 6 + 709.64	1.16	36"	TMC
Aliviadero 28	Km 6 + 934.69	1.16	36"	TMC
Aliviadero 29	Km 7 + 115.33	1.16	36"	TMC
Aliviadero 30	Km 7 + 264.16	1.16	36"	TMC

3.4. Diseño geométrico de la carretera

3.4.1. Generalidades

El diseño geométrico es la parte esencial de un proyecto carretero, porque de este diseño depende el tránsito vehicular adecuado y seguro, además permitirá el tránsito ininterrumpido de los vehículos durante todo el año, gracias a un diseño adecuado que cumpla con los parámetros y exigencias mínimas establecidas en el MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018.

3.4.2. Normatividad

En la realización del diseño geométrico para el mejoramiento de la trocha carrozable comprendida entre los pueblos de Santiago y Guzmango, se utilizaron los parámetros y exigencias mínimas recomendadas por el MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018, en lo concerniente a carreteras de tercera clase.

3.4.3. Clasificación de las carreteras

3.4.3.1. Clasificación por demanda

En cuanto a su demanda, el presente proyecto vial, se clasifica como una Carretera de Tercera Clase, ya que cuenta con un IMDA menor a 400 veh/día, asimismo se tiene una calzada proyectada de dos carriles de 3.00 metros de ancho cada uno, los cuales serán reforzados con una capa de micropavimento el cual es considerado como una solución básica o económica; todas estas consideraciones corresponden a una Carretera de Tercera Clase.

3.4.3.2. Clasificación por su orografía

En cuanto a la orografía, el terreno del proyecto ha sido clasificado como un Terreno Accidentado tipo (3), ya que al analizar el plano topográfico se determinó que las pendientes transversales al eje de la vía están mayormente entre 51% y 100%, además se consideraron pendientes longitudinales máximas de 8%.

3.4.4. Estudio de tráfico

3.4.4.1. Generalidades

Realizar el estudio de tráfico es una etapa importante antes de realizar el diseño geométrico de una carretera, pues con este estudio se determinará el número y tipo de vehículos que circulan por la vía, y a partir de esto determinar nuestro camión de diseño, el cual nos servirá para calcular nuestros radios de curvatura y diseñar la capa de pavimento.

3.4.4.2. Conteo y clasificación vehicular

Para realizar un conteo vehicular efectivo se escogió una estación estratégica ubicada en el desvío Chiñac. Decimos que esta estación es estratégica porque nos permitió contabilizar todos los vehículos que circulaban por la trocha en estudio, ya sea entre pueblos o vehículos que ingresaban por el desvío solamente a Santiago o solamente a Guzmango. En el cuadro 31, se pueden apreciar algunos datos de la estación de conteo.

Cuadro 31: Datos de estación de conteo vehicular.

ESTACIÓN	UBICACIÓN (Coordenadas)	DURACIÓN DE CONTEO	FECHA DE ESTUDIO
Chiñac	Este: 730863 Norte: 9182636	7 días	Inicio: 03/09/2018 Fin: 09/09/2018

En el conteo de vehículos se identificó que por la trocha en estudio circulan los siguientes vehículos:

Entre Vehículos ligeros:

- Moto lineal.
- Moto carga.
- Automóviles
- Camionetas
- Minivans

Entre Vehículos pesados:

- Combis
- Camión de 02 ejes.

3.4.4.3. Metodología

Para realizar el conteo vehicular, la persona encargada se ubicó en la estación Chiñac durante 07 días de 6:00 am a 6:00 pm, y en una libreta de campo se procedió a anotar la información necesaria como: tipo de vehículo, hora, día y sentido de circulación (entrada o salida), luego esta información fue procesada y analizada.

3.4.4.4. Procesamiento de la información

Los datos obtenidos del conteo vehicular fueron procesados en gabinete, organizando la información de acuerdo a la hora, día, sentido de circulación y tipo de vehículo.

3.4.4.5. Determinación del índice medio diario (IMD)

El IMDA es el resultado del conteo y clasificación de vehículos realizados durante una semana, además se debe tener en cuenta el factor de corrección que estima el comportamiento anual del tráfico. Para hallar el índice medio diario, se calcula el conteo de vehículos por 7 días. Para determinar el IMD se utilizó la siguiente fórmula:







$$IMDs = \left(\frac{V_{lun} + V_{mar} + V_{mié} + V_{jue} + V_{vie} + V_{sáb} + V_{dom}}{7} \right)$$

Dónde:

V : Volumen clasificado por día.

El en cuadro 32, se aprecia el conteo vehicular realizado para los 7 días de la semana y clasificados según tipo de vehículo, además se muestran los cálculos del IMDs.

Cuadro 32: Conteo vehicular diario.

Tramo:	Santiago - Guzmango		Distrito:	Guzmango	Región:	Cajamarca	
Sentido:	Ida y Vuelta		Provincia:	Contumazá	Fecha:	Setiembre - 2018	
Días	Moto	Auto-móvil	Combi	Ómnibus	Camioneta	Camión	Total
	L	M1	M2	M3	N1	N2	
							
Lunes	6	2	1	2	1	1	13
Martes	3	1	0	2	0	1	7
Miércoles	4	0	0	2	1	0	7
Jueves	5	1	2	2	2	2	14
Viernes	4	0	1	2	0	0	7
Sábado	6	0	0	2	1	2	11
Domingo	8	2	1	2	2	1	16
Total	36	6	5	14	7	7	75
IMD	6	1	1	2	1	1	12

Una vez realizado el conteo diario de vehículos que circulan por la trocha, se ha calculado que el IMD (Índice Medio Diario) es de 12 Veh/día.

3.4.4.6. Ejes equivalentes

Debido al poco tráfico existente en la trocha, para el proyecto se ha considerado lo establecido en el Manual de Carreteras, sección Suelos, Geotecnia y Pavimentos lo cual establece un rango mínimo de numero de repeticiones de ejes equivalentes para el diseño de pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos, se determinó una categoría mínima de trafico Tipo TP0 de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro 33: Tipos de tráfico pesado expresado en EE.

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TP0	> 75000 EE ≤ 150000 EE
TP1	> 150000 EE ≤ 300000 EE
TP2	> 300000 EE ≤ 500000 EE
TP3	> 500000 EE ≤ 750000 EE
TP4	> 750000 EE ≤ 1000000 EE
TP5	> 1000000 EE ≤ 1500000 EE

3.4.5. Parámetros básicos para el diseño en zona rural

3.4.5.1. Índice medio diario anual (IMDA)

De acuerdo al análisis de conteo se obtuvo un IMDA de 10.71 veh/día, debido a la baja incidencia se ha trabajado con una categoría mínimas de tráfico Tipo TP0 establecido por el manual sección Suelos, Geotecnia y Pavimentos.

3.4.5.2. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño para el presente proyecto fue elegida de acuerdo a lo establecido en la figura 7, la cual se muestra a continuación.

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

Figura 7: Velocidades de diseño

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Debido a que el presente proyecto fue clasificado como una carretera de tercera clase y el terreno tiene una orografía accidentada, según la tabla se determinó que la velocidad de diseño será de 30 km/h. debido a las condiciones topográficas del terreno, cabe precisar que se trabajó con una velocidad de 20 Km/h para ciertos tramos de la vía.

3.4.5.3. Radios mínimos

Los radios mínimos utilizados en el presente proyecto fueron calculados con la siguiente relación dada por el Manual de Carreteras: DG-2018.

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(P_{m\acute{a}x} + f_{m\acute{a}x})}$$

Dónde:

Rmín : Radio mínimo (m)

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

fmáx : Coeficiente de fricción transversal.

V : Velocidad de diseño (Km/h)

Dicho manual también nos brinda los peraltes y coeficientes de fricción transversal máximos a utilizar en función a la velocidad de diseño. Los radios mínimos del presente proyecto se calcularon con los parámetros que se muestran en el cuadro 34, donde también se muestran los resultados del cálculo.

Cuadro 34: Cálculo de radios mínimos.

V (Km/h)	P máx (%)	f máx	Radio Calculado (m)	Radio redondeado (m)
20	12	0.17	14.3	15
30	12	0.17	24.4	25

Cabe mencionar que los radios de 15 metros serán empleados para el diseño de las curvas de vuelta, para lo cual se trabajará con una velocidad de 20 Km/h, mientras que las demás curvas se trabajarán con radios mínimos de 25 metros aplicando una velocidad de 30 Km/h.

3.4.5.4. Anchos mínimos de calzada en tangente

Los anchos mínimos de calzada en tangente se determinaron según Manual de Carreteras: DG-2018, la cual nos indica los valores de ancho de calzada para diferentes velocidades de diseño con relación a la clasificación de la carretera, tal y como se muestra en el cuadro 35.

Cuadro 35: Anchos mínimos de calzada en tangente.

Clasificación	Carretera
Trafico vehículos/día	< 400
Tipo	Tercera Clase
Orografía	Tipo 3 (accidentada)
Velocidad de diseño: 30 Km/h	6.00 metros

Cabe precisar que en el presente proyecto también se cuenta con velocidades de diseño de 20 Km/h, para ciertos tramos de la vía; dichos tramos también tendrán un ancho mínimo de calzada de 6.00 metros.

3.4.5.5. Distancia de visibilidad

Según el Manual de Carreteras: DG-2018, la distancia de visibilidad es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. Este manual considera tres distancias de visibilidad, de las cuales, dos fueron utilizadas en el presente proyecto y se mencionan a continuación.

- **Distancia de visibilidad de parada (Dp).**

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria. Para la determinación de las distancias de visibilidad de parada del presente proyecto, se utilizó el cuadro 36 que se muestra a continuación, en donde se muestran las distancias mínimas de visibilidad de parada (metros), en función de la velocidad de diseño y pendiente tanto en bajada como en subida.

Cuadro 36: Distancia de visibilidad de parada.

Velocidad de Diseño (Km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29

Cabe precisar que se adaptará una distancia de visibilidad de parada mínima de 20 metros tanto en bajada como en subida para la velocidad de diseño de 20 Km/h, mientras que para la velocidad de diseño de 30 Km/h, se adaptará una distancia de visibilidad de 35 metros para bajada y subida.

- **Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento (Da).**

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Para determinar la distancia de visibilidad de paso del presente proyecto, se consideró el cuadro 37, el cual contiene las especificaciones del Manual de Carreteras: DG-2018, y nos muestra las distancias mínimas de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles.

Cuadro 37: Distancia de visibilidad de paso.

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (Km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO Da (m)
20	130
30	200

3.4.6. Diseño geométrico en planta

3.4.6.1. Generalidades

El diseño geométrico en planta se realiza una vez trazado el alineamiento con sus tangentes y todo tipo de curvas, las cuales deben ajustarse en lo posible a la topografía del terreno. Esto se realiza con la finalidad de garantizar en la vía, un tráfico cómodo y seguro.

3.4.6.2. Tramos en tangente

Para el cálculo de los tramos en tangente del presente proyecto, se utilizaron las siguientes ecuaciones dadas por el Manual de Carreteras: DG-2018.

$$L \text{ mín. } S = 1.39 V$$

$$L \text{ mín. } O = 2.78 V$$

$$L \text{ máx} = 16.70 V$$

Dónde:

L mín.S : Longitud mínima (m) para trazados en “S”.

L mín.O : Longitud mínima (m) para el resto de casos.

L máx : Longitud máxima deseable (m).

V : Velocidad de diseño (Km/h).

La aplicación de las ecuaciones mencionadas y los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 38, para velocidades de diseño de 20 y 30 km/h.

Cuadro 38: Longitud de tramos en tangente.

V (Km/h)	L mín.S (m)	L mín.O (m)	L máx (m)
20	28	56	334
30	42	84	501

3.4.6.3. Curvas circulares

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. Los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares que se indican en la figura 8, deben ser utilizadas sin ninguna modificación de acuerdo al Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, tal y como se indican a continuación.

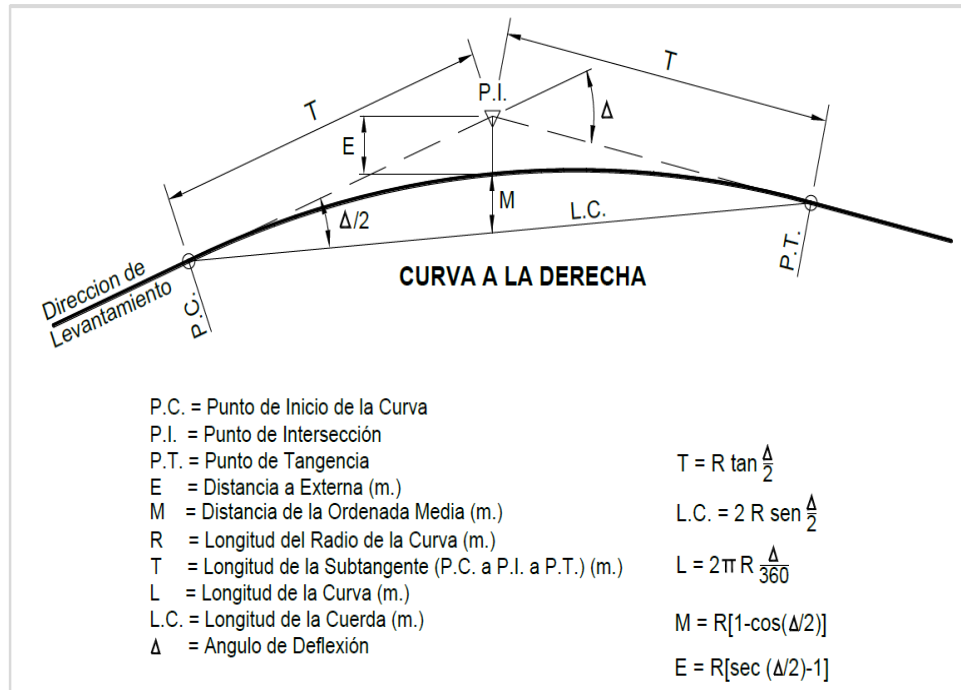


Figura 8: Elementos de curva horizontal.

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

3.4.6.4. Curvas de transición

Las curvas de transición, son espirales que tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazo. Según el Manual de Carreteras: DG-2018, En el caso de carreteras de tercera clase y cuando se use curva de transición, la longitud de la espiral no será menor que $L_{mín}$ ni mayor que $L_{máx}$, asimismo la longitud máxima de cada curva de transición, no será superior a 1.5 veces su longitud mínima. Según las siguientes fórmulas:

$$L_{mín} = 0.0178 \frac{V^3}{R} \qquad L_{máx} = (24R)^{0.5}$$

Dónde:

- R : Radio de la curvatura circular horizontal.
- $L_{mín}$: Longitud mínima de la curva de transición.
- $L_{máx}$: longitud máxima de la curva de transición en metros.
- V : Velocidad específica en Km/h.

En el cuadro 39, se muestran los cálculos de las longitudes máximas (L_{máx}) de las curvas de transición utilizadas en el presente proyecto, para una velocidad de diseño de 30 Km/h y según los radios utilizados en el proyecto.

Cuadro 39: Longitudes máximas de curva de transición.

V (Km/h)	Radio (m)	L máx (m)
30	30	26.80
30	35	29.00
30	40	31.00

Cabe precisar que la DG-2018 nos indica que en carreteras de tercera clase, cuando el radio de las curvas horizontales sea superior al indicado en el cuadro 40 de acuerdo a su velocidad de diseño, se podrá prescindir de curvas de transición.

Cuadro 40: Radios límites que permiten prescindir de curvas de transición.

Velocidad de diseño Km/h	Radio
20	24
30	55

3.4.6.5. Curvas de vuelta

Los radios exteriores mínimos correspondientes a los radios interiores adoptados, se determinaron de la figura 9, donde se considera un ancho de calzada de 6 metros en tangente. Cabe indicar que para el presente proyecto se utilizó un tipo de vehículo C2.

Radio interior R _i (m)	Radio Exterior Mínimo R _e (m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6.0	14.00	15.75	17.50
7.0	14.50	16.50	18.25
8.0	15.25	17.25	19.00
10.0	16.75*	18.75	20.50
12.0	18.25*	20.50	22.25
15.0	21.00*	23.25	24.75
20.0	26.00*	28.00	29.25

Figura 9: Radios mínimos en curvas de vuelta.

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

3.4.6.6. Sobreechancho

Se aplica un sobreechancho en las curvas con la finalidad de adicionar un espacio en caso que los vehículos lo requieran y como mínimo debe de ser 0.40 metros; el sobreechancho se calcula en función del vehículo de diseño, el radio de curvatura y la velocidad de diseño. Para el cálculo del sobreechancho de las curvas del presente proyecto, se utilizó la siguiente relación dada por el manual de carreteras: DG-2018.

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

Dónde:

- Sa : Sobreechancho (m)
- n : Número de carriles
- R : Radio de curvatura circular (m)
- L : Distancia entre el eje posterior y parte frontal (m)
- V : Velocidad de diseño (km/h)

En las siguientes tablas se indican los cálculos de los elementos de curva de todas las curvas empleadas en el presente proyecto.

3.4.7. Diseño geométrico en perfil

3.4.7.1. Generalidades

El sentido de las pendientes está definido según el desarrollo del alineamiento, considerándolas como positivas a aquellas que tienen a subir y negativas a aquellas que tienden a bajar. Las cotas de terreno y subrasante del presente proyecto están referidas al nivel medio del mar. Este apartado se considera de gran importancia en el proyecto, ya que se debe tener cuidado al diseñar las curvas verticales cóncavas y convexas siguiendo los parámetros exigidos por el manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018, caso contrario podrían representar un peligro para la circulación de los vehículos.

3.4.7.2. Pendiente

Pendiente mínima:

Con la finalidad de asegurar un drenaje adecuado de las aguas superficiales en todos los tramos de la calzada, se trabajó con una pendiente longitudinal mínima de 0.5%.

Pendiente máxima:

Para la determinación de las pendientes longitudinales máximas del presente proyecto, se utilizó el cuadro 41, el cual se elaboró con las especificaciones del Manual de Carreteras DG-2018. Este cuadro relaciona la clasificación de la vía por demanda, por orografía y por la velocidad de diseño tal y como se muestra a continuación.

Cuadro 41: Pendientes longitudinales máximas.

Demanda	Carretera			
Vehículos/día	< 400			
Características	Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño (30 Km/h)			10%	10%

3.4.7.3. Curvas verticales

Según el manual de carreteras DG-2018, las curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente. Como se muestra en la siguiente relación:

$$L = K * A$$

Dónde:

K : Índice de curvatura

A : Valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

A. Longitud de curvas convexas

Para establecer las longitudes mínimas de las curvas convexas se utilizó los índices de curvatura “K”, establecidos en la figura 10, donde se muestran los índices de curvatura en función de la velocidad de diseño y las distancias de visibilidad. Vale mencionar que para el presente proyecto se utilizó la distancia de visibilidad de parada para el cálculo de la longitud de curva, debido a la topografía del terreno.

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad 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

Figura 10: Índices de curvatura en curvas convexas.

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018.

Adicionalmente, se utilizaron las fórmulas de la figura 303.06 del manual, para el cálculo de la longitud mínima de las curvas verticales convexas controladas por visibilidad de parada. Dichas fórmulas se relacionan con una altura de ojo de 1.07 metros y una altura de objeto de 0.15 metros.

Cuando la distancia de visibilidad de parada $D_p > L$:

$$L = 2D_p - \frac{404}{A}$$

Cuando la distancia de visibilidad de parada $D_p < L$:

$$L = \frac{A * D_p^2}{404}$$

Dónde:

L = Longitud de curva vertical (m)

Dp = Distancia de visibilidad de parada (m)

V = Velocidad de diseño (Km/h)

A = Diferencia algebraica de pendientes |%|

Se tomó el criterio de establecer como longitud mínima de curva vertical convexa, el mayor resultado calculado con las fórmulas mencionadas, cuyos resultados de la aplicación se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 42: Longitud mínima de curva vertical cóncava.

Índice de curvatura K	Diferencia de pendientes A (%)	Longitud de curva $L = K \cdot A$	Longitud de curva $D_p > L$	Longitud de curva $D_p < L$
1.90	7.33	13.93	14.88	22.23

Dichas longitudes de curva fueron calculadas con la mayor diferencia de pendientes (A) existentes en el proyecto, una velocidad de diseño (V) de 30 Km/h y una distancia de visibilidad de parada (Dp) de 35 metros. Es así que se elige como mínima longitud de curva $L=23$ m.

B. Longitud de curvas cóncavas

Para establecer las longitudes mínimas de las curvas cóncavas se utilizó los índices de curvatura “K”, establecidos en la figura 11, la cual contiene los índices de curvatura según velocidad de diseño y distancia de visibilidad de parada tal y como se muestra a continuación.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6

Figura 11: Índices de curvatura en curvas cóncavas.

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018.

Adicionalmente, se utilizó las fórmulas de la figura 303.08 del manual, para el cálculo de la longitud mínima de las curvas verticales cóncavas controladas por visibilidad de parada.

Cuando la distancia de visibilidad de parada $D_p > L$:

$$L = 2D_p - \left(\frac{120 + 3.50D_p}{A} \right)$$

Cuando la distancia de visibilidad de parada $D_p < L$:

$$L = \frac{A * D_p^2}{120 + 3.5D_p}$$

Dónde:

L = Longitud de curva vertical (m)

D_p = Distancia de visibilidad de parada (m)

V = Velocidad de diseño (Km/h)

A = Diferencia algebraica de pendientes |%|

Se tomó el criterio de establecer como longitud mínima de curva vertical cóncava, el mayor resultado calculado con las fórmulas mencionadas anteriormente, cuyos resultados de su aplicación se muestran en el cuadro 43.

Cuadro 43: Longitud mínima de curva vertical cóncava.

Índice de curvatura K	Diferencia de pendientes A (%)	Longitud de curva $L = K * A$	Longitud de curva $D_p > L$	Longitud de curva $D_p < L$
6	8.26	49.6	40.64	41.73

Dichas longitudes de curva fueron calculadas con la mayor diferencia de pendientes (A) existentes en el proyecto, una velocidad de diseño (V) de 30 Km/h y una distancia de visibilidad de parada (D_p) de 35 metros. Es así que se elige como mínima longitud de curva vertical cóncava $L=49.6$ m.

C. Elementos de curva vertical simétrica

La curva vertical simétrica está conformada por dos parábolas de igual longitud, que se unen en la proyección vertical del PIV. En la figura 12 se muestran los elementos de una curva vertical simétrica.

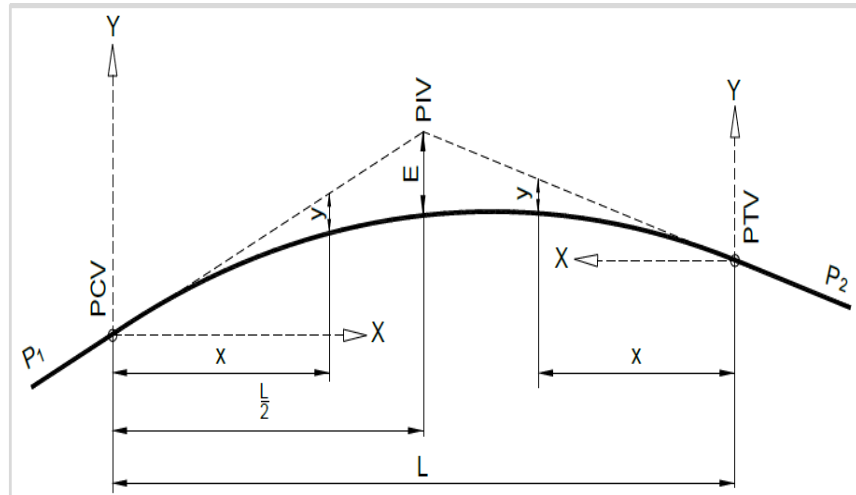


Figura 12: Elementos de curva vertical simétrica.

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

Dónde:

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).

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

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

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

$$A = |S1 - S2|$$

E : Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:

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

X : Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

Y : Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

D. Elementos de la curva vertical Asimétrica

La curva vertical asimétrica está conformada por dos parábolas de diferente longitud (L_1 , L_2) que se unen en la proyección vertical del PIV. Cuyos elementos se muestran en la figura 13.

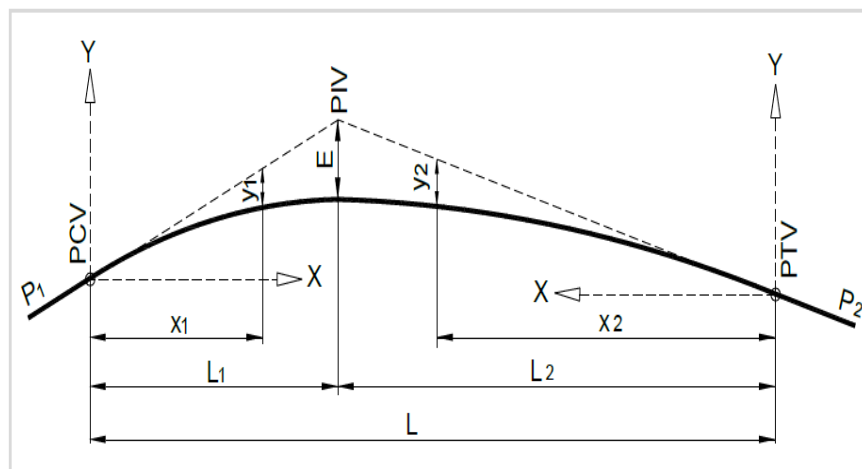


Figura 13: Elementos de curva vertical asimétrica.

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

Dónde:

- 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 (%)
- 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).

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

$$A = |S1 - S2|$$

E : Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{A * L1 * L2}{200(L1 + L2)}$$

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 PCV, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Y1 = E \left(\frac{X1}{L1} \right)^2$$

Y2 : Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PTV, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Y2 = E \left(\frac{X2}{L2} \right)^2$$

3.4.8. Diseño geométrico de la sección transversal

3.4.8.1. Generalidades

El diseño geométrico de la sección transversal, 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. La sección transversal varía de un punto a otro de la vía, ya que resulta de la combinación de los distintos elementos que la constituyen, cuyos tamaños, formas e interrelaciones dependen de las funciones que cumplan y de las características del trazado

y del terreno. Las secciones transversales permiten conocer la cantidad de movimiento de tierras a efectuarse en la obra.

3.4.8.2. Calzada

La calzada del presente proyecto, está conformada por dos carriles que permite la circulación de los vehículos en las dos direcciones.

A. Ancho mínimo de calzada en tangente

El ancho mínimo de la calzada en tangente del presente proyecto, se determinó según especificaciones del Manual de carreteras DG-2018, las cuales se plasmaron en el cuadro 44, donde se relaciona la clasificación de la carretera por orografía, el tipo de tráfico existente y velocidad de diseño para determinar el ancho mínimo de la calzada en tangente.

Cuadro 44: Ancho mínimo de calzada en tangente.

Clasificación	Carretera			
Trafico Veh/día	< 400			
Tipo	Tercera clase			
Orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño (30 m/h)			6 m	6 m

B. Ancho mínimo de calzada en curva

El ancho mínimo de la calzada en curva para el presente proyecto, se determinó de acuerdo a los sobreeanchos requeridos para que los vehículos realicen sus maniobras satisfactoriamente.

3.4.8.3. Bermas

Las bermas son franjas longitudinales con sus respectivos anchos y se ubican al costado de la calzada y sirven para el estacionamiento de vehículos de forma segura en caso de emergencias. Se recomienda que las bermas tengan la misma inclinación que la calzada. Para determinar el ancho de berma del presente proyecto, se utilizó el cuadro 45, el cual contiene las especificaciones del Manual de carreteras DG-2018.

Cuadro 45: Ancho de berma.

Clasificación	Carretera			
Trafico Veh/día	< 400			
Características	Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño (30 Km/h)			0.50 m	0.50 m

3.4.8.4. Bombeo

Toda la calzada debe contar con un bombeo adecuado que permita la evacuación efectiva de las aguas superficiales que se acumulan en la vía. Para el presente proyecto se determinó un bombeo de 2.5% de acuerdo a la figura 14, la cual relaciona el tipo de superficie con la precipitación anual, tal y como se muestra a continuación.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Figura 14: Bombeo de calzada.

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

3.4.8.5. Peralte

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo. Para el presente proyecto, se determinó un peralte máximo de 12%, según la figura 15 que se muestra a continuación.

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%

Figura 15: Peraltes máximos.

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

3.4.8.6. Taludes

Para determinar la inclinación de los taludes de corte y terraplén, se tuvieron en cuenta las especificaciones del Manual de carreteras DG-2018, según corresponda. Para la determinación del talud de corte del presente proyecto, se tuvo en cuenta la figura 16, donde se muestran los taludes en función de la altura de corte y del tipo de material a excavar, es así que se determinó un talud de corte de 1:1 tal y como se muestra a continuación.

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

Figura 16: Taludes de corte.

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

Los taludes en zonas de relleno (terraplenes) se determinaron de acuerdo a la figura 17, donde se indica que los taludes varían en función de las características del material con el cual está conformado. Para el presente proyecto, se determinó un talud de relleno de 1:1.5.

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

Figura 17: Taludes de relleno

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

3.4.8.7. Cunetas

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 la estructura del pavimento. Para el presente proyecto se consideraron cunetas triangulares, revestidas de concreto. Para el diseño de las cunetas, se tuvo en cuenta que el caudal calculado con la ecuación de Manning, sea mayor al caudal de aporte calculado con el método racional, asimismo se consideró que la velocidad máxima admisible recomendada por el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje sea mayor a la velocidad de diseño calculada con la ecuación de Manning. Por otro lado se consideró una pendiente longitudinal mínima de 0.5% para facilitar la evacuación de las aguas superficiales.

3.4.9. Resumen y consideraciones de diseño en zona rural

En el siguiente cuadro se muestra el resumen de los parámetros básicos de diseño a considerar en el presente proyecto.

Cuadro 46: Resumen de parámetros de diseño del proyecto.

RESUMEN DE DATOS DE DISEÑO	
Clasificación según su demanda	Carretera de tercera Clase
Clasificación según orografía	Terreno Accidentado (Tipo 3)
Índice medio diario	< 50 veh/día
Vehículo de diseño	C2
Velocidad directriz	30 Km/h
Pendiente mínima	0.50%
Pendiente máxima	10.00%
Radio mínimo	25 m
Ancho de calzada	6 m
Ancho de berma	0.50 m
Bombeo	2.50%
Peralte máximo	12 %
Talud de corte	1:1
Talud de relleno	1:1.5

3.4.10. Diseño de pavimento

3.4.10.1. Generalidades

La idea del diseño de un pavimento, es precisamente para proteger la superficie de rodadura del proyecto. Debido a temas económicos y a la baja transitabilidad de la zona, se ha considerado para el presente proyecto utilizar un Tratamiento Superficial Bicapa. Para darle a protección a nuestra base granular y así protegerla del agua de lluvia.

3.4.10.2. Datos del CBR mediante el estudio de suelos

Del estudio de mecánica de suelos se obtuvieron los resultados de resistencia del terreno de fundación “CBR”, para poder seguir el procedimiento del diseño de los espesores de la sub base granular, base granular y tratamiento superficial Bicapa. Los resultados de CBR se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 47: Datos del CBR mediante estudio de suelos.

Calicata	Ubicación	CBR al 95 (%)
C-1	Km 00+500	4.52
C-4	Km 03+500	3.26
C-7	Km 06+500	3.92

3.4.10.3. Categoría de la sub rasante

De acuerdo al Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, la subrasante se divide en 06 categorías de acuerdo a los valores de CBR que presenta el terreno. En el cuadro 48, se aprecia la categoría de la subrasante en función de los rangos de CBR.

Cuadro 48: Categoría de la sub rasante.

Categoría de la Sub Rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S₁: Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR > 30%

Debido a que los CBR del terreno donde se realizará el mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango se encuentran entre 3% y 6%, estamos ante una sub rasante insuficiente; en este caso necesitamos realizar una estabilización de suelos para mejorar las propiedades físicas de los suelos de fundación. Para el presente proyecto se ha elegido el método de estabilización por sustitución de suelos.

3.4.10.4. Estabilización por sustitución de suelos

Este método de estabilización consiste en mejorar la sub rasante con material totalmente adicionado, lo cual implica la remoción total del suelo natural existente, de acuerdo al espesor de reemplazo. Una vez alcanzado el nivel de excavación indicado, conformado y compactado el suelo, se procederá a la colocación y compactación en capas de los materiales, hasta alcanzar las cotas exigidas.

➤ Elección del material reemplazante

El Manual de carreteras, sección Suelos y pavimentos nos indica que el material elegido para realizar la sustitución de suelos existentes, debe tener un $CBR \geq 10\%$. Para realizar la estabilización de suelos del presente proyecto, se utilizará la cantera La Erilla, de la cual se extraerá el material necesario, aprovechando además que ya tenemos un estudio de suelos realizado, el cual nos indica un $CBR = 119.8\%$ al 100% de su máxima densidad seca.

➤ Espesor recomendado para la estabilización

El Manual de carreteras, sección Suelos y pavimentos nos proporciona los espesores recomendados para estabilización por sustitución de suelos cuyo CBR se encuentra en el rango ($3\% \leq CBR \leq 6\%$) en la figura 18, tal y como se muestra a continuación.

Tráfico		Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25 000	25.0
25 001	75 000	30.0
75 001	150 000	30.0

Figura 18: Espesor recomendado para sustitución de suelos
Fuente: Manual suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Como tenemos un tipo de tráfico TP0 comprendido en el rango (75000 EE \leq 150 000 EE) y un material de reemplazo con CBR de 84.63%, el espesor elegido para la estabilización de suelos del presente proyecto será de 30 cm.

3.4.10.5. Datos del estudio de tráfico

Debido al bajo índice medio diario anual presentado en el estudio de tráfico IMDA, se ha considerado un Tipo de tráfico pesado expresado en ejes equivalentes EE igual a TP0 el cual se encuentra en un rango > 75000 EE ≤ 150000 EE. Tal y como se especificó en la sesión 3.4.4.6 correspondiente a ejes equivalentes.

3.4.10.6. Espesor del pavimento, base y sub base granular

El Manual de Carreteras: Suelos, Geotecnia y Pavimentos en su catálogo de estructuras de pavimento flexible alternativa superficie de rodadura: Tratamiento Superficial Bicapa (T.S.B.), para un periodo de diseño de 10 años, nos muestra los espesores de la sub base granular, base granular y T. S. B. tal y como se muestra a continuación en la figura 19.






EE		Tp0		
		75,001-150,000		
CBR %	$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$	25 cm		T.S.B.
CBR < 6%	$\leq 8,040 \text{ psi}$ (55.4 MPa)	18 cm		Base Granular
		(*)		
CBR $\geq 30\%$	$> 22,530 \text{ psi}$ (155.3 MPa)	27 cm		Subbase Granular

Figura 19: Espesor de pavimento, base y sub base granular.

Según la estabilización por sustitución de suelos, ahora nuestra sub rasante tiene un CBR de 84.63%; además tenemos un tipo de tráfico Tp0, con estos dos datos, tenemos que la carretera solo necesita una Base Granular de 27 cm de espesor más el Tratamiento Superficial Bicapa.

➤ **Consideraciones de la Base Granular**

En cuanto a la Base Granular, debemos considerar que el valor relativo de soporte, CBR debe ser como mínimo 80%, para carreteras de tercera clase y bajo volumen de tránsito; este CBR debe estar referido al 100% de la máxima densidad seca. El material empleado en la Base Granular del presente proyecto, será extraído de la cantera La Erilla, la cual tiene un CBR de 119.8%.

3.4.11. Señalización

3.4.11.1. Generalidades

Para la colocación de la señalización del presente proyecto se utilizó el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, dicho manual contiene los diferentes dispositivos de control del tránsito para ser utilizados en el diseño, además establece el modo de empleo de los

diferentes dispositivos de control del tránsito, en cuanto se refiere a su clasificación, funcionalidad, color, tamaño, formas y otros, a utilizarse en el diseño del proyecto carretero. Para el presente proyecto se utilizará las señales verticales.

3.4.11.2. Requisitos

De acuerdo al Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, Para ser efectivo un dispositivo de control del tránsito es necesario que 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.

3.4.11.3. Señales verticales

Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos en el presente manual. De acuerdo a la función que desempeñan, las señales verticales se clasifican en 03 grupos los cuales son: Señales reguladoras o de Reglamentación, Señales de prevención y Señales de información.

➤ Señales Reguladoras o de Reglamentación:

Estas señales cumplen la función de notificar a los usuarios de la carretera sobre las prioridades, restricciones, obligaciones, autorizaciones existentes y prohibiciones que se deben de tener en cuenta al momento de hacer uso de la vía. Hacer caso omiso a estas señales, podría considerarse como un delito. Estas señales se clasifican de la siguiente manera:

✓ **Señales de Prioridad**

Son aquellas que regulan el derecho de preferencia de paso, y son las que se describen a continuación y se muestran en la figura 20.

- (R-1) Señal de pare
- (R-2) Señal de ceda el paso



Figura 20: Señales de prioridad.

✓ **Señales de Prohibición de maniobras y giros**

Dichas señales son utilizadas para prohibir ciertos giros y maniobras y son las que se mencionan a continuación y se muestran en la figura 21.

- (R-12) Señal de prohibido cambiar de carril
- (R-16) Señal de prohibido adelantar
- (R-16A) Señal de fin de zona de prohibido adelantar



Figura 21: Señales de prohibición de maniobras y giros.

✓ **Señales de Restricción**

Estas señales son utilizadas para limitar el tránsito de vehículos debido al diseño particular de la carretera. Generalmente están conformadas por un círculo cuyo fondo es blanco y su orla es roja, en la cual se inscribe el símbolo correspondiente a la

limitación o restricción requerida. Dichas señales se mencionan a continuación y se muestran en la figura 22.

- (R-11) Señal de circulación en ambos sentidos
- (R-30) Señal velocidad máxima permitida 40 km/h
- (R-30F) Señal velocidad máxima permitida en curva
- (R-33) Señal largo máximo permitido



Figura 22: Señales de restricción.

✓ **Señales de Obligación**

Estas señales son utilizadas para indicar las obligaciones que deberán seguir los conductores. Generalmente están conformadas por un círculo cuyo fondo es blanco y una orla de color rojo, en la cual se inscribe el símbolo que representa dicha señal y son las que se mencionan a continuación y se muestran en la figura 23.

- (R-14B) Señal de tránsito en ambos sentidos
- (R-49) Señal mantener distancia de seguridad
- (R-50) Señal preferencia al sentido contrario

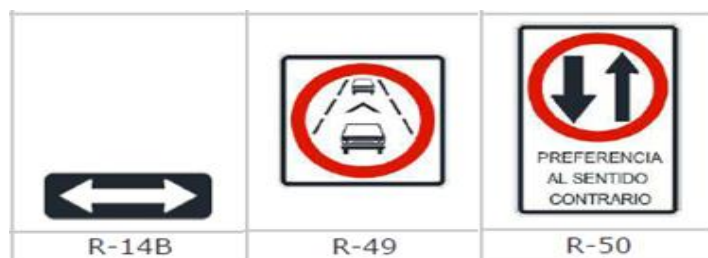


Figura 23: Señales de obligación.

➤ **Señales de Prevención**

Estas señales tienen la función de prevenir a los usuarios sobre la presencia de riesgos y/o situaciones imprevistas que se podrían presentar en la vía o en lugares cercanos a esta, ya sea permanentemente o de forma temporal. Dichas señales se clasifican tal y como se indica a continuación.

✓ **Señales preventivas por Características Geométricas horizontales de la vía:**

Estas señales son utilizadas para indicar la proximidad entre curvas horizontales de la carretera donde se requiera realizar un cambio de velocidad con el objeto de ejecutar la maniobra con total seguridad. Dichas señales se mencionan a continuación y se muestran en la figura 24.

- (P-1A) Señal curva pronunciada a la derecha
- (P-1B) Señal curva pronunciada a la izquierda
- (P-2A) Señal curva a la derecha
- (P-2B) Señal curva a la izquierda
- (P-3A) Señal curva y contra-curva pronunciada a la derecha
- (P-3B) Señal curva y contra-curva pronunciada a la izquierda
- (P-4A) Señal curva y contra-curva a la derecha
- (P-4B) Señal curva y contra-curva a la izquierda
- (P-5-1) Señal camino sinuoso a la derecha
- (P-5-1A) Señal camino sinuoso a la izquierda
- (P-5-2A) Señal curva en “u” a la derecha
- (P-5-2B) Señal curva en “u” a la izquierda



Figura 24: Señales preventivas por geometría horizontal.

✓ **Señales preventivas por características geométricas verticales de la vía:**

Dichas señales son las encargadas de señalar la proximidad entre pendientes longitudinales existentes en la carretera que podrían afectar la capacidad de frenado y la velocidad de operación. Estas señales se mencionan a continuación y se muestran en la figura 25.

- (P-35) Señal fuerte pendiente en descenso
- (P-35C) Señal fuerte pendiente en ascenso



Figura 25: Señales preventivas por geometría vertical.

✓ **Señales preventivas por características de la superficie de rodadura**

Estas señales tienen por función prevenir a los conductores acerca de irregularidades presentes en la superficie de rodadura de la carretera, las cuales podrían originar daños que afecten la estabilidad de los vehículos. Dichas señales deberán retirarse del lugar una vez sea reparada la superficie de rodadura, la cual

originó su instalación. Estas señales son las que se mencionan a continuación y se muestran en la figura 26.

- (P-34) Señal proximidad de badén
- (P-34A) Señal ubicación de badén



Figura 26: Señales preventivas según superficie de rodadura.

✓ **Señales preventivas por restricciones físicas de la vía**

Previenen a los conductores de la proximidad de restricciones de la vía, que afectan la operación de los vehículos. Deben removerse una vez que cambien las condiciones de restricción de la vía que obligaron su instalación. Estas señales son las que se mencionan a continuación y se muestran en la figura 27.

- (P-62) Señal peso bruto máximo permitido
- (P-38) Señal altura máxima permitida
- (P-39) Señal ancho máximo permitido
- (P-60) Señal prohibido adelantar



Figura 27: Señales preventivas por restricciones físicas de la vía.

✓ **Señales preventivas de intersecciones con otras vías**

Estas señales sirven para anticipar a los conductores acerca de la existencia de intersecciones viales en las cuales podría haber presencia de vehículos realizando maniobras de giro. Dichas señales deberán representar la geometría del tipo de intersección. Estas señales son las que se mencionan a continuación y se muestran en la figura 28.

- (P-10A) Señal empalme en ángulo agudo a la derecha
- (P-10B) Señal empalme en ángulo agudo a la izquierda



Figura 28: Señales preventivas de intersección con otra vía.

✓ **Señales preventivas por características operativas de la vía**

Estas señales son empleadas para anticipar a los conductores acerca de las características operativas de la carretera, las cuales podrían afectar el desarrollo del tránsito vehicular. Estas señales se mencionan a continuación y se muestran en la figura 29.

- (P-25) Señal dos sentidos de tránsito
- (P-48) Señal zona de presencia de peatones



Figura 29: Señales preventivas por características operativas.

➤ **Señales de Información**

Tienen la función de informar a los usuarios, sobre los principales puntos notables, lugares de interés turístico, arqueológicos e históricos existentes en la vía y su área de influencia y orientarlos y/o guiarlos para llegar a sus destinos y a los principales servicios generales, en la forma más directa posible. De ser necesario las indicadas señales se complementarán con señales preventivas y/o reguladoras. Las señales de información se mencionan a continuación y se muestran en la figura 30.

- (I-5) Señal de destino
- (I-6) Señal de destino con indicación de distancias



Figura 30: Señales de información.

3.4.11.4. Colocación de las señales

➤ **Ubicación longitudinal**

En general, la ubicación longitudinal de las señales deberá permitir que un conductor que se desplaza por la carretera a una velocidad determinada, tenga el tiempo necesario de percepción y reacción al momento de ejecutar una maniobra de emergencia. Las señales deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- ✓ Indicar el inicio o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la señal debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.

- ✓ Advertir o informar sobre condiciones de la vía o de acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

➤ **Ubicación lateral**

La ubicación lateral de las señales debe ser al lado derecho de la vía, fuera de las bermas y dentro del cono de atención del usuario; sin embargo, cuando existan movimientos vehiculares complejos, tales como vías de un sentido con dos o más carriles, tramos con prohibición de adelantamiento, o dificultad de visibilidad, podrá instalarse una señal similar en el lado izquierdo con fines de mejorar la seguridad vial. 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. Lo mencionado anteriormente se muestra en la siguiente figura.

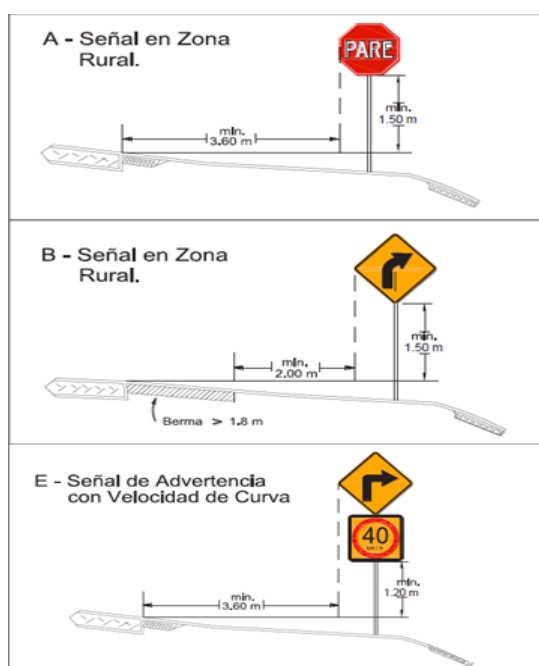


Figura 31: Ubicación lateral de señales.

➤ **Altura**

Lo principal en la colocación de las señales es que se debe asegurar su visibilidad. Es por ello que para su definición es de suma importancia considerar factores que podrían impedir dicha visibilidad tales como: geometría vertical y horizontal de la vía, altura de vehículos o la existencia de obstáculos. 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**

En lo principal se deberá orientar la señal levemente hacia afuera, de modo tal que la cara de ésta y una línea paralela al eje de la calzada, formen un ángulo menor o mayor a 90° como se muestra en la siguiente figura. Cuando la señal está ubicada a 10 m. o más de la línea del carril más próximo, la señal deberá ser orientada hacia la vía.

➤ **Sistema de soporte**

El sistema de soporte empleado, debe garantizar que la señal se mantenga en posición correcta ante factores externos como: movimientos sísmicos y acciones del viento. Las características de los materiales a emplearse y su proceso de instalación de los sistemas de soporte, deberán cumplir con las especificaciones establecidas en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG vigente). Los sistemas de soporte deben ser pintados con franjas negras y blancas, cuyo ancho será de 0,50 metros para zonas rurales y de 0,30 metros para zonas urbanas en el caso de señales reglamentarias y preventivas.

3.4.11.5. Hitos kilométricos

Los hitos kilométricos están considerados como señales de localización, comprendidos en las señales de información de tipo vertical. Cabe indicar que en zonas rurales, se utiliza los postes kilométricos para indicar las distancias tomando como referencia el punto de partida de la carretera (Km 0 + 000), siguiendo las especificaciones establecidas en el clasificador de rutas del sistema nacional de carreteras (SINAC), vigente. El modelo de postes kilométricos a utilizarse en el presente proyecto, se muestra en la figura 32 con sus especificaciones respectivas.

- (I-2A) Postes de kilometraje

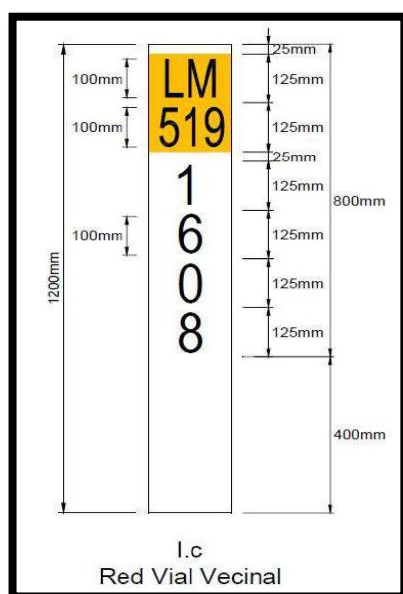


Figura 32: Postes kilométricos.

Especificaciones de inscripción

- ✓ Código de Ruta: las letras se harán en bajo relieve de 12 mm de profundidad, para la Red Vial Vecinal serán de color negro, fondo naranja y tendrán una altura de 100mm. Serie E.
- ✓ Número de Kilómetro: Las letras se harán en bajo relieve de 12mm de profundidad y además serán de un color negro, fondo blanco y tendrán una altura de 100mm. Serie A.

3.4.11.6. Resumen de señales utilizadas en el proyecto.

Cuadro 49: Ubicación de señales informativas.

Ítem	Descripción	Código	Ubicación (Km)	Sentido
1	Señal de destino	I - 5	0 + 000.00	Izq.
2	Señal de destino	I - 5	3 + 775.00	Der.
3	Señal de destino	I - 5	3 + 780.00	Izq.
4	Señal de destino	I - 5	3 + 785.00	Der.
5	Señal de destino	I - 5	7 + 443.50	Izq.
Total	5 Unidades			

Cuadro 50: Ubicación de hitos kilométricos.

Ítem	Descripción	Código	Ubicación (Km)	Sentido
1	Postes de kilometraje	I - 2A	0 + 000.00	Der.
2	Postes de kilometraje	I - 2A	1 + 000.00	Der.
3	Postes de kilometraje	I - 2A	2 + 000.00	Der.
4	Postes de kilometraje	I - 2A	3 + 000.00	Der.
5	Postes de kilometraje	I - 2A	4 + 000.00	Der.
6	Postes de kilometraje	I - 2A	5 + 000.00	Izq.
7	Postes de kilometraje	I - 2A	6 + 000.00	Izq.
8	Postes de kilometraje	I - 2A	7 + 000.00	Der.
9	Postes de kilometraje	I - 2A	7 + 443.50	Der.
Total	9 Unidades			

Cuadro 51: Ubicación de señales reguladoras.

Ítem	Descripción	Código	Ubicación (Km)	Sentido
1	Velocidad máxima permitida	R - 30	0 + 000.00	Derecha
2	V. máxima permitida en curva	R - 30F	4 + 130.00	Derecha
3	V. máxima permitida en curva	R - 30F	4 + 270.00	Izquierda
4	V. máxima permitida en curva	R - 30F	5 + 335.00	Derecha
5	V. máxima permitida en curva	R - 30F	5 + 470.00	Izquierda
6	V. máxima permitida en curva	R - 30F	5 + 730.00	Derecha
7	V. máxima permitida en curva	R - 30F	5 + 890.00	Izquierda
8	V. máxima permitida en curva	R - 30F	6 + 485.00	Derecha
9	V. máxima permitida en curva	R - 30F	6 + 615.00	Izquierda
10	Velocidad máxima permitida	R - 30	7 + 443.50	Izquierda
Total	10.00			

Cuadro 52: Ubicación de señales preventivas.

Ítem	Descripción	Código	Ubicación	Sent.
1	Curva y contra-curva pron. a la derecha	P - 3A	0 + 050.00	Der.
2	Curva a la izquierda	P - 2B	0 + 150.00	Izq.
3	Curva en U a la derecha	P-5-2A	0 + 365.00	Izq.
4	Zona de presencia de peatones	P - 48	0 + 535.00	Der.
5	Camino sinuoso a la izquierda	P-5-1A	0 + 560.00	Der.
6	Camino sinuoso a la izquierda	P-5-1A	0 + 840.00	Izq.
7	Camino sinuoso a la izquierda	P-5-1A	0 + 950.00	Der.
8	Curva pronunciada a la derecha	P - 1A	1 + 060.00	Izq.
9	Curva pronunciada a la izquierda	P - 1B	1 + 210.00	Der.
10	Camino sinuoso a la derecha	P-5-1	1 + 330.00	Izq.
11	Curva y contra-curva pron. a la derecha	P - 3A	1 + 425.00	Der.
12	Proximidad de badén	P - 34	1 + 430.00	Der.
13	Proximidad de badén	P - 34	1 + 590.00	Izq.
14	Curva y contra-curva pron. a la derecha	P - 3A	1 + 680.00	Izq.
15	Curva a la izquierda	P - 2B	1 + 695.00	Der.
16	Curva a la derecha	P - 2A	1 + 790.00	Izq.
17	Zona de presencia de peatones	P - 48	1 + 795.00	Der.
18	Curva y contra-curva a la derecha	P - 4A	1 + 810.00	Der.
19	Curva y contra-curva a la derecha	P - 4A	1 + 950.00	Izq.
20	Curva y contra-curva pron. a la derecha	P - 3A	1 + 990.00	Der.
21	Curva y contra-curva pron. a la derecha	P - 3A	2 + 190.00	Izq.
22	Camino sinuoso a la derecha	P-5-1	2 + 330.00	Der.
23	Curva y contra-curva pronunciada a la izquierda	P - 3B	2 + 810.00	Der.
24	Camino sinuoso a la izquierda	P-5-1A	2 + 830.00	Izq.
25	Curva y contra-curva a la izquierda	P - 4B	3 + 050.00	Der.
26	Zona de presencia de peatones	P - 48	3 + 075.00	Der.
27	Curva y contra-curva pron. a la derecha	P - 3A	3 + 150.00	Izq.
28	Curva a la izquierda	P - 2B	3 + 250.00	Izq.
29	Curva y contra-curva a la izquierda	P - 4B	3 + 590.00	Der.
30	Curva y contra-curva a la izquierda	P - 4B	3 + 710.00	Izq.
31	Curva y contra-curva pronunciada a la izquierda	P - 3B	3 + 745.00	Der.
32	Zona de presencia de peatones	P - 48	3 + 800.00	Der.
33	Empalme en ángulo agudo a la izquierda	P-10B	3 + 820.00	Izq.
34	Curva y contra-curva pronunciada a la izquierda	P - 3B	3 + 970.00	Izq.
35	Curva en U a la izquierda	P-5-2B	4 + 150.00	Der.
Total	35 Unidades			

Cuadro 53: Ubicación de señales preventivas

Ítem	Descripción	Código	Ubicación	Sentido
36	Curva en U a la derecha	P-5-2A	4 + 260.00	Izquierda
37	Curva pronunciada a la derecha	P - 1A	4 + 400.00	Derecha
38	Zona de presencia de peatones	P - 48	4 + 460.00	Izquierda
39	Curva pronunciada a la izquierda	P - 1B	4 + 510.00	Izquierda
40	Curva a la derecha	P - 2A	4 + 660.00	Derecha
41	Curva a la izquierda	P - 2B	4 + 745.00	Izquierda
42	Camino sinuoso a la derecha	P-5-1	4 + 865.00	Derecha
43	Curva y contra-curva a la derecha	P - 4A	4 + 990.00	Izquierda
44	Curva y contra-curva a la derecha	P - 4A	5 + 115.00	Derecha
45	Camino sinuoso a la derecha	P-5-1	5 + 250.00	Izquierda
46	Curva en U a la derecha	P-5-2A	5 + 345.00	Derecha
47	Zona de presencia de peatones	P - 48	5 + 365.00	Izquierda
48	Curva y contra-curva a la izquierda	P - 4B	5 + 455.00	Derecha
49	Curva en U a la izquierda	P-5-2B	5 + 460.00	Izquierda
50	Curva y contra-curva a la derecha	P - 4A	5 + 580.00	Derecha
51	Curva y contra-curva a la izquierda	P - 4B	5 + 590.00	Izquierda
52	Curva y contra-curva a la derecha	P - 4A	5 + 740.00	Izquierda
53	Curva en U a la izquierda	P-5-2B	5 + 745.00	Derecha
54	Curva y contra-curva a la derecha	P - 4A	5 + 855.00	Derecha
55	Curva en U a la derecha	P-5-2A	5 + 860.00	Izquierda
56	Curva y contra-curva a la derecha	P - 4A	5 + 990.00	Izquierda
57	Zona de presencia de peatones	P - 48	6 + 100.00	Izquierda
58	Camino sinuoso a la izquierda	P-5-1A	6 + 180.00	Derecha
59	Zona de presencia de peatones	P - 48	6 + 475.00	Izquierda
60	Curva en U a la derecha	P-5-2A	6 + 495.00	Derecha
61	Camino sinuoso a la izquierda	P-5-1A	6 + 500.00	Izquierda
62	Curva en U a la izquierda	P-5-2B	6 + 610.00	Izquierda
63	Zona de presencia de peatones	P - 48	6 + 620.00	Derecha
64	Curva y contra-curva a la izquierda	P - 4B	6 + 790.00	Derecha
65	Curva y contra-curva a la izquierda	P - 4B	6 + 980.00	Izquierda
66	Curva en U a la izquierda	P-5-2B	7 + 010.00	Derecha
67	Zona de presencia de peatones	P - 48	7 + 035.00	Derecha
68	Curva en U a la derecha	P-5-2A	7 + 150.00	Izquierda
69	Curva y contra-curva a la izquierda	P - 4B	7 + 160.00	Derecha
70	Zona de presencia de peatones	P - 48	7 + 370.00	Izquierda
71	Curva y contra-curva a la izquierda	P - 4B	7 + 415.00	Izquierda
Total	36 Unidades			

3.5. Estudio de impacto ambiental

3.5.1. Generalidades

El Estudio de Impacto Ambiental se realiza con la finalidad de identificar, predecir y mitigar los posibles daños que afectarían en los diferentes componentes ambientales como son: El aire, agua, nivel de ruidos, olores, áreas verdes, morfología urbana, tránsito peatonal, tránsito vehicular, tranquilidad urbana, bienestar de los ciudadanos, entre otros. Por tal motivo, se plantea la necesidad de diseñar una adecuada gestión de manejo del medio ambiente, para atenuar los efectos negativos que se produzcan durante y después de la ejecución de la obra; y en el caso de los impactos positivos, se reforzaran los beneficios generados por la ejecución del proyecto.

3.5.2. Objetivos

- Realizar el diagnóstico ambiental, para determinar el estado actual de los recursos naturales que forman parte del medio ambiente del área de influencia del proyecto.
- Identificar los factores ambientales que se presentan en el estado actual del medio ambiente en el cual se desarrollará el proyecto.
- Describir los impactos ambientales negativos y positivos que se puedan derivar de las actividades comprendidas en el proceso de mejoramiento de la carretera.
- Diseñar un adecuado Plan de Manejo Ambiental que conlleve a la ejecución de acciones concretas de prevención y/o mitigación ambiental; así como al establecimiento de un plan de manejo de residuos sólidos, plan de abandono, programa de control y seguimiento y un plan de contingencias.

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

3.5.3.1. Constitución política de Perú

La Constitución Política del Perú (1993), es la norma legal de mayor jerarquía y en ella se establecen los derechos fundamentales de las

personas, es así que menciona que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida. Así mismo se establece que los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal. El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

3.5.3.2. Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613)

Este Código prevalece sobre cualquier otra norma legal contraria a la defensa del medio ambiente y los recursos naturales. Aquí se establece la política ambiental cuyo objetivo es la protección y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales, con el propósito de lograr el desarrollo integral de la persona, en el marco de los lineamientos del Desarrollo Sostenible. Respecto al uso sostenible de los recursos naturales, se plantea su aprovechamiento considerando el equilibrio ecológico y el desarrollo armónico con el interés social. Este código establece que todo proyecto de obra o actividad, sea de carácter público o privado, que pueda provocar daños no tolerables al ambiente, requiere de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) sujeto a la aprobación de la autoridad competente.

3.5.3.3. Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. N°757)

La presente Ley tiene por objeto garantizar la libre iniciativa y las inversiones privadas, efectuadas o por efectuarse, en todos los sectores de la actividad económica y en cualesquiera de las formas empresariales o contractuales permitidas por la Constitución y las Leyes. Establece derechos, garantías y obligaciones que son de aplicación a todas las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, que sean titulares de inversiones en el país. Sus normas son de observancia obligatoria por

todos los organismos del Estado, ya sean del Gobierno Central, Gobiernos Regionales, o Locales, a todo nivel.

3.5.4. Características del proyecto

El área de influencia de la trocha estará íntimamente relacionado tanto con los aspectos físicos como con los efectos económicos, bióticos, culturales, sean estos planificados o espontáneos, como resultado del mayor acceso físico y la reducción de los costos de transporte producidos por el mejoramiento de la trocha para la cual se han aplicado los factores de diseño e ingeniería. La ejecución del proyecto involucra la movilización y desmovilización de equipos, la construcción de campamento y patio de máquinas, uso de espacios temporales para botaderos, explotación de canteras, uso de espacios definitivos por la ampliación de la vía, uso de fuentes de agua y afectación de propiedades de terceros. La trocha carrozable en estudio parte del Kilómetro 0 + 000 en el pueblo de Santiago y culmina en el kilómetro 7 + 443.50 en el pueblo de Guzmango; dicha trocha está desarrollada en una topografía accidentada donde la calzada es solamente terreno natural y tiene un ancho promedio de 4 m.

3.5.5. Infraestructuras de servicio

Pueblo Santiago

El pueblo de Santiago cuenta con los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable y alcantarillado sanitario mediante letrinas. En lo que es educación, cuenta con los servicios de educación inicial, primaria y secundaria. En el tema de vivienda, la mayoría de los pobladores cuentan con vivienda propia.

Pueblo Guzmango

El pueblo de Guzmango cuenta con los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable y alcantarillado sanitario mediante sistema de arrastre derivados a una planta de tratamiento básica. En el tema educativo, se cuenta con los servicios de educación inicial, primaria y secundaria.

3.5.6. Diagnóstico ambiental

3.5.6.1. Medio físico

Clima

En el lugar de proyecto el clima es cálido y templado donde la temperatura media anual es 13.2 °C. Los meses más calurosos del año son junio, julio y agosto, con un promedio de 14.7 °C y los meses más fríos del año son diciembre, enero y febrero, con un promedio de 11.9 °C. Las temperaturas medias varían durante el año en un 2.8 °C. Además las temperaturas son variables durante el día y la noche.

Precipitaciones.

Para el mejoramiento de la trocha carrozable entre Santiago y Guzmango, se tiene información pluviométrica de la estación San Benito, de la cual se determinó que los meses en que se presentan las mayores precipitaciones del año son: diciembre, enero, febrero, marzo y abril, teniendo precipitaciones medias mensuales de hasta 33.8 mm, en el mes de marzo. El mes menos lluvioso del año es el mes de julio en el cual se tiene una precipitación media mensual de 0.2 mm.

Hidrología

La red hidrográfica que discurre en la zona que involucra el proyecto, forman parte dos microcuencas importantes, las cuales para el presente proyecto han sido denominadas como: Microcuenca 3, con un área de 6.717 Km² ubicada en el caserío de Santiago y la Microcuenca 6, con un área de 2.233 Km² ubicada en el distrito de Guzmango.

Relieve

El terreno donde se realizará el mejoramiento de la trocha, presenta una orografía muy variante, siendo los terrenos accidentados los tipos más representativos.

Suelos

Según el estudio de mecánica de suelos realizado en la zona del proyecto, se determinó que en su mayoría, los suelos son arcillosos y limosos entre regulares y malos, en minoría tenemos grava y arena limo o arcillosa entre excelente a bueno.

3.5.6.2. Medio biótico

Flora

A lo largo de toda la vía se observa que la vegetación natural ha quedado reducida por la acción humana. La vegetación primaria ha sido eliminada para dar lugar a los cultivos y a una vegetación secundaria constituida por gramíneas, arbustos altos y árboles bajos. Existe presencia de arbustos y árboles que forman pequeños bosques de Eucalipto y Pino. En cuanto a la cobertura vegetal de la zona, existe vegetación principalmente de tipo herbácea y pastos de carácter estacional que es utilizado para el pastoreo.

En el área de influencia del proyecto se observó una gran presencia de áreas agrícolas, las cuales limitan con los bordes de la vía incluso. En estas áreas se cultiva principalmente, el maíz, trigo, cebada, habas, alverjas, papa, linaza y alfalfa, esta actividad se realiza en los meses lluviosos del año.

Fauna

En la zona de estudio se determinó presencia de mamíferos como: el zorro andino, gato montés, conejos silvestres, venado gris, vizcacha, ratones de campo, murciélagos, además se encuentra ganado vacuno, equino, porcino, caprino y ovino. En lo que son aves, se determinó presencia de buitres, gavilanes, palomas, gorriones, loros, zorzales y perdices principalmente.

3.5.6.3. Medio socioeconómico y cultural

Las actividades principales de las personas son la agricultura y la ganadería, de estas dos actividades es que obtienen sus recursos para poder sobrevivir durante todo el año. En los últimos años, los pobladores de la

zona de estudio, se han dedicado principalmente al cultivo del maíz paccho en lo que es la actividad agrícola, pues este producto llega a costar entre S/. 50 y S/. 60 en las temporadas de cosecha. En cuanto a la actividad ganadera, la gente se dedica a la crianza y venta de gallinas de corral, ganado vacuno, ovino, caprino y porcino principalmente.

3.5.7. Área de influencia del proyecto

3.5.7.1. Área de influencia directa

En una primera instancia se considerará en delimitar el ámbito de influencia directa del proyecto, es decir el área física de construcción de la obra, la cual estará señalada por el trazo de las obras de ingeniería. Por tratarse de una carretera, con un ancho total de 100 m. superficie que permite realizar un estudio detallado de las actividades del proyecto y de los posibles impactos en el medio físico, biótico, socio-económico y cultural del trayecto de la carretera, así como los centros poblados de Santiago y Guzmango, y las casas que se encuentran cercanas a la vía.

3.5.7.2. Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta no se basa en una delimitación rígida, debido a que los impactos son diferentes en magnitud y extensión, lo cual depende del factor ambiental involucrado, sea físico o socio-económico. Para la carretera entre Santiago y Guzmango, el ámbito ha sido definido en base a las áreas destinadas a la agricultura, ganadería y el comercio, ya que se considera que los intercambios de orden económico, producción y comercialización estarían vinculados con la carretera.

3.5.8. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto

3.5.8.1. Matriz de impactos ambientales

En la siguiente matriz que se muestra en el cuadro 54, se identifican todos los posibles factores ambientales de acuerdo a sus componentes ambientales.

Cuadro 54: Matriz de identificación de impactos ambientales.

SISTEMA	SUB SISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
Medio Natural	Físico	Aire	Polvo, olor de gases - humos, ruidos. Estos factores afectarán en las fases de construcción, abandono y operación de la vía
		Suelo	Relieve topográfico, compactación, erosión y contaminación, en la fase construcción se afectará los 4 factores, en la etapa de abandono solo afecta posiblemente con la contaminación y compactación si no se monitorea.
		Agua	Disponibilidad, balance y calidad. Estos factores son afectados mayormente en la fase constructiva
	Biótico	Flora y fauna	Plantas y animales incluido el hombre. La mayor afectación se da en la fase constructiva.
	Perceptual	Paisaje	Modificación del paisaje. También se da mayormente en la fase constructiva.
Medio socio – económico	Social	Aceptabilidad	Cobertura de servicios básicos
			Uso eficiente del recurso hídrico
	Económico	Empleo	Mercado laboral
	Salud	Salud humana	Incidencia de enfermedades
			Salud de los usuarios
			Salud de los trabajadores

3.5.8.2. Magnitud de los impactos

La magnitud de los impactos ambientales existentes en el proyecto, se determinaron mediante el método de Leopold, para lo cual se asignó una valoración del 1 al 10 dependiendo de la intensidad del impacto y colocando un signo + para los impactos ambientales positivos y signo – para los impactos negativos. La elaboración y resultados de la matriz de Leopold se describen en el siguiente punto.

3.5.8.3. Matriz causa – efecto de impacto ambiental

En el cuadro 55, se muestra la matriz causa – efecto de impacto ambiental, la cual contiene en la parte izquierda los factores ambientales posibles de ser afectados o modificados por las etapas de construcción, abandono y operación del proyecto que se muestran en la parte derecha del cuadro tal y como se describe a continuación.

Cuadro 55: Matriz causa efecto de impacto ambiental.

ACTIVIDADES FACTORES AMBIENTALES			ETAPAS DEL PROYECTO								
			OBRAS PRELIMINARES	MOVIMIENTO DE TIERRAS	EXPLOTACION DE CANTERA	PAVIMENTO BICAPA	SISTEMA DE DRENAJE	MUROS DE CONTENCIÓN	BOTADERO	SEÑALIZACION	MEDIO AMBIENTE
FISICOS	SUELOS	Estabilidad de laderas	0/0	-	-	-2/1	1/0	6/2	0/0	0/0	0/0
		Erosión de suelo	-1/0	-3/1	-	-1/0	-1/0	5/1	-1/0	0/0	3/1
		Generación de residuos	0/0	-8/1	-	-3/1	-2/1	-1/0	-1/0	-1/0	5/1
		Compactación	-1/0	-6/1	-	-5/1	-1/0	-2/1	-2/1	0/0	2/1
	AGUA	Calidad	0/0	-1/1	-	-1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	2/1
		Cantidad	0/0	-1/1	-	-6/1	-3/1	-2/1	0/0	-1/0	1/0
		Drenaje natural	0/0	-2/1	0/0	-3/0	-3/1	-1/1	-2/1	0/0	1/0
	AIRE	Calidad (gases y partículas)	-2/1	-6/1	-	-6/1	-2/0	-2/1	-2/1	-1/0	3/1
		Microclima	0/0	0/0	0/0	-3/1	0/0	0/0	-1/0	0/0	3/1
	BIOTICO	FLORA	Número de especies	-1/1	-2/1	-	0/0	0/0	0/0	-1/0	0/0
Cultivos			-1/1	-3/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	3/1
Especies amenazadas			-1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
FAUNA		Número de especies	-1/1	-1/0	-	0/0	0/0	0/0	-1/0	0/0	2/0
		Hábitat	-1/1	-3/1	-	0/0	-1/0	0/0	-1/0	0/0	5/1
		Especies amenazadas	-1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
SOCIOECONOMICO	POBLACION	Salud y seguridad	-1/1	-5/1	-	-3/1	2/1	3/2	-1/1	5/2	7/1
		Empleo	5/2	7/3	5/3	8/3	8/3	5/1	6/1	5/1	10/1
		Densidad de la población	0/0	-2/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	ECONOMIA	Valor de propiedades	0/0	0/0	0/0	2/1	2/1	0/0	0/0	0/0	1/1
		Tiempo de viaje	0/0	0/0	0/0	5/2	2/1	2/1	0/0	3/1	0/0
		Mejora económica	0/0	2/1	1/1	2/1	2/1	2/1	0/0	0/0	0/0
EVALUACIÓN	MAGNITUD		-1	-44	-28	-16	4	15	-7	10	53
	IMPORTANCIA		6	18	11	14	10	12	5	4	12

Luego de la identificación y cuantificación de los impactos ambientales, se tiene un panorama más claro de los posibles efectos del proyecto sobre el medio ambiente pudiendo evaluar dichos impactos. Los resultados de dicha evaluación se presentan en el siguiente punto.

3.5.9. Descripción de los impactos ambientales

3.5.9.1. Impactos ambientales negativos

Movimiento de tierras:

El movimiento de tierras, ha sido determinado como la actividad que implicará mayores impactos negativos en el medio ambiente. En el factor suelo, se verá afectado la estabilidad de las laderas, debido al corte de material para generar la sub rasante, asimismo este corte de material, generará gran cantidad de residuos que posteriormente serán llevados a un botadero. En el factor aire, afectará negativamente el uso de maquinaria pesada para realizar el movimiento de tierras, las cuales expulsan grandes cantidades de dióxido de carbono y generan grandes nubes de polvo, que afectarán la salud de la población. En el medio biótico, afectará la vegetación existente que se interponga por donde pasará la vía.

Explotación de cantera:

Esta actividad también causará impactos ambientales importantes, ya que en el factor suelo, se verá afectado la estabilidad de las laderas debido a la extracción del material para ser llevado al proyecto, el material descartado se convertirá en residuos que posteriormente serán llevados a un botadero. En el factor aire, afectará negativamente el uso de maquinaria pesada para la extracción del material, las cuales expulsan grandes cantidades de dióxido de carbono y generan grandes nubes de polvo, que afectarán la salud de la población. En el medio biótico, afectará la vegetación y especies animales existentes en el área de explotación.

Pavimento Bicapa:

Este componente del proyecto contempla la generación de impactos negativos en los factores ambientales como el agua, suelo y aire, ya tiene

en su proceso constructivo se realiza el vertimiento de residuos líquidos a los suelos, así como por el uso de aditivos y compuestos derivados del petróleo; implica además, impactos negativos en la calidad y cantidad de las aguas y en el caso del factor aire, este componente impacta en la calidad de gases y partículas por el funcionamiento de la maquinaria y equipos que producen gases nocivos y partículas de sólidos suspendidos.

3.5.9.2. Impactos ambientales positivos

Mitigación del medio ambiente:

Este componente del proyecto es uno de los más importantes debido a que permitirá la sostenibilidad del proyecto, además de solucionar los problemas sociales, económicos y físico legales, por ende los impactos positivos son constantes en cada uno de los factores ambientales, además que en este componente se contempla el control y seguimientos de las especificaciones técnicas y procesos del proyecto, lo cual redundará en la mejor ejecución y sostenibilidad del proyecto.

Muros de contención:

Los muros de contención generarán impactos positivos en la realización del proyecto, en la medida de que servirán para estabilizar la calzada, lo cual evitará una excesiva erosión del suelo. También permitirán realizar el tráfico con mayor seguridad para las personas, además que generarán empleo para la población, en su etapa de construcción.

Señalización:

Este componente garantizará principalmente el desarrollo de un tráfico seguro, ya que los conductores podrán guiarse de las señales de tránsito para realizar sus maniobras, sobre todo en zonas donde hay cruce de personas, presencia de animales, curvas peligrosas y señales que indiquen que no se puede adelantar.

3.5.10. Mejora de la calidad de vida

Mejora de la transitabilidad vehicular

El mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango, traerá consigo una mejora notable en el tránsito vehicular, debido a que la calzada estará conformada por dos carriles, lo cual permitirá un tránsito seguro en las dos direcciones, además la calzada contará con pendientes, radios y peraltes adecuados para garantizar que los vehículos mantengan una velocidad uniforme al momento de realizar sus maniobras, la vía también contará con una señalización adecuada para ordenar el tránsito y prevenir accidentes. La calzada se mantendrá en buenas condiciones debido a que cuenta con un bombeo adecuado que trasladará el agua de lluvia hacia las obras de arte existentes, lo cual permitirá que los vehículos circulen con normalidad durante todo el año.

Reducción de costos de transporte

El mejoramiento de esta vía, permitirá reducir el tiempo de transporte en la zona, ya que la calzada será uniforme y no habrá presencia de huecos ni baches, además tendrá pendientes adecuadas, radios mínimos óptimos para que los vehículos realicen sus maniobras sin reducir su velocidad, además el tratamiento superficial bicapa que se le dará a la calzada permitirá obtener un coeficiente de fricción menor, lo que favorecerá la reducción de costos de operación de los vehículos (Combustibles, lubricantes, llantas, reparación, etc). Todo esto traerá consigo una reducción en los costos de transporte, debido a la reducción del tiempo de viaje ocasionado por el buen estado en el que se encontrará la carretera.

Aumento del precio del terreno

La ejecución del proyecto permitirá que los comerciantes ingresen de manera rápida y segura al caserío de Santiago a comprar los productos agrícolas que allí se cultivan, esto generará que la población se motive y sienta la necesidad de adquirir tierras para cultivar los productos agrícolas más rentables de la zona, es de esta manera que los precios de los terrenos aumentarán su precio de venta y/o alquiler.

3.5.11. Impactos naturales adversos

Sismos

El Perú se encuentra en una zona de alta sismicidad, debido a que forma parte del cinturón del fuego del pacífico; este país se divide en 4 zonas sísmicas, siendo la zona 4 la de mayor peligro sísmico; el lugar del proyecto corresponde a la zona 3, en la cual el riesgo es un poco menor, pero aun así, hasta la fecha no se han registrado sismos de gran intensidad que hayan causado destrucción importante en la zona de estudio.

Neblina

En el lugar del proyecto, existe presencia de neblina principalmente en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, en los cuales se registran las mayores precipitaciones del año; esta neblina puede ser perjudicial para el desarrollo del tránsito vehicular, ya que según moradores de la zona, la neblina puede llegar a ser tan densa que el ojo humano podría alcanzar apenas una distancia de visibilidad de 5 metros de distancia, lo cual impediría que los vehículos hagan el recorrido a la velocidad de diseño y los tiempos de viaje se incrementarían considerablemente.

Deslizamientos

A pesar de que en la zona de estudio se presentan fuertes precipitaciones durante 4 meses del año, a la fecha aún no se han registrado deslizamientos importantes en el área de influencia directa del proyecto, sin embargo durante los meses lluviosos del año, ocurren constantes desprendimientos de rocas y lodo en pequeñas cantidades a lo largo de la vía, lo cual se podría solucionar fácilmente con el programa de mantenimiento de la carretera.

3.5.12. Plan de manejo ambiental

Objetivos

El plan de Manejo Ambiental, tiene por objetivo establecer un sistema de control que garantice el cumplimiento de las acciones y medidas preventivas y correctivas, enmarcadas dentro del manejo y conservación de los recursos naturales del medio ambiente, en armonía con el desarrollo integral y sostenido

de las áreas que se incluyen en el recorrido de la carretera. Se considera de especial importancia la coordinación intersectorial y local para lograr la conciliación de los aspectos ambientales, con la propuesta técnica que se presenta para la ejecución del presente proyecto.

Estrategia

La ejecución del Plan de Manejo Ambiental en el ámbito de influencia de la carretera, involucra a los diferentes sectores comprometidos con el desarrollo regional y sectorial y que regulan las actividades productivas y normativas del área del proyecto.

- Crear una unidad de medio ambiente, cuya función será identificar los posibles problemas ambientales que se presenten en la etapa de construcción, así como redefinir metas para lograr su mejoramiento y el mantenimiento de la vía y de los ecosistemas.
- Proporcionar la participación de las organizaciones representativas locales y regionales, así como de los sectores comprometidos como son: Transportes, Energía y Minas, Agricultura, Salud, Educación para establecer lineamientos de desarrollo sostenido y de conservación ambiental.
- Cumplir con los dispositivos legales e institucionales y los contenidos en el expediente técnico de las obras programadas.

3.5.13. Medidas de mitigación

3.5.13.1. Aumento de niveles de emisión de partículas

Dado que el movimiento de tierras será la etapa que provocará mayores efectos negativos, se recomienda en todo momento la utilización de camiones cisterna por parte de la empresa ejecutora, con la finalidad de evitar la emisión excesiva de partículas de polvo, mayormente en las actividades de corte, que perjudicarían no solo la salud de las personas, sino también de flora y fauna. Por otro lado se exige al contratista un mantenimiento riguroso de su maquinaria con la finalidad de evitar la expulsión excesiva de dióxido de carbono.

3.5.13.2. Incrementos de niveles sonoros

Controlar el incremento de los niveles sonoros en su totalidad sería una tarea imposible de lograr, pero la empresa encargada de la ejecución deberá trabajar en ello para reducir los niveles sonoros a lo más mínimo posible, pues deberá exigir un mantenimiento riguroso de su maquinaria, para que no provoquen demasiado ruido. Por otro lado se deberá evitar el trabajo en horario nocturno (desde las 8:00 pm – 6:00 am), con la finalidad de no afectar el descanso de los moradores de la zona.

3.5.13.3. Alteración de la calidad del suelo por motivos de tierras, usos de espacios e incrementos de la población

Debido a que en el patio de máquinas también existirá un pequeño campamento para albergar a personal encargado de la custodia, se deberá construir silos e instalación de tratamiento, de tal modo que se evite la contaminación del suelo por evacuación de las aguas servidas, también se deberán instalar contenedores de basura con la finalidad de que los desperdicios no sean arrojados al suelo y se genere contaminación del mismo. Al finalizar los trabajos, se debe retirar todos los desechos y materiales de construcción sobrantes y depositarlos en los rellenos sanitarios y botaderos establecidos, así como retirar los equipos malogrados y/o inservibles, limpiar totalmente toda el área empleada, sellar los pozos sépticos y restituirle sus elementos naturales, humedeciendo y removiendo las zonas que han sido compactadas, con la finalidad de no alterar la calidad del suelo.

3.5.13.4. Alteración directa de la vegetación

Toda zona alterada por la remoción de la vegetación deberá ser posteriormente restituida utilizando vegetación de la zona, también se podría colocar vegetación en los taludes con la finalidad de evitar la erosión. Debido a que el ensanche de la vía provocará la tala de árboles como eucaliptos y pinos, estos deberán ser reforestados en terrenos aledaños o de propiedad de los afectados, en igual proporción a los árboles talados.

3.5.13.5. Alteración de la fauna

Evitar la remoción innecesaria de cobertura vegetal, que pueda servir como refugio, anidamiento o alimentación de especies de la zona, asimismo se prohíbe la caza de animales dentro del área de influencia del proyecto, también se debe tomar medidas de prevención que eviten derrames de desechos tóxicos que al acumularse en la superficie podrían ser ingeridos por especies existentes, o si los desechos hacen contacto con quebradas y abrevaderos, podrían ser perjudiciales incluso para el ganado de la zona y demás especies.

3.5.13.6. Riesgos de afectación a la salud pública

Por la naturaleza del proyecto, durante las diferentes fases de trabajo, se verá amenazada la salud e integridad física de los trabajadores, por accidentes que podrían ocurrir en obra como: atropellos, caídas, quemaduras, inhalación de partículas y gases, etc. los cuales podría sufrir incluso, la población local, es por ello que los trabajadores deberán en todo momento portar sus elementos de protección personal (EPP). Por otro lado se ponen en riesgo la salud de los moradores de la zona del proyecto, ya que las actividades del proyecto, demandan de maquinaria pesada que emite grandes cantidades de dióxido de carbono y que además generarán grandes nubes de polvo en el movimiento de tierras; por lo cual se recomienda, el uso de maquinarias reparadas, que no emitan demasiado dióxido y que las áreas de corte de terreno sean humedecidas antes de ejecutarse.

3.5.13.7. Mano de obra

Con la finalidad de incrementar el ingreso económico de los pobladores de la zona y mejorar sus condiciones de vida, se recomienda utilizar en forma preferencial la mano de obra local, siempre y cuando los requerimientos del trabajo no exijan mano de obra calificada. Esto hará que la obra tenga mayor aceptación por parte de la población local y no existan ninguna clase de conflictos sociales que luego puedan perjudicar la culminación del proyecto.

3.5.14. Plan de manejo de residuos solidos

Todo el material proveniente de los cortes de terreno y de la limpieza que se realice durante el proceso de construcción del proyecto, deben ser llevados a un botadero autorizado, el cual deberá estar ubicado en un área preferentemente plana para evitar ser erosionada, además su ubicación no deberá causar conflictos de ninguna naturaleza con autoridades ni moradores de la zona, ni causar daños a especies animales. Cabe indicar que los botaderos deberán ser compactados adecuadamente por capas y además, se cubrirá la superficie con vegetación, con la finalidad de evitar la erosión y de alguna manera compensar la remoción de cobertura vegetal ocasionada por la ejecución del proyecto.

3.5.15. Plan de abandono

El plan de abandono, tiene por finalidad que al término de la ejecución del proyecto, las áreas intervenidas para la realización de las obras, instalación de campamento y patio de máquinas, explotación de canteras y apertura de caminos transitorios, sean reacondicionados para mitigar los posibles impactos permanentes en el medio, como por ejemplo la erosión por pérdida de cobertura vegetal o el deterioro del valor paisajista. El plan será ejecutado de la siguiente manera:

- La finalización de las obras no se da súbitamente, sino que se realiza en forma gradual, disminuyendo paulatinamente las necesidades de maquinarias y personal.
- Luego del retiro del equipo y material no necesario; se realizaran las labores de limpieza y restitución de los ambientes que se están abandonando.
- Concluidas las obras solo se mantendrá el personal básico que participará en las tareas de abandono de la obra, el cual se encargará del desmantelamiento de las estructuras construidas, transitoriamente, cuya duración está limitada por el término del proyecto. Con relación a las letrinas de los campamentos, estas deberán ser adecuadamente selladas.

- Los residuos resultantes deberán ser retirados y dispuestos adecuadamente. los productos biodegradables podrán ser enterrados y los que no deberán ser transportados convenientemente a los depósitos de desechos. Los materiales reciclables se reutilizarán o donarán a los poblados más cercanos.
- La revegetación de las zonas perturbadas por las actividades de la obra, deberá realizarse de preferencia con especies nativas o alternativamente de adaptación comprobada. Es importante mencionar que las especies seleccionadas deberán presentarse naturalmente en las zonas de revegetación y presentar facilidad de propagación, de modo que las condiciones del hábitat y los costos de adaptación y mantenimiento no sean limitantes.
- Al término de las actividades de cierre la empresa constructora deberá entregar a las autoridades ambientales competentes un informe detallado sobre las actividades desarrolladas durante la fase de cierre. El Supervisor de Obras, deberá avalar el informe, para la aprobación correspondiente.
- Recibido el documento de aprobación por parte de las autoridades competentes, la empresa ejecutora dará por concluido el Plan de Abandono.

3.5.16. Programa de control y seguimiento

Este plan consiste en el seguimiento de los aspectos y áreas establecidas como sensibles por el estudio de impacto ambiental (EIA), actualizar su evaluación y asegurar de esta manera la aplicación de las medidas de protección y mitigación propuestas por el mismo. El Plan de seguimiento para el presente proyecto, considera los siguientes aspectos y áreas:

- Control de la conservación de la vía. Esta actividad considera realizar inspecciones y levantamiento de información del estado de conservación de la carretera, antes y después del periodo de lluvias; así como luego de

un fenómeno extremo (tal como el fenómeno del niño). Esta actividad es propia del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

- Control del crecimiento de la vegetación cercana a la carretera, dado que en los bordes de las carreteras generalmente crece vegetación natural, sin manejo por tanto, la remoción o raleo de la vegetación natural debe hacerse con intervalos periódicos.

3.5.17. Plan de contingencias

Este plan tiene por objeto establecer un sistema de respuesta apropiado para enfrentar eventos de alto riesgo relacionados con el desarrollo y operación de las obras de mejoramiento. Se debe estructurar como un sistema, que abarque la organización y equipamiento adecuados para el propósito en mención, el cual, la empresa que ejecute el proyecto deberá implementar y operar. En el presente proyecto se ha considerado que los eventos potenciales de alto riesgo son los siguientes:

- Incendios y explosiones en almacenes de combustibles, lubricantes, explosivos y otros materiales de riesgo.
- Incendio de maquinarias
- Derrames y emisiones de sustancias tóxicas
- Daños a terceros

El Plan de contingencia debe incluir lo siguiente:

- La organización de un equipo humano de primeros auxilios, debidamente capacitados para asegurar la atención inmediata en caso de un accidente, dado que se trata de una zona en ámbito rural, donde la asistencia médica es limitada.

- Los campamentos deberán contar en sus instalaciones con una unidad de contingencias adecuadamente implementadas, equipo de auxilio paramédico, equipo de operación contra incendios, y mínimo una unidad vehicular de transporte rápido que permita el traslado de heridos al centro de asistencia más cercano.
- La unidad de transporte rápido deberá estar en óptimas condiciones mecánicas y podrá ser una de las utilizadas en otras tareas del proyecto, pero que, acontecida la emergencia este inmediatamente disponible.
- El equipo de telecomunicaciones deberá permitir el inmediato contacto desde el lugar del evento, con la central del campamento, y de allí con los centros de servicios que podrían brindar los auxilios requeridos.
- El equipo contra incendios, deberá incluir equipos móviles y fijos, los equipos móviles constituidos por extinguidores de gas carbónico deberán instalarse en cada unidad del proyecto; y los equipos fijos de gas carbónico, polvo químico y cajas de arenas se instalarán en los campamentos y canteras en explotación.
- El equipo de auxilio paramédico deberá contar como mínimo con una persona capacitada, además de la implementación mínima; camillas, balones de oxígeno, medicinas básicas.

3.5.18. Conclusiones y recomendaciones

3.5.18.1. Conclusiones

El lugar del proyecto está conformado por una orografía en su mayoría de tipo accidentado, sus suelos son en su mayoría de tipo arcilloso y limoso entre regulares a malos, cuya cobertura vegetal es de tipo herbácea y pastos de carácter estacional, que crecen en los meses lluviosos del año, en el cual se registran precipitaciones medias mensuales de hasta 33.8 mm. Las actividades económicas principales de la zona son la ganadería y agricultura, es por ello que se puede apreciar gran presencia de tierras agrícolas que incluso colindan con la vía.

En el medio natural se encontraron factores ambientales como: el polvo, olores y gases, ruidos, compactación, erosión y contaminación de suelos, uso del agua para labores del proyecto, afectación de plantas y animales, modificación del paisaje. En el medio socio-económico se tiene incidencia de enfermedades en la salud humana, riesgo de accidentes en los trabajadores y mejoras económicas en la población.

Se concluyó que las actividades que provocarán mayores impactos ambientales negativos en la ejecución del proyecto son: el movimiento de tierras, la explotación de cantera y la colocación completa del pavimento bicapa en sus distintas fases; ya que estas actividades afectarán la estabilización del suelo y generarán contaminación debido a la utilización de maquinaria pesada, la cual emite grandes cantidades de dióxido de carbono y producen además ruidos incómodos a la población. Otro de los impactos negativos es que afectarán la cobertura vegetal existente en la zona debido al ensanche de la vía y el nuevo trazo en ciertos tramos.

Por otro lado se concluyó que los impactos ambientales positivos del proyecto son: la mitigación del medio ambiente, la construcción de muros de contención y la colocación de señalización de la vía; ya que estas actividades tienen que ver con la regeneración del medio ambiente afectado y la seguridad de las personas al hacer uso de la vía mejorada.

Finalmente se concluyó que, el plan de manejo ambiental, es muy importante para el presente proyecto, ya que servirá para establecer un sistema de control, el cual garantizará el cumplimiento de las acciones y medidas preventivas y correctivas enmarcadas dentro del manejo y conservación de los recursos naturales del medio ambiente, en armonía con el desarrollo integral y sostenido de las áreas que se incluyen en el recorrido de la carretera. Asimismo, se considera de especial importancia la coordinación intersectorial y local para lograr la conciliación de los aspectos ambientales, con la propuesta técnica que se presenta para la ejecución del presente proyecto.

3.5.18.2. Recomendaciones

Para que el proyecto se desarrolle y culmine satisfactoriamente sin causar efectos negativos sobre el medio ambiente, se recomienda a la empresa ejecutora, en todo momento guiarse del plan de manejo ambiental establecido en el presente documento. Asimismo se recomienda velar por la salud de los trabajadores y el bienestar de los moradores de la zona, con los cuales se deberá coordinar previamente para realizar las actividades que involucren sus propiedades personales, también es importante que en la contratación de personal, se de preferencia a la población local, siempre y cuando los requerimientos de las actividades no exijan mano de obra calificada que no exista en la zona.

3.6. Análisis de costos y presupuestos

3.6.1. Resumen de metrados

Cuadro 56: Resumen de metrados.

<i>DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA</i>			
<i>ITEM</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UND</i>	<i>CANTIDAD</i>
01	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01	Cartel de ident. de obra de 3.60m X 2.40m	Und.	1.00
01.02	Movilización y desmovilización de equipos	Glb.	1.00
01.03	Topografía y georeferenciación	Km	7.44
01.04	Mant. de tránsito temporal y seguridad vial	Mes	4.00
01.05	Adecuación de patio de máquinas	m2	800.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01	Desbroce y limpieza de terreno	ha	14.89
02.02	Excavación en material suelto	m3	134,912.89
02.03	Perfilado y compactado en zonas de corte	m2	71,978.58
02.05	Terraplenes con material de cantera	m3	29,788.79
02.07	Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante	m3	21,593.57
03	PAVIMENTOS		
03.01	Base granular E = 27 cm	m3	17,962.79
03.02	Imprimación asfáltica	m2	62,083.20
03.03	Tratamiento superficial primera capa	m2	62,083.20
03.04	Tratamiento superficial segunda capa	m2	62,083.20
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
04.01	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO		
04.01.01	Trazo y replanteo de cunetas	m	7,443.50
04.01.02	Concreto f'c=175 Kg/cm2 para revestimiento	m3	739.88
04.01.03	Encofrado y desencofrado	m2	8,756.04
04.01.04	Sellado de juntas de construcción	m	3,286.80
04.02	ALCANTARILLAS TMC		
04.02.01	Trazo y replanteo	m2	456.14
04.02.02	Excavación no clasificada para estructuras	m3	947.39
04.02.03	Relleno con material propio	m3	685.91
04.02.04	Concreto f'c = 175 kg/cm2 + 30% PM	m3	262.39
04.02.05	Encofrado y desencofrado	m2	1,021.17
04.02.06	Emboquillado piedra concreto f'c=175 Kg/cm2	m3	171.65
04.02.07	Base granular compactada E = 20 cm	m3	160.12
04.02.08	Alcantarilla TMC D = 36"	m	233.37
04.02.09	Alcantarilla TMC D = 48"	m	20.80
04.02.10	Alcantarilla TMC D = 60"	m	20.80
04.02.11	Alcantarilla TMC D = 72"	m	10.40

Cuadro 57: Resumen de metrados.

DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA			
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
04.03	BADÉN		
04.03.01	Trazo y replanteo	m2	361.35
04.03.02	Excavación no clasificada para estructuras	m3	142.35
04.03.03	Perfilado y compactado de fondo de badén	m2	284.70
04.03.04	Sub base de arena gruesa E=0.30 m	m3	130.91
04.03.05	Encofrado y desencofrado	m2	77.96
04.03.06	Concreto f'c=210 kg/cm2 para losa	m3	30.66
04.03.07	Concreto f'c= 175 kg/cm2 + 30% PM p/muro	m3	24.80
04.03.08	Emboquillado piedra f'c=175 kg/cm2 + 50 % PG	m3	26.93
04.03.09	Juntas asfálticas	m3	28.00
05	SEÑALIZACIÓN		
05.01	Señales informativas	Und.	5.00
05.02	Postes kilométricos	Und.	9.00
05.03	Señales preventivas	Und.	71.00
05.04	Señales reglamentarias	Und.	10.00
06	TRANSPORTE		
06.01	Transporte P/rellenos D ≤ 1km	M3-Km	29,788.79
06.02	Transporte P/rellenos D > 1km	M3-Km	298,886.01
06.03	Trans. P/sustitución de suelo (Cantera) D ≤ 1km	M3-Km	21,593.57
06.04	Trans. P/sustitución de suelo (Cantera) D > 1km	M3-Km	209,574.75
06.05	Trans. para base granular de Cantera D ≤ 1km	M3-Km	17,962.79
06.06	Trans. para base granular de Cantera D > 1km	M3-Km	174,347.43
06.07	Trans. de excedentes D ≤ 1km	M3-Km	103,598.19
06.08	Trans. de excedentes D > 1km	M3-Km	63,102.37
07	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL		
07.01	Restauración de campamento y patio de máquinas	ha	0.50
07.02	Restauración de áreas destinadas para botaderos	ha	1.00
07.03	Restauración de cantera	ha	1.00
07.04	Revegetación	m2	15,000.00
07.05	Afectaciones prediales	Glb	1.00
08	FLETE TERRESTRE		
08.01	Flete terrestre	Glb	137,267.53

3.6.2. Presupuesto general

Cuadro 58: Presupuesto general.

Pre-supuesto	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA		
Subpre-supuesto	DISEÑO DE CARRETERA		
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE GUZMANGO	Costo al	03/12/2018
Lugar	CAJAMARCA - CONTUMAZA - GUZMANGO		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				398,896.06
01.01	CARTEL DE IDENTIFIC. DE OBRA DE 3.60m X 2.40m	und	1.00	804.76	804.76
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	169,893.98	169,893.98
01.03	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	7.44	1,045.00	7,774.80
01.04	MANT. DE TRANSITO TEMPORAL Y SEG. VIAL	mes	4.00	4,069.63	16,278.52
01.05	ADECUACION DE PATIO DE MAQUINAS	m2	800.00	255.18	204,144.00
02	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				1,570,778.13
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	14.89	5,610.18	83,535.58
02.02	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO	m3	134,912.98	4.38	590,918.85
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	m2	71,978.58	0.92	66,220.29
02.04	TERRAPLENES CON MATERIAL DE CANTERA	m3	29,788.79	15.13	450,704.39
02.05	MEJ. DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	21,593.57	17.57	379,399.02
03	PAVIMENTOS				1,067,047.05
03.01	BASE GRANULAR E = 27 cm.	m3	17,962.69	18.62	334,465.29
03.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	62,083.20	2.63	163,278.82
03.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL PRIMERA CAPA	m2	62,083.20	5.45	338,353.44
03.04	TRATAMIENTO SUPERFICIAL SEGUNDA CAPA	m2	62,083.20	3.72	230,949.50
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				699,651.38
04.01	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO				392,403.25
04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DE CUNETAS	m	7,443.50	2.80	20,841.80
04.01.02	CONCRETO F'c= 175 kg/cm2 PARA REVESTIMIENTO	m3	739.88	233.51	172,769.38
04.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	8,756.04	20.53	179,761.50
04.01.04	SELLADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION	m	3,286.80	5.79	19,030.57
04.02	ALCANTARILLAS TMC				279,800.31
04.02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	456.14	1.51	688.77
04.02.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUC.	m3	947.39	5.38	5,096.96
04.02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	685.91	33.13	22,724.20
04.02.04	CONCRETO F'c= 175 kg/cm2 + 30% PM	m3	262.39	235.20	61,714.13
04.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,021.17	20.53	20,964.62
04.02.06	EMBOQUILLADO PIEDRA CONC. f'c=175 kg/cm2	m3	171.65	232.54	39,915.49
04.02.07	BASE GRANULAR E=0.20 m. COMPACTADA	m3	160.12	18.17	2,909.38
04.02.08	ALCANTARILLA TMC D = 36"	m	233.37	384.21	89,663.09
04.02.09	ALCANTARILLA TMC D = 48"	m	20.80	491.33	10,219.66
04.02.10	ALCANTARILLA TMC D = 60"	m	20.80	854.21	17,767.57
04.02.11	ALCANTARILLA TMC D = 72"	m	10.40	782.35	8,136.44

Cuadro 59: Presupuesto general.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
04.03	BADÈN				27,447.82
04.03.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	361.35	1.51	545.64
04.03.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA P/ ESTRUCT.	m3	142.35	5.38	765.84
04.03.03	PERFILADO Y COMPACTADO FONDO DE BADÈN	m2	284.70	7.19	2,046.99
04.03.04	SUB BASE DE ARENA GRUESA E = 0.30 M	m3	130.91	15.44	2,021.25
04.03.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	77.96	20.53	1,600.52
04.03.06	CONCRETO F'c= 210 kg/cm2 PARA LOSA	m3	30.66	255.84	7,844.05
04.03.07	CONCRETO F'c= 175 kg/cm2 + 30% PM	m3	24.80	235.20	5,832.96
04.03.08	EMBOQUILLADO PIEDRA CONC. f'c=140 kg/cm2	m3	26.93	246.50	6,638.25
04.03.09	JUNTAS ASFALTICAS	m	28.00	5.44	152.32
05	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				31,440.32
05.01	SEÑALES INFORMATIVAS	und	5.00	596.19	2,980.95
05.02	POSTE DE KILOMETRAJE	und	9.00	74.17	667.53
05.03	SEÑALES PREVENTIVAS	und	71.00	342.64	24,327.44
05.04	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	10.00	346.44	3,464.40
06	TRANSPORTE				2,136,668.21
06.01	TRANSPORTE PARA RELLENOS D ≤ 1 Km	m3-km	29,788.79	2.97	88,472.71
06.02	TRANSPORTE PARA RELLENOS D > 1 Km	m3-km	298,886.01	1.28	382,574.09
06.03	TRANS. P/SUSTITUCION DE SUELO D ≤ 1 Km	m3-km	21,593.57	2.97	64,132.90
06.04	TRANS. P/SUSTITUCION DE SUELO D > 1 Km)	m3-km	209,574.75	1.28	268,255.68
06.05	TRANS. P/BASE GRANULAR (CANTERA) D ≤ 1 Km	m3-km	17,962.79	2.97	53,349.49
06.06	TRANS. P/BASE GRANULAR (CANTERA) D > 1 Km	m3-km	174,347.43	3.85	671,237.61
06.07	TRANSPORTE DE EXCEDENTES D ≤ 1 Km	m3-km	103,598.19	3.53	365,701.61
06.08	TRANSPORTE DE EXCEDENTES D > 1 Km	m3-km	63,102.37	3.85	242,944.12
07	PROTECCION AMBIENTAL				64,857.35
07.01	RESTAUR. DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQ.	ha	0.50	5,158.68	2,579.34
07.02	RESTAUR. DE AREAS DESTIN. A BOTADEROS	ha	1.00	1,511.43	1,511.43
07.03	RESTAURACION DE CANTERA	ha	1.00	866.58	866.58
07.04	REVEGETACION	m2	15,000.00	1.66	24,900.00
07.05	AFECCIONES PREDIALES	glb	1.00	35,000.00	35,000.00
08	FLETE TERRESTRE				137,267.53
08.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	137,267.53	137,267.53
	COSTO DIRECTO				6,106,606.03
	GASTOS GENERALES (12%)				732,792.72
	UTILIDAD (10%)				610,660.60
	SUBTOTAL				7,450,059.36
	IGV (18%)				1,341,010.68
	TOTAL PRESUPUESTO				8,791,070.04
	SON : OCHO MILLONES SETECIENTOS NOVENTIUN MIL SETENTA Y 04/100 SOLES				

3.6.3. Cálculo de partida costo de movilización

Cuadro 60: Movilización y desmovilización de equipos transportados.

MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS TRANSPORTADOS					
EQUIPOS	PESO (TN)	CANTIDAD	PESO TOTAL (TN)	N° DE VIAJES	
				CAMION CAMA BAJA 25 Tn	CAMION CAMA BAJA 18 Tn
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 58 HP 1 YD3	21.14	2	42.3	2.00	
RODILLO LISO VIB. AUTOP 70 - 100 HP 7-9 T.	10.95	1	11.0	1.00	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	22.08	2	44.2	2.00	
TRACTOR DE ORUGAS 190-240 HP	21.32	1	21.3	1.00	
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	18.30	2	36.6	2.00	
RETROEXCAVADORA S/ LLANTAS 58 HP 1 YD3	10.20	1	10.2	1.00	
CHANCAD.PRIM.SECUND.5FAJAS 75HP 46-70 Tn	39.00	1	39.0	1.00	
ZARANDA VIBRATORIA 4" x 6" x 14 M.E. 15 HP	7.00	1	7.0		1.00
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULS. 5.5 - 20 T	7.50	1	7.5	1.00	
BARREDORA MECANICA	6.50	1	6.5	1.00	
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	12.00	1	12.0	1.00	
TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	4.32	1	4.3	1.00	
TOTAL DE VIAJES				14.00	1.00
DURACION DE VIAJE IDA (HM)				4	4
FRV: FACTOR DE RETORNO DE VACIO (DS N° 010-2006-MTC)				1.4	1.4
COSTO ALQUILER DE EQUIPOS (S./HM)				249.06	248.45
MOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S./)				18202.57	1297.00
DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S./)				18202.57	1297.00
SEGUROS DE TRANSPORTES				1820.26	129.70
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS TRANSPORTADOS (S./)				40,949.10	

Cuadro 61: Cálculo del tiempo de viaje de Trujillo a obra.

ORIGEN / DESTINO		DISTANCIA (Km)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO (Horas) IDA
Trujillo	Sausal	58	55	1
Sausal	Cruce Jaguey	18	35	1
Cruce Jaguey	San Benito	30	25	1
San Benito	Guzmango (obra)	24	25	1
		130		4

Cuadro 62: Movilización y desmovilización de equipos autotransportados.

MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS AUTOTRANSPORTADOS						
EQUIPOS	CANTIDAD	HM (S/.)	DISTANCIA (Km)	VELOCIDAD PROMEDIO (Km/Hr)	HORAS	PARCIAL (S/.)
CAMION CISTERNA 4 X2 AGUA 145-165 HP 2000 GLN	2.00	128.96	130.00	45	3	773.76
CAMION IMPRIMADOR DE 1800 GL	1.00	150.00	130.00	45	3	450.00
CAMION VOLQUETE DE 15M3	4.00	240.71	130.00	45	3	2888.52
MOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)						4112.28
DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)						4112.28
SEGUROS DE TRANSPORTES						411.23
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS AUTOTRANSPORTADOS (S/.)						8,635.79

Cuadro 63: Montaje y desmontaje de planta chancadora.

MONTAJE Y DESMONTAJE DE PLANTA CHANCADORA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	HORAS	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA				
Capataz	0.50	29.41	120.00	1,764.60
Operario	2.00	22.62	120.00	5,428.80
Peón	4.00	16.75	120.00	8,040.00
EQUIPOS				
Herramientas manuales	5%	15,233.40		761.67
Cargador sobre llantas 160-195 HP 3.5 yd3	1.00	235.77	15.00	3536.55
SUB PARTIDAS				
Concreto f _c =210 Kg/cm ²	4.00	350.25		1401.00
Acero de Refuerzo	240.00	4.48		1075.20
Encofrado y Desencofrado	16.80	53.96		906.53
MONTAJE Y DESMONTAJE DE LAS PLANTA CHANCADORA (S/.)				22,914.35

Cuadro 64: Montaje y desmontaje de zarandas vibratorias.

MONTAJE Y DESMONTAJE DE ZARANDAS VIBRATORIAS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	HORAS	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA				
Capataz	0.50	29.41	80.00	1,176.40
Operario	2.00	22.62	80.00	3,619.20
Peón	4.00	16.75	80.00	5,360.00
EQUIPOS				
Herramientas Manuales	5%	10,155.60		507.78
Cargador sobre llantas 160-195 HP 3.5 yd3	1.00	235.77	15.00	3536.55
SUB PARTIDAS				
Concreto f'c=210 Kg/cm2	4.00	350.25		1401.00
Acero de Refuerzo	240.00	4.48		1075.20
Encofrado y Desencofrado	16.80	53.96		906.53
MONTAJE Y DESMONTAJE DE ZARANDAS VIBRATORIAS (S/.)				17,582.66

Cuadro 65: Montaje y desmontaje de planta de asfalto.

MONTAJE Y DESMONTAJE DE PLANTAS DE ASFALTO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	HORAS	PARCIAL (S/.)
MANO DE OBRA				
Capataz	0.50	29.41	192.00	2,823.36
Operario	2.00	22.62	192.00	8,686.08
Peón	4.00	16.75	192.00	12,864.00
MATERIALES				
Soldadura E6011	100.00	13.15		1,315.00
EQUIPOS				
Herramientas Manuales	5%	24,373.44		1218.67
Camión grúa de 6 TN	1.00	120.00	96.00	11520.00
Cargador sobre llantas 160-195 HP 3.5 yd3	1.00	235.77	96.00	22633.92
Grupo electrógeno 116 HP 75 Kw	1.00	100.63	96.00	9660.48
Moto soldadora 250 A	1.00	24.22	96.00	2325.12
SUB PARTIDAS				
Concreto f'c=210 Kg/cm2	8.00	350.25		2802.00
Acero de Refuerzo	480.00	4.48		2150.40
Encofrado y Desencofrado	33.60	53.96		1813.06
MONTAJE Y DESMONTAJE DE PLANTA DE ASFALTO (S/.)				79,812.09

Cuadro 66: Resumen de costo de movilización y desmovilización de equipos.

<i>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS TRANSPORTADOS</i>	<i>40,949.10</i>
<i>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS AUTOTRANSPORTADOS</i>	<i>8,635.79</i>
<i>MONTAJE Y DESMONTAJE DE PLANTA CHANCADORA</i>	<i>22,914.35</i>
<i>MONTAJE Y DESMONTAJE DE ZANRANDAS VIBRATORIAS</i>	<i>17,582.66</i>
<i>MONTAJE Y DESMONTAJE DE PLANTAS DE ASFALTO</i>	<i>79,812.09</i>
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	169,893.98

3.6.4. Análisis de costos unitarios

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA						
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA			Fecha presupuesto	03/12/2018		
Partida	01.01 CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA DE 3.60m X 2.40m						
Rendimiento	umd/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : umd			804.76
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	22.62	180.96	
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	16.75	268.00	
						448.96	
Materiales							
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		1.0000	4.50	4.50	
0207020003	ARENA GRUESA	m3		0.4200	13.00	5.46	
0207030001	HORMIGON	m3		0.8000	13.00	10.40	
0207070002	AGUA	m3		0.1900	7.50	1.43	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.2000	22.20	159.84	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		26.5400	5.00	132.70	
0238010012	GIGANTOGRAFIA	m2		1.0000	28.00	28.00	
						342.33	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	448.96	13.47	
						13.47	
Partida	01.02 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS						
Rendimiento	glb/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			169,893.98
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Equipos							
0303010023	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE HERRAMNETAS	glb		1.0000	169,893.98	169,893.98	
						169,893.98	
Partida	01.03 TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION						
Rendimiento	km/DI	MO. 1.5000	EQ. 1.5000	Costo unitario directo por : km			1,045.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	4.0000	21.3333	16.75	357.33	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	2.0000	10.6667	29.41	313.71	
						671.04	
Materiales							
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.5000	11.86	5.93	
0231040002	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2		25.0000	5.66	141.50	
0240020018	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.2000	31.99	6.40	
						153.83	
Equipos							
0301000009	ESTACION TOTAL	día	2.0000	1.3333	120.00	160.00	
0301000035	NIVEL OPTICO	día	2.0000	1.3333	30.00	40.00	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	671.04	20.13	
						220.13	
Partida	01.04 MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL						
Rendimiento	mes/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			4,069.63
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1250	1.0000	29.41	29.41	
0101010005	PEON	hh	0.3750	3.0000	16.75	50.25	
						79.66	
Materiales							

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA					Fecha presupuesto	03/12/2018
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA						
0208020016	LETREROS- AVISOS DE TRANSITO	pza		3.0000		219.46	658.38
0242030032	BARANDINES	pza		2.0000		17.42	34.84
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und		3.0000		30.00	90.00
0267110014	TRANQUERAS	und		2.0000		60.59	121.18
0267110033	CONO DE SEGURIDAD	und		3.0000		30.73	92.19
0270110167	LAMPARA INTERMITENTE (Señalización)	und		2.0000		102.25	204.50
							1,201.09
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000		79.66	3.98
0301060007	CILINDRO DE SEGURIDAD	und		2.0000		49.53	99.06
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	8.0000		206.77	1,654.16
0301220009	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 145-165 HP 2,000	hm	1.0000	8.0000		128.96	1,031.68
							2,788.88
Partida	01.05 ADECUACIÓN DE PATIO DE MÁQUINAS						
Rendimiento	m2/DI	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			255.18
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101030008	CONTROLADOR		hh	0.2500	0.2000	16.75	3.35
	3.35						
	Materiales						
0204010006	ALAMBRE DE PUAS		m		4.0000	5.00	20.00
	20.00						
	Equipos						
030118000200	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	0.8000	289.79	231.83
	231.83						
Partida	02.01 DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO						
Rendimiento	ha/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : ha			5,610.18
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	16.0000	29.41	470.56
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	16.0000	18.41	294.56
0101010005	PEON		hh	2.0000	32.0000	16.75	536.00
	1,301.12						
	Equipos						
0301010045	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1,301.12	65.06
030118000200	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	0.5000	8.0000	289.79	2,318.32
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	0.5000	8.0000	240.71	1,925.68
	4,309.06						
Partida	02.02 EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO						
Rendimiento	m3/DI	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m3			4.38
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0007	29.41	0.02
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0133	16.75	0.22
	0.24						
	Equipos						
0301010045	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.24	0.01
030117000100	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 58 HP 1 yd3		hm	1.0000	0.0067	327.50	2.19
030118000200	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	0.0067	289.79	1.94
	4.14						
Partida	02.03 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE						

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO,
DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA

Subpresupuesto 001 DISEÑO DE CARRETERA Fecha presupuesto 03/12/2018

Rendimiento	m2/DI	MO. 2,950.0000	EQ. 2,950.0000	Costo unitario directo por : m2			0.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0027	29.41	0.08	
0101030008	CONTROLADOR	hh	1.0000	0.0027	16.75	0.05	
							0.13
Materiales							
0207070003	AGUA PARA RIEGO	m3		0.0300	7.50	0.23	
							0.23
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.13		
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0027	206.77	0.56	
							0.56

Partida 02.04 TERRAPLENES CON MATERIAL DE CANTERA

Rendimiento	m3/DI	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m3			15.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0067	29.41	0.20	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0533	16.75	0.89	
							1.09
Materiales							
020704000100	MATERIAL DE RELLENO	m3		1.0000	8.50	8.50	
0207070003	AGUA PARA RIEGO	m3		0.1000	7.50	0.75	
							9.25
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.09	0.03	
030110000600	RODILLO LISO VIBO AUTO 70-100 Hp 7-9 Ton.	hm	1.0000	0.0133	150.83	2.01	
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0133	206.77	2.75	
							4.79

Partida 02.05 MEJORAMIENTO DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE

Rendimiento	m3/DI	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m3			17.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0080	29.41	0.24	
0101030008	CONTROLADOR	hh	1.0000	0.0160	16.75	0.27	
							0.51
Materiales							
0207040003	MATERIAL PARA SUSTITUCIÓN	m3		1.0000	8.50	8.50	
0207070003	AGUA PARA RIEGO	m3		0.1000	7.50	0.75	
							9.25
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.51	0.03	
030110000600	RODILLO LISO VIBO AUTO 70-100 Hp 7-9 Ton.	hm	1.0000	0.0160	150.83	2.41	
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0160	206.77	3.31	
0301220009	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 145-165 HP 2,000	hm	1.0000	0.0160	128.96	2.06	
							7.81

Partida 03.01 BASE GRANULAR E = 27 cm.

Rendimiento	m3/DI	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m3			18.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0160	29.41	0.47	

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA						
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA				Fecha presupuesto	03/12/2018	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0640	16.75	1.07	
						1.54	
	Materiales						
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m ³		1.0000	8.50	8.50	
0207070003	AGUA PARA RIEGO	m ³		0.1000	7.50	0.75	
						9.25	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.54	0.05	
030110000600	RODILLO LISO VIBO AUTO 70-100 Hp 7-9 Ton.	hm	1.0000	0.0160	150.83	2.41	
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0160	206.77	3.31	
0301220009	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 145-165 HP 2,000	hm	1.0000	0.0160	128.96	2.06	
						7.83	
Partida	03.02	IMPRIMACION ASFALTICA					
Rendimiento	m2/DI	MO. 8,000.0000	EQ. 8,000.0000	Costo unitario directo por : m2		2.63	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0010	29.41	0.03	
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0050	16.75	0.08	
						0.11	
	Materiales						
0201050012	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA LENTA	gal		0.2600	8.67	2.25	
						2.25	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.11		
030118000100	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.0000	0.0010	67.41	0.07	
030122000800	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gal	hm	1.0000	0.0010	150.00	0.15	
0301390005	BARREDORA MECANICA	hm	1.0000	0.0010	45.57	0.05	
						0.27	
Partida	03.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL PRIMERA CAPA					
Rendimiento	m2/DI	MO. 3,700.0000	EQ. 3,700.0000	Costo unitario directo por : m2		5.45	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0022	29.41	0.06	
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0108	16.75	0.18	
						0.24	
	Materiales						
0201050012	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA LENTA	gal		0.4400	8.67	3.81	
0207020016	GRAVA 3/4"	m ³		0.0100	17.00	0.17	
						3.98	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.24	0.01	
030110000400	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 5.5 -	hm	1.0000	0.0022	153.43	0.34	
0301140012	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250 - 330 PCM	hm	1.0000	0.0022	75.62	0.17	
030118000100	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	0.5000	0.0011	67.41	0.07	
030122000800	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gal	hm	1.0000	0.0022	150.00	0.33	
0301390004	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	hm	1.0000	0.0022	140.00	0.31	
						1.23	
Partida	03.04	TRATAMIENTO SUPERFICIAL SEGUNDA CAPA					
Rendimiento	m2/DI	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : m2		3.72	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0020	29.41	0.06	

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA					Fecha presupuesto	03/12/2018	
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA							
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0100	16.75		0.17	
							0.23	
	Materiales							
0201050012	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA LENTA	gal		0.2600	8.67		2.25	
0207020017	GRAVA 3/8"	m3		0.0070	17.00		0.12	
							2.37	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.23		0.01	
030110000400	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 5.5 -	hm	1.0000	0.0020	153.43		0.31	
0301140012	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250 - 330 PCM	hm	1.0000	0.0020	75.62		0.15	
030118000100	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	0.5000	0.0010	67.41		0.07	
030122000800	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gl	hm	1.0000	0.0020	150.00		0.30	
0301390004	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	hm	1.0000	0.0020	140.00		0.28	
							1.12	
Partida	04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DE CUNETAS						
Rendimiento	m/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m			2.80	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0160	16.75		0.27	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0080	29.41		0.24	
							0.51	
	Materiales							
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0100	11.86		0.12	
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		2.0000	1.00		2.00	
							2.12	
	Equipos							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0010	50.00		0.05	
0301000027	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0080	12.71		0.10	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.51		0.02	
							0.17	
Partida	04.01.02	CONCRETO F'c= 175 kg/cm2 PARA REVESTIMIENTO						
Rendimiento	m3/DI	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3			233.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	22.62		7.24	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.41		5.89	
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.2800	16.75		21.44	
							34.57	
	Materiales							
0207020003	ARENA GRUESA	m3		0.4200	13.00		5.46	
0207030001	HORMIGON	m3		0.8000	13.00		10.40	
0207070002	AGUA	m3		0.1900	7.50		1.43	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.2000	22.20		159.84	
							177.13	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		4.0000	34.57		1.38	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11	hm	2.5000	0.8000	20.00		16.00	
0301290006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	2.5000	0.8000	5.54		4.43	
							21.81	
Partida	04.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						
Rendimiento	m2/DI	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			20.53	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.	

Fecha : 09/12/2018 22:45:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA						Fecha presupuesto	03/12/2018
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA							
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	22.62	6.03	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.2667	16.75	4.47	
							10.50	
Materiales								
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2000	4.50	0.90	
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.2000	4.50	0.90	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		1.5400	5.00	7.70	
							9.50	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	10.50	0.53	
							0.53	
Partida	04.01.04	SELLADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION						
Rendimiento	m/DIA	MO.100.0000	EQ.100.0000	Costo unitario directo por : m			5.79	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	22.62	1.81		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1600	16.75	2.68		
							4.49	
Materiales								
020105000100	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	8.50	1.13		
020702000100	ARENA FINA	m3		0.0031	13.00	0.04		
							1.17	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.49	0.13		
							0.13	
Partida	04.02.01	TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DI	MO.800.0000	EQ.800.0000	Costo unitario directo por : m2			1.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0200	16.75	0.34		
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0100	29.41	0.29		
							0.63	
Materiales								
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0100	11.86	0.12		
0231040001	ESTACAS DE MADERA	umd		0.5000	1.00	0.50		
							0.62	
Equipos								
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0013	50.00	0.07		
0301000009	ESTACION TOTAL	día	1.0000	0.0013	120.00	0.16		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.63	0.03		
							0.26	
Partida	04.02.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS						
Rendimiento	m3/DI	MO.300.0000	EQ.300.0000	Costo unitario directo por : m3			5.38	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	29.41	0.08		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	16.75	0.89		
							0.97	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.97	0.05		
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1	hm	1.0000	0.0267	163.21	4.36		

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA		Fecha presupuesto	03/12/2018
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE CARRETERA			4.41

Partida	04.02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3/DI	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3			33.13
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0320	29.41	0.94
0101010005	PEON		hh	4.0000	1.2800	16.75	21.44
							22.38
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		4.0000	22.38	0.90
0301100010	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA		hm	1.0000	0.3200	30.79	9.85
							10.75

Partida	04.02.04	CONCRETO F'c= 175 kg/cm2 + 30% PM					
Rendimiento	m3/DI	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3			236.20
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.6400	22.62	14.48
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.3200	18.41	5.89
0101010005	PEON		hh	4.0000	1.2800	16.75	21.44
							41.81
	Materiales						
020701000500	PIEDRA MEDIANA DE 6"		m3		0.3000	20.00	6.00
0207020003	ARENA GRUESA		m3		0.4200	13.00	5.46
0207030001	HORMIGON		m3		0.8000	13.00	10.40
0207070002	AGUA		m3		0.1900	7.50	1.43
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		7.2000	22.20	159.84
							183.13
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	41.81	2.09
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11		hm	1.0000	0.3200	20.00	6.40
0301290006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	1.0000	0.3200	5.54	1.77
							10.26

Partida	04.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DI	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			20.53
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	22.62	6.03
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.2667	16.75	4.47
							10.50
	Materiales						
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2000	4.50	0.90
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.2000	4.50	0.90
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		1.5400	5.00	7.70
							9.50
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	10.50	0.53
							0.53

Partida	04.02.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CONCRETO f'c=175 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DI	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3			232.54
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA						
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA				Fecha presupuesto	03/12/2018	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	29.41	1.88	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.41	5.89	
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.2800	16.75	21.44	
						29.21	
Materiales							
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.5000	20.00	10.00	
0207020003	ARENA GRUESA	m3		0.4200	13.00	5.46	
0207030001	HORMIGON	m3		0.8000	13.00	10.40	
0207070002	AGUA	m3		0.1900	7.50	1.43	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.2000	22.20	159.84	
						187.13	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	29.21	0.88	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP	11hm	1.8750	0.6000	20.00	12.00	
0301290006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.8750	0.6000	5.54	3.32	
						16.20	
Partida	04.02.07	BASE GRANULAR E=0.20 m.COMPACTADA					
Rendimiento	m3/DI	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m3		18.17	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0667	29.41	1.96	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	18.41	1.23	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.2000	16.75	3.35	
						6.54	
Materiales							
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3		1.0000	8.50	8.50	
0207070003	AGUA PARA RIEGO	m3		0.1000	7.50	0.75	
						9.25	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6.54	0.33	
0301100010	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA	hm	1.0000	0.0667	30.79	2.05	
						2.38	
Partida	04.02.08	ALCANTARILLA TMC D = 36"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m		384.21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	29.41	2.35	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.41	14.73	
0101010005	PEON	hh	4.0000	3.2000	16.75	53.60	
						70.68	
Materiales							
020429000100	ALCANTARILLA METALICA CIRCULAR TMC	m		1.0000	310.00	310.00	
						310.00	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	70.68	3.53	
						3.53	
Partida	04.02.09	ALCANTARILLA TMC D = 48"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m		491.33	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	29.41	2.35	

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA						
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA					Fecha presupuesto	03/12/2018
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.41	14.73	
0101010005	PEON	hh	4.0000	3.2000	16.75	53.60	
						70.68	
	Materiales						
0204290004	ALCANTARILLA TMC D= 48"	m		1.0000	417.12	417.12	
						417.12	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	70.68	3.53	
						3.53	
Partida	04.02.10	ALCANTARILLA TMC D = 60"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m		854.21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	29.41	2.35	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.41	14.73	
0101010005	PEON	hh	4.0000	3.2000	16.75	53.60	
						70.68	
	Materiales						
0204290012	ALCANTARILLA TMC D= 60"	m		1.0000	780.00	780.00	
						780.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	70.68	3.53	
						3.53	
Partida	04.02.11	ALCANTARILLA TMC D = 72"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m		782.35	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	29.41	2.35	
0101010005	PEON	hh	4.0000	3.2000	16.75	53.60	
						55.95	
	Materiales						
0204290013	ALCANTARILLA TMC D= 72"	m		1.0000	723.60	723.60	
						723.60	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	55.95	2.80	
						2.80	
Partida	04.03.01	TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DI	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2		1.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0200	16.75	0.34	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0100	29.41	0.29	
						0.63	
	Materiales						
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0100	11.86	0.12	
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.5000	1.00	0.50	
						0.62	
	Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0013	50.00	0.07	
0301000009	ESTACION TOTAL	día	1.0000	0.0013	120.00	0.16	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.63	0.03	
						0.26	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA				Fecha presupuesto	03/12/2018
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE CARRETERA					
Partida	04.03.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	m3/DI	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3		5.38	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0027	29.41	0.08
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0533	16.75	0.89
							0.97
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.97	0.05
0301170004	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1		hm	1.0000	0.0267	163.21	4.36
							4.41
Partida	04.03.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE FONDO DE BADÈN					
Rendimiento	m2/DI	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		7.19	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0667	22.62	1.51
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.2000	16.75	3.35
							4.86
	Materiales						
0207070003	AGUA PARA RIEGO		m3		0.0050	7.50	0.04
							0.04
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	4.86	0.24
0301100010	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA		hm	1.0000	0.0667	30.79	2.05
							2.29
Partida	04.03.04	SUB BASE DE ARENA GRUESA E = 0.30 M					
Rendimiento	m3/DI	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3		15.44	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1600	18.41	2.95
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.4800	16.75	8.04
							10.99
	Materiales						
0207020003	ARENA GRUESA		m3		0.3000	13.00	3.90
							3.90
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	10.99	0.55
							0.55
Partida	04.03.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DI	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2		20.53	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	22.62	6.03
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.2667	16.75	4.47
							10.50
	Materiales						
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2000	4.50	0.90
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.2000	4.50	0.90
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		1.5400	5.00	7.70
							9.50
	Equipos						

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA			Fecha presupuesto	03/12/2018		
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	5.0000	10.50	0.53	0.53	
Partida	04.03.06	CONCRETO F'c= 210 kg/cm2 PARA LOSA					
Rendimiento	m3/DI	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3		255.84	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	22.62	14.48	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.41	5.89	
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.2800	16.75	21.44	
						41.81	
	Materiales						
020701000500	PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3		0.3000	20.00	6.00	
0207020003	ARENA GRUESA	m3		0.4500	13.00	5.85	
0207030001	HORMIGON	m3		0.6500	13.00	8.45	
0207070002	AGUA	m3		0.1900	7.50	1.43	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.2000	22.20	182.04	
						203.77	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	41.81	2.09	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11hm	hm	1.0000	0.3200	20.00	6.40	
0301290006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.3200	5.54	1.77	
						10.26	
Partida	04.03.07	CONCRETO F'c= 175 kg/cm2 + 30% PM					
Rendimiento	m3/DI	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3		235.20	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	22.62	14.48	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.41	5.89	
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.2800	16.75	21.44	
						41.81	
	Materiales						
020701000500	PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3		0.3000	20.00	6.00	
0207020003	ARENA GRUESA	m3		0.4200	13.00	5.46	
0207030001	HORMIGON	m3		0.8000	13.00	10.40	
0207070002	AGUA	m3		0.1900	7.50	1.43	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.2000	22.20	159.84	
						183.13	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	41.81	2.09	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11hm	hm	1.0000	0.3200	20.00	6.40	
0301290006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.3200	5.54	1.77	
						10.26	
Partida	04.03.08	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CONCRETO f'c=140 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DI	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3		246.50	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	29.41	0.94	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.41	5.89	
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	16.75	42.88	
						49.71	
	Materiales						
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.5000	20.00	10.00	

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA					Fecha presupuesto	03/12/2018	
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA							
0207020003	ARENA GRUESA		m3		0.4200	13.00	5.46	
0207030001	HORMIGON		m3		0.8000	13.00	10.40	
0207070002	AGUA		m3		0.1900	7.50	1.43	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		7.2000	22.20	159.84	
							187.13	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	49.71	1.49	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11hm	1.0000			0.3200	20.00	6.40	
0301290006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	1.0000			0.3200	5.54	1.77	
							9.66	
Partida	04.03.09	JUNTAS ASFALTICAS						
Rendimiento	m/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m			5.44	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	18.41	1.47		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1600	16.75	2.68		
						4.15		
	Materiales							
020105000100	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	8.50	1.13		
020702000100	ARENA FINA	m3		0.0031	13.00	0.04		
						1.17		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.15	0.12		
						0.12		
Partida	05.01	SEÑALES INFORMATIVAS						
Rendimiento	und/DI	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : und			596.19	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	22.62	18.10		
0101010004	OFICIAL	hh	0.2500	0.2000	18.41	3.68		
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.6000	16.75	26.80		
						48.58		
	Materiales							
026711000400	MODULO DE SEÑALES INFORMATIVAS	und		1.0000	300.00	300.00		
						300.00		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.0000	48.58	0.97		
030125000100	GRUPO ELECTROGENO 89 HP 50 KW	hm	1.0000	0.8000	150.00	120.00		
						120.97		
	Subpartidas							
010105010022	CONCRETO F'c 175 KG/CM2 + 30% PM	m3		0.5400	226.91	122.53		
010106030108	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		0.2000	20.53	4.11		
						126.64		
Partida	05.02	POSTE DE KILOMETRAJE						
Rendimiento	und/DI	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : und			74.17	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	18.41	7.36		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8000	16.75	13.40		
						20.76		
	Materiales							
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 kg			1.0500	4.50	4.73		

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA			Fecha presupuesto	03/12/2018
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA				
024002000900	PINTURA ESMALTE EPOXICO BLANCO	gal	0.0300	75.74	2.27
024002000900	PINTURA ESMALTE EPOXICO NEGRO	gal	0.0300	75.74	2.27
0240080012	THINNER	gal	0.0150	20.12	0.30
					9.57
	Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	20.76	0.62
					0.62
	Subpartidas				
010105010012	CONCRETO F'c= 175 kg/cm2	m3	0.1000	226.91	22.69
010106030108	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.0000	20.53	20.53
					43.22

Partida	05.03 SEÑALES PREVENTIVAS			Costo unitario directo por : und			342.64
Rendimiento	und/DI	MO. 10.0000	EQ. 10.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	22.62	18.10	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.41	14.73	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	16.75	13.40	
						46.23	
	Materiales						
026711000400	MODULO DE SEÑALES PREVENTIVAS	und		1.0000	130.00	130.00	
						130.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46.23	1.39	
030125000100	GRUPO ELECTROGENO 89 HP 50 KW	hm	1.0000	0.8000	150.00	120.00	
0301250002	EQUIPO DE SOLDADURA	hm	1.0000	0.8000	2.23	1.78	
						123.17	
	Subpartidas						
010105010022	CONCRETO F'c 175 KG/CM2 + 30% PM	m3		0.1200	226.91	27.23	
010106030108	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		0.7800	20.53	16.01	
						43.24	

Partida	05.04 SEÑALES REGLAMENTARIAS			Costo unitario directo por : und			346.44
Rendimiento	und/DI	MO. 10.0000	EQ. 10.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	22.62	18.10	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.41	14.73	
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.6000	16.75	26.80	
						59.63	
	Materiales						
026711000400	MODULO DE SEÑALES REGLAMENTARIAS	und		1.0000	120.00	120.00	
						120.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	59.63	1.79	
030125000100	GRUPO ELECTROGENO 89 HP 50 KW	hm	1.0000	0.8000	150.00	120.00	
0301250002	EQUIPO DE SOLDADURA	hm	1.0000	0.8000	2.23	1.78	
						123.57	
	Subpartidas						
010105010022	CONCRETO F'c 175 KG/CM2 + 30% PM	m3		0.1200	226.91	27.23	
010106030108	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		0.7800	20.53	16.01	
						43.24	

Partida	06.01 TRANSPORTE PARA RELLENOS D < 1 Km			Costo unitario directo por : m3k			2.97
Rendimiento	m3k/DI	MO. 833.0000	EQ. 833.0000				

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA				Fecha presupuesto	03/12/2018	
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
010103000800	CONTROLADOR OFICIAL	hh	0.5000	0.0048	18.41	0.09	
Equipos							
030116000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5	hm	0.2500	0.0024	235.77	0.57	
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0096	240.71	2.31	
						2.88	
Partida	06.02		TRANSPORTE PARA RELLENOS D > 1 Km				
Rendimiento	m3k/DI	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m3k			1.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Equipos							
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0053	240.71	1.28	
						1.28	
Partida	06.03		TRANSPORTE PARA SUSTITUCION DE SUELO DESDE CANTERA D < 1 Km				
Rendimiento	m3k/DI	MO. 833.0000	EQ. 833.0000	Costo unitario directo por : m3k			2.97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
010103000800	CONTROLADOR OFICIAL	hh	0.5000	0.0048	18.41	0.09	
Equipos							
030116000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5	hm	0.2500	0.0024	235.77	0.57	
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0096	240.71	2.31	
						2.88	
Partida	06.04		TRANSPORTE PARA SUSTITUCION DE SUELO DESDE CANTERA D > 1 Km				
Rendimiento	m3k/DI	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m3k			1.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Equipos							
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0053	240.71	1.28	
						1.28	
Partida	06.05		TRANSPORTE PARA BASE GRANULAR DESDE CANTERA D < 1 Km				
Rendimiento	m3k/DI	MO. 833.0000	EQ. 833.0000	Costo unitario directo por : m3k			2.97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
010103000800	CONTROLADOR OFICIAL	hh	0.5000	0.0048	18.41	0.09	
Equipos							
030116000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5	hm	0.2500	0.0024	235.77	0.57	
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0096	240.71	2.31	
						2.88	
Partida	06.06		TRANSPORTE PARA BASE GRANULAR DESDE CANTERA D > 1 Km				
Rendimiento	m3k/DI	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m3k			3.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Equipos							
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	3.0000	0.0160	240.71	3.85	
						3.85	

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA					Fecha presupuesto	03/12/2018
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA						
Partida	06.07 TRANSPORTE DE EXCEDENTES D < 1 Km						
Rendimiento	m3k/DI	MO. 833.0000	EQ. 833.0000	Costo unitario directo por : m3k			3.53
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
010103000800	CONTROLADOR OFICIAL		hh	0.5000	0.0048	18.41	0.09
							0.09
	Equipos						
030116000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5		hm	0.5000	0.0048	235.77	1.13
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.0096	240.71	2.31
							3.44
Partida	06.08 TRANSPORTE DE EXCEDENTES D > 1 Km						
Rendimiento	m3k/DI	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m3k			3.85
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Equipos						
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	3.0000	0.0160	240.71	3.85
							3.85
Partida	07.01 RESTAURACION DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS						
Rendimiento	ha/DIA	MO. 1.9000	EQ. 1.9000	Costo unitario directo por : ha			5,158.68
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	4.2105	29.41	123.83
0101010005	PEON		hh	4.0000	16.8421	16.75	282.11
							405.94
	Materiales						
0207070002	AGUA		m3		0.0500	7.50	0.38
							0.38
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	405.94	20.30
030110000600	RODILLO LISO VIBO AUTO 70-100 Hp 7-9 Ton.		hm	1.0000	4.2105	150.83	635.07
030116000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5		hm	1.0000	4.2105	235.77	992.71
030118000200	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	4.2105	289.79	1,220.16
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	4.2105	206.77	870.61
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	4.2105	240.71	1,013.51
							4,752.36
Partida	07.02 RESTAURACION DE AREAS DESTINADAS A BOTADEROS						
Rendimiento	ha/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : ha			1,511.43
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	4.0000	18.41	73.64
0101010005	PEON		hh	4.0000	16.0000	16.75	268.00
							341.64
	Materiales						
0207070002	AGUA		m3		0.0500	7.50	0.38
							0.38
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	341.64	10.25
030118000200	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	4.0000	289.79	1,159.16
							1,169.41
Partida	07.03 RESTAURACION DE CANTERA						

Fecha : 09/12/2018 22:15:21

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002 DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA			Fecha presupuesto			03/12/2018
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE CARRETERA			Costo unitario directo por : ha			866.58
Rendimiento	ha/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	5.3333	16.75	89.33	89.33
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	89.33	4.47	
030118000200	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	2.6667	289.79	772.78	777.25
Partida	07.04	REVEGETACION					
Rendimiento	m2/DI	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			1.66
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0040	18.41	0.07	
0101010005	PEON	hh	10.0000	0.0400	16.75	0.67	0.74
	Materiales						
0207070002	AGUA	m3		0.0500	7.50	0.38	
0291020009	SEMILLAS PARA RESFORESTACION	kg		1.0000	0.50	0.50	0.88
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.74	0.04	0.04
Partida	07.05	AFECTACIONES PREDIALES					
Rendimiento	glb/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			35,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101020003	AFECTACIONES PREDIALES	glb		1.0000	35,000.00	35,000.00	35,000.00
Partida	08.01	FLETE TERRESTRE					
Rendimiento	glb/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			137,267.53
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0203020007	FLETE TERRESTRE	glb		1.0000	137,267.53	137,267.53	137,267.53

3.6.5. Relación de insumos

Cuadro 67: Relación de insumos.

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo					
Obra	201002	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA			
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE CARRETERA			
Fecha	03/12/2018				
Lugar	060504	CAJAMARCA - CONTUMAZA - GUZMANGO			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	1,585.9440	29.41	46,642.61
0101010003	OPERARIO	hh	3,451.0701	22.62	78,063.21
0101010004	OFICIAL	hh	1,031.7626	18.41	18,994.75
0101010005	PEON	hh	14,488.7308	16.75	242,686.24
0101020003	AFECCIONES PREDIALES	glb	1.0000	35.000	35,000.00
0101030000	TOPOGRAFO	hh	147.0831	29.41	4,325.71
0101030008	CONTROLADOR	hh	699.8393	16.75	11,722.31
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL	hh	830.1280	18.41	15,282.66
Sub Total S/.					452,717.49
MATERIALES					
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal	440.8684	8.50	3,747.38
0201050012	EMULSION ASF. DE ROTURA LENTA	gal	59,599.8720	8.67	516,730.89
0203020007	FLETE TERRESTRE	glb	1.0000	137,267	137,267.53
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	1,985.6700	4.50	8,935.52
0204010006	ALAMBRE DE PUAS	m	3,200.0000	5.00	16,000.00
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2	kg	9.4500	4.50	42.53
02041200010005	CLAVOS P/ MADERA CABEZA DE 3"	kg	1,986.6700	4.50	8,940.02
02042900010001	ALCANTARILLA TMC Ø= 36"	m	233.3700	310.00	72,344.70
0204290004	ALCANTARILLA TMC D= 48"	m	20.8000	417.12	8,676.10
0204290012	ALCANTARILLA TMC D= 60"	m	20.8000	780.00	16,224.00
0204290013	ALCANTARILLA TMC D= 72"	m	10.4000	723.60	7,525.44
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3	99.0810	20.00	1,981.62
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3	99.5600	20.00	1,991.20
02070200010001	ARENA FINA	m3	10.2759	13.00	133.59
0207020003	ARENA GRUESA	m3	573.8568	13.00	7,460.14
0207020016	GRAVA 3/4"	m3	620.8320	17.00	10,554.14
0207020017	GRAVA 3/8"	m3	434.5824	17.00	7,387.90
0207030001	HORMIGON	m3	1,011.9050	13.00	13,154.77
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3	18,122.8100	8.50	154,043.89
02070400010010	MATERIAL DE RELLENO	m3	29,788.7900	8.50	253,204.72
0207040003	MATERIAL PARA SUSTITUCIÒN	m3	21,593.5700	8.50	183,545.35
0207070002	AGUA	m3	10,102.7947	7.50	75,770.96
0208020016	LETREROS- AVISOS DE TRANSITO	pza	12.0000	219.46	2,633.52
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	9,179.1968	22.20	203,778.17
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol	86.3305	11.86	1,023.88

Cuadro 68: Relación de insumos.

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	15,316.1990	5.00	76,581.00
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und	16,348.51	1.00	16,348.51
0238010012	GIGANTOGRAFIA	m2	1.0000	28.00	28.00
02400200090008	PINTURA ESMALTE EPOX. BLANCO	gal	0.2700	75.74	20.45
02400200090009	PINTURA ESMALTE EPOX. NEGRO	gal	0.2700	75.74	20.45
0240020018	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	1.4880	31.99	47.60
0240080012	THINNER	gal	0.1350	20.12	2.72
0242030032	BARANDINES	pza	8.0000	17.42	139.36
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und	12.0000	30.00	360.00
02671100040007	MODULO DE S/INFORMTIVAS	und	5.0000	300.00	1,500.00
02671100040008	MODULO DE S/PREVENTIVAS	und	71.0000	130.00	9,230.00
02671100040009	MODULO DE S/REGLAMENTARIAS	und	10.0000	120.00	1,200.00
0267110014	TRANQUERAS	und	8.0000	60.59	484.72
0267110033	CONO DE SEGURIDAD	und	12.0000	30.73	368.76
0270110167	LAMPARA INTERMITENTE	und	8.0000	102.25	818.00
0291020009	SEMILLAS PARA RESFORESTACION	kg	15,000.0000	0.50	7,500.00
Sub Total S/.					1,827,747.53
EQUIPOS					
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	8.5063	50.00	425.32
0301000009	ESTACION TOTAL	día	17.2898	120.00	2,074.77
0301000035	NIVEL OPTICO	día	9.9198	30.00	297.59
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo			16,740.50
0301060007	CILINDRO DE SEGURIDAD	und	8.0000	49.53	396.24
03011000040001	RODILLO NEUM. AUTOP. 5.5 - 20 ton	hm	260.7494	153.43	40,006.78
03011000060003	RODILLO LISO VIBO AUTO 70-100 Hp	hm	1,031.1962	150.83	155,535.32
0301100010	COMPACT. VIB. TIPO PLANCHA 4 HP	hm	249.1607	30.79	7,671.66
0301140012	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP	hm	260.7494	75.62	19,717.87
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS 3.5 yd3	hm	665.8049	235.77	156,976.82
03011700010006	EXCAVADORA DE ORUGAS HP 1 yd3	hm	903.9170	327.50	296,032.82
0301170004	RETROEXCAVADORA S/LLANTAS 1y3	hm	29.0960	163.21	4,748.76
03011800010002	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	192.4579	67.41	12,973.59
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1,671.8089	289.79	484,473.50
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1,257.5384	206.77	260,021.21
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	8,275.5202	240.71	1,992,000.47
03012200080001	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gl	hm	322.8326	150.00	48,424.89
0301220009	CAMION CISTERNA (AGUA) 2,000 Gln	hm	664.9001	128.96	85,745.52
03012500010010	GRUPO ELECTROGENO 89 HP 50 KW	hm	68.8000	150.00	10,320.00
0301250002	EQUIPO DE SOLDADURA	hm	64.8000	2.23	144.50
0301290004	MEZC. CONCRETO TAMB. 18 HP 11 p3	hm	809.4860	20.00	16,189.72
0301290006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	809.4855	5.54	4,484.55
0301390004	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	hm	260.7494	140.00	36,504.92
0301390005	BARREDORA MECANICA	hm	62.0832	45.57	2,829.13
0303010023	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMINETAS	glb	1.0000	169,893.98	169,893.98
Sub Total S/.					3,824,630.43
TOTAL S/.					6,105,095.45

3.6.6. Fórmula polinómica

Cuadro 69: Fórmula polinómica.

S10		Página: 1			
Fórmula Polinómica					
Presupuesto	0201002	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS PUEBLOS DE SANTIAGO Y GUZMANGO, DISTRITO DE GUZMANGO, CONTUMAZA, CAJAMARCA			
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE CARRETERA			
Fecha Presupuesto	03/12/2018				
Moneda	SOLES				
Ubicación Geográfica	060504	CAJAMARCA - CONTUMAZA – GUZMANGO			
K =	$0.354*(MOr / MOo) + 0.231*(AAr / AAo) + 0.496*(MEr / MEo) + 0.197*(Ir / Io)$				
Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.354	17.232	MO	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.231	49.784	AA	05	AGREGADO GRUESO
3	0.449	0.000		13	ASFALTO
4	0.273	35.897		21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
		12.088		03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
5	0.496	100.000	ME	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
	0.496	0.000		48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
6	0.197	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

IV. DISCUSIÓN

Según los datos obtenidos del levantamiento topográfico, se encontraron pendientes transversales en su mayoría, superiores a 50% por lo cual se optó por clasificar el terreno según su orografía como accidentado. Esta misma clasificación realizó Otiniano (2017), en su tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, caserío Cruz de las Flores – Cabargón, distrito de Huamachuco” cuando determinó que el terreno del proyecto presentaba pendientes transversales entre 50% y 85%. Esto se ajusta a la clasificación por orografía que establece la DG-2018 en la sección 102, donde dice que un terreno accidentado (tipo 3), tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y 100%.

Al realizar el estudio de mecánica de suelos, se logró determinar que la subrasante presenta CBRs entre 3.26% y 4.52%, motivo por el cual se hará un mejoramiento de suelos que consiste en reemplazar 30 cm de la subrasante por material de cantera con un CBR mayor. El Manual de Carreteras: sección suelos y pavimentos, establece las categorías de subrasante en el cuadro 4.11, donde dice que los suelos con CBR entre 3% y 6% pertenecen a una subrasante insuficiente, la cual deberá ser estabilizada por cualquiera de los métodos descritos en el capítulo IX de dicho manual. Es por ello que para el presente proyecto se consideró hacer una estabilización por sustitución de suelos de 30 cm con material de cantera.

De los caudales obtenidos luego de realizar el estudio hidrológico, se diseñó cunetas de sección triangular (0.75m X 0.30m), alcantarillas de paso y alivio tipo TMC de 36”, 48”, 60” y 72” de diámetro, y un badén de 17 metros de longitud. Alván y Vásquez (2014), en su tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre los caseríos Pueblo Libre – Independencia, distrito de Agallpampa – Otuzco – La Libertad”, también emplearon obras de arte con diseños similares para un terreno accidentado. Estos diseños son válidos ya que se siguieron las especificaciones dadas por el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje en el capítulo IV (Hidráulica y drenaje) para cunetas, alcantarillas y badenes respectivamente.

La carretera de tercera clase del presente proyecto fue diseñada para una velocidad directriz de 30 Km/h, con la cual se calculó radios mínimos de 25 metros en curvas horizontales y peraltes máximos de 12%. Un diseño geométrico similar realizó Juárez (2016), en su tesis “Mejoramiento de la trocha carrozable a nivel de afirmado Pagash Bajo – Pagash Alto – Naranjal, distrito de Salpo – provincia de Otuzco” donde utilizó una velocidad de diseño de 30 Km/h para curvas horizontales de 25 metros y un peralte máximo de 12% para un terreno accidentado. Este diseño se considera válido, ya que el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018, en la tabla 302.02 establece los radios mínimos y peraltes máximos para el diseño de carreteras según su orografía.

V. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el levantamiento topográfico del área del proyecto, se logró obtener las pendientes transversales del terreno, las cuales en su mayoría son superiores al 50%, por lo cual se clasificó el terreno como accidentado tipo 3.

Tras haber realizado el estudio de mecánica de suelos, se determinó que la subrasante presenta suelos conformados en su mayoría por arcillas y limos según clasificación SUCS, además tienen CBRs entre 3.26% y 4.52%, por lo cual se consideró hacer una estabilización de suelos por sustitución, ya que el terreno de fundación presenta una resistencia insuficiente.

Luego de haber realizado el estudio hidrológico, se obtuvieron los caudales de diseño con los cuales fue posible realizar el diseño de las obras de arte siguientes: cunetas de sección triangular (0.75 m X 0.30 m) revestidas de concreto de 7.5 cm de espesor, 25 aliviaderos tipo TMC de $\varnothing = 36''$, 5 alcantarillas de paso tipo TMC con diámetros $\varnothing = 48''$, $60''$ y $72''$, y un badén parabólico de 17 metros de longitud.

El diseño geométrico se realizó para una carretera de 3ra clase conformada por dos carriles, teniendo en cuenta las especificaciones dadas por el Manual de carreteras DG-2018, y se obtuvieron los siguientes resultados: Velocidad directriz de 30 Km/h, pendientes longitudinales máximas de 10%, radios mínimos de 25 metros en curvas horizontales y 15 metros en curvas de vuelta, peraltes máximos de 12%. Ancho de calzada de 6 metros con bermas a los costados de 0.50 metros y un bombeo de 2.50%. La estructura del pavimento diseñado, está compuesta por una base granular de 27 cm de espesor sobre la cual se colocará un tratamiento superficial bicapa.

Con la realización del estudio de impacto ambiental se determinaron impactos negativos causados en su mayoría por las actividades de movimiento de tierras, explotación de canteras y la construcción del pavimento bicapa, las cuales contaminan principalmente el factor aire, por la excesiva generación de partículas. Es por ello que se elaboró un plan de manejo ambiental para contrarrestar los daños causados por la ejecución de la obra.

El costo total de la ejecución de la obra, incluyendo el plan de manejo ambiental, asciende a S/. 8,791,070.04 soles, según el análisis de costos y presupuestos elaborado.

VI. RECOMENDACIONES

Cuando se realice el movimiento de tierras correspondiente a la carretera, tener en consideración los taludes de corte y su altura máxima para la conformación de banquetas si fuera necesario, ya que tenemos un terreno accidentado cuyos suelos están conformados por arcillas y limos, lo cual podría originar una desestabilización de taludes si es que no se cumple rigurosamente con las especificaciones técnicas establecidas en el proyecto.

Asimismo se recomienda no utilizar el material proveniente del corte de terreno para la conformación de terraplenes de ningún tipo, ya que el suelo presenta características desfavorables para los trabajos. Por otro lado se recomienda ejecutar el proyecto en épocas de ausencia de lluvias, con la finalidad de evitar deslizamientos de taludes ya que hay zonas en las que se realizará movimientos de tierra importantes.

También se recomienda cumplir explícitamente con el plan de manejo ambiental establecido para el presente proyecto, con la finalidad de no perjudicar a los moradores de la zona ni a las especies de flora y fauna existentes. Al finalizar la ejecución de la obra se deberán ejecutar las medidas de mitigación establecidas para compensar los daños causados durante la ejecución del proyecto.

VII. REFERENCIAS

ABAD, César y RODRÍGUEZ, Oscar. 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. Tesis (Bachiller en ingeniería Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2015. Trujillo.

ALVÁN, Katherine y VÁSQUEZ, Wilder. Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre los caseríos Pueblo Libre – Independencia, distrito de Agallpampa – Otuzco – La Libertad. Tesis (Bachiller en ingeniería Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2014. Trujillo.

ARCE, Rosa. La evaluación ambiental en la ingeniería civil. Madrid: Editorial Mundi-prensa, 2013. 284 pp.
ISBN: 9788484766445

AYUSO, Jesús. Cimentaciones y estructuras de contención de tierras. 2ª ed. Córdoba: Bellisco, 2009. 499 pp.
ISBN: 9788496486928

BERRY, Peter y REID, David. Mecánica de suelos. Bogotá: McGRAW HILL, 1993. 415 pp.
ISBN: 9586001725

BONILLA, Bryan. Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, EMP. LI842 (vaquería) – Pampatac – EMP. LI838, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de la Libertad. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. Trujillo.

CALIXTO, Raúl, HERRERA, Lucila y HERNÁNDEZ Verónica. Ecología y medio ambiente. México: Thomson, 2006. 169 pp.
ISBN: 9706865357

CÁRDENAS, James. Diseño geométrico de carreteras. Bogotá: Ecoe ediciones, 2002. 409 pp.

ISBN: 9586483223

CARRANZA, Iván y VILLANUEVA, Victoria. Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado Huaguil – Chinac – distrito de Chugay – Sánchez Carrión – La Libertad. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2016. Trujillo.

CHIRINOS, Ramón y NEYRA, Sally. Mejoramiento a nivel de afirmado de la trocha carrozable del tramo Recuaycito – carretera Lucma – distrito de Lucma, provincia de Gran Chimú – departamento La Libertad. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. Trujillo.

CHOW, Ven, MAIDMENT, David y MAYS, Larry. Hidrología aplicada. Colombia: McGRAW HILL, 1994. 584 pp.

ISBN: 9586001717

CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 6ª ed. México: Limusa, 2014. 644 pp.

ISBN: 9789681869632

DÍAZ, Sandra. Diseño de la carretera vecinal a nivel de afirmado entre el caserío cruce Alto Cordillera – caserío Santa Lucia, distrito de Chirinos – San Ignacio - Cajamarca. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2015. Trujillo.

GAMBOA, Sofía y VEGA, Anny. Diseño del camino a nivel de afirmado; Papelillo – Huaygorral – San Lorenzo – El Tambo, distrito de Quiruvilca – provincia de Santiago de Chuco – La Libertad. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2015. Trujillo.

IBÁÑEZ, Walter. Manual de costos y presupuestos de obras viales. Lima: Macro, 2012. 1310 pp.

ISBN: 9786123040505

IGLESIAS, Simón. Diseño geométrico de carreteras. Lima: Macro, 2007. 395 pp.

JUÁREZ, Lourdes. Mejoramiento de la trocha carrozable a nivel de afirmado Pagash Bajo – Pagash Alto – Naranjal, Salpo – Otuzco – región La Libertad. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2016. Trujillo.

MARTÍNEZ, Samuel. Mejoramiento de la trocha carrozable Corralpampa – Sangal Bajo. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ingeniería, 2013. Cajamarca.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: Diseño geométrico. DG-2018. Lima: MTC, 2018. 284 pp.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción. Lima: MTC, 2013. 1285 pp.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje. Lima: MTC, 2015. 222 pp.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: MTC, 2014. 302 pp.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. Lima: MTC, 2016. 398 pp.

MONSALVE, Germán. Hidrología en la ingeniería. 2ª ed. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999. 382 pp.

ISBN: 9589574211

OTINIANO, Walter. Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, caserío Cruz de las Flores – Cabargón, distrito de Huamachuco – provincia de Sánchez Carrión – departamento La Libertad. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. Trujillo.

REVISTA peruana proyecto Perú [En Línea]. Lima: PROVIAS NACIONAL, 2010. [Fecha de consulta: 19 de abril de 2018].

Disponible en http://www.proviasnac.gob.pe/Archivos/file/Documentos_de_Interes/II_Seminario_de_Conservacion_Vial_por_Resultados/Ing_%20John%20Vega%20-%20Experiencia%20Peruana,%20Programa%20de%20Infraestructura%20Vial%20Proyecto%20Per%C3%BA.pdf

RINCÓN, Mario, VARGAS, Wilson y GONZÁLES, Carlos. Planimetría. Bogotá: Ecoe ediciones, 2012. 284 pp.
ISBN: 9789584467331

RISCO, Alexander y TERÁN, Merlín. Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre los tramos: Balcón – Lalaquish – Yerba Buena – Lancheonga – Callancas – provincia de San Pablo - Cajamarca. Tesis (Bachiller en ingeniería Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2015. Trujillo.

SALINAS, Miguel. Costos, presupuestos, valorizaciones y liquidaciones de obra. Lima: Fondo editorial ICG, 2001. 86 pp.

TORRES, José. Topografía. Cajamarca: 2015. 128 pp.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 1: Se puede observar en la vía, la falta de cunetas en la parte izquierda.



Figura 2: Se puede observar que en este punto de la vía, no existe una obra de arte para drenar las aguas superficiales.



Figura 3: En la figura se observa la acumulación de las aguas superficiales en la vía, debido a la falta de alcantarillas y cunetas.



Figura 4: Se observa en la vía la falta de un badén que permita el paso de los vehículos y peatones de manera segura.



Figura 5: En la figura se muestra al topógrafo encargado de realizar el levantamiento topográfico y al tesista.



Figura 6: En la figura se muestra a los prismeros dando los puntos de borde de la trocha carrozable al topógrafo.



Figura 7: En la figura se muestra la toma de las coordenadas de la primera estación del levantamiento topográfico.



Figura 8: En la figura se aprecia al tesista junto al personal contratado para la excavación de las calicatas.



Figura 9: En la figura se aprecia las muestras extraídas de la calicata para CBR el saco grande y para los demás ensayos la bolsa pequeña.



Figura 10: En la figura se aprecia la excavación para la extracción de muestras de la cantera elegida para la explotación de material.