



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño geométrico de carretera a nivel de afirmado entre los centros poblados de Santa Catalina – Santa Clara, distrito de Pataz, provincia de Pataz, departamento de La Libertad”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

CRISTIAN JAVIER VÁSQUEZ CÁCERES (ORCID:0000-0003-1358-1871)

ASESOR:

Mg. LUIS HORNA ARAUJO (ORCID:0000-0002-3674-9617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

TRUJILLO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a mi padre **William Javier Vásquez Campos** y a mi madre **Virginia Verónica Cáceres Soto** además de mis hermanos, por toda la paciencia, apoyo moral, económico, por los consejos y enseñanzas y por estar desde un principio estuvieron a mi lado apoyándome, así como también de sus consejos, paciencia y ejemplo a seguir en todos estos años trazándome una meta ser un profesional y llenarlos de orgullo.*

A mis primos, tíos y demás familiares que se encargaron de darme todo su apoyo, tiempo que dedicaron para enseñarme, actualizarme y mostrarme todo lo necesario para progresar en mi vida profesional, cuya experiencia fue la base para comprender de mejor manera la ingeniería civil, siempre alentándome a ser un mejor profesional con el ejemplo.

Por último, pero no menos importante agradecer a Dios; por haberme dado la vida, la sabiduría y fuerza para ir superando cada obstáculo que se presentó durante esta etapa de mi vida, por permitirme culminar mi formación profesional. Por las oportunidades que se me presentan y las hermosas personas que ha puesto en mi camino.

Cristian Javier Vásquez Cáceres

AGRADECIMIENTO

Ante todo, un agradecimiento a Dios por siempre mantenerme con salud y guiarme en el camino del bien bañándome de la sabiduría necesaria para llegar a ser un ejemplo con los demás.

Todas estas líneas son el producto de un arduo trabajo y dedicación en todos estos años, teniendo en claro a todos los ingenieros y profesores que pusieron toda su experiencia y sabiduría para enseñarnos, motivarnos, orientarnos con el único fin de alcanzar nuestras metas y aprender todas las materias que involucran a ser un ingeniero civil.

El siempre amor, comprensión y paciencia de todos mis familiares que estuvieron pendientes de cada uno de mis logros y metas como persona y próximamente como profesional.

Por último, pero no menos importante a todos los compañeros con los que trabajé, compartí experiencias, consejos a lo largo de todos los años dentro y fuera de la universidad, así como a cada uno de los docentes de la facultad de ingeniería civil en especial al Ing. Luis Alberto Horna Araujo por su apoyo y seguimiento en este proyecto.

A todos ellos, muchas gracias.

Cristian Javier Vásquez Cáceres

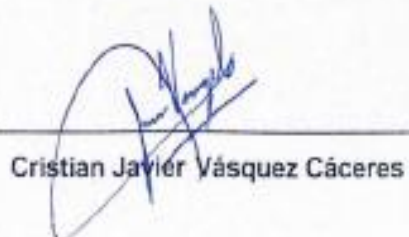
PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Cristian Javier Vásquez Cáceres identificado con DNI N° 70744735; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación, datos e información que se presenta en la presente tesis que acompaño es veraz y auténtica.

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

Trujillo, octubre del 2018



Cristian Javier Vásquez Cáceres

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, pongo a vuestro elevado criterio la tesis titulada:

“DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LOS CENTROS POBLADOS DE SANTA CATALINA – SANTA CLARA, DISTRITO DE PATAZ, PROVINCIA DE PATAZ, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación, así como contribuir al desarrollo y al progreso de los Centros Poblados de Santa Catalina y Santa Clara del Distrito de Pataz, con la finalidad de llegar en un futuro a mejorar la calidad de vida de los habitantes y el servicio vial de la zona.

El Autor

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación	vi
Índice.....	vii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Trabajos previos	11
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	14
1.4. Formulación del problema.....	15
1.5. Justificación del estudio	15
1.6. Hipótesis	16
1.7. Objetivos.....	16
1.7.1. Objetivo General	16
1.7.2. Objetivos Específicos	16
II. MÉTODO	17
2.1. Diseño de Investigación.....	17
2.2. Variables, operacionalización	17
2.2.1. Identificación de Variables.....	17
2.3. Población muestra y muestreo	19
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
2.5. Método de Investigación.....	20
2.6. Aspectos Éticos	20
III. RESULTADOS.....	21
3.1. Estudio Topográfico.....	21
3.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera.....	27
3.3. Estudio hidrológico y obras de arte.....	37
3.3.1. Hidrología.....	37

3.3.1.1.	Generalidades.....	37
3.3.1.2.	Objetivos del Estudio	38
3.3.2.	Información Hidrometeorológica y Cartográfica	38
3.3.2.1.	Información Pluviométrica.....	39
3.3.2.2.	Precipitación Máximas en 24 Horas.....	41
3.3.2.3.	Intensidad de Diseño para Duraciones Menores en 24 h.	43
3.3.2.4.	Análisis de la Información Pluviométrica.....	44
3.3.2.5.	Caudal Máximo de Diseño	50
3.3.2.6.	Tiempo de Concentración	55
3.3.3.	Hidráulica y Drenaje	56
3.3.3.1.	Drenaje Superficial.....	56
3.3.3.2.	Cunetas.....	56
3.3.3.2.1.	Velocidades Límites	58
3.3.3.2.2.	Long. Máx. y Caudal Máx. que recibirán las Cunetas	58
3.3.3.2.3.	Diseño Estructural de Cunetas Tramo: Santa Catalina – Puente Lavasen Alto – Santa Clara	59
3.3.3.3.	Alcantarillas.....	61
3.3.3.3.1.	Longitud de Alcantarillas.....	61
3.3.3.3.2.	Espesor Mínimo de Relleno Sobre las Alcantarillas.....	62
3.3.3.3.3.	Protección de los Extremos de las Alcantarillas.....	64
3.3.3.3.4.	Pendiente de la Alcantarilla.....	65
3.3.3.3.5.	Riesgo Admisible	68
3.3.3.3.6.	Riesgo de Obstrucción	68
3.3.3.3.7.	Velocidad Máxima del Agua	69
3.3.3.3.8.	Coeficiente de Rugosidad	70
3.3.3.3.9.	Cálculos de Diseño	71
3.3.3.3.10.	Diseño Estructural de Alcantarilla Tramo: Santa Catalina – Puente Lavasen Alto - Santa Clara.....	76
3.3.3.3.11.	Desarrollo de la Metodología de Diseño	80
3.3.3.4.	Alcantarillas de Alivio	88
3.3.4.	Resumen de Obras de Arte.....	88
3.4.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA	89
3.4.1.	Generalidades.....	89

3.4.2. Normatividad	89
3.4.3. Clasificación de las Carreteras.....	89
3.4.4. Estudio de Tráfico	92
3.4.5. Parámetros Básicos para el Diseño en Zona Rural.....	100
3.4.5.1. Índice Medio Diario Anual (IMDA).....	100
3.4.5.2. Velocidad de Diseño	101
3.4.5.3. Radio de Diseño	104
3.4.5.4. Anchos Mínimos de Calzada en Tangente	108
3.4.5.5. Distancia de Visibilidad	119
3.4.6. Diseño Geométrico en Planta.....	113
3.4.6.1. Generalidades.....	113
3.4.6.2. Trazo Longitudinal del Eje de la Carretera.....	115
3.4.6.3. Curvas Horizontales.....	115
3.4.7. Diseño Geométrico en Perfil.....	118
3.4.7.1. Generalidades.....	118
3.4.7.2. Pendiente.....	119
3.4.7.2.1. Pendiente Mínima	119
3.4.7.2.2. Pendiente Máxima	119
3.4.7.3. Curvas Verticales.....	120
3.4.8. Diseño Geométrico de la Sección Transversal	122
3.4.8.1. Calzada.....	122
3.4.8.2. Bermas.....	123
3.4.8.3. Bombeo.....	124
3.4.8.4. Peralte.....	125
3.4.8.5. Taludes	126
3.4.8.6. Cunetas.....	127
3.4.8.7. Sección Transversal Típica.....	127
3.4.9. Resumen de Consideraciones Geométricas de Diseño en Zona Rural	129
3.4.10. Diseño de Afirmado.....	130
3.4.10.1. Generalidades.....	130
3.4.10.2. Metodología de Diseño	131
3.4.10.3. Secciones de Capas de Afirmados	131

3.4.10.4. Materiales Afirmado	134
3.4.10.5. Tipos de Afirmados	134
3.4.10.6. Ejes Equivalentes	137
3.4.10.7. Resistencia del Terreno de Fundación	139
3.4.10.8. Cálculo de Espesores de Afirmados	139
3.4.11. Señalización.....	140
3.4.11.1. Generalidades.....	140
3.4.11.2. Señales Verticales	140
3.4.11.3. Colocación de Señales	141
3.4.11.4. Señales Reguladoras.....	142
3.4.11.5. Señales Preventivas	143
3.4.11.6. Señales Informativas	144
3.4.11.7. Hitos Kilométricos	146
3.4.11.8. Señalización del Proyecto.....	146
3.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	150
3.5.1. Generalidades.....	150
3.5.2. Objetivos	151
3.5.3. Normas que Enmarcan el Estudio de Impacto Ambiental	151
3.5.4. Características Ambientales del Proyecto.....	154
3.5.4.1. Metodología	154
3.5.4.2. Factores Ambientales del Medio.....	154
3.5.4.3. Acciones Humanas del Proyecto	155
3.5.4.4. Matriz de Interacción.....	155
3.5.4.5. Identificación de los Impactos Ambientales	155
3.5.4.6. Descripción de los Impactos Ambientales.....	155
3.5.4.7. Medidas de Control.....	155
3.5.5. Diagnóstico Ambiental.....	156
3.5.5.1. Medio Físico.....	156
3.5.5.2. Medio Biótico	158
3.5.6. Acciones Humanas del Proyecto.....	158
3.5.7. Evaluación de Impacto Ambiental en el Proyecto	159
3.5.7.1. Matriz de Impactos Ambientales	159
3.5.7.2. Magnitud de los Impactos	159

3.5.7.3. Matriz Causa – Efecto de Impacto Ambiental	160
3.5.8. Identificación y Descripción de los Impactos Ambientales	162
3.5.8.1. Descripción de Impactos Ambientales	162
3.5.8.1.1. Impactos Ambientales Negativos y Medidas de Control	163
3.5.8.1.2. Impactos Ambientales Positivos	164
3.5.9. Plan de Abandono.....	165
3.5.9.1. Requerimientos Generales	165
3.5.9.2. Acciones Ambientales para el Abandono.....	166
3.5.10. Medidas de Mitigación Adoptadas.....	167
3.5.11. Conclusiones.....	168
IV. DISCUSIÓN	169
V. CONCLUSIONES	169
VI. RECOMENDACIONES.....	170
VII. REFERENCIAS	171
VIII. ANEXOS	172
Anexo 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	172
Anexo 2. ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS.....	199
Anexo 3. Resumen de Metrados.....	220
Anexo 4. PANEL FOTOGRÁFICO.....	221

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Relación de Tramos.....	2
CUADRO 2: Relación de Tramos.....	3
CUADRO 3: Datos Climatológicos Promedios Actuales 216-2017	7
CUADRO 4: Tiempo de Llegada entre Trujillo-Puente Lavasen Alto	10
CUADRO 5: Operalización de la Variable	18
CUADRO 6: Cuadro de Coordenadas UTM – WGS87.....	24
CUADRO 7: Cuadro de Coordenadas de Estaciones en Estacas.....	25
CUADRO 8: Número de Calicatas Para Exploración de Suelos	28
CUADRO 9: Número de CBR Para Exploración de Suelos.....	30
CUADRO 10: Cuadro de Calicatas	33
CUADRO 11: Resumen de Valores de Ensayos – de C01 a C-6.....	34
CUADRO 12: Resumen de Valores de Ensayos – de C-X.....	36
CUADRO 13: Estaciones Meteorológicas	38
CUADRO 14: Cuadro de Precipitaciones Estación Metereológica Weberbauer40	
CUADRO 15: Precipitación Máximas en 24 Horas.....	41
CUADRO 16: Precipitación Máxima Mensual	42
CUADRO 17: Intensidades para Distintas Duraciones(t) y Tiempos de Retorno (Tr)	43
CUADRO 18: Precipitación Máxima en 24 Horas para distintos Tiempos de Retorno	44
CUADRO 19: Periodos de Retorno para Diseño de Obras de Drenaje en Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	47
CUADRO 20: Determinación del Número de Curva N	53
CUADRO 21: Determinación del Número de Curva N	53
CUADRO 22: Coeficiente de Escorrentía.....	54
CUADRO 23: Tiempo de Concentración	55
CUADRO 24: Dimensiones Mínimas Recomendadas de Sección de Cuneta..	58
CUADRO 25: Caudal de Escurrimiento Superficial en Cunetas.....	60
CUADRO 26: Altura de Cobertura de Relleno.....	63
CUADRO 27: Altura de Cobertura de Relleno Mínima	63

CUADRO 28: Dimensiones de Alcantarillas.....	67
CUADRO 29: Valores Máximos de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje....	68
CUADRO 30: Coeficiente de Escorrentía.....	69
CUADRO 31: Velocidad Máxima del Agua.....	70
CUADRO 32: Valores de Coeficiente de Manning	70
CUADRO 33: Valores de Caudal Máximo	72
CUADRO 34: Valores de Diámetro Adoptado	73
CUADRO 35: Condiciones de Diseño de Diámetros de Alcantarillas.....	74
CUADRO 36: Aumento en Condiciones de Diseño de Diámetros de Alcantarillas	75
CUADRO 37: Altura de Cobertura de Relleno.....	76
CUADRO 38: Altura de Cobertura Mínima y Máxima.....	77
CUADRO 39: Espesor, Área de Sección y Radio de Giro de Alcantarillas.....	79
CUADRO 40: Espesor, Área de Sección y Momento de Inercia de Alcantarillas	80
CUADRO 41: Altura Mínima y Máxima de Cobertura en metros.....	83
CUADRO 42: Distancia en Alcantarillas del Borde a la Primera Fila.....	86
CUADRO 43: Espaciamiento Mínimo entre Tuberías Múltiples	87
CUADRO 44: Resumen de Cuadro de Alcantarillas.....	87
CUADRO 45: Resumen de Obras de Arte	88
CUADRO 46: Clasificación de las Carreteras según su Jurisdicción	90
CUADRO 47: Clasificación de las Carreteras según su IMD	91
CUADRO 48: Resultado de Conteo de Tráfico	92
CUADRO 49: Tráfico Actual por Tipo de Vehículo	95
CUADRO 50: Tráfico Generado por Tipo de Proyecto.....	96
CUADRO 51: Proyección del IMD del Proyecto	96
CUADRO 52: Tráfico Proyectado al Año Horizonte	97
CUADRO 53: Ejes Equivalentes según ejes de Vehículos.....	98
CUADRO 54: Cuadro de Vehículos según Tipo.....	98
CUADRO 55: Cálculo de Ejes Equivalentes.....	99
CUADRO 56: Rango de Repeticiones de Ejes Equivalentes	99
CUADRO 57: Rangos de la Velocidad de Diseño en Función a la Clasificación de la Demanda por demanda y orografía	101

CUADRO 58: Velocidad de Diseño	103
CUADRO 59: Valores de Peralte Máximo	105
CUADRO 60: Fricción Transversal Máxima en Curvas	105
CUADRO 61: Valores Radios Mínimos para Velocidades de Diseño, Peralte Máximo y Valores Límites de Fricción	106
CUADRO 62: Longitudes Mínimas de Transición de Bombeo y Transición de Peralte	107
CUADRO 63: Radios que Permiten Prescindir de las Curvas de Transición en Carreteras de Tercera Clase	108
CUADRO 64: Anchos Mínimos de Calzada en Tangente	109
CUADRO 65: Distancia de Visibilidad de Parada.....	111
CUADRO 66: Distancia de Visibilidad de Adelantamiento	112
CUADRO 67: Ángulos de Deflexión Máxima para los que no se Requiere Curva Horizontal	114
CUADRO 68: Longitudes en Tramos en Tangentes	115
CUADRO 69: Pendientes Máximas (%)	119
CUADRO 70: Valores de Índice K – Longitud de Curva Vertical Convexa	120
CUADRO 71: Valores de Índice K – Longitud de Curva Vertical Cóncava	121
CUADRO 72: Anchos Mínimos de Calzada en Tangente	123
CUADRO 73: Ancho de Bermas	124
CUADRO 74: Valores del Bombeo de la Calzada.....	125
CUADRO 75: Valores de Peralte Máximo	125
CUADRO 76: Valores Referenciales para Taludes de Corte	126
CUADRO 77: Taludes Referenciales en Zonas de Relleno	126
CUADRO 78: Resumen General de Parámetros Adoptados para el Diseño Geométrico de la Carretera	129
CUADRO 79: Resumen de Espesores para Afirmado Granular	132
CUADRO 80: Gradación del Material de Afirmado.....	135
CUADRO 81: Gradación del Material de Afirmado.....	136
CUADRO 82: El Tráfico Proyectado al Año Horizonte	137
CUADRO 83: Ejes Equivalentes según ejes de Vehículos.....	138
CUADRO 84: Cuadro de Vehículo según Tipo.....	138

CUADRO 85: Cálculo de Ejes Equivalentes.....	139
CUADRO 86: Rango de Repeticiones de Ejes Equivalentes	139
CUADRO 87: Espesores de Afirmado.....	140
CUADRO 88: Ubicación del Proyecto	156
CUADRO 89: Grados de Impactos Ambientales	159
CUADRO 90: Matriz de Impacto Ambiental Durante la Etapa de Ejecución ..	160
CUADRO 91: Matriz de Impacto Ambiental Durante la Etapa de Ejecución ..	161
CUADRO 92: Matriz de Impacto Ambiental Durante la Etapa de Operación .	161

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Ubicación Política Mapa Político del Perú.....	4
FIGURA 2: Mapa Político de la Libertad.....	5
FIGURA 3: Mapa Político de Pataz, Extensión y Límites	5,6
FIGURA 4: Sección Transversal de Cuneta	57
FIGURA 5: Sección de Cuneta.....	60
FIGURA 6: Colocación de Alcantarillas en Zona de Relleno.....	62
FIGURA 7: Protección Contra la Socavación	65
FIGURA 8: Alineamiento de las Alcantarillas	66
FIGURA 9: Radio, Paso y Altura en Alcantarillas	79
FIGURA 10: Descripción Alcantarilla Miniplata.....	82
FIGURA 11: Agujeros en las Alcantarillas.....	83
FIGURA 12: Longitud y Ancho Neto de Alcantarillas.....	84
FIGURA 13: Agujeros en las Alcantarillas	84
FIGURA 14: Longitud y Ancho Neto de Alcantarillas.....	85
FIGURA 15: Distribución de los Agujeros.....	86
FIGURA 16: Conteo de Tráfico	93
FIGURA 17: Vehículo de Diseño.....	100
FIGURA 18: Distancia de Visibilidad de Parada.....	112
FIGURA 19: Distancia de Visibilidad de Paso	113

FIGURA 20: Elementos de Curva	116
FIGURA 21: Tipo de Curvas Verticales Convexas y Cóncavas	121
FIGURA 22: Tipo de Curvas Verticales Simétricas y Asimétricas	122
FIGURA 23: Sección Transversal de Cuneta	127
FIGURA 24: Sección Transversal Típica	128
FIGURA 25: Catálogo de Capas de Afirmando	133
FIGURA 26: Ubicación y Altura de las Señales.....	141
FIGURA 27: Señales Reglamentarias.....	148
FIGURA 28: Señales Preventivas	149
FIGURA 29: Señales Informativas	149
FIGURA 30: Postes Kilométricos	150
FIGURA 31: Diagrama de Flujo para el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental	154

RESUMEN

El proyecto titulado “Diseño Geométrico de Carretera a Nivel de Afirmado entre los centros poblados de Santa Catalina – Santa, Distrito de Pataz, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad”, comenzó visitando la zona de estudio del proyecto para la recolección de los datos topográficos, características hidrográficas, investigación socio-económico. Obtenida la información, se pasó a analizarla, concluyendo que la carretera será de tercera clase, nivel afirmado.

Se levantó la información topográfica con un software de carreteras como lo es AutoCAD Civil 3D, definiendo una carretera de 5.778.49 km de longitud de vía bajo las normas vigentes del “Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG – 2018”. El estudio de suelos fue de 6 calicatas más una de cantera, con ensayos granulométricos situados a lo largo del eje de la vía, realizándose los ensayos de laboratorio.

Después se procedió a hacer un diseño del afirmado de la carretera respecto a la cantidad de ejes equivalentes con los que consta el estudio del IMD y sus tipos de vehículos, además de los resultados del CBR del estudio de suelos. Consiguiendo un afirmado granular de 200 mm de espesor regido por el “Manual respectivo de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014”

Siguiendo los análisis se hizo un estudio hidrológico de la zona de estudio para poder definir el tipo y la cantidad necesaria de cunetas y alcantarillas de paso del proyecto, por método racional y uso de softwares de diseño de obras de arte.

Se procedió a hacer el estudio de impacto ambiental, el cual tuvo como contemplación acciones de mitigación ante la ejecución del futuro proyecto.

Por consiguiente, se realizaron los respectivos metrados, análisis de costos, presupuestos, cronograma, especificaciones técnicas, planos y paneles fotográficos de la totalidad del proyecto cuyo costo total de obra **6, 332 932.12** soles, incluyendo; costos directos, gastos generales, utilidades e IGV.

Palabras Clave: ensayos granulométricos, ejes equivalentes, estudio hidrológico

ABSTRACT

The present thesis is titled "Geometric Road Design at Affirmed Level between the population centers of Santa Catalina - Santa, District of Pataz, Province of Pataz, Department of La Libertad".

The project began with the visit to the project study area for the collection of data on its topography, hydrographic characteristics and an exhaustive investigation of socio - economic scope. Once the information was obtained, all the information was analyzed, with the conclusion that the road will be third class and only affirmed.

Then we proceeded to raise all the topographic information through specialized software AutoCAD Civil 3D for its proper approach, defining a road length of 5,778.49 km under the current regulations of the "Manual of Geometric Design for DG Roads - 2018".

For the study of soils, 6 more pits were made and for later analysis, granulometric tests located along the axis of the track; In addition, material was extracted from a quarry near the area, performing laboratory tests.

As follows, a design of the roadway was made based on the number of equivalent axes that comprise the study of the IMD and its types of vehicles, in addition to the results of the CBR for the study of soils. Obtaining a granular affirmed of 200 mm of thickness governed by the "Manual of Roads: Soils, Geology, Geotechnics and Pavements, 2014".

Following the analysis, a hydrological study of the study area was made in order to define the type and quantity of ditches and culverts required for the project, using a rational method and the use of software's for the design of works of art.

The environmental impact study was carried out, which contemplated the main mitigation actions before the execution of the project.

Finally, the respective metrics, cost analysis, budgets, schedule, technical specifications, plans and photographic panel of the whole of the project whose total cost of work 6 332 932.12 soles, included; direct costs, general expenses, utilities and IGV.

Keywords: granulometric tests, equivalent axes, hydrological study

I. INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación terrestre que interconectan las poblaciones de Santa Catalina y Santa Clara forman parte de la red vial más olvidada del departamento de La Libertad por la poca accesibilidad que existe en sus centros poblados, caseríos y asentamientos humanos más lejanos por lo que, según lo dicho, este proyecto llamado en esta ocasión **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LOS CENTROS POBLADOS DE SANTA CATALINA – SANTA CLARA, DISTRITO DE PATAZ, PROVINCIA DE PATAZ, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”**, proyectará una carretera a nivel de afirmado con las óptimas condiciones para el desarrollo de la interconexión de estas poblaciones con el distrito de Pataz

Como principal labor realizada para obtener un beneficio económico podremos tener al cultivo, este proyecto carretero a nivel de afirmado traerá como beneficio a estas poblaciones facilidad de transporte de productos agrícolas hacia los principales centros de venta en las localidades más cercanas, así pondrán vender más productos y en menor tiempo incrementando sus ingresos.

Desde el punto de vista social esta carretera podrá movilizar a los pobladores en menor tiempo hacia otras localidades para poder trabajar y/o buscar empleo; los pobladores en edad estudiantil podrán llegar en menor tiempo a sus centros educativos, a los niños, embarazadas, ancianos, enfermos o cualquier emergencia de salud podrán ser atendidos en una posta u hospital dentro del distrito de Pataz.

Por último, geoméricamente basado en el Manual de Diseño Geométrico 2018, con este proyecto de obra en carreteras en nivel de consolidado, cumpliremos con cada norma descrita en ella con el fin de tener un óptimo diseño, drenaje en época de lluvias y la correcta señalización en pos de seguridad para salva guardar la integridad de los pobladores.

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Los pueblos de Santa Catalina y Santa Clara ubicados en el Distrito de Pataz – Provincia de Pataz – Departamento de la Libertad, cuentan en la actualidad con vías de acceso terrestres que no cuentan con los parámetros mínimos para el transporte vehicular adecuado en las normas vigentes como son la DG-2018 por lo cual sus pobladores tienen que movilizarse en animales de carga de un centro poblado hacia otro centro poblado más cercano; todas estas demoras en el transporte generan retrasos de tiempo en llegar a puestos de salud, centros educativos, centros de trabajo

La actual vía cuenta con un ancho de 3.0 metros, en muchos tramos por cercanía a cerros y para acortar tiempos de llegada la vía se hace más angosta además la distancia entre los centros poblados a intervenir en el proyecto es de 5.778.49 Km de longitud.

Los centros poblados a intervenir en el proyecto planteado, cuenta con una población, que en un porcentaje mayor están dedicados a la agricultura, y en menor proporción minería artesanal siendo esta la fuente principal de ingresos. Esta actividad se ve muchas veces limitada o es deficiente debido al mal estado de las vías vecinales; esto genera una baja en sus ingresos económicos, oportunidades y falta de desarrollo local.

Con el propósito de unir los centros poblados de Santa Catalina y de Santa Clara se debe formula una vía de acceso de dos tramos.

Cuadro 1 RELACIÓN DE TRAMOS	
Tramo N° 1	Santa Catalina – Puente Lavasen Alto
Tramo N° 2	Puente Lavasen Alto – Santa Clara

1.1.1. ASPECTOS GENERALES

1.1.1.1. Características Locales

Este diseño geométrico de las vías que van hacia los centros poblados de Santa Catalina - Santa Clara, Distrito de Pataz, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad A fin de integrar, los centros poblados a la Carretera de Penetración a Pataz con ello a sus localidades, centros poblados y caseríos. El proyecto interviene en dos tramos, los cuales se describen a continuación:

Cuadro 2	
RELACIÓN DE TRAMOS	
Tramo N° 1	Santa Catalina – Puente Lavasen Alto
Tramo N° 2	Puente Lavasen Alto – Santa Clara

Fuente: Elaboración Propia.

1.1.1.2. Ubicación Política

El diseño del proyecto se ubica en el distrito de Pataz, Provincia de Pataz– Departamento de La Libertad.

1.1.1.3. Ubicación Geográfica

El Proyecto se sitúa en el distrito de Pataz, Provincia de Pataz – Departamento de La Libertad. Con una superficie de 4226.53 (Km²), y a altura media de 2780 m.s.n.m. aproximadamente. Geográficamente ubicado en:

Latitud Sur	:	08°16'37"
Longitud Oeste	:	77°17'47"
Altitud Media	:	2780 m.s.n.m.



Figura 1: Ubicación Política, Mapa Político del Perú



Figura 2: Mapa Político de La Libertad



Figura 3: Mapa Político de Pataz

1.1.1.4. Extensión y Límites.

Extensión de 4226.53 km² y limitante con:

- Norte : Con la provincia de Bolívar
- Sur : Con la provincia de Marañón del departamento de Huánuco
- Este : Con las provincias Mariscal Cáceres y Tocache del departamento de San Martín
- Oeste : Con el río Marañón



Figura 3: Extensión y Límites

1.1.1.5. Climatología

El clima en la provincia de Pataz es diverso debido a que esta provincia tiene diferentes alturas que van desde los 700 a 4600 m.s.n.m, así consta también de cinco regiones naturales.

- Yungal fluvial
- Quechua
- Suni
- Puna
- Selva alta

La humedad que se da normalmente en la locación es:

80% horas antes del amanecer

70% hasta medio día

60% se mantiene durante el día hasta la tarde

La información y datos del clima son referenciadas por estaciones meteorológicas cercanas como de datos y estudios de la zona dándonos como datos un promedio de 14 °C anuales y las temperaturas mínimas de 2°C a 20°C

Cuadro 3
DATOS CLIMATOLÓGICOS PROMEDIOS ACTUALES 2016-2017.
ESTACIÓN SHIRAN.

DESCRIPCION	UND	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	PROMEDIO
Meses del año	días	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	ANUAL
Temperatura Maxima TMAX	°C	23.2	23.5	23.8	25	24.9	26.1	23.7	22.6	23.3	20.4	23.65
Temperatura Minima	°C	5.1	4.9	7.2	7.1	6.3	3.9	7.1	7.3	6.6	8.2	6.37
Temperatura Promedio TPROM	°C	13.54	13.49	14.67	14.98	14.57	15.50	13.73	12.99	13.43	13.14	14.00
Humedad Relativa - HR		53.34	49.47	51.29	56.93	67.46	43.29	76.56	84.26	75.89	87.67	64.62
Velocidad del Viento VV	m/s	1.23	1.23	1.38	1.32	1.12	1.42	1.01	0.72	0.90	0.74	1.11

1.1.2.1. Aspectos Sociales y Económicos

Centro Poblado – Santa Catalina.

El centro poblado Santa Catalina cuenta, hasta el año 2017 con una población de 42 habitantes, todos estos pobladores tienen como sus principales ingresos la actividad de la agricultura, así como también brindan el servicio de auxiliares de campo de ingeniería, debido a que Santa Catalina sirve como una base o campamento minero.

Estas dos actividades en el centro poblado se ven deficientes debido al mal estado y poco mantenimiento de las vías de acceso vecinales a Santa Catalina, todo esto genera demoras en los trabajos, falta de implementación del campamento y pocos ingresos de los pobladores para vender sus productos agrícolas a diferentes ciudades.

Sobre los servicios básicos podríamos decir que debido al campamento base existente esta población tiene la posibilidad de tener agua, luz y desagüe para todos sus pobladores; los servicios de teléfono e internet son un poco más limitados para el uso del campamento en sí.

Lo que busca el centro poblado de Santa Catalina como beneficio es tener una carretera o vía adecuada para poder transportar sus productos hacia otras localidades en menor tiempo y expandir sus mercados y tener un desarrollo socioeconómico estable.

Centro Poblado – Santa Clara.

El centro poblado Santa Catalina cuenta, hasta el año 2017 con una población de 189 habitantes todos estos pobladores tienen como sus formas más concurrentes de producir económicamente son los cultivos y la minería artesanal como fuente primordial de sus ingresos económicos.

Como este sector y en particular este centro poblado de Santa Clara es el punto más lejano para los servicios básicos como luz, agua y alcantarillado son deficientes; respecto al servicio de luz la cobertura es de un 85%, en cambio el servicio de agua es brindado por durante el día hasta aproximadamente las 5 – 6 de la tarde, la cobertura de alcantarillado abarca a un 65% de su población total.

Lo que busca el centro poblado de Santa Clara como beneficio es tener una carretera o vía adecuada para poder transportar sus productos hacia otras localidades en menor tiempo y expandir sus mercados y tener un desarrollo económico estable; además de poder llegar a cubrir sus servicios básicos con total conformidad para el bienestar social de la población.

1.1.2.2. Aspectos Económicos.

Agricultura y Ganadería

La agricultura constituye la actividad productiva número uno de los centros poblados - distrito de Santa Catalina y Santa Clara siendo el trigo el principal cultivo de sus cosechas, así como también la papa, cebada, maíz, haba, frutas y hortalizas entre otros.

Todas estas actividades dependen de las lluvias y las estaciones del año para su pleno desarrollo.

La ganadería es más utilizada para el consumo propio como animales de granja como ganado ovino, pollos, etc. Para un consumo diario de sus pobladores.

Comercio

El comercio en estos centros poblados es de nivel bajo debido a que los productos agrícolas o de minería artesanal demoran en ofrecerse a las distintas localidades cercanas por su lejanía y accesibilidad; como comercio podremos también decir los servicios que ofrecen los pobladores al campamento base existente en Santa Catalina

1.1.2.3. Vías de Acceso

El acceso principal al Distrito de Pataz desde Trujillo, El Inicio del Proyecto se encuentra en el distrito de Pataz en la comunidad de Santa Catalina, provincia de Pataz. Se presenta el siguiente cuadro de rutas para llegar al punto de partida:

A continuación, mostramos los diferentes paradas y horas que se demora un vehículo en llegar desde Trujillo hasta el punto llamado Puente Lavasen alto.

Cuadro 4: Tiempo de llegada entre Trujillo-Puente Lavasen Alto

DE	A	TIPO DE VÍA	TIPO DE SERVICIO.	TIEMPO (Hrs)	Distancias Real (Km)
Trujillo	Desv. Otuzco	Carretera Asfaltada	Bus, Autos. Pick up Camiones, combis	2.00	69.00
Desv. Otuzco	Huamachuco	Carretera Afirmada y Asfaltada	Bus, Autos. Pick up Camiones, combis	3.50	113.00
Huamachuco	Puente Carrizal - Chagualito	Carretera Afirmada	Bus, Autos. Pick up Camiones, combis	6.50	93.00
Puente carrizal - Chagualito	Vijus	Carretera Afirmada	Bus, Autos. Pick up Camiones, combis	0.75	25.00
Vijus	La Conga	Trocha Carrozable	Bus, Autos. Pick up Camiones, combis	2.00	62.00
La Conga	Puente Lavasen Alto.	Camino de Herradura	Animales de Carga	1.00	11.50
Resumen				15.75	373.5

1.1.2.4. Infraestructura de Servicios.

Salud. estos puestos los podemos encontrar como postas en los pueblos más cercanos o como hospitales en el distrito de Pataz y no el centro poblado especificado.

Educación. En ninguno de centros poblados existe un colegio.

Servicios Públicos Existentes. Antes mencionado podemos decir que las prestaciones de luz, agua y desagüe cubre toda Santa Catalina En cambio, en Santa Clara los porcentajes son los siguientes.

- Servicio de luz 85% del centro poblado
- Servicio de agua 100% el 60% del día
- Servicio de alcantarillado 65% del centro poblado

Otros servicios como:

Transporte. No existe un transporte constante debido a lo difícil que es llegar hasta estas dos localidades, estos transportes son particulares y llegan mayormente hacia el campamento situado en Santa Catalina

Televisión, Teléfono, comunicación general

Las señales telefónicas no tienen mucha cobertura por lo mismo de su lejanía.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

1.2.1. Antecedentes del Problema

Diseño de MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN EL SECTOR CHAGUAL, ANEXO CHAGUAL, DISTRITO DE PATAZ - PATAZ - LA LIBERTAD (Expediente Nivel Perfil-2013) Ing. García Morote Gerardo

Su Objetivo es mejorar el servicio vial de estas comunidades, utilizando métodos analíticos de beneficio-costos, con un resultado viable del expediente que aún no ha sido ejecutado.

Diseño de la CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA VIJUS NIMPANA CALEMAR PATAZ, PROVINCIA DE PATAZ - LA LIBERTAD (Expediente Nivel Perfil-2008) Ing. Quijada Becerra Marco.

Su Objetivo es integrar a la comunidad campesina de Nimpana con el distrito de Pataz, la metodología utilizada en este proyecto es de beneficio – costo por parte del apoyo de la minera Poderosa.

Este expediente fue aprobado y declarado viable con un presupuesto aproximado de S/ 5,975,000.00

CREACIÓN DEL CAMINO VECINAL SHICUN – NIMPANA, TRAMO: SHICUN (SHILINGUCHO) – NIMPANA, DISTRITO DE PATAZ – PATAZ – LA LIBERTAD. Valdivia Orrego (2016)

Su Objetivo es tener un camino vecinal entre estas dos comunidades, la metodología utilizada en este proyecto es de beneficio – costo.

Este proyecto fue por administración directa y su estado es sin ejecución con un presupuesto de S/. 2,230,766.98

CREACIÓN DEL CAMINO VECINAL TRAMO PAMPA GRANDE - CIELO ANDINO DISTRITO DE TAYABAMBA, PROVINCIA DE PATAZ - LA LIBERTAD
Su Objetivo es abrir una red vial entre Pampa Grande y Cielo Andino, la metodología utilizada en este proyecto es de beneficio – costo.

Este proyecto es realizado está a un 96.6 % de terminado con un presupuesto de S/. 274,435.00

Cuba Gallarreta, Anthony (2012). Nos refiere en su Tesis: “DISEÑO DE LA CARRETERA PAMPATAC – COLPA YANAZARINA, DISTRITO DE HUAMACHUCO PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD”, en este estudio realizado indica información sobre las obras preliminares y movimiento de tierras, para el diseño de la carretera.

Alva Saavedra, Julio C. & Barreto Otiniano, Segundo H. (2014). "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CARRETERAS A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LAS LOCALIDADES DE CHANCHACAP Y NUEVO AMANECER – DISTRITO DE SALPO – PROVINCIA DE OTUZCO – DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD". Tesis proyectada en una carretera de tercera clase igual a la de la presente investigación a nivel de afirmado con la velocidad directriz y anchos de carreteras iguales a los que proyectare en mi diseño de carretera

CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE DEL ANEXO EL TINGO, DISTRITO DE TAYABAMBA, PROVINCIA DE PATAZ - LA LIBERTAD

Tiene como objetivo integrar uno de los anexos más cercanos a Tayabamba a la red vial de Pataz

El método utilizado y reiterativo en este tipo de proyectos es el de beneficio – costo para ver su viabilidad.

Este proyecto se comenzó a ejecutar el 04 de julio del 2018 con un presupuesto de S/ 205,906.00 como consta en los bancos de proyecto de la Municipalidad provincial de Pataz – Tayabamba

AMPLIACIÓN DE LOS CAMINOS VECINALES EN EL TRAMO PALTASH - PAMPA GRANDE DISTRITO DE TAYABAMBA, PROVINCIA DE PATAZ - LA LIBERTAD

Su finalidad es ampliar los caminos vecinales más cercanos a Tayabamba en bienestar de sus pobladores, el método utilizado es el de beneficio – costo proyectado en un futuro de estas localidades.

En la actualidad esta obra está en ejecución con un presupuesto de S/ 499,639.2

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. Marco Teórico Referencial

Blasco (2015), Topografía para Estudios de Grado

Nociones básicas sobre topografía para poder realizar el cálculo de la poligonal abierta, cálculo de coordenadas, ángulos y compensación de errores.

Lambe, Whitman (2010) Mecánica de Suelos.

Mecánica de Suelos, define los siguientes parámetros para estudios de suelos: Análisis Granulométrico por Tamizado, Límite Líquido y Límite Plástico, Contenido de Humedad, Peso Específico, Ensayo de Proctor modificado y ensayo de CBR. Además de la clasificación de los suelos según la normativa AASTHO.

Manual de Diseño Geométrico De Carreteras DG-2018- MTC.

Parámetros necesarios para el diseño de la carretera: del cual verificaremos que en nuestro diseño cumplamos con lo siguiente, velocidad de diseño, ancho mínimo de faja de dominio, ancho de calzada de dos carriles, ancho de bermas, bombeo, peralte, taludes, pendientes máximas, curvas y otros datos especializados en diseño de vías.

Máximo Villón (2015). “Diseño de Estructuras Hidráulicas”.

Parámetros que se buscan en el diseño de las obras de arte proyectadas (elementos de drenaje), referentes con la carretera y volúmenes de precipitación registrados en el lugar y en su entorno durante los últimos años.

Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje en carreteras (LIMA, 10 DE AGOSTO DEL 2011).

Guía conceptual y metodológica para la realización de obras de drenaje, para la evacuación de aguas de lluvia, con la finalidad de evitar daños en la estructura de la carretera.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Metodología para el estudio de la demanda de tránsito, velocidad de diseño, distancia de visibilidad, topografía, impacto ambiental.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el Diseño Geométrico de Carretera a Nivel de Afirmado entre los Centros poblados de Santa Catalina - Santa Clara, Distrito de Pataz, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La presente investigación tiene como fin dar a conocer las deficiencias que tiene la carretera en todos los tramos existentes que llegan a unir estos dos los centros poblado de Santa Catalina y Santa Clara a su vez dar la solución para la mejor transitabilidad entre esos poblados con un diseño geométrico de acuerdo con las normativas presentes en la DG-2018; con estas soluciones mejoraremos la situación socioeconómico de las localidades, tratando de que la producción agrícola de la zona llegue a más lugares y con un tiempo concorde con la carretera.

Otro de los motivos es acercar la educación a estos pueblos así reduciendo el tiempo entre el pueblo más cercano a este, para que los pobladores tengan la oportunidad de poder ir a un centro educativo, así como también atenderse en una posta médica u hospital con más rapidez

Así con la presente investigación de “Diseño Geométrico de Carretera a Nivel de Afirmado entre los centros poblados de Santa Catalina – Santa Clara, Distrito de Pataz, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad” podremos contribuir con la comunidad en los puntos de agricultura, educación, salud, interconectar las localidades aledañas con más rapidez, así como también poder llevar nuevas tecnologías hasta esos puntos lejanos de la región.

1.6. HIPÓTESIS

¿Será factible realizar un diseño geométrico adecuado incluyendo las normas, manuales y técnicas de tránsito peruano vigentes para ser aplicado en la carretera que llegará a unir estos dos centros poblados de Santa Catalina - Santa Clara, Distrito de Pataz, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad?

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General

Realizar el planeamiento a futuro de la carretera que unirá a estos dos Centros poblados de Santa Catalina - Santa Clara, Distrito de Pataz, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad; utilizando los Manuales de Diseño (DG-2018) y Normas vigentes de tránsito del MTC.

1.7.2. Objetivos específicos

- Materializar el estudio total de la topografía del lugar del proyecto
- Materializar el estudio de mecánica correspondiente a sus suelos.
- Materializar el estudio hidrológico y el diseño de las obras de arte.
- Materializar el diseño geométrico de la carretera en estudio de acuerdo a la normativa vigente del MTC (DG-2018).
- Materializar el estudio de impacto ambiental.
- Materializar el estudio de costos y presupuestos para determinar el costo total del proyecto.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Usaremos el método descriptivo y como esquema tendremos a:

El lugar donde se realizará el diseño será la población

Los datos logrados en este estudio serán los otros parámetros a tomar

2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1. Identificación de Variables

2.2.1.1. Variable de Estudio

“El Diseño Geométrico de Carretera a Nivel de Afirmado entre los Centros poblados de Santa Catalina - Santa Clara, Distrito de Pataz, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad.

2.2.1.2. Definición Conceptual

La definición de la variable conceptual se refleja en el progreso de la vía al modificar sus propiedades actuales es los aspectos técnicos, geométricos y estructurales de la vía, haciendo variaciones en las secciones como en la superficie de rodadura y ampliando el ancho de la vía, como también puede ser agregar bermas con el objetivo de obtener una carretera estrictamente adecuada bajo las normas de la DG 2018.

2.2.1.3. Definición Operacional

Son los movimientos u orden a seguir en la construcción de una carretera desde la etapa de diseño de la infraestructura vial, la localización y la configuración geométrica final o definida para cada uno de los componentes de la carretera y el modelo a edificar, impacto ambiental bajo y con un factor de seguridad amplio y optimizar los costos de estas.

Características.

- **Topografía del Terreno:**

Diseñada después de la recolección de datos para su posterior procesamiento, obteniendo perfiles, así como también de secciones topográficas.

- **Calidad del terreno de fundación:**

Recopiladas desde el mismo campo a través de muestras y ensayos de mecánica de suelos, luego siendo evaluado en un laboratorio especializado.

- **Características Geométricas de la carretera:**

Estas características salen directamente de los parámetros de las normas tanto del Ministerio de Transportes y Comunicaciones como de otros manuales y normas internacionales.

- **Impacto Ambiental:**

Es el análisis del entorno ambiental en el lugar donde se construirá la vía diseñada.

- **Costos y Presupuestos:**

Cálculos en base a los metrados, utilizando costos acordes al mercado

2.2.2. Operacionalización de Variables.

Cuadro 5: Operacionalización de Variables.

Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
La definición de la variable conceptual se refleja en el mejoramiento de la carretera al modificar sus características actuales en los	Son los pasos a seguir para la construcción de una carretera desde la etapa de diseño de la infraestructura vial, la ubicación y la forma geométrica definida para cada uno de los	Levantamiento Topográfico	Levantamiento Altimetro	Intervalo
			Equidistancias	Intervalo
			Angulo de Inclinación del Terreno	Intervalo
			Perfiles Longitudinales	Intervalo
			Vista en Planta y Secciones	Intervalo
			Granulometría	Razón (%)

<p>aspectos técnicos, geométricos y estructurales de la vía, haciendo variaciones en las secciones como en la superficie de rodadura y ampliando el ancho de la vía, como también puede ser agregar bermas con el objetivo de obtener una carretera estrictamente adecuada bajo las normas de la DG 2018.</p> <p>Fuente Propia</p>	<p>elementos de la carretera y el tipo de carretera a construir, impacto ambiental bajo y con un factor de seguridad amplio y optimizar los costos de estas.</p>	<p>Estudio de Mecánica de Suelos</p>	Contenido de humedad	Razón (%)
			Límites de consistencia	Razón (%)
			CBR	Razón (%)
			Densidad Máxima	Intervalo (gr/cm3)
		<p>Diseño Geométrico</p>	Velocidad Directriz	Km/h
			Visibilidad de Parada	m
			Visibilidad de Paso	m
			Pendiente Máxima	%
			Radio Mínimo	m
		<p>Estudio Hidrológico y obras de arte</p>	Densidad y Drenaje Hidráulico	Razón (%)
			Caudal Máximo	m3/s
		<p>Impacto Ambiental</p>	Impacto positivo	Razón
			Impacto negativo	Razón
		<p>Costos y Presupuestos</p>	Metrado	(m, m2, m3)
			Costo Directo	Intervalo S./
			Costo Indirecto	Intervalo S./
Gastos generales	Intervalo S./			

2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

- Poblamiento : la vía estudiada y su entorno
- Muestrario : sin muestrario
- Muestreo : No hay muestreo.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.4.1. Técnicas

- Se utiliza la observación.

2.4.2. Instrumentos:

- Guía de observación
- Instrumentos topográficos como lo son la estación total, nivel, teodolito, etc.
- Equipos para ensayos de suelos y software.
- Softwares para carreteras Civil 3D.
- Softwares para costos y programación de obra (S10, MS Project).

2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Para hacer más sencillo el procesamiento de los datos del proyecto se usará softwares especializados en ingeniería de carreteras, como es el AutoCAD, AutoCAD Civil 3d, S10, hojas de cálculo en Excel, Hcanales, etc.; todo esto se analizará y luego se harán textos, planos y cuadros resumen de los resultados del análisis.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

En el caso de la ingeniería en general o particularmente en la ingeniería vial la ética es el conjunto de normas consideradas buenas o malas por nosotros que nos rigen , en nuestro caso específico brindamos un servicio a las comunidades que necesitan una interconexión vial entre ella y solo depende de nuestros aspectos éticos y valores que este proyecto de Diseño de la carretera que une estos dos Centros poblados de Santa Catalina - Santa Clara, Distrito de Pataz, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad, este diseñado estrictamente bajo las Normas y leyes de nuestro país, para entregarles un proyecto viable , confiable, seguro a éstas comunidades

III. RESULTADOS

3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

3.1.1. Generalidades

El estudio de la topografía se efectuó para poder tener en el software la geometría real de lugar y del terreno donde se realizará el proyecto, con una escala adecuada y puntuando los accidentes formados por la naturaleza y/o químicos ubicados en el entorno del lugar.

Utilizando el sistema WGS 84 y con coordenadas UTM se realizó los trabajos de campo basándose en Puntos Geodésicos identificados dentro del área de trabajo y las estaciones del polígono de apoyo del esquema realizando un levantamiento asistido de personal y de una estación total la cual produjo los datos necesarios para efectuar el diseño y sus respectivos planos referenciales en el gabinete.

3.1.2. Ubicación

El Proyecto que beneficia a los centros poblados de Santa Catalina y Santa Clara se ubica en el distrito de Pataz, Provincia de Pataz– Departamento de La Libertad.

3.1.3. Reconocimiento del Terreno

Basados en planos de curvas de nivel alcanzados por personal de la municipalidad distrital de Pataz se realizó un trazo preliminar en gabinete el cual fue llevado al área en estudio para su respectivo reconocimiento de campo. Con el objetivo de definir las ubicaciones de los puntos de control para el levantamiento topográfico y definir el método de levantamiento se realizó el reconocimiento de la superficie de estudio, pudiendo determinar el tipo de topografía, así como elegir equipos adecuados y necesarios para cubrir los objetivos del estudio. Antes de iniciar las mediciones en campo se realizó un croquis del reconocimiento, de esta forma se obtuvo una mejor organización en el trabajo.

3.1.4. Metodología de Trabajo

3.1.4.1. Personal o Brigada de Trabajo

- 01 Tesista.
- 01 Asistente Técnico
- 04 Personal de apoyo

3.1.4.2. Equipos e Instrumentos Utilizados

- Estación Total: Marca LEICA; Modelo TCR 407 POWER; Serie N° 857914.
- Nivel Automático: Marca LEICA; Modelo RUNNER 20; Serie N° 26769.
- Prismas incluye bastones.
- Cal o pintura en aerosol.
- Radios de Comunicación.
- GPS.
- Brújula.
- Altimetro.
- Cámaras Fotográficas.
- Computadoras Core i5.

3.1.5. Procedimiento

3.1.5.1. Levantamiento Topográfico de la Zona

Es el conglomerado y recopilación de los diferentes datos obtenidos al realizar cada paso para obtener una gráfica de la zona de estudios con la utilización de equipos o instrumentos especializados en topografía los cuales se realizan con una cuadrilla con conocimiento de estos instrumentos.

El alzamiento topográfico duro 6 días; tomando como base de partida los puntos geodésicos colocados para el estudio de Aprovechamiento Hidroenergético de las Cuencas de los ríos Lavasén y Quishuar, se generó una poligonal abierta hasta el poblado de Santa Catalina. A partir de puntos conocidos se formó la poligonal de apoyo para la carretera en estudio con la

cual se levantó la topografía necesaria de una franja de 100 metros. Dichas estaciones se encuentran ubicadas en sitios donde la visibilidad hacia la zona del trazo sea óptima, y han sido colocadas usando una estación total y de un prisma triple con base nivelante para el cambio de estaciones.

Para la efectucción del alzamiento topográfico se requirió dos brigadas:

Brigada Topográfica N° 01:

- Establecimiento de Puntos Bases de Control Topográfico.
- Nivelación y gradiente.

Brigada de Topografía N° 02:

- Levantamiento topográfico.

3.1.5.2. Levantamiento Topográfico de Obras de Arte

En las áreas del proyecto podemos ver que existen algunas obras de arte como alcantarillas, pontones, canales y cunetas de drenaje.

Según el levantamiento topográfico, se ubicó las alcantarillas en mal estado, siendo prioridad en el diseño; además de encontrarse canales de regadío que tiene un mal drenaje debido a que están llenas de maleza, plantas y basura. Estos canales están regularizados por la comisión de regantes de la zona.

3.1.5.3. Puntos de Estación

Puntos Obligatorios de Paso

Los puntos obligatorios de paso son aquellos sitios dentro del proyecto por donde obligatoriamente se tiene que pasar la carretera o trocha, por motivos ambientales, técnicos, económicas, sociales o políticas. Un punto obligado de paso tomado en cuenta es la ubicación del Puente Lavasen Alto, ya que se busca disminuir su longitud en lo posible y tener un buen anclaje para los estribos del mismo, esto bajo criterios de economía y seguridad respectivamente. A continuación, se describe sus coordenadas junto a cada progresiva los puntos que son de interés para este estudio:

Cuadro 6
Cuadro de Coordenadas UTM - WGS87

Progresiva	Ubicación	WGS87-Coordenadas UTM		
		Altitud	Norte	Este
0+000	Inicio de Tramo Santa Catalina	3030.108	9152281.36	212396.73
4+010.06	Ubicación Puente Lavasen Alto	2795.982	9152345.12	216017.66
5+778.49	Fin de Tramo Santa Clara	2890.124	9153535.04	215066.13

3.1.5.4. Red de Apoyo Planimétrico

Poligonal abierta.

3.1.6. Trabajo de Gabinete

3.1.6.1. Procesamiento de la Información de Campo

Toda datación obtenida o extraída en campo fue guardada en la estación marca LEICA y su memoria interna.

Esta información fue conceptualizada en hojas de cálculo en Excel, obteniendo coordenadas o ejes UTM, en los puntos cardinales Este y Norte.

3.1.6.2. Trazo de la poligonal

Este trazo hecho un polígono nos sirve para que en un futuro se pueda modificar o replantear el trazo por donde pasara la obra. Esta poligonal consta con sus elementos pertinentes, así como también puntos que se interceptan o vértices de esta poligonal.

Cuadro 7: Coordenadas de Estaciones por Estacas

Estación	COORDENADAS			ANGULO INTERNO		DESCRIPCION
	NORTE	ESTE	ELEVACION	G	M	
E1	9151166.636	212540.090	3095.65	24 °	16 '	Estaca de fierro de 1/2" empotrado en dado de concreto sobre terreno natural con pintura de color naranja, a unos 10 metros a la derecha de la carretera existente en el poblado de Santa Catalina este es un punto base .
E2	9152566.630	211043.490	3038.65			Clavo de fierro empotrado en dado de concreto simple sobre terreno natural, a 49 metros aprox. de la E1 es la estacion E-7 del punto base de la carretera Santa Catalina y Chuquitambo.
E3D	9152538.718	211967.984	3006.11	34 °	37 '	Clavo de fierro empotrado en dado de concreto pintado de color rojo. La Estación se encuentra en una loma sobre la trocha antigua hacia chuquitambo
PC1	9152490.408	212019.978	2986.53	116 °	08 '	Clavo de fierro empotrado en dado de concreto pintado de color rojo bajo la trocha antigua hacia chuquitambo a 70.97 mt de la E-3D
E-4V	9152490.408	212019.978	2978.75			Clavo de fierro empotrado en dado de concreto simple sobre terreno natural. Sobre camino de herradura existente.
E-5V	9152422.977	213125.923	2960.67	178 °	02 '	Clavo de fierro empotrado en dado de concreto simple sobre terreno natural, a 159.91 de la estacion 4v. Sobre camino de herradura existente.
E-6V	9152534.242	213858.684	2840.86	160 °	39 '	Estaca de fierro de 1/2" empotrada en dado de concreto simple sobre terreno natural de esta estacion se coloco las esatciones (E-7 y E-8).
E-7V	9152500.123	214039.094	2882.21	158 °	58 '	Clavo de fierro empotrado en dado de concreto pintado de color rojo en una loma sobre el camino hacia el poblado de Santa Clara
E-8V	9152350.326	213359.353	2952.34	°	'	Clavo de fierro empotrado en dado de concreto simple sobre terreno natural, a unos 60 metros del camino de herradura hacia Santa Clara en la quebrada San Antonio.
E15	9152330.619	214313.213	3054.05	95 °	23 '	Clavo de fierro empotrado en terreno natural pintado de color rojo en loma zona rocosa. Ubicado cerca a la "Piedra de El Buitre" conocida de esta manera por los pobladores del lugar.
E16	9153225.558	214990.541	2801.91	116 °	14 '	Estaca de fierro de 1/2" empotrada en dado de concreto simple sobre terreno natural, en una loma antes de la quebrada Enaben sobre el camino.
PC2	9153210.803	215067.378	2810.00			Estaca de fierro de 1/2" empotrada en dado de concreto simple sobre terreno natural, en una loma antes de la quebrada Enaben sobre el camino.

3.1.6.3. Trazo de la línea de Gradiente

Con los datos de la forma del terreno obtenidos con el alzamiento topográfico, se siguió a efectuar dentro de los planos con escala 1/2000 el trazo de las curvas de nivel cada 10 y 20 metros dependiendo de los elementos de curva; definiendo lo puntos iniciales y finales, de control y por último puntos por donde no se debe pasar el trazo.

3.1.6.4. Desarrollo de Planos

GENERALES

- Plano de Ubicación.
- Plano Clave.
- Plano de Ubicación de cantera.
- Plano de Fuente de Aguas.

TOPOGRÁFICOS:

- Poligonal de Apoyo.
- Planta y Perfil Longitudinal.
- Secciones Transversales.
- Plano de Plazoletas, botaderos.

GEOLÓGICOS

- Ubicación de Calicatas.
- Perfil Estratigráfico.

OBRAS DE ARTE

- Hidrografía de la Cuenca.
- Topografía de la Cuenca.
- Ubicación de Obras de Arte.
- Detalles de Alcantarillas.
- Secciones de Alcantarillas.
- Sección Típica de Badenes.

3.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CANTERA

3.2.1. Estudio de Suelos

3.2.1.1. Alcance

El análisis de los suelos, así como de canteras del material recogido en campo para ser estudiado en “DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LOS CENTROS POBLADOS DE SANTA CATALINA – SANTA CLARA, DISTRITO DE PATAZ, PROVINCIA DE PATAZ, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD” solo serán válidos para el tramo en estudio y no tendrá validez alguna para ser aplicados en zonas aledañas.

3.2.1.2. Objetivo

Localizar los índices y peculiaridades físicas-mecánicas de cantera y suelos más adecuada del proyecto en estudio denominado: “DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LOS CENTROS POBLADOS DE SANTA CATALINA – SANTA CLARA, DISTRITO DE PATAZ, PROVINCIA DE PATAZ, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”.

3.2.1.3. Descripción de los Trabajos

3.2.1.3.1. Estudio de Suelos en Proyecto

El análisis de suelo es el análisis y resultados cuantitativos en el análisis de las peculiaridades físicas, mecánicas de los suelos y capacidad de carga de terreno; todo esto a través de un documento técnico firmado y sellado por un laboratorio, en el caso de mi tesis del laboratorio y el personal especializado a cargo.

- Los análisis se basan en contemplaciones empíricas realizadas en el área del proyecto
- Análisis mecánico o granulométrico por tamizado.
- Límites de consistencia.
- Contenido de humedad.
- Proctor modificado.
- Ensayo de CBR y expansión.

3.2.1.3.2. Ubicación de Calicatas

En el presente diseño de carretera se consideró la toma de muestras a cada 1000 m. aproximadamente de cada calicata.

Evaluamos durante lo que demora todo el proyecto topográfico los diferentes tipos de suelos existentes en cada tramo por kilómetro explorado formado una gráfica de estas.

Al Desarrollar estas exploraciones vemos convenientes por la longitud de la futura carretera contemplar hacer una calicata por cada kilómetro recorrido los cuales nos dan 6 y a su vez una calicata en la cantera más cercana del proyecto: C-01 al C-6 y C-X.

Cuadro 8

Número de Calicatas para Exploración de Suelos.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número Mínimo de Calicatas
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.30, 1.35, 1.40, 1.50 respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 Calicata x Km

3.2.1.3.3. Ensayo de Laboratorio

Los ensayos fueron hechos bajo los términos y regulaciones establecidos por el Manual de Ensayos de Materiales EM-2000 en cada una de las variaciones estratigráficas del suelo a estudiar.

En cada una de las exploraciones de las muestras de suelos estos trabajos nos hicieron hacer un gráfico separando las diferentes propiedades del subsuelo terrestre de la zona.

A continuación, describiremos cada uno de los métodos a los cuales son sometidas las muestras de suelo.

3.2.1.3.3.1. Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM D-422)

La granulometría es la repartición de las partículas de un suelo concorde a su tamaño, que se define con el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (diámetro 0.074 milímetros), la

distribución granulométrica se trabaja por sedimentación mediante el tamizado considerando cada porcentaje que pasa y cada porcentaje que es retenido por los distintos tamices y diámetros de ellos; comparando estos porcentajes de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado formando la curva granulométrica.

3.2.1.3.3.2. Contenido de Humedad Natural (ASTM D-2216).

Esta muestra tiene que ser tratada en el laboratorio bajo situaciones controladas para no distorsionar los cálculos separándolas de situaciones atmosféricas que la hagan variar; una ayuda a esto es transportar las muestras al laboratorio lo más hermético posible.

3.2.1.3.3.3. Límites de Atteberg (ASTM D-4318).

Este límite de consistencia o de Atteberg estudia los límites líquido y plástico que pueden tener las muestras de suelos.

Se comprende con el termino de plasticidad de un respectivo suelo cuando puede llegar a ser moldeable. Dependiendo del porcentaje de la arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque es será el suficiente conector ligante actuante en el material.

El material puede pasar por tres estados líquidos, plásticos y secos; además de semi estados que son de transferencia entre ellos.

El semi estado entre el líquido y plástico es como lo dice tiene un porcentaje de humedad que no logra que se pueda modelar y se mantiene en un estado casi liquido

Y de ser semi liquido puede pasar al plástico cuando se le quitando el porcentaje de agua, ya se comienza a poder trabajar como un tipo de gelatina Al seguir quitando porcentaje de agua, llega el momento que pierde su trabajabilidad y se cuartea el material llegando a ser un posible estado semi seco. cuando ya puede el material llegar a ser de semilíquido a plástico lo consideramos como esta Límite Líquido (ASTM D-423), y por último cuando pasa de estado plástico y llega a hacer semi seco será llamado Límite Plástico (ASTM D-424).

3.2.1.3.3.4. Ensayos de Compactación Proctor Modificado (ASTM D-1557).

El ensayo de compactación Proctor es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno. A través de él es posible determinar la compactación máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, condición que optimiza el inicio de la obra con relación al costo y el desarrollo estructural e hidráulico.

Tipo de ensayos: Ensayo Proctor Normal y Ensayo Proctor Modificado

La diferencia entre ambos estriba en la distinta energía utilizada, debido a mayor peso del pisón y mayor altura de caída en el Proctor modificado.

El ensayo consiste en compactar una porción de suelo en un cilindro con volumen conocido, haciéndose variar la humedad para obtener el punto de compactación máxima en el cual se obtiene la humedad óptima de compactación. El ensayo puede ser realizado en tres niveles de energía de compactación, conforme las especificaciones de la obra: normal, intermedia y modificada.

3.2.1.3.3.5. Ensayo de CBR (ASTM D-1883).

El Ensayo CBR (California Bering Ratio) es uno de los ensayos fundamentales e indispensables que se requiere en cada uno de los diseños de carretera en nuestro litoral lo cual mide la resistencia o cortante basal o capacidad de soporte de la explanada así como también saber si las propiedades del sueño y sub suelo son los aceptables en el diseño.

Este es un ensayo de penetración o punzonamiento y además mide el hinchamiento del suelo sumergido durante 4 días en agua.

Cuadro 9

Número de CBR para Exploración de Suelos.

Tipo de Carretera	Número Mínimo de Calicatas
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	Cada 3km se realizará un CBR

3.2.1.3.4. Clasificación De Suelos.

3.2.1.3.4.1. Sistema de Clasificación A.A.S.H.T.O.

Calicata N°1

Calicata Km 0+180

0.00–1.40 m. Clasificado en el ordenamiento “AASHTO” como piso de material limo arcilloso “A-4 (2)” capacidad de humedad de 13.39%; además con un 49.15% de finos que pasan la malla N° 200 y un registro de plasticidad de 9.

Calicata N°2

Calicata Km 0+580

0.00–1.50m. Clasificado en el ordenamiento “AASHTO” como un piso de material limo arcilloso “A-6 (10)” capacidad de humedad de 2.51%; además con un 62.89% de finos que pasan la malla N° 200, registro de plasticidad de 20.

Calicata N°3

Calicata Km 2+700

0.00 – 1.50 m. Clasificado en el ordenamiento “AASHTO” como un piso de material granular “A-2 (4)” capacidad de humedad de 4.45%; además con un 31.50% de finos que pasan la malla N° 200 y un registro de plasticidad de 1.

Calicata N°4

Calicata Km 3+785

0.00 – 1.50 m. Clasificado en el ordenamiento “AASHTO” como un piso de material limo arcilloso “A-6 (2)” capacidad de humedad de 11.34%; además con un 47.80% de finos que pasan la malla N° 200, registro de plasticidad de 12.

Calicata N°5

Calicata Km 4+450

0.00 – 1.50 m. Clasificado en el ordenamiento “AASHTO” como un piso de material limo arcilloso “A-4 (1)” capacidad de humedad de 3.77%; además con un 45.48% de finos que pasan la malla N° 200, registro de plasticidad de 10.

Calicata N°6

Calicata Km 5+060

0.00 – 1.50 m. Clasificado en el ordenamiento “AASHTO” como un piso de material limo arcilloso “A-4 (1)” capacidad de humedad de 14.24%; además con un 44.90% de finos que pasan la malla N° 200, registro de plasticidad de 10.

Calicata C-X (Cantera)

Cantera

Clasificado en el ordenamiento “AASHTO” como un piso de material granular, fragmentos de roca, grava y arena “A-1-a (0)” capacidad de humedad de 0.44%; además con un 0.79% de finos que pasan la malla N° 200 y sin registro de plasticidad.

3.2.1.3.4.2. Sistema de Clasificación S.U.C.S.

Calicata N°1

Calicata Km 0+180

0.00 – 1.40 m. Arena arcillosa con grava. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SC”.

Calicata N°2

Calicata Km 0+580

0.00 – 1.50 m. Arcilla ligera arenosa. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “CL”.

Calicata N°3

Calicata Km 2+700

0.00 – 1.50 m. Grava limosa con arena. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “GM”.

Calicata N°4

Calicata Km 3+785

0.00 – 1.50 m. Arena arcillosa con grava. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SC”.

Calicata N°5**Calicata Km 4+450**

0.00 – 1.50 m. Arena arcillosa con grava. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SC”.

Calicata N°6**Calicata Km 5+060**

0.00 – 1.50 m. Grava arcillosa con arena. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “GC”.

Calicata C-X (Cantera)

Grava mal graduada. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “GP”.

Cuadro 10
Cuadro de Calicatas

CALICATA	KM	Cota (m.s.n.m.) Aproximada	Profundidad Calicata (m)
C-1	0 + 180	3020.5	1.50
C-2	0 + 580	3000	1.50
C-3	2 + 700	2851.5	1.50
C-4	3 + 785	2800	1.50
C-5	4 + 450	2806.5	1.50
C-6	5 + 060	2893	1.50

Cuadro 11
Resumen de Valores del Ensayo – De C01 a C06.

N°	Descripción del Ensayo	Unidad	C01	C02	C03	C04	C05	C06
			E01	E02	E03	E04	E05	E06
1.00	Granulometría							
1.01	3"	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.02	2 1/2"	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.03	2"	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.04	1 1/2"	%	0.00	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00
1.05	1"	%	0.90	1.65	5.23	2.48	2.46	1.30
1.06	3/4"	%	5.08	1.91	9.69	6.37	3.91	10.85
1.07	1/2"	%	9.81	2.28	19.49	11.83	9.68	16.48
1.08	N°3/8"	%	12.71	2.96	25.35	15.27	13.54	20.44
1.09	N°1/4"	%	18.06	3.57	35.45	19.04	18.91	24.71
1.10	N°4	%	20.99	5.12	42.16	22.88	22.56	27.90
1.11	N° 10	%	26.65	6.08	53.88	29.68	30.23	34.22
1.12	N° 40	%	32.55	12.54	59.52	36.08	37.38	39.90
1.13	N° 60	%	38.53	21.32	62.05	41.24	42.60	44.92
1.14	N° 100	%	45.66	31.08	65.23	48.43	49.01	50.74
1.15	N° 200	%	50.85	37.11	68.50	52.20	54.52	55.10
2.00	Contenido de Humedad	%	13.79	2.51	4.45	11.34	3.77	14.24
3.00	Límite Líquido	%	30	38	21	27	27	27
4.00	Límite Plástico	%	21	18	20	15	17	17
5.00	Índice de Plasticidad	%	9	20	1	12	10	10
6.00	Clasificación		SC	CL	GM	SC	SC	GC
	SUCS							
7.00	Clasificación AASHTO		A-4 (2)	A-6 (10)	A-2-4(0)	A-6 (2)	A-4 (1)	A-4 (1)
8.00	Peso Específico	Gr/cm3	2.08	-	-	2.04	-	-
9.00	CBR							
9.01	Máxima Densidad Seca	Gr/cm3	1.909	-	-	1.932	-	-
9.02	Óptimo C.Humedad	%	9.2	-	-	9.69	-	-
9.03	CBR al 100%	%	18.88	-	-	18.93	-	-
9.04	CBR al 95%	%	15.23	-	-	14.45	-	-
10.00	Nivel Freático	Mts.	-	-	-	-	-	-

3.2.2. Estudio de Cantera

Se le llama cantera al lugar o yacimiento de material de forma natural de acuerdo a sus características físicas, químicas utilizada en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

3.2.2.1. Generalidades.

De acuerdo a los estudios y ensayos de laboratorio se puede deducir la calidad de la cantera conforme a las especificaciones del material que existe en estas

explotaciones, los procesos, estudios durante años han dado con especificaciones estándar para el uso y aplicación de los distintos tipos y capas de los pavimentos; así como también estos aseguran que los agregados sean del tamaño y calidad idóneo para la obra.

3.2.2.2. Identificación de Canteras.

CANTERA CHUQUITAMBO. El yacimiento se ubica 500 m al Sudeste del C.P. Chuquitambo, junto al Proyecto de Carretera a Quishuar Km 2+100, lugar que está al Noroeste del asentamiento minero de Poderosa, parte alta de la cuenca de Shilincucho de la Provincia de Pataz, departamento de La libertad.

Los materiales encontrados fueron, mezcla de grava, arena y un pequeño porcentaje de fino con características plásticas clasificado como A-1-a (0) (clasificación ASSHTO) o SP (clasificación SUCS), con un contenido natural de humedad entre el 0.5% y el 1.5% dependiendo principalmente de las condiciones atmosféricas.

3.2.2.3. Evaluación de las características de la resistencia de materiales de Cantera.

A través del siguiente cuadro podremos sintetizar la evaluación del terreno del proyecto a diseñar en el cual podremos darle valor a los siguientes términos:

si el terreno puede soportar la carga de la carretera

sí a lo largo del proyecto no hay tantos cortes y rellenos de volúmenes que lleguen a perjudicar a los habitantes del entorno.

Veremos si el análisis del CBR supera los 40 por ciento en sub base

Veremos si el análisis del CBR supera los 80 por ciento en base

Veremos lo máximos y mínimos tamaños de los agregados

Cuadro 12

Resumen de Valores del Ensayo – De C-X.

N°	Descripción del Ensayo	Unidad	CANTERA
			C-X
1.00	Granulometría		
1.01	3"	%	0.00
1.02	2 1/2"	%	0.00
1.03	2"	%	0.00
1.04	1 1/2"	%	0.00
1.05	1"	%	0.00
1.06	3/4"	%	4.52
1.07	1/2"	%	27.43
1.08	N°3/8"	%	47.49
1.09	N°1/4"	%	81.35
1.10	N°4	%	93.08
1.11	N° 10	%	99.09
1.12	N° 40	%	99.14
1.13	N° 60	%	99.14
1.14	N° 100	%	99.16
1.15	N° 200	%	99.21
2.00	Contenido de Humedad	%	0.44
3.00	Límite Líquido	%	NP
4.00	Límite Plástico	%	NP
5.00	Índice de Plasticidad	%	NP
6.00	Clasificación		GP
	SUCS		
7.00	Clasificación AASHTO		A-4 (1)-a(0)
8.00	Peso Específico	Gr/cm3	1.99
9.00	CBR		
9.01	Máxima Densidad Seca	Gr/cm3	1.898
9.02	Óptimo C.Humedad	%	5.56
9.03	CBR al 100%	%	58.27
9.04	CBR al 95%	%	40.1
10.00	Nivel Freático	Mts.	-

3.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y OBRAS DE ARTE

3.3.1. Hidrología

3.3.1.1. Generalidades

El presente análisis hidrológico e hidráulico corresponde al tramo de la carretera a construir a lo largo de los dos centros poblados Santa Catalina y el de Santa Clara, cuya longitud de vía alcanza seis kilómetros desarrollándose el trazo sobre la Cuenca Lavasen y pasando el trazo por el Río Lavasen en la progresiva Km 4+160 a través de una obra de arte mayor denominado Puente Lavasen Alto.

El estudio, básicamente comprende, los aspectos hidrológicos e hidráulicos del sistema de drenaje que permita la correcta eliminación y filtración de los flujos de agua, así como la evacuación de sus sólidos de escurrimiento superficial, que incidan sobre el tramo de la vía o trocha en estudio, como consecuencia del influjo de las precipitaciones, los mismos que serán considerados a un determinado riesgo tratable.

Debido a la escasez de información pluviométrica, en el ámbito en estudio, su generación y aplicación se apoyará en las leyes estadísticas y probabilísticas, entendiendo que los datos recopilados tienen una influencia en las posibles lluvias en el futuro formado un registro con los años en el caso de que no se tenga información pluviométrica.

Para la generación de información, utilizaremos información pluviométrica de estaciones cercanas, cuya influencia se encuentra dentro de sus límites y están ubicadas en un entorno climático, fisiográfico y latitudinal similar al ámbito en interés. Las estaciones base, para determinar los efectos orográficos y altitudinales en la ocurrencia de las lluvias y sus magnitudes están situadas en el cauce del río Condebamba, ubicada en la franja latitudinal del ámbito de estudio tributario, por su margen izquierdo del río Marañón, aguas abajo a aproximadamente 40 km, del punto de tributación del río Lavasén. Para la extensión de la información se tendrá como estación base a A. Weberbauer, ubicada cercana a la ciudad de Cajamarca y la de mayor confiabilidad.

3.3.1.2. Objetivos del Estudio.

Serán determinar la magnitud de las precipitaciones que caen en las cuencas de interés, que permitan estimar los caudales de escurrimiento superficial a ser utilizados en el diseño de las obras de drenaje transversal, pontones, badenes y alcantarillas; así como de las obras de drenaje longitudinal, las cunetas, de manera que se proteja a la vía del ataque progresivo del agua, tanto de los cursos con flujo permanente como por las ocasionadas por esorrentía superficial estacional.

3.3.2. Información Hidrometereológica y Cartográfica

El espacio geográfico de interés abarca las cuencas que forman la quebrada del La Lima y su colindando el Río Lavasen. Estas cuencas son pertenecientes del sistema hidrológico Marañón, ubicada entre las coordenadas UTM 9140000 a 9164000 Norte y 202000 a 226000 Este en el sistema WGS 84, cuyas altitudes varían desde los 1 200 a 3 500 msnm. Políticamente, las cuencas de interés se encuentran en las provincias de Bolívar y Pataz de la Región La Libertad.

El Cuadro 13 detalla las ubicaciones políticas y geográficas de las estaciones.

Cuadro 13: Estaciones meteorológicas

ESTACIÓN	UBICACIÓN POLÍTICA			UBICACIÓN GEOGRÁFICA			PERIODO DE REGISTRO	OPERADOR
	REGIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	LAT	LONG	ALT (m.s.n.m.)		
A. Weberbauer	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	07° 10'	78° 30'	2,536	1973 - 2007	SENAMHI
Huayo	Cajamarca	Cajabamba	Condebamb a	07° 29'	78° 07'	2,010	1977-1988	CICAFOR
Iscocucho	Cajamarca	Cajabamba	Condebamb a	07° 34'	78° 07'	2,115	1977-1987	CICAFOR
Pampa Grande	Cajamarca	Cajabamba	Cajabamba	07° 37'	78° 04'	2,620	1977-1987	CICAFOR
Corralpampa	Cajamarca	Cajabamba	Cachachi	07° 39'	78° 38'	3,385	1977-1986	CICAFOR
Cajabamba	Cajamarca	Cajabamba	Cajabamba	07° 37'	78° 03'	2,480	1993 - 2007	SENAMHI
Huamachuco	La Libertad	Sánchez Carrión	Huamachuco	07°49'	78°03'	3,030	1970 - 2007	SENAMHI

3.3.2.1. Información Pluviométrica

Precipitación

Desde el pensamiento de la ingeniería de los recursos hidráulicos, las precipitaciones serán el inicio del agua de la superficie terrestre; por tanto, cada dato o medición nos servirá de inicio de nuestro estudio para el control del agua. En nuestro caso, es el control de las aguas de escurrimiento superficial que van a impactar a lo largo de la longitud de la carretera.

En este acápite, para el ámbito en estudio, se tratarán aspectos fundamentales de las características de las precipitaciones, técnicas físico-estadísticas para la generación de información pluviométrica y su transformación en escurrimiento superficial, este último a distintos tiempos de retorno, que sea de utilidad para el diseño de cunetas, alcantarillas, badenes y pontones a ser construidos a lo largo de la carretera.

De los estudios realizados por León R., para las cuencas del Cajamarquino y Condebamba, vecinas a la cuenca de los ríos Quishuar y Lavasén y con características topográficas y climáticas similares, sobre todo el Condebamba, podemos deducir que el régimen de las precipitaciones, en el ámbito de estudio, presenta grandes variaciones mensuales en el curso del año, distinguiéndose dos estaciones hidrológicamente diferentes, una lluviosa y otra relativamente seca.

El lapso de tiempo lluvioso se amplía desde octubre hasta abril, en su transcurso se descarga alrededor de 85 % de la precipitación anual; mientras que, en el período seco precipita solamente el 15 % del total anual. El mes de julio es el más seco, con apenas 1.4 % de precipitación del total anual, con un coeficiente de variabilidad superior al 80 % entre un año y otro, es mayor a niveles altitudinales menores; en cambio, los meses lluviosos muestran una menor variabilidad entre un año y otro, con coeficiente de variabilidad promedio de 40 %, lo que indica una mayor regularidad entre un año y otro que los meses secos.

Las precipitaciones pluviales durante el año en el sector de influencia que corresponde a Patatz tienen como un promedio anual de 651.6 mm.

Cuadro 14

Precipitaciones

Estación Meteorológica Weberbauer

PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL HISTORICA, en mm/mes

Estación : **Weberbauer**
 Operador : SENAMHI
 Latitud S : 7°10'
 Longitud E : 78°30'

Altitud (msnm) : 2536
 Años registro : 1973 -2007
 Año base de análisis : 1973

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1973	95.3	70.7	91.6	98.4	27.9	29.3	8.4	18.3	87.2	65.5	68.2	72.3	733.1
1974	64.1	128.2	95.2	58.5	4.6	17.3	6.5	23.6	38.7	70.5	53.9	76.4	637.5
1975	91.6	158.1	199.4	70.7	66.8	10.0	7.2	19.3	45.1	80.2	65.1	80.9	894.4
1976	130.4	62.9	81.3	55.2	43.0	23.0	0.1	4.4	12.3	32.2	71.6	44.8	561.2
1977	129.9	146.4	141.9	42.6	25.5	8.0	7.5	0.1	16.1	53.4	54.8	68.2	694.4
1978	12.7	34.4	48.8	37.0	65.6	3.9	4.4	3.8	23.8	24.4	54.0	44.8	357.6
1979	84.1	81.6	159.7	37.1	16.3	1.8	7.5	15.3	33.6	24.4	26.3	46.6	534.3
1980	34.9	42.4	65.0	29.3	6.9	15.1	3.2	5.6	2.3	130.4	111.0	106.7	552.8
1981	78.2	186.5	105.7	33.7	14.7	6.6	7.2	12.1	22.0	111.9	45.6	111.3	735.5
1982	71.7	102.9	75.7	88.7	38.2	7.8	2.1	6.6	43.9	124.8	67.3	87.4	717.1
1983	116.6	75.7	152.8	105.7	31.1	10.1	9.6	2.7	19.2	86.9	28.1	118.4	756.9
1984	24.7	233.6	123.8	80.0	69.5	25.1	23.4	18.7	36.7	68.6	97.6	104.1	905.8
1985	24.6	42.4	37.2	41.9	53.0	0.4	4.8	18.3	37.3	50.0	23.9	40.3	374.1
1986	84.4	47.7	96.8	120.2	16.2	0.6	1.2	14.6	1.3	43.6	66.2	51.8	544.6
1987	98.2	95.2	39.2	52.2	11.1	4.0	10.8	12.3	39.5	37.2	74.3	61.5	535.5
1988	109.7	105.5	44.8	95.6	10.6	5.4	0.0	0.4	32.9	69.2	65.2	63.4	602.7
1989	87.0	158.8	113.6	85.4	18.8	16.7	3.2	5.9	53.5	106.6	47.1	2.7	699.3
1990	101.0	95.3	101.8	62.0	28.0	10.7	6.8	10.3	28.7	73.3	61.2	64.2	643.3
1991	43.8	90.0	133.7	55.2	19.7	0.7	0.4	0.3	10.2	28.2	55.1	71.9	509.2
1992	52.6	31.8	66.6	46.5	18.9	21.2	4.6	10.0	40.8	64.0	32.0	31.4	420.4
1993	61.0	112.2	245.0	102.9	29.6	1.9	3.3	2.9	51.4	106.3	71.4	84.1	872.0
1994	116.9	103.4	170.2	144.9	35.3	3.3	0.0	0.2	11.9	27.2	89.8	122.6	825.7
1995	44.7	108.3	75.7	49.7	20.6	1.7	13.2	10.8	11.5	51.8	50.5	76.4	514.9
1996	65.2	124.0	121.0	50.4	13.7	0.8	0.5	15.8	13.9	76.2	68.6	34.1	584.2
1997	63.8	152.9	26.5	40.4	17.0	15.9	0.2	0.0	27.4	50.8	111.9	129.4	636.2
1998	103.0	116.5	257.0	83.9	19.6	4.8	1.3	4.7	17.8	79.6	29.1	47.9	765.2
1999	94.8	242.7	69.5	64.4	53.7	22.8	22.1	1.2	81.4	21.7	77.0	68.8	820.1
2000	46.0	162.3	126.3	77.3	40.5	15.6	2.1	13.4	56.6	10.7	44.5	122.3	717.6
2001	191.2	100.8	230.2	57.2	48.1	2.3	13.9	0.0	34.4	46.2	93.4	90.9	908.6
2002	27.0	60.8	133.1	77.2	23.0	8.8	10.7	3.4	14.6	90.3	99.9	86.1	634.9
2003	51.1	61.4	103.6	42.1	30.7	22.3	1.8	10.6	14.8	46.0	63.8	80.7	528.9
2004	36.1	56.9	44.5	42.4	2.1	18.8	29.4	19.0	65.4	92.6	123.7	102.0	632.9
2005	84.9	119.3	136.0	54.0	7.2	4.5	0.0	3.5	31.2	92.3	30.0	87.8	650.7
2006	83.2	101.6	199.3	77.6	7.7	23.9	1.8	6.1	21.7	12.7	60.4	81.7	677.7
2007	95.4	17.5	182.4	111.5	29.0	1.4	10.7	6.4	11.6	118.9	97.6	68.8	751.2
MAX	191.2	242.7	257.0	144.9	69.5	29.3	29.4	23.6	87.2	130.4	123.7	129.4	908.6
MED	76.4	106.4	112.5	66.1	28.1	10.3	6.6	8.7	32.0	64.8	64.3	75.2	651.6
MIN	12.7	31.8	26.5	29.3	2.1	0.4	0.0	0.0	1.3	10.7	23.9	2.7	357.6
DEVEST	38.1	52.7	59.3	27.6	18.3	8.5	7.2	7.1	20.8	31.4	26.1	29.9	146.1
CV (%)	0.5	0.5	0.5	0.4	0.7	0.8	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.2

3.3.2.2. Precipitación Máxima en 24 Horas

Al no contar con una estación cercana a la zona, menos con instrumentos de registro continuo, así como datos de caudales y escorrentía desde las laderas hacia la carretera; estos se estimarán a partir de las precipitaciones máximas caídas en 24 horas, es decir máxima precipitación diaria, dando como resultados los caudales máximos útiles para dimensionar las obras hidráulicas a ser construidas a lo largo de la vía para direccionar y evacuar las aguas.

Las dataciones de las precipitaciones máximas en 24 horas, a ser utilizadas en las estimaciones de escurrimiento superficial y caudales, proceden de las estaciones A. Weberbauer y Cajabamba, los mismos que se presentan en el cuadro 15, desde hace 47 años de registro.

Cuadro 15

Precipitación máxima en 24 horas

AÑO	ESTACIÓN		AÑO	ESTACIÓN	
	Cajabamba	Weberbauer		Cajabamba	Weberbauer
1970	41.0	26.0	1989	31.0	30.0
1971	39.0	29.6	1990	32.5	25.4
1972	30.4	25.2	1991	35.0	29.7
1973	33.5	28.6	1992	27.0	17.7
1974	39.4	21.4	1993	43.3	22.5
1975	41.0	37.9	1994	36.0	28.5
1976	34.4	36.5	1995	31.2	20.6
1977	44.8	40.5	1996	33.3	35.1
1978	27.3	18.1	1997	48.8	27.6
1979	20.4	28.0	1998	66.2	31.7
1980	19.2	28.6	1999	43.3	38.8
1981	21.2	39.3	2000	25.8	30.1
1982	S/D	30.5	2001	48.6	28.2
1983	S/D	28.1	2002	49.3	22.3
1984	S/D	27.6	2003	39.0	20.8
1985	35.0	19.8	2004	36.5	28.1
1986	64.2	27.4	2005	37.1	20.2
1987	42.0	24.3	2006	65.7	16.4
1988	53.0	18.2	FUENTE	SENAHMI	

Se hace notar, que en la mayoría de oportunidades, se observa mayor precipitación máxima diaria en la estación de Cajabamba, aspecto que coincide con la mayor pluviosidad de Cajabamba, del orden de 950 mm, respecto a lo observado en la estación Weberbauer que es de 652, las precipitaciones máximas mensuales, también son mayores en Cajabamba que en Cajamarca, ver cuadro 16

Cuadro 16

Precipitación máxima mensual

AÑO	ESTACION		AÑO	ESTACION	
	Cajabamba	Weberbauer		Cajabamba	Weberbauer
1973	209.0	98.4	1991	202.0	133.7
1974	153.0	128.2	1992	122.0	66.6
1975	221.0	199.4	1993	309.0	245.0
1976	150.0	130.4	1994	248.2	170.2
1977	199.0	146.4	1995	237.4	108.3
1978	103.0	65.6	1996	233.2	124.0
1979	188.0	159.7	1997	184.7	152.9
1980	151.0	130.4	1998	296.3	257.0
1981	245.0	186.5	1999	319.7	242.7
1982	113.0	124.8	2000	228.9	162.3
1983	230.0	152.8	2001	244.2	230.2
1984	186.0	233.6	2002	329.5	133.1
1985	109.0	53.0	2003	140.7	103.6
1986	197.0	120.2	2004	158.6	123.7
1987	315.0	98.2	2005	172.6	136.0
1988	189.0	109.7	2006	276.4	199.3
1989	192.0	158.8	2007	319.2	182.4
1990	153.0	101.8			

Fuente: SENAMHI y Estudio riego Cajabamba – ATA

3.3.2.3. Intensidad de Diseño para Duraciones Menores a 24 Horas.

La intensidad de las precipitaciones es la razón de caída de la precipitación en la unidad de tiempo, normalmente referida a una hora, calculada con la relación

matemática $I = \frac{PP*60}{t}$, en la que I es la intensidad de la precipitación, en mm/h, PP es la lluvia parcial, en mm, caída en el tiempo t, en minutos.

El proceso de cálculo, es largo, se inicia con el cálculo de las intensidades instantáneas a partir de las bandas de los pluviógrafos en el cual se registra la marcha de la precipitación en un episodio lluvioso, luego las intensidades son calculadas para distintos tiempos de duración establecidos, normalmente 5, 10, 30, 60 y 120 minutos, luego utilizando las operaciones de Gumbel, se calculan las intensidades en los distintos tiempos necesarios en el estudio de duración de la lluvia y para distintos tiempos en que retornan, también establecidos.

Con los valores, así calculados, en estudios anteriores, para las estaciones de Cajabamba y Weberbauer se ha correlacionado la altitud con las intensidades para cada tiempo de retorno y duración, obteniéndose, para la mayoría de casos de buena a alta correlación ($r = 0.6$ y $r = 0.9$) por lo que haciendo uso de la ecuación de regresión lineal simple se ha calculado la intensidad promedio para el ámbito en estudio, valores que son presentados en el cuadro 17.

Cuadro 17

Intensidades para distintas duraciones (t) y tiempos de retorno (Tr), en el ámbito en estudio; calculadas por gradiente de intensidad pluviométrico

Tr (años)	Intensidad (mm/h) para distintos tiempos de duración (min)				
	5	10	30	60	120
20	134.6	101.2	58.1	34.7	20.4
25	140.1	104.7	60.2	35.9	21.1

Otra manera de estimar la intensidad de la precipitación es hacer uso de la metodología experimental que relaciona la intensidad con la precipitación máxima en 24 horas (precipitación máxima diaria); para lo cual, primeramente, haciendo uso de la distribución de Gumbel, explicada líneas atrás, se ha calculado las lluvias máximas diarias para distintos tiempos de retorno, resultado que se presenta en el cuadro 18.

Cuadro 18
Precipitación máxima en 24 h para distintos tiempos de retorno;
estación de Cajabamba.

Tr (años)	PP max 24 h (mm)
2	36.9
10	56.5
20	64.0
25	66.4
50	73.8
100	81.0
500	97.9
1000	105.1

Se precisa que estos tiempos se hicieron con la estación Cajabamba, por ser la más cercana al ámbito de interés y porque en ella ocurren las lluvias correspondientes a la misma perturbación meteorológica que en la cuenca Lavasen, justamente por estar en la misma franja latitudinal y por estar influenciado por las mismas corrientes de viento procedentes del sur este.

3.3.2.4. Análisis de la Información Pluviométrica.

La información pluviométrica, para el análisis, provienen de distintas fuentes; Para el análisis del gradiente pluviométrico altitudinal provienen de los archivos del Centro de Investigación y Capacitación Forestal (CICAFOR), hoy ADEFOR, de las estaciones Huayo, Iscochucho y Pampagrande, ubicados en distintos

niveles altitudinales de la cuenca del río Condebamba, tributario del río Crisnejas y cercanos (en línea recta) de la zona en interés, con características climáticas y fisiográficas del área en estudio.

Para la extensión de la información, los datos pluviométricos provienen de la estación Augusto Weberbauer, situada en la Universidad Nacional de Cajamarca, muy cercano a la ciudad de Cajamarca los cuales toma las 24 horas como registro máximo.

Todos estos procesamientos hacen un resumen histórico, así como periodos de retorno que van desde los 10 hasta 100 años y la aplicación del modelo de precipitaciones y escorrentía

3.3.2.4.1. Frecuencia del Suceso Hidrológico

Podemos definir como frecuencia hidrológica como la relación de magnitudes de eventos extremos como lo son las tormentas severas, crecidas y sequias en un determinado lugar de estudio, así como en predecir las precipitaciones futuras.

Este análisis de estos sucesos determinar factores en nuestros estudios como lo son el periodo de retorno, análisis de frecuencia, factores de frecuencia de chow y riesgo de falla.

La calidad y confiabilidad de los datos es necesaria para poder realizar exploraciones de periodos mayores a los datos obtenidos, así como también poder hacer las interpolaciones adecuadas

Para poder terminar el factor de frecuencia K_T se trabajará con las teorías de Chow las cuales determinan las magnitudes

Las fórmulas serán las siguientes

$$X_T = \mu + K_T \sigma$$

Y se puede estimar a partir de los datos.

$$X_T = \bar{x} + K_T s$$

Distribución Gumbel o Valor Extremo Tipo I.

Una familia importante de distribuciones usadas en el análisis de frecuencia hidrológico es la distribución general de valores extremos, la cual ha sido ampliamente utilizada para representar el comportamiento de crecientes y sequías (máximos y mínimos).

Función de Densidad.

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-\left(\frac{x-\beta}{\alpha}\right) - \exp\left(-\frac{x-\beta}{\alpha}\right)\right]$$

En donde α y β son los parámetros de la distribución.

$$F(x) = \int f(x) \cdot dx = \exp\left(-\exp\left(-\frac{x-\beta}{\alpha}\right)\right)$$

Estimación de Parámetros.

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s$$

$$\beta = \bar{x} - 0.5772\alpha$$

Donde \bar{x} y s son la media y la desviación estándar estimadas con la muestra.

Factor de Frecuencia.

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \right\}$$

Donde T_r es el periodo de retorno

Límites de Confianza.

$$X_{T_r} \pm t_{(1-\alpha)} \cdot Se$$

$$Se = \frac{\delta \cdot s}{\sqrt{n}}, \quad \delta = (1 + 1.1396 \cdot K_T + 1.1 \cdot K_T^2)^{1/2}$$

K_T es el factor de frecuencia y $t(1-\alpha)$ es la variable normal estandarizada para una probabilidad de no excedencia de $(1-\alpha)$.

3.3.2.4.2. Parámetros que Pautan la Precipitación.

Las relaciones de las precipitaciones características con sus variables son los siguientes:

- La precipitación es inversamente proporcional en el sentido de su intensidad vs su duración.
- Así como también de acuerdo a las superficies mientras más pequeñas más elevada es su intensidad y también en superficies grandes con poca o nula intensidad
- Las lluvias con poca intensidad se dan en largos planos superficiales.

Cuadro 19
Períodos de Retorno para Diseño de Obras de Drenaje en
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito

TIPO DE OBRA	PERÍODO DE RETORNO EN AÑOS
Puentes y Pontones	100
Alcantarillas de Paso	50
Alcantarilla de Alivio	10 – 20
Drenaje de la Plataforma	10

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje

3.3.2.4.3. Análisis de Cuencas.

Toda la información recopilada tanto como datos meteorológicos, información cartográfica, peculiaridades fisiográficas del cauce será de la llamada Cuenca Lavasen la cual abarca toda el área de estudio de la carretera.

3.3.2.4.3.1. Cuenca Hidrológica

Se le llama Cuenca Hidrológica a la parte o sección del plano superficial terrestre en las cuales las formas de agua superficial y subterráneas convergen de una manera armónica. Todas las peculiaridades topográficas, geológicas y fitográficas de un cauce nos sirven para el análisis de esta y poder diseñar las carreteras, así como las obras de arte respectivas a ellas. Todos estos datos y valores son importantes en el estudio

3.3.2.4.4. Parámetros Geomorfológicos.

El área en estudio se encuentra en estructuras tectónicas de la faja plegada del Ganticlinal del Marañón, su morfología es de montaña agreste modulada por escurrimientos groseramente modelado por fases de erosión y acción glaciár sobre rocas metamorfás del Proterozoico y Paleozoico, destacando estructuras plutónicas existentes en las estribaciones del Batolito de Pataz y sus trastornos en ambos flancos del Río Lavasen, generado un tanto por la presencia de Fallas Regionales y la acción erosiva de la red fluvial representada por una amplia franja detrítica segmentada por cruceros transversales y derrames volcánicos, siendo de mayor importancia la estructura falla regional y sus trastornos en ambos flancos del río Lavasen en este marco, las laderas se encuentra consecuentemente convulsionada por antiguos asentamientos y corrimientos del basamento fracturado que sirven de marco al rejuvenecimiento del lecho del Río Lavasen y de la quebrada Quishuar.

$$W = \frac{A}{L}$$

Dónde:

W: Ancho medio de la cuenca, en Km.

A: Área de la cuenca, en Km².

L: Longitud del curso más largo, en Km.

Coefficiente de Compacidad. (Kc)

El coeficiente de compacidad también determinado como Gravelius nos muestra la relación que se puede hallar entre el perímetro de la cuenca y el que puede haber con un círculo de área similar.

Si el valor de Kc es igual a la unidad indica que la cuenca tiene forma circular, lo que permite mayor oportunidad de crecientes, ya que los tiempos de concentración serán iguales para todos los puntos, si por el contrario el valor de Kc supera la unidad se trata de una cuenca que tiende a ser alargada.

A continuación, mostraremos la fórmula.

$$Kc = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}}$$

Dónde:

P: Perímetro de la cuenca, en Km.

A: Área de la cuenca, en Km².

Factor de Forma (Ff)

El factor de forma en una cuenca es importante porque relaciona el ancho medio de esta con la longitud que hay del curso de agua, esta división mientras más se acerca a la unidad hace que pueda haber más relación de avenidas extraordinarias.

$$F_f = \frac{A}{L^2}$$

Dónde:

A: Área de la cuenca, en Km².

L: Longitud del curso más largo, en Km.

Pendiente del Curso Principal (s).

Se determina considerando el desnivel entre el punto más alto del cauce y el más bajo dividido por la longitud de dicho tramo. Realizando cálculos se obtiene:

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Dónde:

ΔH : Diferencia de cotas del cauce principal, en metros.

L: Longitud, en metros.

3.3.2.5. Caudal Máximo De Diseño

Para la estimación del caudal de diseño, se presentan dos sistemas de evaluación:

- Mediciones Directas
- Correlación entre Registros Pluviométricos y Caudales de Derrame.

3.3.2.5.1. Mediciones Directas

En primer caso esta medición para que sea correcta debe tener un mínimo de 20 años de tiempo de observación, debido a su costo que es elevado, si no hay una medición directa también se puede optar con la extrapolación y comparación con otras cuencas y sistemas vecinos con condiciones iguales o muy similares.

3.3.2.5.2. Correlación entre Registros Pluviométricos y Caudales de Derrame.

a) Método del Hidrograma Unitario.

Este método consiste en la comparación de todo un historial de pluviogramas de una respectiva cuenca con todos los hidrogramas que se han ido obteniendo de una manera experimental, obtenido una relación directa de las variables más importantes como lo son las intensidades y los caudales directos al cauce en estudio.

A toda esta base de resultados se le llama hidrograma unitario, todos estos valores obtenidos son válidos para cauces mayores a 50 km² y menores de 10 000km².

b) Hidrograma Unitario (Sherman 1932).

Este hidrograma de escorrentía directa es un método más directo de hallar las intensidades y caudales en una cuenca, pero a su vez no está tan exacto como otros; El Hidrograma Unitario, H.U; de las D horas de precipitación en una cuenca, resultante de una (01) unidad de lluvia neta caída en durante D horas,

c) Método del Hidrograma Triangular.

Este método es un estimado con base a todas las precipitaciones que se pueden medir en la cuenca, así como también las características que se pueden observar y detallar en ella debido que no se tiene los datos de caudales mediante algún método,

La fórmula que se aplicara a continuación fue definida por Mockus, donde se obtendrá el caudal:

$$q_p = \frac{0.555 A}{t_b}$$

$$t_b = 2.67 \cdot t_p$$

$$t_p = \frac{t_c}{2} + t_r$$

Para cuencas de más de 5.00 Km²:

$$t_p = \sqrt{t_c} + t_r$$

$$t_r = 0.6 t_c$$

$$t_r = 0.005 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.64}$$

Donde L es la longitud del cauce principal en metros, S su pendiente en % y tr el tiempo de retraso en horas.

$$Q_{\max} = q_p \cdot P_e$$

$$P_e = \frac{\left[P - \frac{508}{N} + 5.08 \right]^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

Donde N es el número de escurrimiento, Pe y P están en cm.

:

Cuadro 20
DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CURVA – N

GRUPO	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN mm/h	TIPO DE SUELO
A	7.6 – 11.5	Estratos de arena profundos
B	3.8 – 7.6	Arena – limosa
C	1.3 – 3.8	Limos arcillosos, arenas limosas poco profundas
D	0.0 – 1.3	Suelos expansibles en condiciones de humedad, arcillas de alta plasticidad

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Cuadro 21
DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CURVA – N

COBERTURA	A	B	C	D
Arenas irrigadas	65	75	85	90
Pastos	40	60	75	80
Cuencas forestadas	35	55	70	80
Cuencas desforestadas	45	65	80	85
Áreas pavimentadas	75	85	90	95

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

d) Métodos Empíricos.

En nuestro caso será el que utilizaré ya fuese en caso si el proyecto tiene una cuenca de estudio y sus variables están en el rango entre los 1 km² y los 30 km², con esto poder obtener como dato principal mi caudal obtenido en campo por diferentes métodos empíricos:

e) Método Racional.

El siguiente método es aplicable en cuencas o micro cuencas menos a 5 km² y nos explica que la distribución e intensidad de las precipitaciones son uniformes en toda la cuenca y por ende el caudal llegara a su valor máximo siempre y cuando el tiempo de concentración tenga como Factor C un valor menor a 1.

Todo esto se verifica en los esquemas de intensidad vs duración asumiendo; es posible que abarca toda el área que contribuye en el caudal relativo con la intensidad máxima de la precipitación; así como el escurrimiento en m³/seg el área en kilómetros cuadrados y C como coef. de escurrimiento, y mm/hr será la intensidad

Formula Racional Básica.

$$Q = Q = 0.278 * C * I * A$$

Cuadro 22

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA – C

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERÍODO DE RETORNO (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Área de cultivos							
Plano 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47	0.57
Promedio 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.6
Alto superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano 0-2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Alto superior a 7%	0.37	0.4	0.42	0.46	0.49	0.53	0.6
Bosques							
Plano 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47	0.56
Alto superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: Libro "Hidrología Aplicada" de Ven Te Chow.

3.3.2.6. Tiempo de Concentración.

El tiempo de concentración T_c es el tiempo que demora una partícula en llegar desde el punto más lejano hasta la salida de la cuenca.

Para su desarrollo se trabajará con U.S. CORPS. OF ENGINEERS

Fórmula del Us Corps of Engineers.

$$T_c = 0.3 \frac{L^{0.76}}{s^{0.19}}$$

Dónde:

T_c : Tiempo de concentración en horas

L: Longitud del cauce en km.

s: Pendiente en m/m.

Aplicando la Formula de Us Corps of Engineers se obtiene los tiempos de Concentración tanto para el diseño de alcantarillas como para las cunetas.

Cuadro 23: Tiempo de Concentración

Código	Desde (km)	Hasta (km)	Area Esc. (km ²)	Long. Sup. Esc. (m)	Cota max. (m.s.n.m.)	Cota min. (m.s.n.m.)	Pendiente (m/m)	Tiempo Concen. (min)
A1	0+630.33		0.183	432.330	3200	3000	0.463	10.637
A2	1+164.99		0.121	632.350	3100	2965	0.213	15.880
A3	2+169.52		0.169	410.130	3185	2900	0.695	9.636
A4	2+592.79		0.101	666.810	3050	2850	0.300	15.741
A5	2+730.59		0.032	657.590	2950	2850	0.152	17.180
A6	3+101.26		0.363	369.490	2925	2825	0.271	10.200
A7a	3+434.25		1.768	1086.720	3400	2810	0.543	20.942
A7b	3+465.12		0.511	1041.070	3525	2800	0.696	19.555
A8	3+695.74		0.177	489.340	3125	2800	0.664	11.093
A9	4+596.89		1.093	2262.090	4150	2825	0.586	36.161
A10	5+355.85		0.593	1451.900	3700	2825	0.603	25.710

Codigo	Desde (km)	Hasta (km)	Area Esc. (km2)	Long. Sup. Esc. (m)	Cota max. (m.s.n.m.)	Cota min. (m.s.n.m.)	Pendiente (m/m)	Tiempo Concen. (min)
C1	0+000.00	0+630.33	0.0917	432	3200	3000	0.463	4.170
C2	0+630.33	1+035.48	0.0994	876	3425	2960	0.531	4.878
C3	1+065.48	1+164.99	0.0055	170	3100	2965	0.794	2.569
C4	1+164.99	1+501.94	0.0299	268	3125	2925	0.746	3.012
C5	1+531.94	1+722.05	0.0896	524	3330	2925	0.773	3.625
C6	1+767.05	2+169.52	0.0504	410	3185	2900	0.695	3.511
C7	2+169.52	2+592.79	0.0301	398	3050	2850	0.503	3.943
C8	2+592.79	2+730.59	0.0085	215	2950	2850	0.465	3.384
C9	2+730.59	3+101.26	0.0243	369	2925	2825	0.271	4.890
C10	3+101.26	3+465.12	0.2021	1087	3400	2810	0.543	5.156
C11	3+465.12	3+695.74	0.135	1041	3525	2800	0.696	4.624
C12	3+695.74	4+209.47	0.0493	489	3125	2800	0.665	3.764
C13	4+269.47	4+596.89	0.854	2506	4150	2825	0.529	6.672
C14	4+596.89	5+355.85	0.3578	1578	3700	2825	0.554	5.711
C15	5+355.85	5+974.363	0.3922	1581	3700	2900	0.506	5.919

3.3.3. Hidráulica y Drenaje

3.3.3.1. Drenaje Superficial

Se entiende como drenaje superficial a la acción de drenar o eliminar el agua excedente sobre el perfil del suelo debido a las lloviznas que proyectan sobre la zona del proyecto con distinta frecuencia e intensidad, en este proyecto es muy importante abarcar el tema del drenaje superficial debido a que la topografía del terreno es accidentada, así como también las intensidades de lluvia son variables durante todo el año.

3.3.3.2. Cunetas

Las cunetas son estructuralmente obras de arte para drenar longitudinalmente. Reciben las aguas de escurrimiento superficial de áreas situadas paralelamente y aguas arriba de la plataforma de la carretera y las conducen hasta un punto de entrega que, normalmente, son quebradas, arroyuelos o ríos.

Como se describe, líneas arriba, el método denominado racional es el más utilizado en estos cálculos; cuyos resultados se presentan en el escurrimiento delimitado en su base por la longitud entre progresivas, la intensidad de la precipitación corresponde a su tiempo de concentración y al tiempo de retorno, que para el caso es de 20 años, y el coeficiente de escurrimiento está definido por las características de la superficie de escurrimiento.

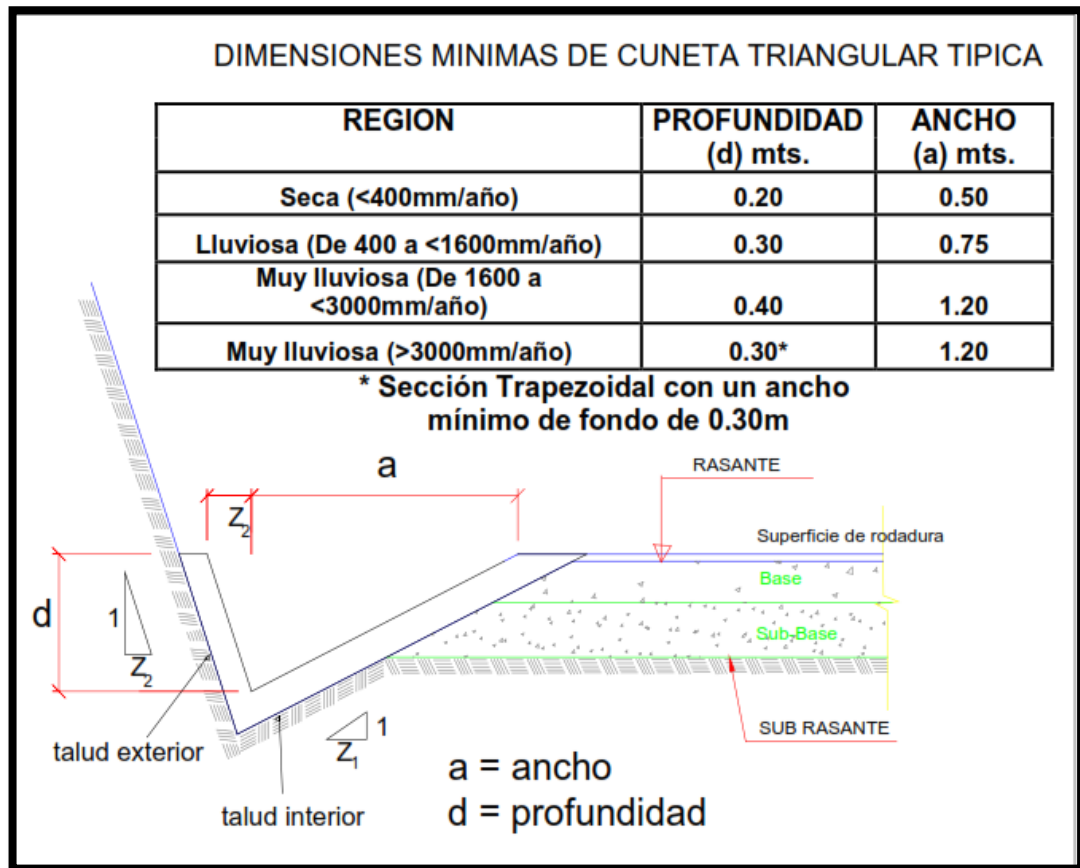


Figura 4: Sección Transversal de cuneta.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje.

Según la información de la estación Weberbauer, cuencas del Cajamarquino y Condebamba, vecinas a la cuenca de los ríos Quishuar y Lavasén y con características topográficas y climáticas similares, sobre todo el Condebamba, podemos deducir que el régimen de en las zonas de La precipitación pluvial anual un promedio anual de 651.6 mm en la zona, considerándose una zona seca según el Manual Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transporte y Comunicaciones se consideró:

Las cunetas que se diseñaran para el proyecto llegaran a tener como sección triangular bajo los pies de los taludes de corte.

Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en el cuadro 24.

Cuadro 24

Dimensiones mínimas recomendadas de sección de Cuneta

REGIÓN	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

3.3.3.2.1. Velocidades Límites

Velocidad límite de sedimentación : 0.50 m/seg

Velocidad límite de erosión : 1.50 m/seg

A todos estos valores máximos y mínimos se deberán tener múltiples y diferentes pendientes %.

Todos estos tipos de valores pueden generar en la superficie tanto erosión como sedimentación.

En este proyecto los valores hidráulicos por el estudio no llegarán a formar erosiones en el terreno, pero si sedimentación

3.3.3.2.2. Longitud Máxima y Caudal Máximo que recibirán las Cunetas.

Es un parámetro para que las cunetas no necesiten de alcantarillas de alivio, cuando la distancia es la máxima, cuando el agua no escurre el talud de esta ni tampoco rebasa la cuneta respecto a sus dimensiones.

$L_{m\acute{a}x} = A/b \geq \text{Long. Tramo.}$

$L_{m\acute{a}x}$ = Longitud máxima de la cuneta en metros.

A = área tributaria en metros cuadrados.

b = ancho de influencia (mínimo 100 mts).

3.3.3.2.3. Diseño Estructural de Cunetas Tramo: Santa Catalina – Puente Lavasen Alto – Santa Clara

Para poder encontrar los caudales para el diseño de las cunetas utilizaremos lo siguiente:

Pendiente (S) en m/m

$$(S) = \frac{Cota\ mayor - Cota\ menor}{Longitud}$$

Fórmula del US Corps of Engineers para el tiempo de concentración

$$Tc = 0.3 \frac{L^{0.76}}{s^{0.19}}$$

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración en horas

L: Longitud del cauce en km.

s: Pendiente en m/m.

Por consiguiente, se utiliza la siguiente fórmula para encontrar la Intensidad:

$$I = \frac{615 \cdot Tr^{0.18}}{(D + 5)^{0.685}}$$

I: Intensidad

Tr: Tiempo de retorno

D: Tiempo de concentración en minutos.

Por último se utilizará la fórmula racional para hallar el caudal

$$Q = CIA / 360$$

Q: caudal m³/s

C: Coeficiente de escorrentía = 0.25

I: Intensidad

A: Área en km².

Cuadro 25

Caudal de escurrimiento superficial en Cunetas

Codigo	Desde (km)	Hasta (km)	Area Esc. (km ²)	Long. Sup. Esc. (m)	Cota max. (m.s.n.m.)	Cota min. (m.s.n.m.)	Pendiente (m/m)	Tiempo Concen. (min)	Intensidad (mm/h)	Caudal (m ³ /s)
CAUDAL DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL EN LA CUNETAS										
C1	0+000.00 - 0+630.33		0.0917	432	3200	3000	0.463	11.010	104.244	0.6644
C2	0+630.33 - 1+035.48		0.0994	876	3425	2960	0.531	18.358	80.478	0.5129
C3	1+065.48 - 1+164.99		0.0055	170	3100	2965	0.794	4.891	144.980	0.924
C4	1+164.99 - 1+501.94		0.0299	268	3125	2925	0.746	6.995	127.039	0.8096
C5	1+531.94 - 1+722.05		0.0896	524	3330	2925	0.773	11.567	101.831	0.649
C6	1+767.05 - 2+169.52		0.0504	410	3185	2900	0.695	9.795	110.036	0.7013
C7	2+169.52 - 2+592.79		0.0301	398	3050	2850	0.503	10.185	108.091	0.6889
C8	2+592.79 - 2+730.59		0.0085	215	2950	2850	0.465	6.473	130.975	0.8347
C9	2+730.59 - 3+101.26		0.0243	369	2925	2825	0.271	10.813	105.132	0.67
C10	3+101.26 - 3+465.12		0.2021	1087	3400	2810	0.543	21.539	73.739	0.47
C11	3+465.12 - 3+695.74		0.135	1041	3525	2800	0.696	19.879	77.076	0.4912
C12	3+695.74 - 4+209.47		0.0493	489	3125	2800	0.665	11.294	102.995	0.6564
C13	4+269.47 - 4+596.89		0.854	2506	4150	2825	0.529	40.840	50.712	0.3232
C14	4+596.89 - 5+355.85		0.3578	1578	3700	2825	0.554	28.477	62.894	0.4008
C15	5+355.85 - 5+974.363		0.3922	1581	3700	2900	0.506	29.018	62.207	0.3965

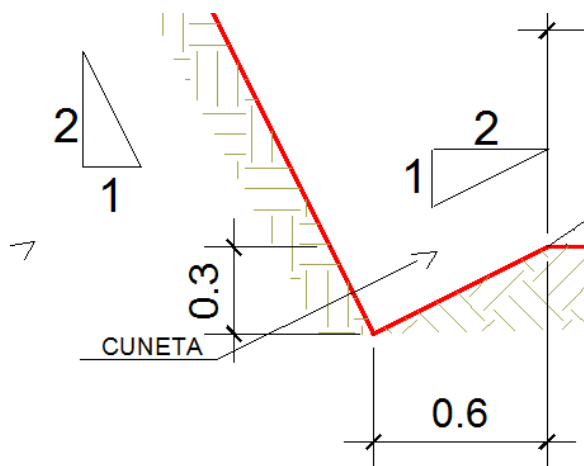


Figura 5: Sección de cuneta.

El área se calculó para un tirante de 0.15m, para que trabaje al 75% del tirante de 0.20m, considerado un borde libre del 25 % igual a 0.05

3.3.3.3. Alcantarillas.

Las alcantarillas son ductos que permiten el paso del agua de un lado a otro de la vía. Pueden tener forma circular, rectangular o elíptica. Las alcantarillas pueden prefabricarse o construirse en el sitio. Por lo general, aquellas construidas en el sitio tienen forma cuadrada o rectangular, mientras que las prefabricadas son circulares o elípticas. A menudo se construyen pasos de dos o tres ductos en forma cuadrada o rectangular una al lado de la otra, o “baterías de tubos” unos al lado de los otros.

La selección del tamaño de la alcantarilla o el diseño, para ser construido, dependen de la cantidad de agua que deberá permitir pasar; por tanto, deberá calcularse el caudal de escurrimiento superficial que se concentrará en el punto de ubicación de la alcantarilla, para un tiempo de concentración de la superficie de escurrimiento y para un tiempo de retorno establecido que para el caso es de 25 años.

3.3.3.3.1. Longitud de Alcantarillas.

La distancia longitudinal de las alcantarillas dependerá siempre del ancho de la calzada, (teniendo como concepto básico que las planchas minimultiplate MP-68 tiene una longitud de 0.81 m), de la altura del terraplén, del talud mismo, de la pendiente de la alcantarilla, del desviaje de la relación al camino; además depende del tipo de accesorios utilizados en los extremos ya sean muros o cabezales rectos o con aleros.

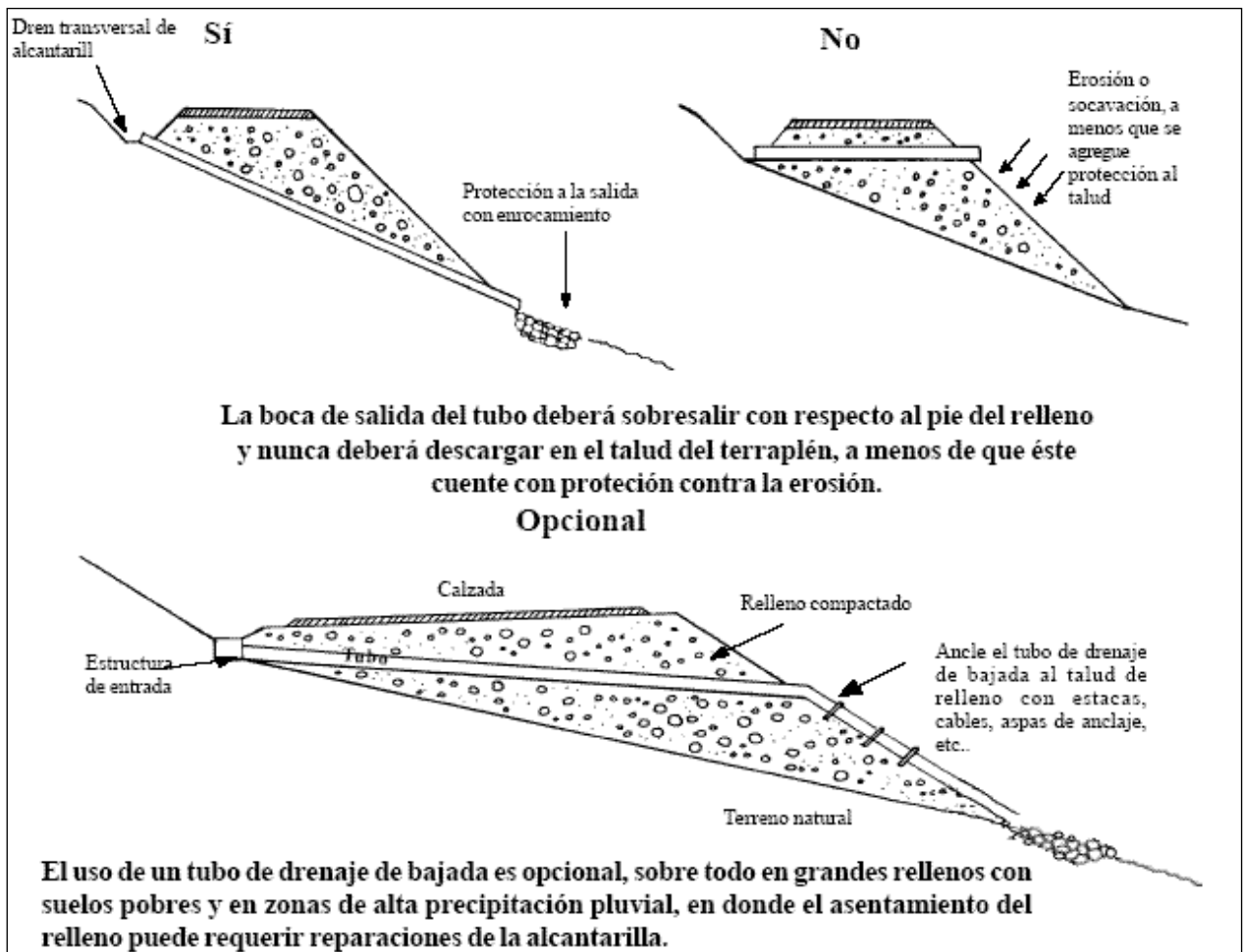


Figura 6: Colocación de alcantarillas en zona de relleno

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

3.3.3.3.2. Espesor Mínimo de Relleno Sobre Las Alcantarillas.

Para diseñar el espesor mínimo con el que se tendrá que rellenar las alcantarillas debemos de considerar lo siguiente.

Cargas Vivas

Estas cargas son causadas por el tránsito vial en movimiento. Para este caso se tiene un vehículo Típico de Carga H-20, actuando en un área de 0.90 m x 1 m, para diferentes alturas de cobertura de relleno, se puede observar que esta influencia disminuye conforme se aumenta la cobertura de relleno.

Cuadro 26: Altura de Cobertura de Relleno

Altura de Cobertura de Relleno (m)	Carga Viva (Kg/m ²)	Altura de Cobertura de Relleno (m)	Carga Viva (Kg/m ²)
0.30	8,788	1.50	1,221
0.60	4,393	1.80	976
0.90	2,929	2.10	854
1.20	1,953	2.40	488

Para alturas superiores, se omitirá la carga viva, debiéndose diseñar en base a la carga muerta.

Cargas Muertas

Es el principal parámetro que interviene en el diseño de las alcantarillas TMC y está dado por la presión que ejerce la cobertura de colmado que ira arriba de la corona de la alcantarilla.

Se supone que el peso del terraplén es distribuido en un ancho de 0.91 m determinándose el peso específico lineal en 1922 Kg/m³

La altura de cobertura mínima recomendada es de 0.30 m, esta altura se considera desde la corona de la tubería hasta el nivel de sub rasante.

Con respecto a la cobertura máxima que soporta la alcantarilla se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro 27: Altura de Cobertura de Relleno

DIÁMETRO	ALTURA DE COBERTURA MÍNIMA (m)	ALTURA DE COBERTURA MÁXIMA (m)
0.60 (m) [24"]	0.30	17.80
0.90 (m) [36"]	0.30	16.40
1.20 (m) [48"]	0.30	15.90
1.50 (m) [60"]	0.30	15.80
1.80 (m) [70"]	0.30	14.80

La presión unitaria del terraplén está dada por:

$$C_m = p \times h$$

Donde C_m es presión del peso en Kg/m^2 , p es la unidad de peso del suelo dado en Kg/m^3 , generalmente $p=1922 \text{ Kg/m}^3$ y h es la altura del relleno sobre la tubería

3.3.3.3. Protección de los extremos de las Alcantarillas.

- Muros de Cabeza.
- Cajas de entrada y Desarenadores.
- Muro transversal.
- Cajón de entrada.
- Desarenador.

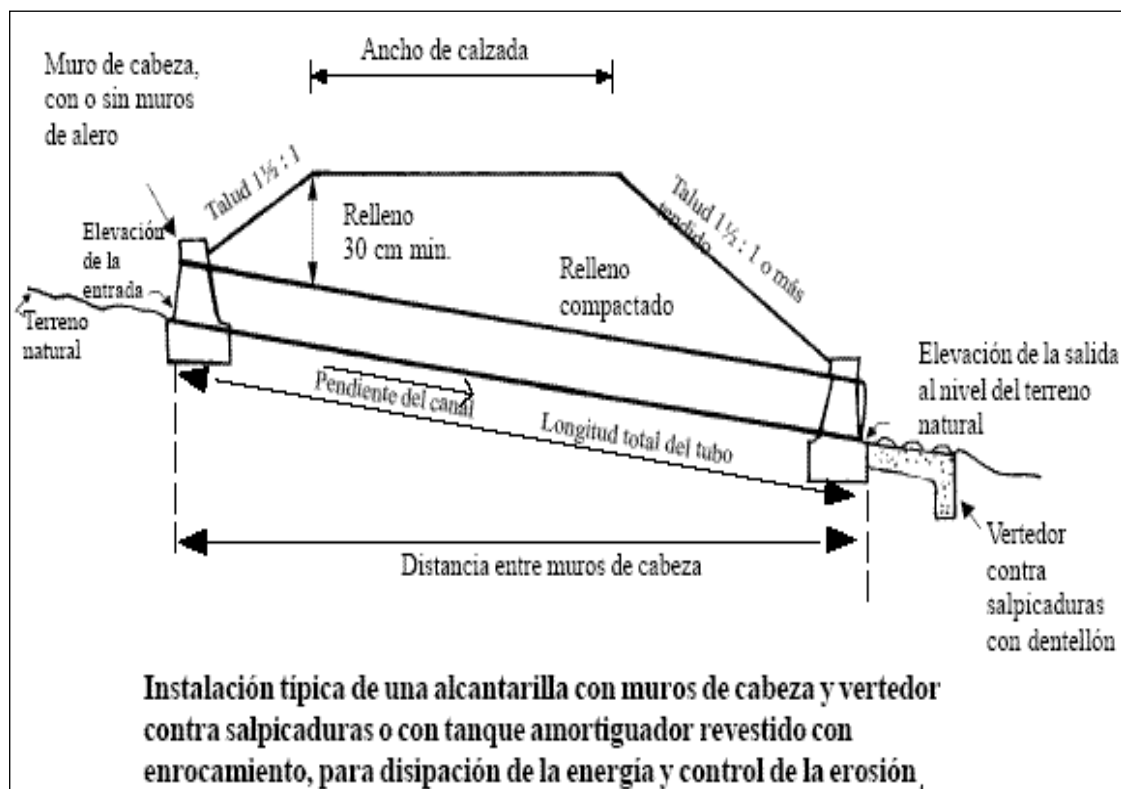


Figura 7: Protección contra la socavación.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Alineamiento.

El alineamiento siempre será perpendicular al eje de la carretera en proyecto, así como también la ubicación de las alcantarillas está dada por la progresiva de esta en la carretera.

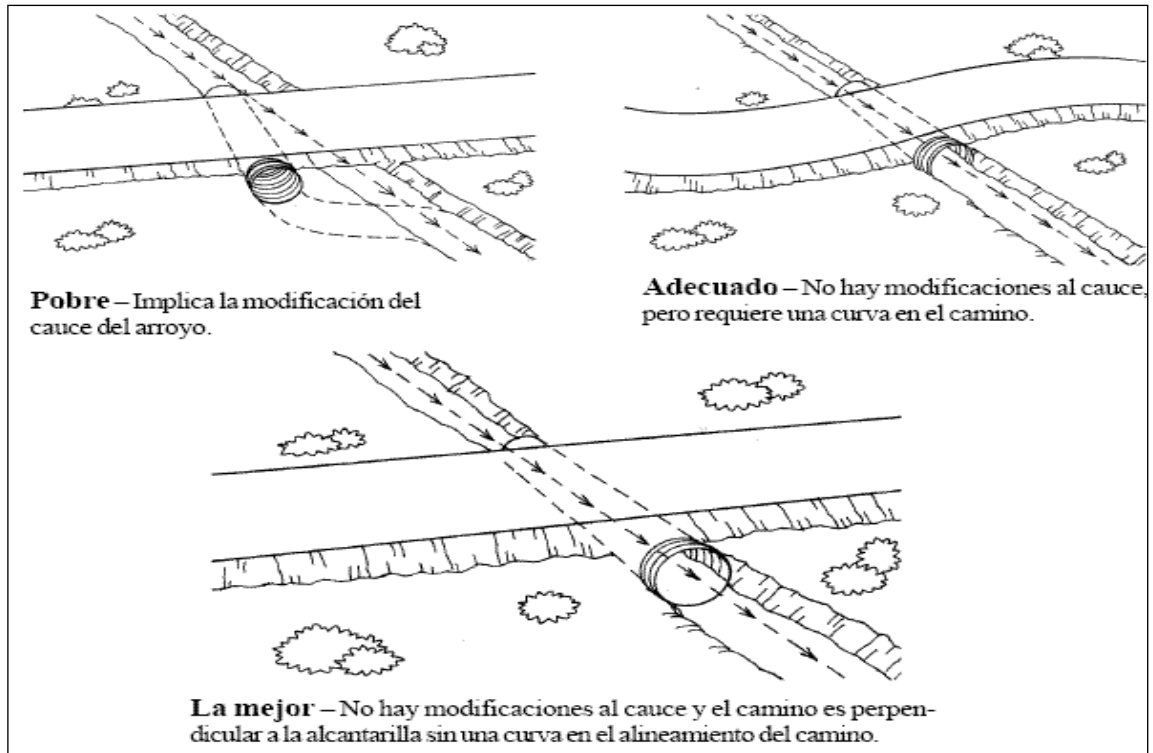


Figura 8: Alineamiento de las alcantarillas

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

3.3.3.3.4. Pendiente de la Alcantarilla.

Conocida el área hidráulica de la alcantarilla, se calculará la pendiente necesaria para seguir desarrollando los demás elementos de la alcantarilla necesarios.

Se utilizará la fórmula de Manning por ser una sección que toma en cuenta la fricción del agua contra el tubo.

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

Despejando S:

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

Donde:

n= 0.21 (rugosidad para tubos corrugados)

$$R = \frac{A_h}{P_m}$$

Donde:

R = Radio Hidráulico.

Ah = Área Hidráulica.

Pm = Perímetro Mojado

$$\therefore R = \frac{0.5768 D^2}{1.9578 D}$$

R = 0.295 D

$$\rightarrow V^2 = 6.1077D$$

Luego:

$$S = \frac{6.1077D \times 0.021^2}{0.2946D^{4/3}}$$

$$S = \frac{0.0137334}{D^{1/3}}$$

Las pendientes para las alcantarillas diseñadas son las siguientes:

Cuadro 28
Dimensiones de Alcantarillas

ALCANTARILLA	PROGRESIVA	Diámetro (pulg)	Pendiente Calculada S=%	Pendiente Recomendada S=%
ALC. N° 01	0+630.33	Ø 36 "	1.43	2.00
ALC. N° 02	1+164.99	Ø 36"	1.49	2.00
ALC. N° 03	2+169.52	Ø 36"	1.44	2.00
ALC. N° 04	2+576.44	Ø 36 "	1.54	2.00
ALC. N° 05	2+711.39	Ø 24"	1.73	2.00
ALC. N° 06	3+062.15	Ø 48"	1.35	2.00
ALC. N° 07a	3+389.06	3 Ø 48 "	0.89	2.00
ALC. N° 07b	3+449.60	2 Ø 48"	1.03	2.00
ALC. N° 08	3+639.72	Ø 36"	1.47	2.00
ALC. N° 09	4+418.79	2 Ø 48"	1.03	2.00
ALC. N° 10	5+056.90	Ø 48"	1.30	2.00

Rasante de fondo en las alcantarillas

La rasante que se le da al fondo de la alcantarilla, siempre se hace lo suficiente baja para drenar toda el agua superficial del terreno adyacente aguas arriba y aún más si la cota de salida lo permite con una pendiente mínima de 2% hasta 4% en las alcantarillas a excepciones de zonas que son muy planas en ese caso se podría trabajar con un 0.5%

3.3.3.3.5. Riesgo admisible.

El riesgo admisible tiene un periodo en que se proyecta retornar de acuerdo al cuadro es de 50 años con una vida útil de 10 años entonces el riesgo admisible es de 35 % de acuerdo a los parámetros del manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje.

Cuadro 29

Valores máximos de riesgo admisible de obras de drenaje.

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

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje.

3.3.3.3.6. Riesgo de obstrucción.

El riesgo es bajo debido al cuadro y a los coeficientes de escorrentía considerados en los cuadros para un área de vegetación, pasto y algunas zonas de cultivo cercabas.

Cuadro 30

Coefficiente 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.

De acuerdo al tipo de terreno, que presenta zonas cultivadas se adoptó un Coeficiente de Escorrentía, $C = 0.50$.

3.3.3.3.7. Velocidad máxima del agua.

De acuerdo al tipo de suelo y subsuelo más desfavorable que logra presentarse en todo el tramo del diseño se adoptó una Velocidad Máxima de 1.50m/seg. para la Cuneta debido a que esta no será revestida.

Cuadro 31
Velocidad máxima del agua

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

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje.

3.3.3.3.8. Coeficientes de Rugosidad (N).

Cuadro 32
Valores del coeficiente de Manning

TIPO DE CANAL		MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO	
A.CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIENTO PARCIALMENTE LLENO	A.1. METÁLICOS	a. Bronce Polido	0.009	0.010	0.013
		b. Acero			
		soldado	0.010	0.012	0.014
		con remaches	0.013	0.016	0.017
		c. Metal corrugado			
		sub - dren	0.017	0.019	0.021
	dren para aguas lluvias	0.021	0.024	0.030	
	A.2 NO METÁLICOS	a. Concreto	0.010	0.011	0.013
		tubo recto y libre de basuras	0.011	0.013	0.014
		tubo con curvas, conexiones	0.011	0.012	0.014
		afinado	0.013	0.015	0.017
		tubo de alcantarillado con			
		cámaras, entradas.	0.012	0.013	0.014
		Tubo con moldaje de acero.	0.012	0.014	0.016
Tubo de moldaje madera cepillada		0.015	0.017	0.020	
Tubo con moldaje madera en bruto					
b. Madera		0.010	0.012	0.014	
duelas		0.015	0.017	0.020	
laminada y tratada		0.018	0.025	0.030	
c. Albañilería de piedra.					

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje

3.3.3.3.9. Cálculos de Diseño

El caudal obtenido pico o máximo se define con:

$$Q = 0.278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Donde Q es el gasto máximo, en m³/s; C es el coeficiente de escurrimiento; i es la intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, en mm/h; A es el área de la cuenca drenada, en km²; Para poder encontrar los caudales para el diseño de las cunetas trabajaremos con lo siguiente:

Pendiente (S) en m/m

$$(S) = \frac{Cota\ mayor - Cota\ menor}{Longitud}$$

Fórmula del Us Corps of Engineers para el tiempo de concentración

$$T_c = 0.3 \frac{L^{0.76}}{s^{0.19}}$$

Dónde:

T_c: Tiempo de concentración en horas

L: Longitud del cauce en km.

s: Pendiente en m/m.

Después se utiliza la siguiente fórmula para encontrar la Intensidad:

$$I = \frac{615 \cdot T_r^{0.18}}{(D + 5)^{0.685}}$$

I: Intensidad

T_r: Tiempo de retorno

D: Tiempo de concentración en minutos.

Por último se utilizará la fórmula racional para hallar el caudal

$$Q = CIA / 360$$

Q: caudal m³/s

C: Coeficiente de escorrentía = 0.25

I: Intensidad

A: Área en km².

Cuadro 33

Valores de Caudal Máximo

Codigo	Desde (km)	Hasta (km)	Area Esc. (km2)	Long. Sup. Esc. (m)	Cota max. (m.s.n.m.)	Cota min. (m.s.n.m.)	Pendiente (m/m)	T Concen. (min)	Intensidad (mm/h)	Caudal (m3/s)
CAUDAL DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL EN LA ALCANTARILLA										
A1	0+630.33		0.183	432.330	3200	3000	0.463	10.637	160.346	1.099
A2	1+164.99		0.121	632.350	3100	2965	0.213	15.880	131.538	0.813
A3	2+169.52		0.169	410.130	3185	2900	0.695	9.636	167.778	1.071
A4	2+592.79		0.101	666.810	3050	2850	0.300	15.741	132.140	0.63
A5	2+730.59		0.032	657.590	2950	2850	0.152	17.180	126.204	0.27
A6	3+101.26		0.363	369.490	2925	2825	0.271	10.200	163.490	1.72
A7a	3+434.25		1.768	1086.720	3400	2810	0.543	20.942	113.361	6.817
A7b	3+465.12		0.511	1041.070	3525	2800	0.696	19.555	117.712	2.462
A8	3+695.74		0.177	489.340	3125	2800	0.664	11.093	157.224	0.922
A9	4+596.89		1.093	2262.090	4150	2825	0.586	36.161	82.630	4.071
A10	5+355.85		0.593	1451.900	3700	2825	0.603	25.710	100.989	2.289

Se utilizó la formula racional para obtener el gasto.

Formula de Caudal Máximo

De esta ecuación se calcula los diámetros del tubo, si se conoce el gasto:

$$D = \left(\frac{Q}{1.426} \right)^{2/5}$$

Cuadro 34

Valores de Diámetro Adoptado

ALCANTARILLA	PROGRESIVA	Q en Alcantarilla (m ³ /s)	Diámetro calculado (pulg)	Diámetro adoptado (pulg)
ALC. N° 01	0+630.33	1.099	36	Ø 36 "
ALC. N° 02	1+164.99	0.813	31	Ø 36"
ALC. N° 03	2+169.52	1.071	35	Ø 36"
ALC. N° 04	2+576.44	0.630	28	Ø 36 "
ALC. N° 05	2+711.39	0.270	20	Ø 24"
ALC. N° 06	3+062.15	1.720	42	Ø 48"
ALC. N° 07a	3+389.06	6.817	73	2 Ø 48 "
ALC. N° 07b	3+449.60	2.462	49	2 Ø 48 "
ALC. N° 08	3+639.72	0.922	33	Ø 36"
ALC. N° 09	4+418.79	4.071	60	2 Ø 36"
ALC. N° 10	5+056.90	2.289	48	Ø 48"

Verificación de diámetros de alcantarillas

Capacidad máxima de las alcantarillas según el diámetro en pulgadas:

- Q (24") = 0.41 m³/s
- Q (36") = 1.14 m³/s
- Q (48") = 2.344 m³/s

Cuadro 35**Condiciones de Diseño de Diámetros de Alcantarillas**

ALCANTARILLA	PROGRESIVA	Q en Alcantarilla (m ³ /s)	Diámetro adoptado (pulg)	Q entrada (m ³ /s)	Condición de diseño
ALC. N° 01	0+630.33	1.099	Ø 36 "	1.140	Suficiente
ALC. N° 02	1+164.99	0.813	Ø 36"	1.140	Suficiente
ALC. N° 03	2+169.52	1.071	Ø 36"	1.140	Suficiente
ALC. N° 04	2+576.44	0.630	Ø 36 "	1.140	Suficiente
ALC. N° 05	2+711.39	0.270	Ø 24"	0.410	Suficiente
ALC. N° 06	3+062.15	1.720	Ø 48"	2.344	Suficiente
ALC. N° 07a	3+389.06	6.817	2 Ø 48 "	4.688	Insuficiente
ALC. N° 07b	3+449.60	2.462	2 Ø 48 "	4.688	Insuficiente
ALC. N° 08	3+639.72	0.922	Ø 36"	1.140	Suficiente
ALC. N° 09	4+418.79	4.071	2 Ø 36"	2.280	Insuficiente
ALC. N° 10	5+056.90	2.289	Ø 48"	2.344	Suficiente

Debido a que hay diámetros insuficientes, procedemos a aumentar los diámetros, por lo que tenemos el siguiente cuadro:

Cuadro 36**Aumento en Condiciones de Diseño de Diámetros de Alcantarillas**

ALCANTARILLA	PROGRESIVA	Q en Alcantarilla (m3/s)	Diámetro adoptado (pulg)	Q entrada (m3/s)	Condición de diseño
ALC. N° 01	0+630.33	1.099	Ø 36 "	1.140	Suficiente
ALC. N° 02	1+164.99	0.813	Ø 36"	1.140	Suficiente
ALC. N° 03	2+169.52	1.071	Ø 36"	1.140	Suficiente
ALC. N° 04	2+576.44	0.630	Ø 36 "	1.140	Suficiente
ALC. N° 05	2+711.39	0.270	Ø 24"	0.410	Suficiente
ALC. N° 06	3+062.15	1.720	Ø 48"	2.344	Suficiente
ALC. N° 07a	3+389.06	6.817	3 Ø 48 "	7.032	Suficiente
ALC. N° 07b	3+449.60	2.462	2 Ø 48"	4.688	Suficiente
ALC. N° 08	3+639.72	0.922	Ø 36"	1.140	Suficiente
ALC. N° 09	4+418.79	4.071	2 Ø 48"	4.688	Suficiente
ALC. N° 10	5+056.90	2.289	Ø 48"	2.344	Suficiente

3.3.3.3.10. Diseño Estructural de Alcantarilla Tramo: Santa Catalina – Puente Lavasen Alto – Santa Clara

Determinación de las Cargas

Cargas Vivas

Estas cargas son causadas por el tránsito vial en movimiento. Para este caso se tiene un vehículo Típico de Carga H-20, actuando en un área de 0.90 m x 1 m, para diferentes alturas de cobertura de relleno, se puede observar que esta influencia disminuye conforme se aumenta la cobertura de relleno.

Cuadro 37

Altura de Cobertura de Relleno (m)	Carga Viva (Kg/m ²)	Altura de Cobertura de Relleno (m)	Carga Viva (Kg/m ²)
0.30	8,788	1.50	1,221
0.60	4,393	1.80	976
0.90	2,929	2.10	854
1.20	1,953	2.40	488

Para alturas superiores, se omitirá la carga viva, debiéndose diseñar en base a la carga muerta.

Cargas Muertas

Es el principal parámetro que interviene en el diseño de las alcantarillas TMC y está dado por la presión que ejerce la cobertura de colmado sobre la corona de la alcantarilla.

Suponiendo que el peso del terraplén es distribuido en un ancho de 0.91 m determinándose el peso específico lineal en 1922 Kg/m³

La altura de cobertura mínima recomendada es de 0.30 m, esta altura se considera desde la corona de la tubería hasta el nivel de sub rasante.

Cuadro 38

DIÁMETRO	ALTURA DE COBERTURA MÍNIMA (m)	ALTURA DE COBERTURA MÁXIMA (m)
0.60 (m) [24"]	0.30	17.80
0.90 (m) [36"]	0.30	16.40
1.20 (m) [48"]	0.30	15.90
1.50 (m) [60"]	0.30	15.80
1.80 (m) [70"]	0.30	14.80

La presión unitaria del terraplén está dada por:

$$C_m = p \times h$$

Donde C_m es presión del peso en Kg/m^2 , p es la unidad de peso del suelo dado en Kg/m^3 , generalmente $p=1922 \text{ Kg/m}^3$ y h es la altura del relleno sobre la tubería

Grado de compactación del Relleno

Se debe colocar como relleno, un material que nos garantice un grado de compactación igual o mayor al 85% del Proctor Estándar.

Se ha establecido la compactación por el Método del Proctor Estándar debido a que el tipo que se utiliza para esta actividad de acuerdo al grado de compactación, actuara sobre el acero de la tubería un determinado porcentaje de la carga total (K).

Para el grado de compactación de 85% corresponde un $K=0.86$

Presión de Diseño

1.-Cuando la altura de relleno es igual o mayor que el diámetro de la estructura

$$H > D$$

$$P_p = k (C_M + C_V)$$

2.-Cuando la altura de relleno es menor que el diámetro de la estructura

$$H < D$$

$$P_p = C_M + C_V$$

Donde:

P_p = Presión de Diseño (Kg/m²)

k = Coeficiente de carga

CM = Carga Muerta (Kg/m²)

CV = Carga Viva (Kg/m²)

Compresión Anular

$$C = P_p * D/2$$

Donde:

C = Compresión anular

P_p = Presión de diseño (Kg/m²)

D = Diámetro del Conducto (m)

Esfuerzo de Pared Admisible:

El acero de las alcantarillas metálicas tiene un límite de fluencia mínima de 2320 Kg/cm²

En base a este parámetro se puede obtener el esfuerzo compresivo máximo (f_b) para los siguientes casos:

Caso N° 01

Cuando $D/r < 294$

$$f_b = f_v = 2320 \text{ Kg/cm}^2$$

Caso N° 02

Cuando $294 < D/r < 500$

$$f_b = 2812.31 - 0.0057(D/2)^2$$

Caso N° 03

Cuando $D/r > 500$

$$f_b = 347 / (D/r)^2$$

Donde:

f_b = Esfuerzo Compresivo máximo (kg/m²)

D = espesor de la tubería (cm)

r = Radio de giro de la corrugación (cm) de acero corrugado 68mm x 13mm, según el siguiente cuadro

Cuadro 39

Esesor en mm	Área de Sección cm ² /m	Radio de Giro cm
1.5	16.20	0.436
2.0	21.60	0.438
2.5	27.00	0.442
3.0	32.50	0.446
4.0	43.30	0.455

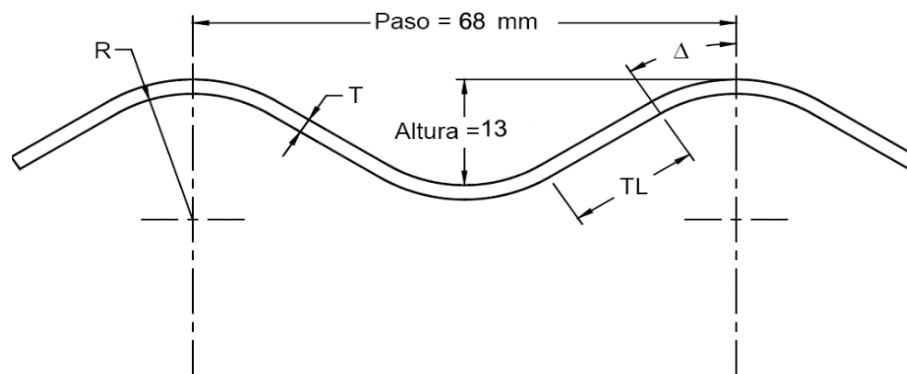


Figura 9: Radio, Paso y Altura en Alcantarillas

El esfuerzo de diseño se toma un coeficiente de seguridad de 2, y así se tiene:
 $f_c - f_b/2$

Espesor de la Pared

Para obtener el diámetro de la pared, calculamos previamente el área de la pared: $A = C/f \cdot c$

G. Rigidez al Manipuleo:

$$C_f = \frac{D^2}{EI}$$

$$CF_{\text{máx.}} = 0.242 \text{ cm/kg}$$

Donde:

CF = Coeficiente de Flexibilidad en cm/kg

D = Diámetro en cm

E = Modulo de elasticidad en Kg/cm²

I = momento de inercia en cm⁴/cm

Cuadro 40

Espesor, Área de Sección y Momento de Inercia de Alcantarillas

Espesor en mm	Área de Sección cm²/m	Momento de Inercia cm⁴/cm
1.5	16.20	0.03076
2.0	21.60	0.04156
2.5	27.00	0.05276
3.0	32.50	0.06444
4.0	43.30	0.08957

3.3.3.3.11. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE DISEÑO

- 1.- Ubicación de Alcantarilla: Progresiva Km 0+630.33
2.- Diámetro de la Tubería (m): 0.90
3.- Altura de Cobertura de Relleno (m): 0.60

- Cálculo de la carga viva:

Según cuadro tenemos que para una altura de relleno de 0.60m, la carga viva es de 4,393.00Kg/cm²

- Cálculo de la carga muerta:

Tenemos que "p" es igual a 1922 Kg/m³ y la altura de relleno de 0.60m, por lo que la carga muerta es de:

$$CM = 1922 \text{ Kg/m}^3 \cdot 0.60\text{m} = 1,153.20 \text{ Kg/cm}^2$$

- Cálculo de la presión de diseño

hr = 0.60 < Ø=0.90 (36"), entonces:

$$Pp = CM + CV$$

$$\therefore Pp = 4,393.00\text{Kg/m}^2 + 1,153.20 \text{ Kg/m}^2$$

$$Pp = 5546.20 \text{ Kg/m}^2$$

- Cálculo de la Compresión anular:

$$C = P_p \times \frac{\emptyset}{2}$$

$$C = 5546.20 \frac{Kg}{m^2} \times \frac{0.90m}{2}$$

$$C = 2495.79 \text{ Kg/m}$$

- Cálculo del Esfuerzo de Pared Admisible:

Utilizaremos planchas minimultiplate cuya corrugación sea de 68 mm x 13 mm y un espesor mínimo comercial de 2.00 mm y su radio de giro es

$$r = 0.438 \text{ cm}$$

$$\frac{\emptyset}{r} = \frac{90}{0.438} = 205.48$$

$$205.48 < 294$$

$$\therefore f_b = f_v = 2,320 \text{ Kg/cm}^2$$

- Esfuerzo de diseño:

$$f_c = \frac{f_b}{2} = \frac{2320 \text{ kg/cm}^2}{2}$$

$$f_c = 1160 \text{ Kg/cm}^2$$

Espesor de Pared:

$$A = \frac{C}{f_c} = \frac{2495.79 \text{ Kg/m}}{1160 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$A = 2.15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

De acuerdo al manual de ARMCO - Perú, obtenemos los siguientes datos: que la tubería de 0.86 mm de espesor con corrugación de 68 mm x 13 mm tiene un área de 8.19 cm²/m; pero el espesor mínimo comercial de la tubería de Ø=0.90 m es de 2.00 mm.

Por lo Tanto, se recomienda usar:

Alcantarilla Minimultiplate MP-68 (TMC) circular Ø=0.90 m, e=2.00 mm con corrugación de 68mm x 13mm.

Rigidez al Manipuleo:

$$E = 2.11E+06 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I = 0.05276 \text{ cm}^4/\text{cm}$$

$$C_f = \frac{D^2}{EI} = \frac{90^2}{2.11E^{06} \times 0.04156}$$

$$C_f = 0.0923 \text{ cm/kg}$$

∴ 0.0923 cm/kg < 0.242 cm/kg cumple, por lo que la corrugación 68 mm x 13 mm está bien.

Longitud de las Alcantarillas

La longitud de las Alcantarillas va a supeditarse al ancho de la calzada, (teniendo como concepto básico que las planchas minimultiplate MP-68 tiene una longitud de 0.81 m),; además depende del tipo de accesorios utilizados en los extremos ya sean muros o cabezales rectos o con aleros.

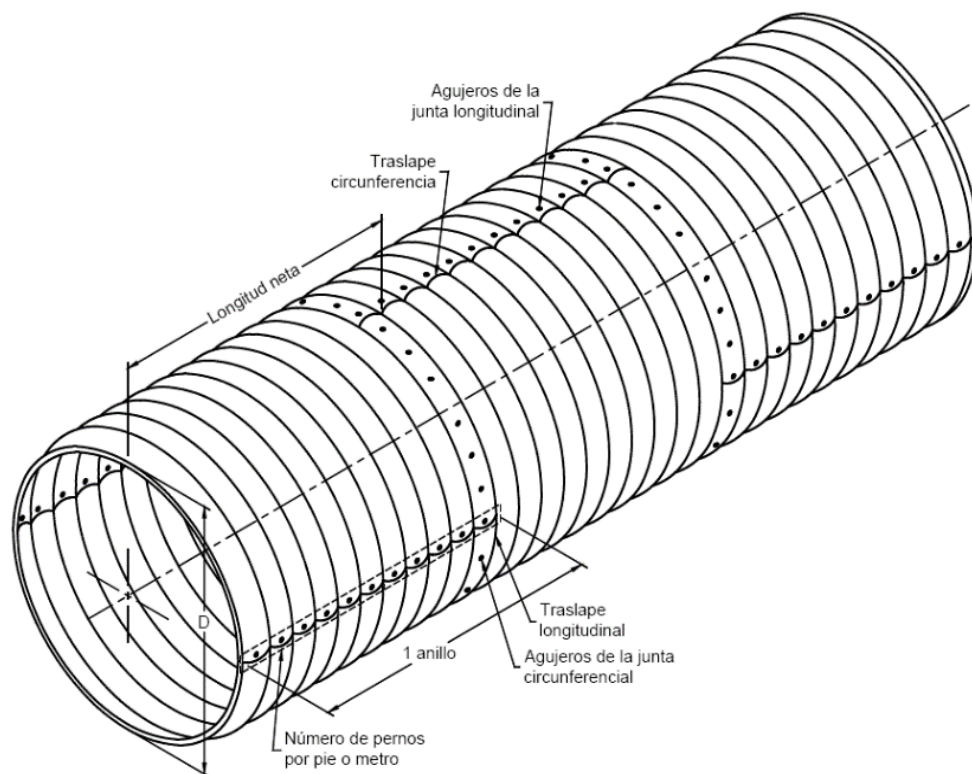


Figura 10: Descripción Alcantarilla Minimultiplate

Para poder ver el diseño definitivo de las alcantarillas a proyectarse se tendrá en cuenta el siguiente cuadro recomendado por la ficha técnica: elaborado por las empresas Siderperu, y Productos ARMCO

Cuadro 41

Altura Mínima y Máxima de Cobertura en metros

Diámetro (m)	Área (m ²)	Espesor (mm)	Peso (Kg/m)	Altura de Mínima de Cobertura (m)	Altura máxima de Cobertura (m)
0.60	0.28	1.50	31.22	0.30	17.8
0.90	0.64	2.00	59.3	0.30	16.4
1.20	1.13	2.50	92.96	0.30	15.9
1.50	1.77	3.00	143.06	0.30	15.8
1.80	2.54	3.30	179.78	0.30	14.8

Fuente: Ficha Técnica elaborado por Siderperu, ARMCO

Agujeros en las Alcantarillas

Las dimensiones y distribución de los agujeros en las láminas deben cumplir con lo siguiente:

Dimensión: Los agujeros para las uniones longitudinales según el perfil pueden ser ovalados o circulares para alcantarillas MP-68 y circulares para alcantarillas MP-152 cumpliendo con los siguientes diámetros:

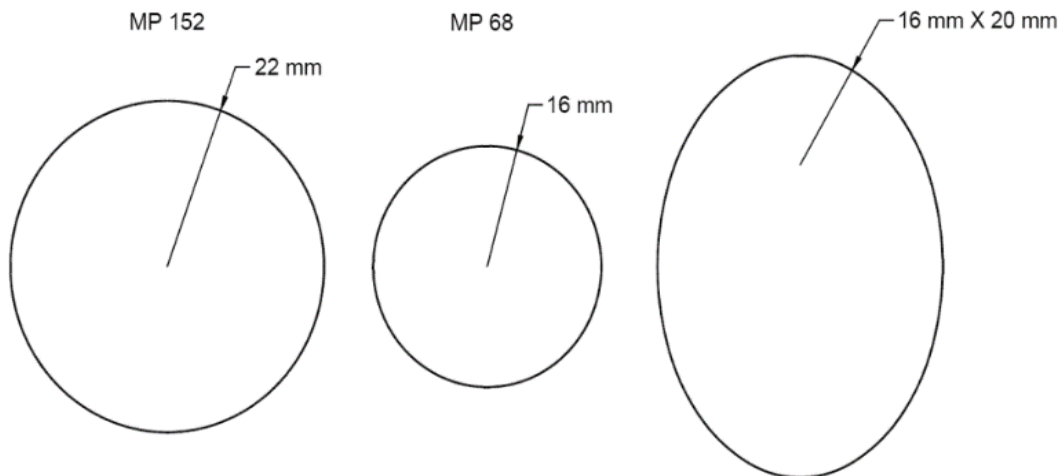


Figura 11: Agujeros en las Alcantarillas

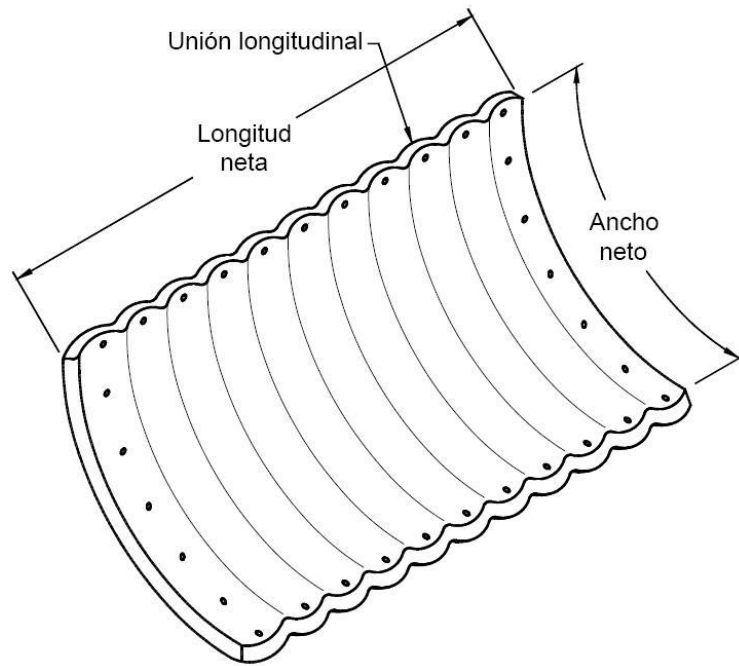


Figura 12: Longitud y Ancho Neto de Alcantarillas

Los orificios para las uniones deben ser ovalados para MP68 y circulares para MP152 cumpliendo con los siguientes diámetros:

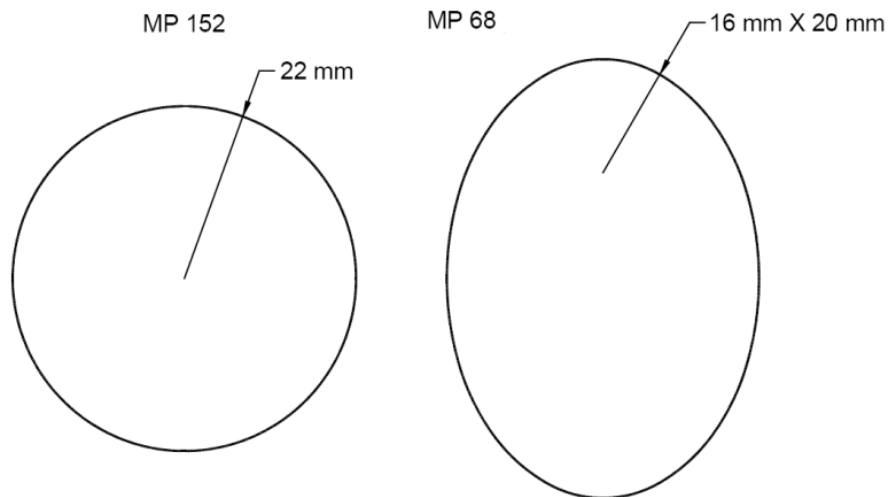


Figura 13: Agujeros en las Alcantarillas

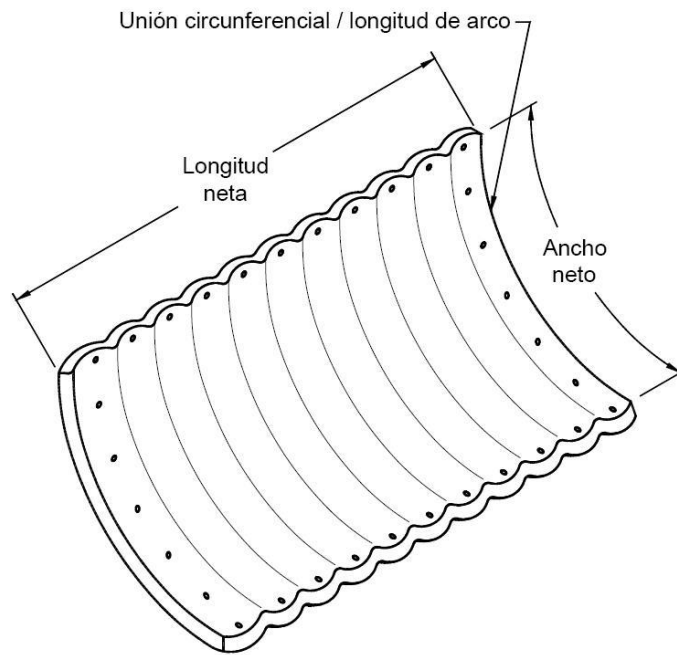


Figura 14: Longitud y Ancho Neto de Alcantarillas

Tolerancia: la tolerancia para las dimensiones de los orificios de longitud y de su circunferencia deberán ser de $\pm 1\text{mm}$ tanto para los agujeros circulares como para los agujeros ovalados.

Distribución de los agujeros

Uniones circunferenciales: la longitud del arco debe estar comprendida entre 314mm y 480mm para MP-68 y para MP-152 deberá tener máximo 250mm de arco

Uniones longitudinales: los agujeros para láminas con un número menos o igual a 14 tornillos/m (4.5 tornillos/pie) por cada costura longitudinal deben estar distribuidos en una sola fila, los agujeros deben ser ovalados y deben estar distribuidos de la siguiente manera:

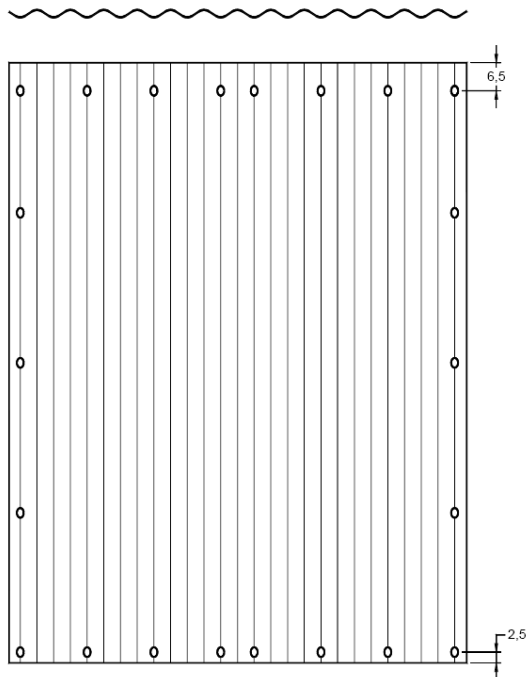


Figura 15: Distribución de Agujeros

Para láminas con un número mayor a 14.76 Tornillos/m (4.5 tornillos/pie) deben estar distribuidos en dos filas en forma alternadas (en zigzag), cuyas medidas se deben realizar al centro del agujero, de acuerdo al siguiente:

Cuadro 42: Distancia en Alcantarillas del borde a la Primera Fila

Distancia (mm)
Del borde a la primera fila: MP-68 = 25 Mp-152 = 35
De la segunda a la primera fila: MP-68 = 40 Mp-152 = 50

Espaciamiento en las Alcantarillas múltiples

Para la instalación de 2 o más estructuras, se deberá dejar un adecuado espaciamiento que permita una correcta compactación. Ver cuadro:

Cuadro 43

Espaciamiento Mínimo entre Tuberías Múltiples

Espaciamiento Mínimo entre tuberías Múltiples		
Estructura	Diámetro	Espaciamiento mínimo entre tuberías "Es"
	Hasta 60 cm De 60 cm a 180 cm De 180 cm a más	0.30 cm $\frac{1}{2}$ diámetro 90 cm

Cuadro 44

Resumen de cuadro de Alcantarillas:

ALCANTARILLA	PROGRESIVA	Diámetro (pulg)	Espesor (mm)	Pendiente S=%
ALC. N° 01	0+630.33	Ø 36 "	2.00	2.00
ALC. N° 02	1+164.99	Ø 36"	2.00	2.00
ALC. N° 03	2+169.52	Ø 36"	2.00	2.00
ALC. N° 04	2+576.44	Ø 36 "	2.00	2.00
ALC. N° 05	2+711.39	Ø 24"	1.50	2.00
ALC. N° 06	3+062.15	Ø 48"	2.50	2.00
ALC. N° 07a	3+389.06	3 Ø 48 "	2.50	2.00
ALC. N° 07b	3+449.60	2 Ø 48"	2.50	2.00
ALC. N° 08	3+639.72	Ø 36"	2.00	2.00
ALC. N° 09	4+418.79	2 Ø 48"	2.50	2.00
ALC. N° 10	5+056.90	Ø 48"	2.50	2.00

3.3.3.4. Alcantarillas de alivio

Las alcantarillas de alivio serán ubicadas cada 250.00 m y también que garanticen el drenaje, sirviendo como limpiadores y expulsadores de agua.

Las dimensiones que utilizaremos serán de 0.60 m si es el caso de alcantarillas tubulares y en caso de alcantarillas rectangulares usaremos un alto de 0.60 m.

No se ha considerado en el diseño las alcantarillas de alivio

3.3.4. Resumen de Obras de Arte

Cuadro 45

HIDROLOGÍA	
Estación Metereológica	Weberbauer
Precipitación Máxima en 24 horas	38.8 mm
Intensidad Max es en 5 min	140. mm
Velocidad de Infiltración	1.3-3.8 mm/h
Cunetas: Profundidad: Ancho	0.30m: 0.75m
Caudal Máximo Cunetas	0.8347m ³ /seg.
Alcantarillas	Minimultiplate MP-68
Pendiente Alcantarilla	2 %
Número de Alcantarillas	11
Caudal Máximo en Alcantarillas	6.817 m ³ /s

3.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

3.4.1. Generalidades

El proyecto geométrico de una carretera siempre es puntual en todos sus sentidos está basado en estrictas leyes y normas para salvaguardar las vidas tanto de los conductores como de los peatones; todos estos criterios están basados tanto en las zonas urbanas y zonas rurales de nuestro país, así como el todo el tipo de relieves y climas que existen en costa, sierra y selva.

3.4.2. Normatividad

La Norma que se rige en el Perú para el diseño de carreteras es:
Manual de Diseño Geométrico De Carreteras DG-2018- MTC.

La Normatividad para el diseño de obras de arte en carreteras es:
Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje en carreteras (LIMA, 10 DE AGOSTO DEL 2011).

3.4.3. Clasificación de las Carreteras

El presente proyecto debido a todas sus características y por norma tendrá la nominación de carretera de tercera clase por consiguiente será de un costo mucho menor al normal. Esta denominación es para el diseño de vías, carreteras o trochas a nivel de afirmado.

En la conformación de la rasante se utilizará afirmado granular, con espesor de acuerdo a lo normado por el MTC. Para el desarrollo y estudio de cada uno de los tramos se tuvo en cuenta lo siguiente:

3.4.3.1. Clasificación según su función.

Cuadro 46: Clasificación de las Carreteras según su Jurisdicción.

GENÉRICA	DENOMINACIÓN EN EL PERÚ
1. RED VIAL PRIMARIA	1. SISTEMA NACIONAL: Conformado por carreteras que unen las principales ciudades de la nación con puertos y fronteras.
2. RED VIAL SECUNDARIA	2. SISTEMA DEPARTAMENTAL: Constituyen la red vial circunscrita principalmente a la zona de un departamento, división, política de la nación, o en zonas de influencia económica; constituyen las carreteras troncales departamentales.
3. RED VIAL VECINAL O RURAL	3. SISTEMA VECINAL: <ul style="list-style-type: none">• Caminos troncales vecinales que unen pequeñas poblaciones.• Caminos rurales alimentadores, uniendo aldeas y pequeños asentamientos poblaciones.

Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural.

3.4.3.2. Clasificación de acuerdo a su demanda.

Cuadro 47: Clasificación de las Carreteras según IMD.

Camino BVT	IMD Proyectoado	Ancho de Calzada	Estructura y Sup. Rod (Alternativas)
T4	400 - 201	2 Carriles. 6.00 - 7.00 m	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5 cm homogenizado por zarandeado o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min. 15 cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado
T3	200 - 101	2 Carriles. 5.50 - 6.50 m	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5 cm homogenizado por zarandeado o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min. 15 cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado
T2	100 - 51	2 Carriles. 5.50 - 6.50m	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15 cm.
T1	50 - 16	1 o 2 Carriles. 3.50 - 6.00m (*)	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15 cm.
T0	< 15	1 Carril. 3.50 - 4.50m (*)	Afirmado (tierra) En lo posible mejorada con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, min. 15 cm
Trocha Carrozable	Indefinido	1 Carril. (*)	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado.

El volumen de tráfico que se calcula alcanzar en el presente periodo de diseño se encuentra dentro de los límites que permitan clasificar a la carretera con un camino BVT - T1, teniendo de esta manera un IMD entre 24 - 50.

Carreteras de Tercera Clase. Para IMD hasta 400 veh/día.

3.4.3.3. 5.1.3. Clasificación de acuerdo a sus condiciones geográficas.

Carreteras de terreno accidentado, tipo 03.

3.4.4. Estudio de Tráfico

3.4.4.1. Generalidades

Son los estudios indispensables para un diseño de carreteras porque a través de este se puede identificar el comportamiento de la carretera en el caso de tipos y cantidad de vehículos que pasan por esta.

A todos estos conocimientos se les debe agregar los diferentes tipos de variables como son el estado, antigüedad, los usos y costumbres de conductores y pasajeros, velocidades, relieve del suelo, etc.

Aplicando todas las variables existentes se puede establecer parámetros básicos y reales de esta carretera, así como un posible aumento de tráfico después de la construcción de esta carretera

3.4.4.2. Conteo y Clasificación Vehicular

Cuadro 48
RESULTADOS DEL CONTEO DE TRÁFICO
TRAMO 1 y 2 “Santa Catalina – Puente Lavasen Alto – Santa Clara”

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
automóvil	24	10	23	20	25	18	20
camioneta	13	11	12	13	13	24	20
vehículos menores	5	3	6	5	5	8	8
Total	42	24	41	38	43	50	48

Fuente: Guía MEF – trabajo de campo.

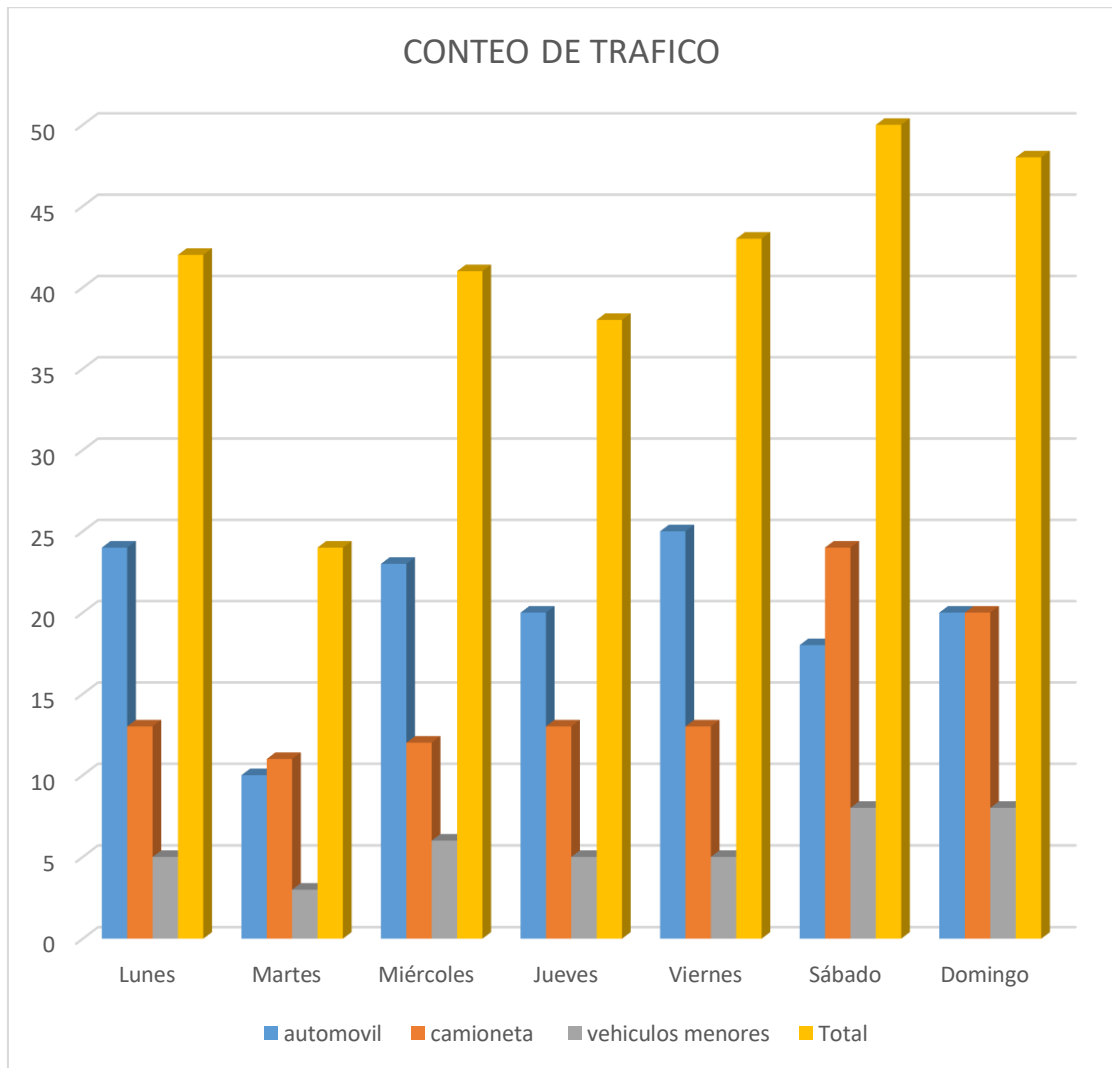


Figura 16: Conteo de Tráfico

Fuente: Guía MEF – trabajo de campo.

3.4.4.3. Procesamiento de la Información

Toda esta datación es derivada a cuadros de Microsoft Excel para poder sacar los promedios exactos, así como gráficos que reflejen adecuadamente los vehículos motorizados que más pasan por la vía proyectada como se puede apreciar en el grafico N° 05.

3.4.4.4. Determinación del Índice Medio Diario (IMDA).

Estos datos o índices son la base para el diseño de una carretera porque si nos equivocamos en el IMDA no se podrá diseñar una carretera de acuerdo a lo que se necesite en la localidad estudiada, es el cálculo diario de los vehículos

que pasan por un mismo punto del proyecto, este valor se tiene que hacer durante varios días para poder sacar un resultado promedio y se basará estos con las normas del MTC. Nuestro rango promedio será entre 24 a 50 vehículos diarios de ida y vuelta.

3.4.4.4.1. Resultados del conteo de Tráfico.

De acuerdo con las normas y formatos dados por el MTC, se hizo el conteo de tráfico hechos en enero del actual año, y así consiguiendo los siguientes resultados.

Tramo 1: Santa Catalina – Puente Lavasen Alto

Como el proyecto de carretera solo consta de dos tramos se consiguieron los resultados igual de conteo de tráfico en ambos.

A la semana se obtuvo un acumulado de 279 vehículos en la semana teniendo como relevancia los vehículos de 2 ejes.

Tramo 1: Puente Lavasen Alto – Santa Clara

El conteo de tráfico es el mismo que el del primer tramo

A la semana se obtuvo un acumulado de 286 vehículos en la semana teniendo como relevancia los vehículos de 2 ejes.

3.4.4.5. Determinación del Tráfico Actual.

Aplicando la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días:

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Dónde:

IMDS = Índice medio diario semanal de la muestra vehicular tomada.

IMDA = Índice medio anual.

Vi= Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo.

FC = Factores de corrección estacional.

Factores de corrección:

F.C.E. Vehículos ligeros = 1.0929

F.C.E. Vehículos pesados = 1.0277

Se realizó Análisis de la Demanda Actual (Tráfico), haciendo el conteo de los vehículos; utilizando los formatos del MTC. Este conteo se realizó en el mes de agosto, arrojando los siguientes resultados.

Tramo1-2." Santa Catalina – Puente Lavasen Alto – Santa Clara"

Cuadro 49

TRÁFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO

Tipo de Vehículo IMD		
Distribución %		
Automóvil	20	49%
Camioneta	15	36.5%
Vehículos menores	6	14.5%
Micro	0	0%
Bus grande	0	0%
Camión 2E	0	0%
Camión 3E	0	0%
IMD	41	100.00%

Fuente: Guía MEF – trabajo de campo.

3.4.4.6. Análisis de la Demanda Proyectada.

El presente proyecto se trata 2 tramos en trocha, es decir que ya existe un trazo actualmente pero no con parámetros y normativas en el DG-2018 por lo tanto el tránsito existente es bajo.

Para el diseño del camino se considerará la demanda diaria promedio, y su incremento anual, que es determinado por el MTC.

$$P_f = P_0 (1+T_c)^n$$

Dónde:

Pf = Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

P0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día.

n = Año futuro de proyección.

TC = Tasa anual de crecimiento de tránsito.

Cuadro 50

Tráfico generado por tipo de proyecto

Distribución %	% de tráfico normal
Mejoramiento	15

Fuente MTC

Tramo 1-2: "Santa Catalina – Puente Lavasen Alto – Santa Clara"

Cuadro 51: Proyección del IMD del Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	41.00	41.00	41.00	42.00	43.00	43.00	43.00	45.00	45.00	46.00	46.00
Automóvil	20.00	20.00	20.00	21.00	21.00	21.00	21.00	22.00	22.00	22.00	22.00
Camioneta	15.00	15.00	15.00	15.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00
vehículos menores	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Generado	0.00	0.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00
Automovil	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Camioneta	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00
C.R.	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD TOTAL	41.00	41.00	47.00	48.00	49.00	49.00	49.00	51.00	51.00	53.00	53.00

3.4.4.7. Cálculo de Ejes Equivalentes

3.4.4.7.1. Tráfico (Demanda).

Para proyecto de una capa de rodadura no tomaremos en cuenta a los vehículos menores como motocicletas, automóviles o camionetas debido a que su peso es un factor mínimo sobre la capacidad de capa de rodadura.

Los factores importantes que influyen en la capa de rodadura son los vehículos mayores de dos toneladas y media los cuales son los buses o camiones que están en el rango de vehículos pesados.

Cuadro 52
El tráfico proyectado al año horizonte.

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	<15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	<6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
Nº Rep. EE (carril de diseño)	$< 2.5 \times 10^4$	$2.6 \times 10^4 - 7.8 \times 10^4$	$7.9 \times 10^4 - 1.5 \times 10^5$	$1.6 \times 10^5 - 3.1 \times 10^5$

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas. MTC.

Cuadro 53
Ejes equivalentes según ejes de vehículos.

Tipo de eje	Eje equivalente EE 8.2tn
Eje simples de rueda simples	[P/6.6] ⁴
Eje simple de rueda doble	[P/8.16] ⁴
Eje tandem de rueda doble	[P/15.1] ⁴
Eje tridem de rueda doble	[P/22.9] ⁴
P = peso por eje en toneladas	

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas. MTC.

Cuadro 54
Cuadro de vehículos según tipo.

Tipo de Vehículo IMD		
Distribución %		
Automóvil	20	49%
Camioneta	15	36.5%
Vehículos menores	6	14.5%
Micro	0	0%
Bus grande	0	0%
Camión 2E	0	0%
Camión 3E	0	0%
IMD	41	100.00%

Fórmula.

$$N_{rep} \text{ de EE}_{8.2tn} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times 365 \times ((1+t)^n - 1)] / t$$

En donde:

$EE_{\text{día-carril}}$ = EE x Factor direccional x Factor Carril.

EE = N° d vehículos según tipo x factor vehículo x factor de presión en llantas.

t = Tasa de proyección del tráfico, en centésimas.

Factor direccional = 0.5, corresponde a carreteras de dos direcciones.

Cuadro 55

Cálculo de ejes equivalentes (EE)

TIPO DE VEHICULO	N° DE VEHICULOS	EJE EQUIVALENTE	N° REPET. PARA 8.2TN	EE	FACTOR DIRECCIONAL	FACTOR CARRIL	N° DE DIAS EN AÑO	T	N	TOTAL
Auto	20	0.0001	8.2	0.0164	0.5	0.8	365	0.02	10	26.218
Camioneta	15	0.0001	8.2	0.0123	0.5	0.8	365	0.02	10	19.664
Camion	6	1.15	8.2	93.16	0.5	0.8	365	0.02	10	148931.097
										148976.979

Los siguientes rangos en números de repeticiones de ejes equivalentes.

Cuadro 56

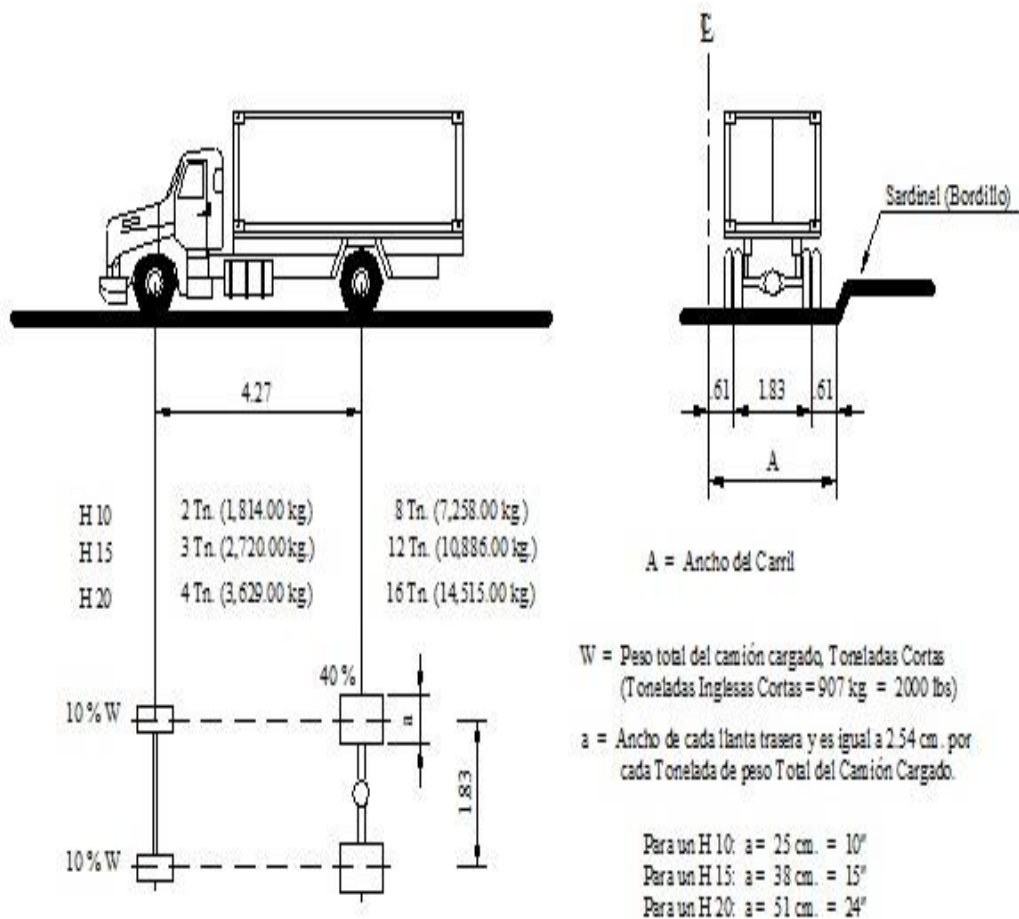
Rango de Repeticiones de Ejes Equivalentes.

T1:	50,000 a 150,000 EE
T2:	150,000 a 300,000 EE
T3:	300,000 a 600,000 EE
T4:	600,000 a 1'000,000 EE

Fuente: Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo Volumen de tránsito.

3.4.4.8. Clasificación de Vehículos.

La elección del vehículo de diseño será basándonos en las características geométricas y los estudios socioeconómicos realizados para el proyecto, tenemos como base un vehículo usado en el PACTO ANDINO es decir en zonas agropecuarias en particular el cual tendrá predominio en la vía que llamaremos vehículo de diseño el mismo que será un C2 o H-20 (camión de dos ejes: peso bruto máximo 18 a 20Tn y long. de 9.10m.



Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico" – DG 2018

Figura 17
VEHÍCULO DE DISEÑO

3.4.5. Parámetros Básicos para el Diseño en Zona Rural

3.4.5.1. Índice Medio Diario Anual (IMDA)

En la Cuadro 54 se aprecia con exactitud que el IMDA promedio para esta carretera es de 41 vehículos por día, así como su proyección en 10 años llegara a ser de 53 vehículos.

3.4.5.2. Velocidad de Diseño

Cuadro 57

Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO 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													

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018.

Como la topografía es ondulada, en el presente estudio la velocidad de diseño consideraremos como velocidad de diseño, 30 km/h.

3.4.5.2.1. Velocidad Directriz.

La velocidad directriz condiciona todas las características ligadas a la seguridad del tránsito. Por lo tanto, ellas como el alineamiento horizontal y vertical, distancia de visibilidad y peralte, varían apreciablemente con la velocidad directriz.

Teniendo en cuenta parámetros como que nuestra carretera de tercer orden de topografía accidentada elegiremos nuestra velocidad directriz, según el cuadro 58 correspondiente a las NPDC.

Tenemos que tener en cuenta que el diseño de toda carretera se basa en la seguridad y velocidad que puede adoptar estar de acuerdo a los factores como movilidad, estética eficiencia, el entorno ambiental en el que están, el costo de esta vía.

a. Factores que Intervienen.

La elección para determinar la velocidad directriz se relaciona directamente con el relieve del terreno el tipo de vía que se construirá, el tipo de tránsito a razón de lo que los habitantes proyectan, los volúmenes en las explanaciones, así como los factores económicos que priman en el proyecto.

b. Criterios de Selección.

Para elegir las velocidades directrices más adecuadas y convenientes se debe tomar en cuenta los costos, beneficios en relación con el presupuesto.

c. Variaciones de la Velocidad Directriz.

Se respetará siempre las velocidades constantes de los vehículos evitando sus cambios bruscos; sin embargo, en casos excepcionales estos cambios se efectúan en descensos o aumentos de 15 Km/h.

Para nuestro proyecto, utilizaremos como velocidad directriz o velocidad de diseño, la de 30 km/h.

Cuadro 58

Velocidad de Diseño

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR				PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE							
	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP (2)		MC		DC				DC				DC							
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																				
40 KPH																				
50 KPH																				
60 KPH																				
70 KPH																				
80 KPH																				
90 KPH																				
100 KPH																				
110 KPH																				
120 KPH																				
130 KPH																				
140 KPH																				
150 KPH																				

AP : Autopista

MC : Carretera Multicarril o Dual (dos calzadas)

DC : Carretera De Dos Carriles

Rango de Selección de Velocidad

NOTA 1: En zona tipo 3 y/o 4, donde exista espacio suficiente y se justifique por demanda la construcción de una autopista, puede realizarse con calzadas a diferente nivel asegurándose que ambas calzadas tengan las características de dicha clasificación.

NOTA 2: En caso de que una vía clasifique como carretera de la 1ra. Clase y a pesar de ello se desee diseñar una vía multicarril, las características de ésta se deberán adecuar al orden superior inmediato. Igualmente, si es una vía dual y se desea diseñar una autopista, se deberán utilizar los requerimientos mínimos del orden superior inmediato.

NOTA 3: Los casos no contemplados en la presente clasificación, serán justificados de acuerdo con lo que disponga el MTC y sus características serán definidas por dicha entidad.

Para una elección adecuada de la velocidad directriz, se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

3.4.5.3. Radios de Diseño.

El Radio mínimo radio de diseño para las curvaturas de la carretera serán en competencia de los perales y factor de fricción máximos para darle un resultado de velocidad directriz máximo. En el cuadro 61 se mostrará en valores los radios mínimos como también lo peraltes máximos. en condiciones óptimas en la seguridad y comida del piloto del vehículo.

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e_{\max} + f_{\max})}$$

Rmin: Tomada como Mínimo radio en la curvatura.

emax: Valor máximo que tomará el peralte.

fmax: Factor máximo de fricción.

V: Velocidad específica de diseño

Para el caso de vías o carreteras de Tercera Clase, se obtienen los valores que mostrarán los siguientes cuadros 59,60,61.

3.4.5.3.1. Peralte.

Se llama peralte a la diferencia de cotas que existe entre las partes tanto exterior e interior del diseño de una carretera, esta ciencia permite combatir la fuerza centrífuga ejercida sobre el vehículo con el fin de que no se salga de la calzada.

Las curvas existentes horizontales deberán ser por defecto peraltadas.

El peralte máximo que existirá en este tipo de carretera tendrá como valor máximo 6% y como valor extraordinario será de 10%. En caso sea una carretera afirmada que tenga un buen drenaje se optará por un peralte de 12% siempre y cuando se justifique con cálculos pertinentes.

Cuadro 59
Valores de Peralte Máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado ó Accidentado)	8,0%	6,0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado ó Escarpado)	12,0	8,0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8,0	6,0%	302.05

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018

3.4.5.3.2. Factor Máximo de Fricción

Cuadro 60
Fricción transversal máxima en curvas.

Velocidad de diseño Km/h	$f_{m\acute{a}x}$
20	0,18
30	0,17
40	0,17
50	0,16
60	0,15

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018

Cuadro 61

Valores del Radios mínimos para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{máx.}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4,0	0,18	14,3	15
30	4,0	0,17	33,7	35
40	4,0	0,17	60,0	60
50	4,0	0,16	98,4	100
60	4,0	0,15	149,1	150
20	6,0	0,18	13,1	15
30	6,0	0,17	30,8	30
40	6,0	0,17	54,7	55
50	6,0	0,16	89,4	90
60	6,0	0,15	134,9	135
20	8,0	0,18	12,1	10
30	8,0	0,17	28,3	30
40	8,0	0,17	50,4	50
50	8,0	0,16	82,0	80
60	8,0	0,15	123,2	125
20	10,0	0,18	11,2	10
30	10,0	0,17	26,2	25
40	10,0	0,17	46,6	45
50	10,0	0,16	75,7	75
60	10,0	0,15	113,3	115
20	12,0	0,18	10,5	10
30	12,0	0,17	24,4	25
40	12,0	0,17	43,4	45
50	12,0	0,16	70,3	70
60	12,0	0,15	104,9	105

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018

3.4.5.3.3. Longitud de la Curva de Transición.

Como lo dice el termino esta longitud une todo el recorrido que hace un vehículo cuando entra y sale de una curva horizontal, durante este recorrido se genera energías laterales que no pueden variarse de inmediato, por esto es la importancia de la longitud de diseño para estas transiciones

Cuadro 62

Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte (m).

Velocidad de diseño (Km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud mínima de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

* Longitud de transición basada en la rotación de un carril

** Longitud basada en 2% de bombeo

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico" – DG 2018

Cuadro 63

Radios que permiten prescindir de las curvas de transición en carreteras de tercera clase.

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

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018.

Cuando la radio se inferior a 55 m., de acuerdo a la velocidad directriz de 30 km/h, se usará curvas de transición.

3.4.5.4. Anchos Mínimos de Calzada en Tangente

En caminos donde el tráfico de vehículos en comparación a los demás es muy bajo como lo estipulan las normas como IMDA < 50 la calzada podrá tener en consecuencia un solo carril de ida y vuelta en caso contrario a este índice se tiene que tener siempre dos carriles sin tener en cuenta las necesidades de servicios o el lugar donde se efectuara la carretera.

Cuadro 64
Anchos mínimos de calzada en tangente.

Tabla 304.01
Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día							
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			6,00	6,00
40 km/h																	6,60	6,60	6,60	6,00
50 km/h											7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60	6,00	
60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 km/h			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60		6,60	6,60		
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			6,60	6,60		
90 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,20				6,60	6,60		
100 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20				7,20							
110 km/h	7,20	7,20			7,20															
120 km/h	7,20	7,20			7,20															
130 km/h	7,20																			

Notas:

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5,00 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018

El Ancho de calzada mínimo para el IMDA con una velocidad directriz de 30km/h será de 6.00m.

3.4.5.5. Distancia de Visibilidad.

Se puede determinar cómo las distancias en el horizonte de la carretera ya sea para que el vehículo se detenga, adelante a otro vehículo o se pueda apreciar otra vía con la que se intercepción la carretera.

- Visibilidad de parada.
- Visibilidad de paso o adelantamiento.
- Visibilidad de cruce con otra vía.

3.4.5.5.1. Distancia de Visibilidad de Parada.

Es la longitud mínima en una carretera en la que el conductor del vehículo pueda observar un objetivo móvil o inmóvil que este en el camino, y este conductor pueda detenerse con una velocidad directriz normal respecto al objeto que se ve.

En la siguiente fórmula nos muestra todos los datos que se tienen que recopilar para obtener esta distancia en la cual tenemos.

$$D_p = \frac{V t_p}{3.6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

- D_p : Distancia de parada (m).
- V : Velocidad de diseño.
- t_p : Tiempo de percepción + reacción (s).
- f : Coeficiente de fricción, pavimento húmedo.
- i : Pendiente longitudinal (tanto por uno).
- $+i$: Subidas respecto al sentido de circulación.
- $-i$: Bajadas respecto al sentido de circulación.

Todos estos términos se han diseñado así comprobado con los diferentes tipos de vehículos automotrices teniendo como resultado esta fórmula base para hallar la distancia de parada mínima requerida en la carretera para no tener ningún percance ni accidente.

El tiempo de reacción de frenado, es el lapso de tiempo en el cual el conductor puede avistar el objeto que está delante de él y puede maniobrar o frenar para no chocar con él.

Este tiempo debe de tener un mínimo de 2 segundos para realizar esta acción de frenado y mediante la siguiente formula se puede despejar la distancia con la cual el vehículo puede estar seguro del otro objeto.

$$d = \frac{V^2}{254 a}$$

- d: Distancia de frenado en metros.
- V: velocidad de diseño en km/h.
- a: Aceleración en m/s² (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo).

También dentro de este objeto con el que podemos encontrarnos llamado obstáculo tendremos que tener las siguientes consideraciones.

Altura H mayor a 0.15 m y directamente a la vista del conductor del vehículo a 1.07 m de altura

El cuadro 65 muestra las distancias de visibilidad de parada, los cuales en cada punto o tramos de la carretera debe ser igual o menor que la distancia de visibilidad en función de la velocidad de diseño y de la pendiente.

Cuadro 65

Distancia de visibilidad de parada (metros).

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

Longitud mínima con visibilidad de parada:

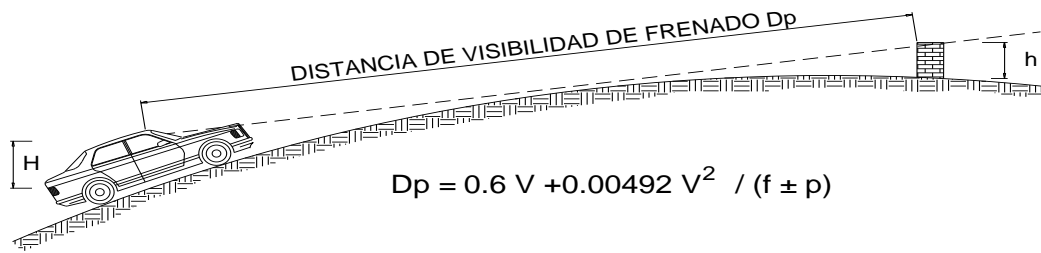


Figura 18: Distancia de Visibilidad de Parada

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018

Para velocidad de diseño 30 km/h la distancia de visibilidad de parada es de 35

3.4.5.5.2. Visibilidad de Adelantamiento

Esta distancia es muy importante en el diseño debido a que evita los accidentes de tránsito en las carreteras de todo tipo de clase y material, esta distancia es la mínima que debe existir entre un vehículo y otro vehículo que esta adelante, se debe producirá que este vehículo viaje con una velocidad de 15 km/h menor como mínimo para poder adelantar.

Para nuestro caso obtenemos la distancia de adelantamiento de acuerdo a la velocidad directriz definida.

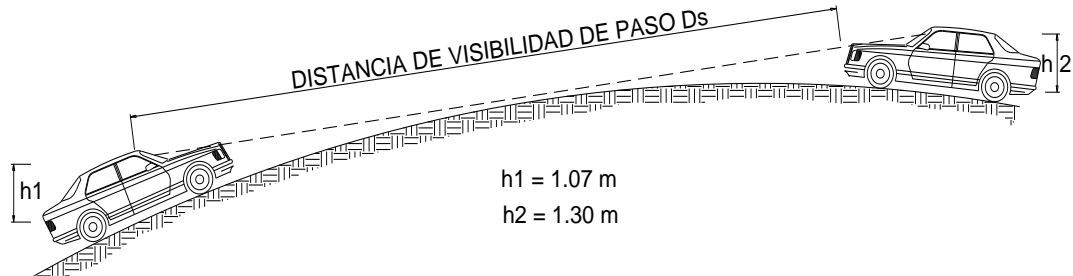
Cuadro 66

Distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles y dos sentidos.

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

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018

La distancia de visibilidad de adelantamiento en nuestro proyecto, para una velocidad directriz de 30 Km./h es de 200 m.



Longitud mínima en curvas cóncavas

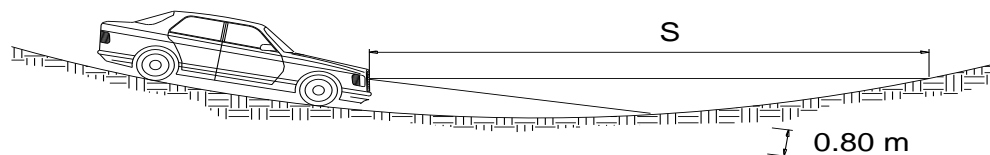


Figura 19: Distancia de Visibilidad de Paso

3.4.6. Diseño Geométrico en Planta

3.4.6.1. Generalidades

Este bosquejo deberá ser preciso para que los vehículos fluyan con normalidad y sin ningún contratiempo por la carretera diseñada, así como también no variar la velocidad promedio a lo largo de toda esta carretera

Todo el alineamiento que se trazará en esta carretera tendrá que ser regida por las normas de diseño, y adecuarse a las peculiaridades geométricas y/o orográficas del área zonal y sitio del proyecto manteniendo los parámetros mínimos de seguridad y de diseño de todos los elementos como pueden ser las curvas de transición.

Cuadro 67

Ángulos de deflexión máximos para los que no se requiere Curva Horizontal.

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

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018.

La deflexión máxima aceptable sin curva circular para una velocidad directriz de 30 Km. /h es de 2° 30´.

3.4.6.2. Trazo longitudinal del eje de la carretera.

:

Cuadro 68
Longitudes en tramos en tangentes.

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

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018.

3.4.6.3. Curvas Horizontales

3.4.6.3.1. Sobreechancho y Transición del Sobreechancho.

Cuando el radio de curvatura tiene una distancia mayor a 500 metros podremos prescindir de las velocidades que son menores a 50km/h para lo que es sobre ancho y si es 800 metros el radio de curvatura será igual con velocidades entre 50y 60 km/h.

Fórmula para la velocidad de diseño:

$$S = n \left[R - \sqrt{R^2 - L^2} \right] + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

S = Sobreechancho en m.

R = Radio de la curva horizontal en m.

n = Número de carriles

L= Distancia desde el eje trasero hasta la línea delantera de la defensa del vehículo (Lmín = 6 m)

V = Velocidad directriz.

Obtendremos con esta fórmula un sobre ancho de 62 centímetros teniendo los valores base de vehículo de diseño de 9.1 metros y velocidad de 40 kilómetros por hora.

3.4.6.3.2. Elementos de las Curvas Horizontales.

En la siguiente imagen se mostrará todos los elementos necesarios e importante en una curva.

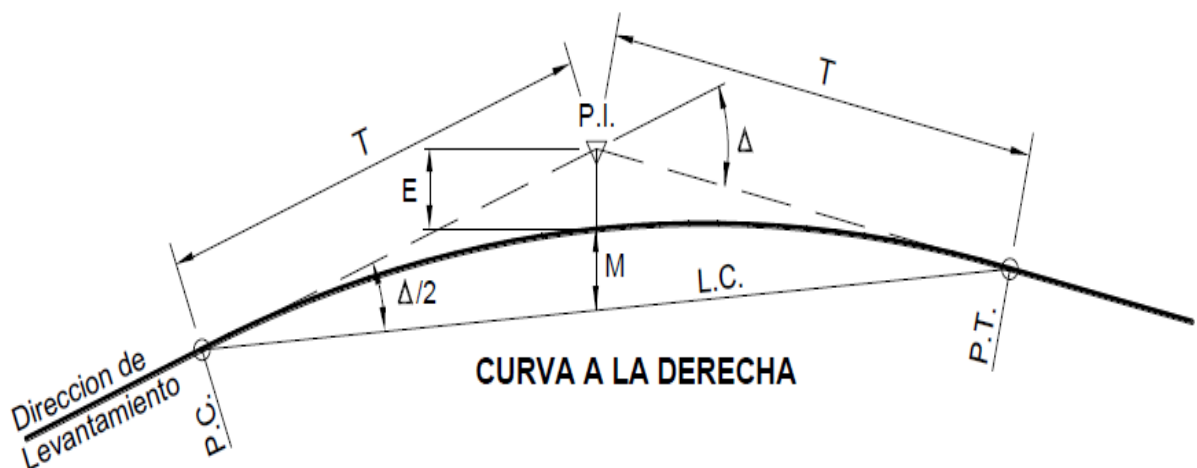


Figura 20: Elementos de Curvas.

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico" – DG 2018

Dónde:

P.C.= en toda expresión topográfica será Punto de Inicio o comienzo de la Curva.

P.I.= en toda expresión topográfica Punto de unión o de intersección de dos rectas o tramos.

P.T.= en toda expresión topográfica será llamado Punto de Tangencia.

E= llamado a la distancia que se le da a hasta la Externa (m.).

M= llamada a la distancia que se le da a la longitud que llega a la Ordenada Media (m.).

R= Longitud del Radio de la Curva (m.).

T= Longitud de la Subtangente (P.C. a P.I. a P.T.) (m.).

L= Longitud de la Curva (m.).

L.C.= Longitud de la Cuerda (m.).

Δ = Angulo de Deflexión (°).

p: Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%).

:

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$L.C. = 2 R \operatorname{sen} \frac{\Delta}{2}$$

$$L = 2\pi R \frac{\Delta}{360}$$

$$M = R[1 - \cos(\Delta/2)]$$

$$E = R[\sec(\Delta/2) - 1]$$

3.4.7. Diseño Geométrico en Perfil

3.4.7.1. Generalidades.

En términos fáciles de entender podríamos decir que el perfil longitudinal de cualquier proyecto en este caso la carretera es el avance del kilometraje en términos de aumento y decremento de cotas (positivas y negativas) en el sentido de las pendientes en mi proyecto tomare como inicio el oeste y como final de la carretera el este.

Todas estas coordenadas o cotas de los datos obtenidos tienen una georeferenciación con el nivel del mar los cuales se pueden trabajar de una manera muy fácil tanto en un Gps manual, así como esas coordenadas en la estación total en la cual trabajamos el alzamiento topográfico.

En el actual perfil longitudinal se contarán con los casos justificados que presentamos a continuación.

En terrenos ondulados el cual es nuestro caso, por motivos de que la obra pueda llegar a ser viable en el tema económico se tendrá que trazar la rasante lo más pegada a la carretera o trazo de ella ya existente para evitar demasiados cortes y rellenos debido a que el terreno es muy irregular y escarpado en su geomorfología.

Dentro del punto anterior es respetar en lo mayor posible las pendientes máximas y longitudes críticas concorde a la categoría de terreno existente y a mejorar.

3.4.7.2. Pendiente

3.4.7.2.1. Pendiente Mínima

Las pendientes mínimas que se trabajarán en el diseño de esta carretera serán las siguientes.

En caso de que la calzada tenga puntos de drenaje en aguas superficiales se deberá tomar como mínima una pendiente de 0.5% con el fin de que se cumplan lo siguiente:

- Si no existe bermas ni cunetas y hay bombeo de 2%, la pendiente mínima será de 0.2%
- Si existe bermas ni cunetas y hay bombeo de 2.5%, la pendiente mínima será de 0.5%

3.4.7.2.2. Pendiente Máxima

Para el punto de pendiente máximas se tomará como referencia el siguiente cuadro:

Cuadro 69: Pendientes Máximas (%).

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

Para el proyecto se usará la pendiente máxima permitida es de 9.00% para un terreno ondulado y una velocidad de 30km/h.

3.4.7.3. Curvas Verticales.

Para la obtención de la longitud de estas curvas tendremos siempre un número de curvatura llamado K el cual multiplicado con A que es un número absoluto que es utilizado para operaciones algebraicas en tema de pendientes nos dará como resultado L .

$$L = K.A.$$

Los valores de los índices K se muestran en el cuadro 70 curvas convexas en el Cuadro 71 para curvas cóncavas.

Cuadro 70
Valores del Índice “K” para el Cálculo de la Longitud de Curva Vertical Convexa en carreteras de Tercera Clase.

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
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018.

Cuadro 71

Valores del Índice “K” para el Cálculo de la Longitud de Curva Vertical Cónica en carreteras de Tercera Clase.

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

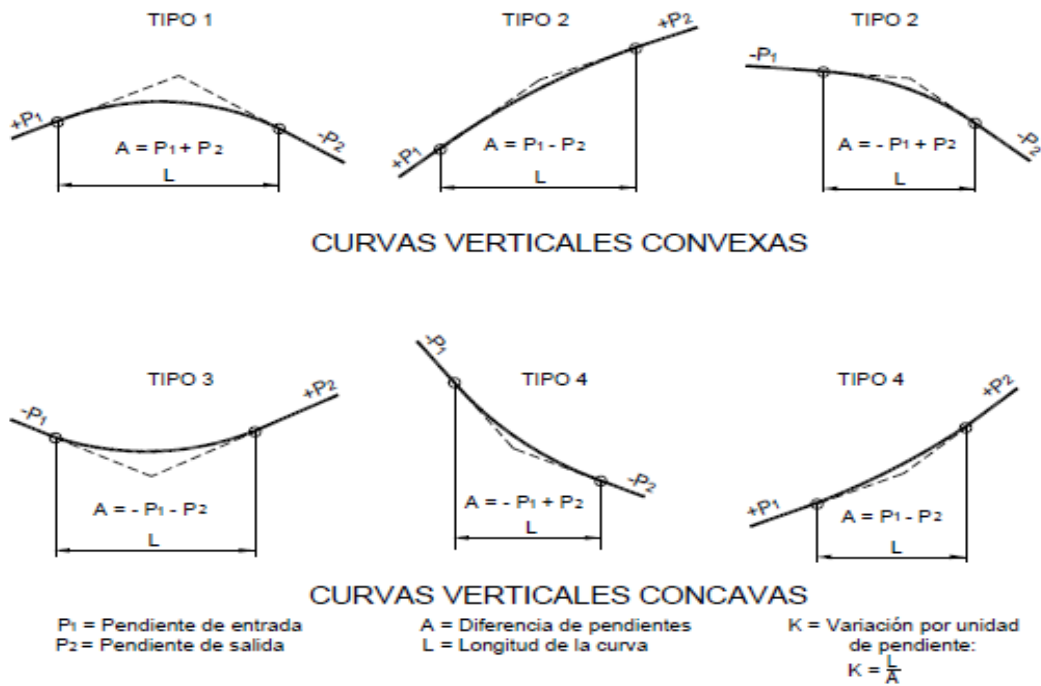
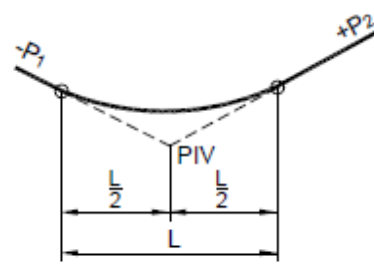
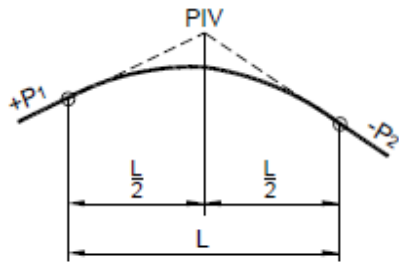
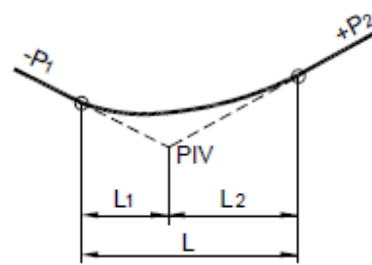
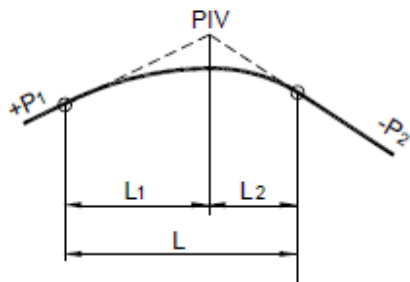


Figura 21: Tipo de curvas verticales convexas y cóncavas.

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018



CURVAS VERTICALES SIMETRICAS



CURVAS VERTICALES ASIMETRICAS

L = Longitud de la curva

L1 = Longitud rama de entrada

L2 = Longitud rama de salida

Figura 22: Tipo de curvas verticales simétricas y asimétricas.

3.4.8. Diseño Geométrico de la Sección Transversal

3.4.8.1 Calzada

La calzada es el elemento primordial de la carretera por la cual circulan los vehículos, está compuesta por carriles y su número depende del tipo y clase de carretera, este elemento no incluye la berma.

Como tal hemos mencionado anteriormente nuestro índice de tráfico diario es bajo con lo cual podremos seleccionar si haremos la carretera de una o de dos carriles.

Cuadro 72

Anchos mínimos de calzada en tangente.

Tabla 304.01
Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día							
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			6,00	6,00
40 km/h																	6,60	6,60	6,60	6,60
50 km/h											7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60
60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60
70 km/h			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60
90 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20			7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60
100 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20			7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60
110 km/h	7,20	7,20			7,20															
120 km/h	7,20	7,20			7,20															
130 km/h	7,20																			

Notas:

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5,00 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018

El Ancho trabajable para esta calzada mínimo para el IMDA con una velocidad directriz de 30km/h será de 6.00m.

3.4.8.2 Bermas

Procedente de la palabra francesa Berme que significa borde, margen; en una carretera lo consideramos como una banda que está a lo largo y es paralelo a la carretera, su importancia está en la seguridad que le proporciona ya sea sirviendo como estacionamiento en caso de emergencia o para el tránsito de vehículos menos o bicicletas.

Cuadro 73
Ancho de Bermas.

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																		0,90	0,50	0,50
40 km/h														1,20	1,20	1,20	1,20	0,90	0,50	0,50
50 km/h										2,60	2,60		2,00	1,20	1,20	1,20	1,20	0,90	0,90	
60 km/h			3,00	3,00			2,60	2,60		2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20		
70 km/h			3,00	3,00			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20		1,20				
80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00						
90 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00									
100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00										
110 km/h	3,00	3,00			3,00	3,00														
120 km/h	3,00	3,00			3,00	3,00														
130 km/h	3,00	3,00																		

En este proyecto se está proyectando un ancho berma de 0.50 metros

3.4.8.3 Bombeo

Son las zonas longitudinales de las carreteras que están paralelas a ella y que están entre el exterior del pavimento y la cuneta, las calzadas por normativa o por seguridad siempre deberán tener como uno de sus elementos el bombeo el cual nos sirve para que en caso de precipitaciones exista una evacuación de aguas correcta.

El porcentaje de bombeo dependerá del tipo de carretera que exista, así como también en que zona del Perú se diseñe ya que contamos con distintitos climas como alturas.

El cuadro 74 mostrara los valores a utilizar en nuestro proyecto en porcentaje de bombeo, teniendo en cuenta de los parámetros descritos antes.

Cuadro 74
Valores del Bombeo de la Calzada.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018
Utilizaremos un 3.5% de bombeo como lo muestra el cuadro 74 con precipitaciones de < 500 mm.

3.4.8.4 Peralte

El peralte máximo con el que diseñaremos la carretera llevará el valor máximo normal 6% así como en su extremo un valor de 10%, solo en caso de que la carretera tenga un drenaje óptimo se podrá justificar un máximo de 12% en peralte

Cuadro 75
Valores de Peralte Máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado ó Accidentado)	8,0%	6,0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado ó Escarpado)	12,0	8,0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8,0	6,0%	302.05

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018

3.4.8.5 Taludes

Los taludes que se trabajaran en el proyecto son variables debido a que la geomorfología del terreno es escarpada en su mayoría, esto hace que los cortes varíen además de que ver la estabilidad del terreno en algunas partes de ella, todos los diseños y cálculos de estos taludes están parámetros en el siguiente cuadro.

Cuadro 76
Valores referenciales para Taludes de Corte.
(Relación H:V)

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material		
			Grava	Limoarcilloso 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	*	*	*

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

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018

Cuadro 77
Taludes referenciales en zonas de Relleno (Terraplenes)

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1,5	1:1,75	1:2
Arena	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocado	1:1	1:1,25	1:1,5

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018

3.4.8.6 Cunetas

Las cunetas son estructuralmente obras de drenaje longitudinal. Reciben las aguas de escurrimiento superficial de áreas situados paralelamente y aguas arriba de la plataforma de la carretera y las conducen hasta un punto de entrega que, normalmente, son quebradas, arroyuelos o ríos.

Como se describe, líneas arriba, el método denominado racional es el más utilizado en estos cálculos; cuyos resultados se presentan en el escurrimiento delimitado en su base por la longitud entre progresivas, la intensidad de la precipitación corresponde a su tiempo de concentración y al tiempo de retorno, que para el caso es de 20 años, y el coeficiente de escurrimiento será por las características de la superficie de escurrimiento.

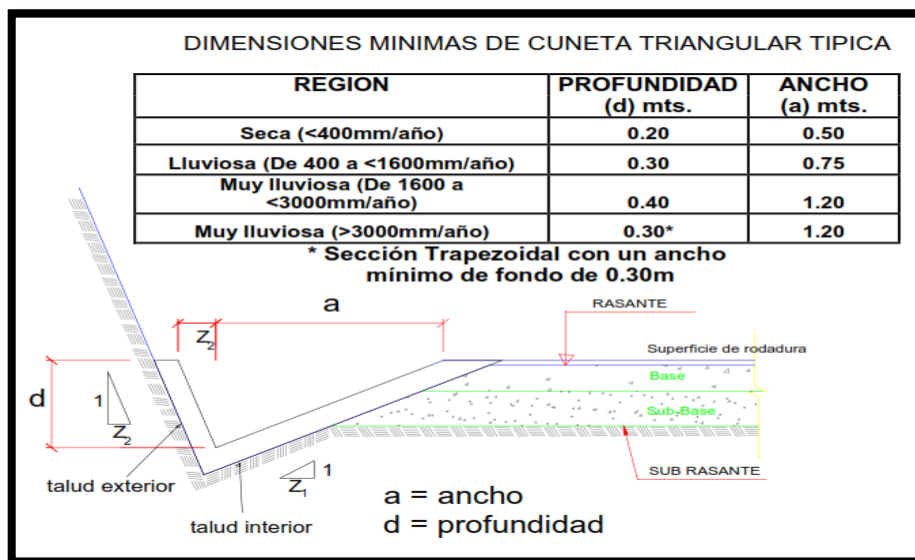


Figura 23: Sección transversal de cuneta.

3.4.8.7 Sección Transversal Típica.

En el siguiente bosquejo muestra una sección transversal típica con la que se trabajará como base en el diseño de carretera.

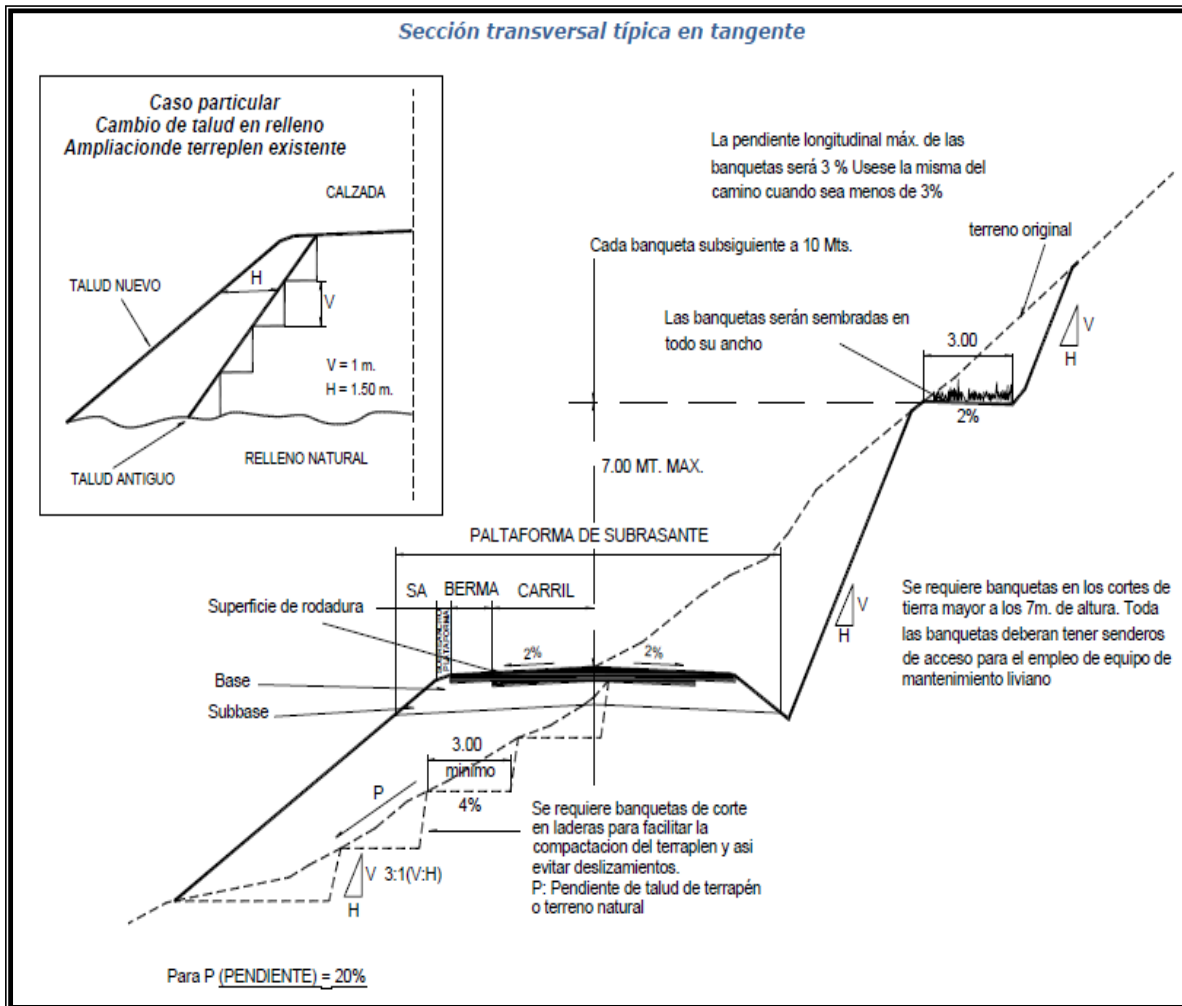


Figura 24: Sección Transversal Típica

Fuente: Manual de carreteras “Diseño Geométrico” – DG 2018.

3.4.9. RESUMEN DE CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS DE DISEÑO EN ZONA RURAL.

Cuadro 78

**Resumen General de Parámetros Adoptados para el
Diseño Geométrico de la Carretera.**

CARRETERA DE TERCERA CLASE	
1. Características de la Vía y Afirmado	TRAMO I – II e=20 cm
Longitud (km)	5.778.49
IMD (Veh./día)	41.00
Velocidad de diseño (km/h)	30.00
Ancho de Calzada (m)	6.00 mt
Ancho de Berma (m)	0.5
Número de Carriles	2
Tipo de Material de Superficie	Natural
Topografía	Accidentada
Distancia de visibilidad de parada (m)	35
Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	200
Radio mínimo (m)	30
Peralte Máximo (%)	8.00
Pendiente Máxima (%)	9.00
Bombeo (%)	3.5
Taludes	diferentes

3.4.10. Diseño de Afirmado

3.4.10.1. Generalidades

El afirmado como primer concepto en ingeniería es el material compuesto por diversos elementos principalmente pétreos con una diversidad de medidas de los materiales y/o fragmentos que proceden de una fragmentación o fraccionamiento natural o artificial de estas rocas.

En el rango de carreteras de bajo volumen que es el caso de mi diseño de carretera se aplica el concepto de carreteras no pavimentadas las cuales serán revestidas por un revestimiento adecuado al número de repeticiones de Ejes equivalentes de material granular en un periodo de 10 años clasificadas en:

- a) Carreteras con un alto grado de suelo natural, a su vez mejorado con grava seleccionada por zarandeo y finos ligantes.
- b) Carreteras gravosas constituidas por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo, de tamaño máximo de 75 mm.
- c) Carreteras afirmadas mezcladas con una capa de material de cantera por medios mecánicos o naturalmente, esta dosificación de piedra, arena y arcilla o finos deben tener como máximo 25mm.
- d) Carreteras con superficie de rodadura tratada con materiales industriales.
- e) Afirmados con superficie tratada para el control de polvo, con materiales como: cloruros, aditivos, productos asfálticos (imprimación reforzada o diferentes tipos de sello asfáltico), cemento, cal u otros estabilizadores químicos.
- f) Suelos naturales estabilizados con: emulsión asfáltica, cemento, cal, cloruros, geosintéticos y otros aditivos que mejoren las propiedades del suelo.

3.4.10.2. Metodología de Diseño

El método de diseño es basado en hacer un pavimento con el 100% de afirmado como material presente en la capa de rodadura, cuya función es resistir las cargas de tránsito de diseño en esa carretera de bajo tránsito que además sirve para tratar el polvo en ella.

Las capas de revestimiento granular deben cumplir con las siguientes funciones y características.

- Diseño de capa de afirmado de acuerdo con resistencia de subrasante.
- Tránsito estimado para un periodo de diseño.
- Tomar en cuenta el número de tránsito pesado considerando los ejes equivalentes (EE).
- Todos los materiales de diseño tienen que estar clasificados, descritos y estudiados dentro de las normas y Especificaciones Técnicas Generales.
- Características de la Subrasante.
- Nivel de Tránsito.

3.4.10.3. Secciones de Capas de Afirmado

El método de NAASRA es el que utilizaremos para diseñar las secciones de capas de afirmado el cual está definido por su fórmula, donde uno de sus factores es el valor del ensayo de suelo del CBR, así como también la carga que influye en el terreno por parte de los ejes equivalentes hallados con anterioridad para el diseño.

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

Dónde:

e= Espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR= Valor del CBR de la subrasante.

Nrep= Número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

Cuadro 79

Resumen de espesores para Afirmado Granular.

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

(*) Subrasante con CBR <6%, serán materia de estabilización o mejoramiento de subrasante.

EE CBR %		Tnp1	Tnp2	Tnp3	Tnp4	
		< 25,000	25,001-75,000	75,001-150,000	150,001-300,000	
6% < CBR < 10%	CBR < 6%	25cm (*) 	30cm (*) 	30cm (*) 	35cm (*) 	
	CBR 6%-8%	25cm 	30cm 	30cm 	35cm 	
	CBR 8%-10%	20cm 	25cm 	25cm 	30cm 	
	10% < CBR < 20%	CBR 10%-12%	20cm 	20cm 	25cm 	25cm
		CBR 12%-20%	15cm 	20cm 	20cm 	20cm
		20% < CBR < 30%	CBR 20%-30%	15cm 	15cm 	15cm
CBR ≥ 30%	15cm 		15cm 	15cm 	15cm 	


Afirmado

Fuente: Elaboración propia en base a ecuación NAASRA.

- Nota: 1. (*) Espesor y tipo de estabilización de suelos, será definido en estudio específico.
2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
3. Evaluaciones Superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectuará al menos una vez cada año.
4. En la etapa de Operación y Conservación vial, efectuar Perfilado periódicamente por lo menos una vez cada año y control de polvo mediante riegos de agua, asfaltos, cloruros, aditivos químicos u otros.

Figura 25: Catálogo de capas de afirmado (revestido granular), Período de diseño de 10 años.

3.4.10.4. Materiales de Afirmando

Los tipos de material a utilizarse en este diseño de afirmando varía de acuerdo a la región donde es el proyecto y las fuentes locales de agregados es decir las canteras más cercanas a la zona, y sus respectivas características a utilizar como lo son la cantera de río o la cantera de cerro por sus propiedades

El tamaño del agregado y su porcentaje de material fino o arcilla es definido por si es una capa superficial o inferior para la cual se utilizará.

El afirmando tiene la combinación de lo siguiente:

- Piedra.
- Arena.
- Arcilla o finos.

La mejor combinación de estos hará el diseño de un afirmando compacto y seguro. Así por ejemplo de piedra se debe tener un porcentaje para soportar cargas, el material fino y su cantidad apropiada permitirá mantener aglutinadas las partículas del afirmando.

3.4.10.5. Tipos de Afirmandos

- TIPO 1: Afirmando Suelto
- TIPO 2: Afirmando Neto
- TIPO 3: Afirmando Pesado
- TIPO 4: Afirmando Procesado

Cuadro 80
Gradación del material de Afirmado.

PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ	GRADACIÓN C	GRADACIÓN D	GRADACIÓN E	GRADACIÓN F
50 mm (2")				
37.5 mm (1½")				
25 mm (1")	100	100	100	100
19 mm (¾")				
12.5 mm (½")				
9.5 mm (3/8")	50 - 85	60 - 100		
4.75 mm (N° 4)	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
2.36 mm (N° 8)				
2.0 mm (N° 10)	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
4.25 um (N° 40)	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
75 um (N° 200)	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25
Índice de Plasticidad	4 - 9	4 - 9	4 - 9	4 - 9
Límite Líquido	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%
Desgaste Los Ángeles	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%
CBR [referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm)]	Mín. 40%	Mín. 40%	Mín. 40%	Mín. 40%

Cuadro 81
Gradación del material de Afirmado.

PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ	FHWA – FP 03	FHWA – SD LTAP
50 mm (2")		
37.5 mm (1½")		
25 mm (1")	100(1)	
19 mm (¾")	97 – 100(1)	100
12.5 mm (½")		
9.5 mm (3/8")		
4.75 mm (N° 4)	41 – 71 (7)	50 - 78
2.36 mm (N° 8)		37 - 67
2.0 mm (N° 10)		
4.25 um (N° 40)	12 – 28 (5)	13 - 35
75 um (N° 200)	9 -16 (4)	4 - 15
Índice de Plasticidad	8 (4)	4 - 12
Límite Líquido	Máx. 35%	Máx. 35%
Desgaste Los Ángeles	Máx. 50%	Máx. 50%
CBR [referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm)] (*)	Min. 40%	Min. 40%
Nota: (1) = Procedimiento estadístico no aplica () = desviación admisible (±) del valor indicado		

Si el estudio del CBR llegará a confirmar que el material es muy pobre se tendrá que hacer análisis más exhaustivos para poder identificar y mejorar estas propiedades del material.

Fuente: Elaboración propia según Federal Highway Administration – FHWA, utilizando normas del MTC. Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia, y Pavimentos.

3.4.10.6. Ejes Equivalentes

3.4.10.6.1. Tráfico (Demanda).

Para el diseño de una capa de rodadura no tomaremos en cuenta a los vehículos menores como motocicletas, automóviles o camionetas debido a que su peso es un factor mínimo sobre la capacidad de capa de rodadura.

Los factores importantes que influyen en la capa de rodadura son los vehículos mayores de dos toneladas y media los cuales son los buses o camiones que están en el rango de vehículos pesados.

Cuadro 82
El tráfico proyectado al año horizonte.

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	<15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	<6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
N° Rep. EE (carril de diseño)	< 2.5 x 10 ⁴	2.6x10 ⁴ -7.8x10 ⁴	7.9x10 ⁴ - 1.5x10 ⁵	1.6x10 ⁵ -3.1x10 ⁵

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas. MTC.

Cuadro 83
Ejes equivalentes según ejes de vehículos.

Tipo de eje	Eje equivalente EE 8.2tn
Eje simples de rueda simples	[P/6.6] ⁴
Eje simple de rueda doble	[P/8.16] ⁴
Eje tandem de rueda doble	[P/15.1] ⁴
Eje tridem de rueda doble	[P/22.9] ⁴
P = peso por eje en toneladas	

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas. MTC.

Cuadro 84
Cuadro de vehículo según tipo.

Tipo de Vehículo IMD		
Distribución %		
Automóvil	20	49%
Camioneta	15	36.5%
Vehículos menores	6	14.5%
Micro	0	0%
Bus grande	0	0%
Camión 2E	0	0%
Camión 3E	0	0%
IMD	41	100.00%

Fórmula.

$$N_{rep \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}}} = \sum [EE_{\text{dia-carril}} \times 365 \times ((1+t)^n - 1)] / t$$

En donde:

$EE_{\text{dia-carril}}$ = EE x Factor direccional x Factor Carril.

EE = N° d vehículos según tipo x factor vehículo x factor de presión en llantas.

t = Tasa de proyección del tráfico, en centésimas.

Factor direccional = 0.5, corresponde a carreteras de dos direcciones.

Cuadro 85

Cálculo de ejes equivalentes (EE).

TIPO DE VEHICULO	N° DE VEHICULOS	EJE EQUIVALENTE	N° REPET. PARA 8.2TN	EE	FACTOR DIRECCIONAL	FACTOR CARRIL	N° DE DIAS EN AÑO	T	N	TOTAL
Auto	20	0.0001	8.2	0.0164	0.5	0.8	365	0.02	10	26.218
Camioneta	15	0.0001	8.2	0.0123	0.5	0.8	365	0.02	10	19.664
Camion	6	1.15	8.2	93.16	0.5	0.8	365	0.02	10	148931.097
										148976.979

En el siguiente esquema veremos los rangos de repeticiones y números de EE necesarios para cada caso.

Cuadro 86

Rango de Repeticiones de Ejes Equivalentes.

T1:	50,000 a 150,000 EE
T2:	150,000 a 300,000 EE
T3:	300,000 a 600,000 EE
T4:	600,000 a 1'000,000 EE

Fuente: Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo Volumen de tránsito.

3.4.10.7. Resistencia del Terreno de Fundación

Estudio del ensayo del CBR del terreno de fundación. Los valores del CBR, del proyecto se encuentran en el resumen de los estudios de suelos.

3.4.10.8. Cálculo de espesores de Afirmado

Para la obtención de los datos para el espesor del afirmado trataremos siempre de utilizar el método AASHTO que considera principalmente los parámetros de relación soporte (CBR), ejes equivalentes acumulados. De esta manera se podrá diseñar el espesor de la capa del afirmado según el cuadro 87.

Cuadro 87
ESPEORES DE AFIRMADO

TRAMO	EE	CBR	Esp. (mm)
Santa Catalina - Puente Lavasen Alto	148976.979		200.000
Puente Lavasen Alto - Santa Clara	148976.979		200.000

3.4.11. Señalización

3.4.11.1. Generalidades

Con el fin de mejorar y de contribuir con el control, seguridad y ordenamiento general del tráfico de las carreteras o vías de acceso en nuestro caso la carretera desde Santa Catalina a Santa Clara, se ha visto por conveniente hacer posible que tanto las necesidades de los habitantes se puedan compatibilizar con la del proyecto; así podremos facilitar todas las señalizaciones y dispositivos correspondientes a la vía y volverla más segura para el tránsito vehicular.

Con el correcto y eficaz implementación de lo provisto por las señalizaciones adecuadas de transito De acuerdo a la evaluación realizada de la zona, la ruta del camino será provista de señales de tránsito para favorecer su significado claro conciso y dar tiempo de respuesta apropiada al conductor como al transeúnte.

3.4.11.2. Señales Verticales

Las señales verticales son importantes dispositivos en todo lo largo de una carretera y pueden ser para distintos usos.

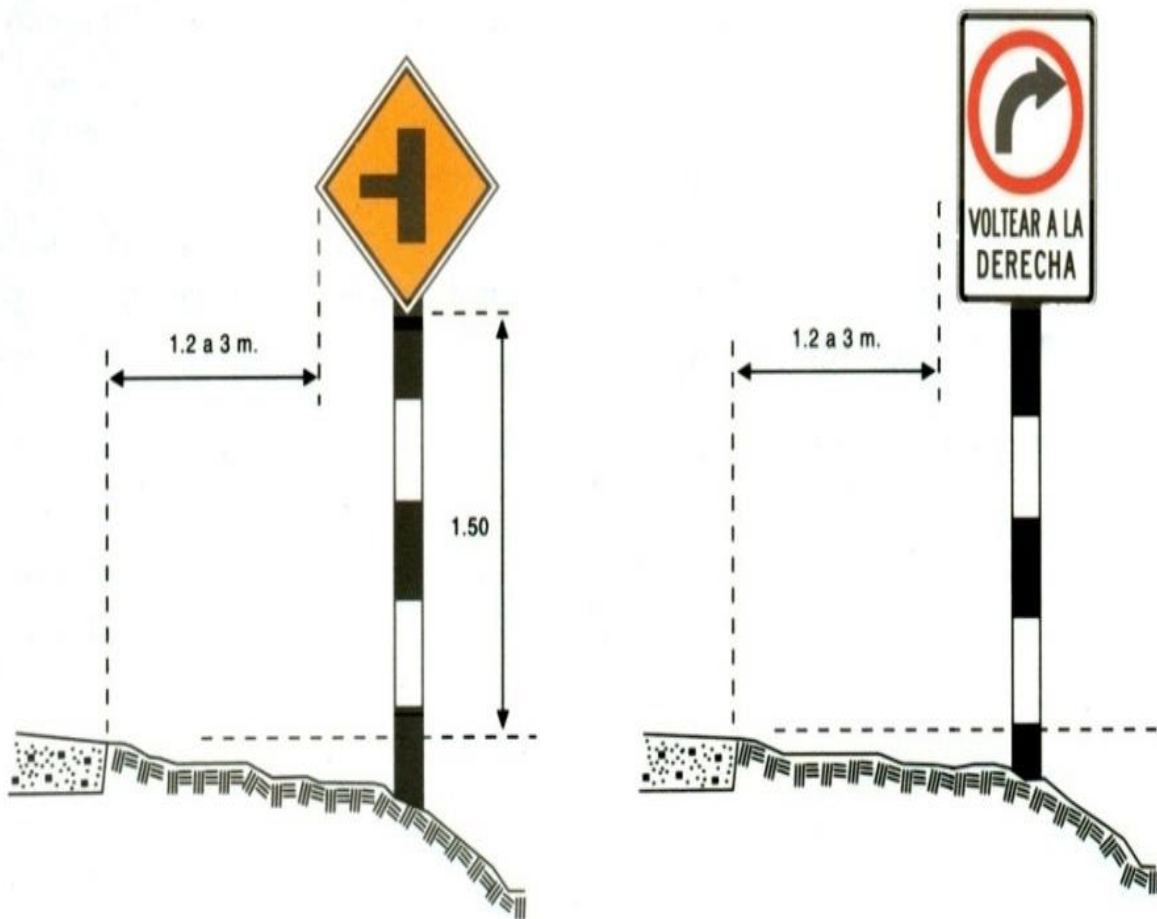
Todos estos símbolos diseños y colores pueden ser:

- Señales reguladoras.
- Señales preventivas.
- Señales informativas.

3.4.11.3. Colocación de Señales

La colocación de señales verticales ya nombradas dentro de la zona rural deberá ser lo siguiente:

En el siguiente dibujo podremos ver la altura y distancia de algunas señales las cuales son utilizadas en la mayoría de las carreteras:



ZONA RURAL

Figura 26: Ubicación y Altura de las Señales.

Para el diseño de carretera se elegirá la distancia de 1.2m por la zona donde está ubicada el proyecto.

3.4.11.4. Señales Regulatoras

Son las que muestran tanto a los peatones como a los tripulantes de un vehículo las diferentes indicaciones, normas, límites de velocidad, señales de curvas, etc.

Colocaremos esta señal a no menos de 30 metros y mostraremos su clasificación a continuación.

3.4.11.4.1. Clasificación.

- **Señales relativas al derecho de paso:**
- **Señales prohibitivas y restrictas:**
- **Señales de sentido de circulación:**

3.4.11.4.2. Colores.

Señales relativas al derecho de paso.

ALTO, esta señal ya conocida en todos lados muestra su color rojo y letras blancas.

VÍA PREFERENCIAL, también utilizada en todos lados de color blanco con una franja en todo su contorno de color blanco.

Señales prohibitivas y restrictivas.

Señales de color blanco con letras, símbolo y marco negro. El círculo será de color rojo a excepción de aquellas señales que indiquen el fin de una prohibición, las que serán de color negro.

Señales de sentido de la circulación.

La leyenda es de color negra y estará dentro de las flechas blancas y el contorno de todo esto será negro.

3.4.11.4.3. Tamaño.

Las señales reguladoras serán:

En autopistas su tamaño por norma será de 0.80 metros x 1.30 metros.

En caminos rurales y arterias urbanas principales: 0.60 x 0.90.

En caminos tanto en zona rural como en zona urbana: 0.45 x 0.60.

Codificación.

Dentro de las señales reguladoras tenemos un número total de 46 señales, entre las cuales podemos indicar las siguientes:

- R – 1 : Señal de alto o pare.
- R – 2 : Ceda el paso.
- R – 5 : Giro solamente a la izquierda.
- R – 6 : Prohibido voltear a la izquierda.
- R – 12 : Prohibido cambiar de carril.
- R – 14A : Sentido del tránsito.
- R – 16 : Prohibido adelantar.
- R – 26 : Estacionamiento permitido.
- R – 30 : Velocidad máxima.

3.4.11.5. Señales Preventivas.

Las señales preventivas en nuestro proyecto serán aquellas señales que ayudan al peatón o al usuario del vehículo a estar alertas y prevenidos de acuerdo a la señal descrita.

Esto ayuda a que se tomen las prevenciones del caso y se evite cualquier tipo de accidente vehicular.

Forma.

Será de forma de rombo, con alguna excepción como es la de vía férrea

Tamaño.

Para 60 km/h, serán de 0.60 m

Para 60 km/h a 100 km/h, serán de 0.75 m

Los símbolos serán exclusivamente letras y con un marco negro y con el color amarillo caminero fácil de identificar en toda vía o carretera del Perú, así como también los bordes de amarillo caminero.

A continuación, la Codificación.

P - 1. (A, B). = Esta nomenclatura le daremos en el proyecto a las curvas cerradas existentes.

P - 2. (A, B). = esta nominación se les dará normalmente a las curvas.

P - 5. = esta nominación le daré a las curvas pronunciadas en S que aparecen en todo el recorrido de la carretera.

P - 6. = nomenclatura que se le dará cuando el camino puede llegar a ser sinuoso en algún tramo.

P - 26. = nominación cuando en tramo de carretera aparece una escuela o colegio cerca.

3.4.11.6. Señales Informativas.

Estas señales informativas solo tienen la prioridad de dar a conocer al conductor del vehículo donde está situado o a qué lugar está cerca como lo pueden ser pueblos ciudades ríos, centros arqueológicos, etc.

En algunos de estas señales se le puede agregar algún tipo de prevención o regulación en el caso de que sea necesario esta y se clasificará de la siguiente manera.

3.4.11.6.1. Clasificación.

a) Señales de dirección.

Son las señales que nos muestran a que destino estamos llegando, así como también a la distancia a al que estamos del lugar normalmente nos la muestran en kilómetros, así como también hay cuadro de estas distancias si hay varios destinos cercanos.

b) Señales indicadoras de ruta.

Señales que nos indican las posibles rutas en nuestro camino, así como también hay señales auxiliares de apoyo en estas carreteras.

c) Señales de información general.

Son las geolocalizan los lugares de interés próximos en la carretera. Ciudades, pueblos, ríos, océanos, lugares turísticos, y dentro de las ciudades como lo pueden ser hospitales, postas médicas, colegios, teléfonos públicos etc.

3.4.11.6.2. Forma

a) Señales de dirección.

En general de forma rectangulares y más amplio horizontalmente

b) Indicadores de ruta.

Tienen formas peculiares como pueden ser círculos u otros polígonos

c) Señales de información general.

Así como las de dirección, pero más amplias en su lado vertical.

3.4.11.6.3. Colores.

a) Señales de dirección.

Aparecen en todo el litoral peruano y siempre de color verde y todo lo de adentro como letras y números de color blanco.

b) Información general.

De fondo azul con recuadro blanco y símbolo negro.

c) Indicadores de ruta.

Fondo blanco con signos, letras y marcos blancos.

d) Señal de puestos de primeros auxilios.

Son de fondo azul, con recuadro blanco y símbolo rojo.

3.4.11.6.4. Codificación.

Dentro de las señales informativas, podemos mencionar las siguientes:

a) Indicadores de ruta:

- I – 1 : este indicador será el más global encargado de dentro de las carreteras del sistema interamericano en nuestro caso América del sur
- I – 2 : este indicador es de las rutas de todo el litoral peruano
- I – 3 : este indicador es dentro del sistema de nuestras regiones o departamentos.
- I – 4 : es el indicador que trataremos que es vecinal
- I – 7 : este Indicador marca las distancias.
- I – 8 : este indicador identifica los Postes de kilometraje que existente en las carreteras.

b) Señales de información general:

- I – 18: Localización.
- I – 19: Área para estacionamiento.

c) Señales auxiliares:

- I – 28: Primeros auxilios.
- I – 32: Servicio telefónico.
- I – 34: Servicio de gasolina.

3.4.11.7. Hitos Kilométricos.

Son los hitos localizados en la carretera los cuales nos muestran en que kilometro estamos ubicados.

3.4.11.8. SEÑALIZACIÓN EN EL PROYECTO.

3.4.11.8.1. Generalidades.

La señalización de este proyecto está basada en todos los estudios de sitio, así como también en las características de diseño de nuestra carretera y en los accidentes geográficos que pueden estar en ella y en su entorno.

3.4.11.8.2. Ubicación de las Señales

Tendremos como condiciones básicas de las ubicaciones de las señales los siguientes:

La distancia del eje vertical respecto a la del borde de la carretera o calzada será entre 1.20 metros y 3.00 metros con alguna excepción la cual se tiene que describir y explicar en el proyecto.

Angulo de Colocación: Deberá formar ángulo recto con el eje del camino, excepto en el caso de señales reflectantes en que se colocaran ligeramente inclinadas a la normal, para su mejor reflectación.

3.4.11.8.3. Tipos de Señales.

Para el proyecto se consideran los siguientes tipos de señales:

3.4.11.8.3.1. Preventiva.

Se colocaron a una distancia de 30m antes del inicio de prohibición.

a. Curva pronunciada P1A y P1B

Para los que su Angulo de deflexión sea mayor a 45° y con un radio de 40 a 80 metros.

En el proyecto tenemos 2 señalizaciones de curva pronunciada.

b. Señal de curva a la derecha P-2A e izquierda P2B

En el proyecto tenemos 50 señalizaciones de curva.

c. Señal de curva y contracurva P-4B

En el proyecto tenemos 28 señalizaciones.

d. Señal de camino sinuoso P-5-1.

El proyecto debido a que la carretera es muy accidentada se previó que se debe poner una R-30 que es un aviso de velocidad máxima para poder tener un factor adicional de seguridad en esta vía.

En el proyecto tenemos 2 señalizaciones.

e. Señal de curva en U P-5-2A derecha, P-5-2B izquierda

En el proyecto tenemos 3 señalizaciones.

3.4.11.8.3.2. Reguladoras.

R - 30: Velocidad máxima 40 KPH.

R - 16: Prohibido adelantar.



R - 3 0



R-16

Figura 27: Señales reglamentarias

Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras – MTC.



P-2A

Señal Curva a la derecha



P-2B

Señal Curva a la izquierda



P-5-1

Señal Camino Sinuoso



P-5-2A

Señal Curva en U Derecha



P-5-2B

Señal Curva en U Izquierda

Figura 28: Señales Preventivas

Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras – MTC.

3.4.11.8.3.3. Señales Informativas

Se han ubicado 03 señales informativas.

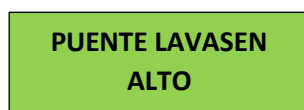
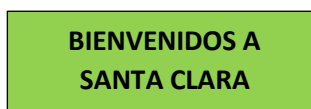
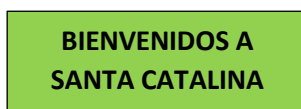


Figura 29: Señales Informativas

3.4.11.8.3.4. Postes Kilométricos.

Consideramos en el proyecto de acuerdo a la distancia de esta un total de 6 postes kilométricos

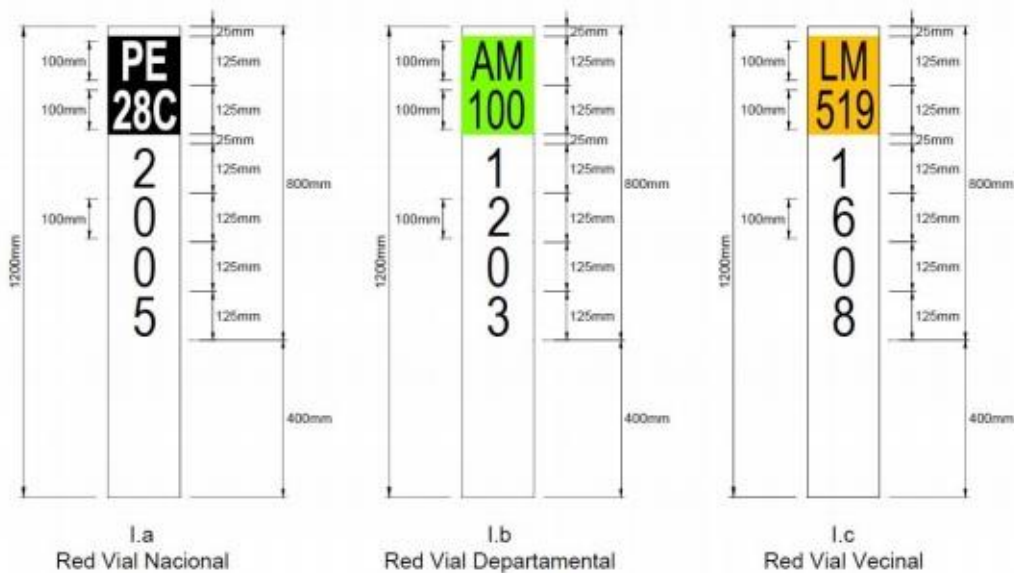


Figura 30: Postes Kilométricos.

Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras – MTC.

3.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.5.1. Generalidades

Como principales objetivos del desarrollo del proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental se considera:

Los impactos negativos e impactos positivos durante todo el proyecto y estudio de este.

Cumplir estrictamente con todas las normas y leyes de control ambiental vigente exigidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) que está en vigencia

Definir con exactitud el medio ambiente receptor es decir consideran al milímetro cada uno de los aspectos físico químicos, biológicos, socioeconómico y cultural, del área de influencia del proyecto.

3.5.2. Objetivos

Como objetivos del presente Estudio de Impacto Ambiental se considera los siguientes.

- Cumplir estrictamente con todas las normas y leyes de control ambiental vigente exigidas por las autoridades pertinentes existentes en cada región del Perú mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Definir con exactitud el medio ambiente receptor es decir consideran al milímetro cada uno de los aspectos relacionados con lo físico químicos, biológicos, socioeconómico y cultural, del área zonal de influencia del proyecto.
- Identificar cada uno de los impactos y evaluarlos como efecto de todas las consecuencias de todo lo que se ha hecho sobre el tramo de la carretera sea físico o químico que genera en ello un impacto en el medio ambiente siempre considerable.
- Proponer a largo corto y largo plazo siempre una solución a largo plazo y cuál puede ser un plan de abandono, prevención o control de acuerdo al proyecto, y así siempre rescatar de alguna manera el ecosistema que es primordial en estos tiempos.

3.5.3. Normas que Enmarcan el Estudio de Impacto Ambiental

La Constitución Política del Perú establece que el Estado determina la política nacional del ambiente, señalando como deducción lógica de esta política que el Estado promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ (29 DE DICIEMBRE DE 1993)

Art. 66: En este artículo, se afirma que la nación peruana es dueña de todo recurso natural ya sea renovable o no renovable, y es libre de aprovecharlo a su manera.

Art. 67: En este artículo, el estado peruano define la política ambiental que se manejará en el país.

CÓDIGO DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES (D.L. 613 DEL 08/09/90)

Art. 1: Este artículo brinda a todo peruano el derecho de vivir en un ambiente ecológicamente saludable y a la vez tiene el deber de conservar dicho ambiente.

Art. 2: El artículo resalta que todo recurso natural es patrimonio del medio ambiente.

Art. 3: Este artículo brinda a la población el poder de reclamar o exigir la defensa de su medio ambiente y recursos naturales que pueden ser afectados.

Art. 6: Este artículo afirma que toda persona tiene el derecho de participar activamente en la política ambiental de su país.

Art. 14: Este artículo prohíbe desechar sustancias al medio ambiente que puedan contaminar los ecosistemas.

Art. 15: Este artículo prohíbe arrojar o verter residuos sólidos, líquidos o gaseosos, que dañen el medio ambiente.

Art. 36: Este artículo enmarca a toda diversidad biológica, ecológica y genética como patrimonio natural del país.

Art. 39: Este artículo resalta el poder del estado para proteger especies representativas y en peligro de extinción.

Art. 50: Este artículo resalta el poder del estado para crear áreas protegidas con el fin de proteger los ecosistemas naturales.

Art. 54: Este artículo reconoce que las comunidades nativas poseen propiedad sobre las tierras dentro de las áreas naturales protegidas.

Art. 59: Este artículo reconoce a las zonas arqueológicas o históricas como patrimonio o recurso natural cultural.

Art. 73: Este artículo comenta, que al realizarse alguna obra se debe evitar contaminar el suelo, aire y agua.

Art. 78: Este artículo dicta de poder al estado para distribuir a las poblaciones en los ecosistemas dependiendo de su capacidad de soporte.

LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS, LEY N° 27314

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

REGLAMENTO DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (D.S. N° 041-2002 –MTC)

Artículo 73°: Dirección General de Asuntos Ambientales

La Dirección General de Asuntos Ambientales es el ente encargado de hacer cumplir las normativas relacionadas al medio ambiente, siendo su objetivo principal dictaminar que los proyectos sean ambientalmente posibles.

D. S. N° 019-2009-MINAM REGLAMENTO DE LA LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

Título 2, Capítulo 2, Art. 36° Clasificación de los proyectos de inversión

“Los proyectos públicos o privados que están sujetos al SEIA, deben ser clasificados por las autoridades competentes, de acuerdo a lo señalado en el artículo 8 de la ley, en una de las siguientes categorías”:

Categoría I – Declaración de Impacto Ambiental (DIA):

Se utiliza para proyectos donde los impactos negativos generados al medio ambiente son leves.

Categoría II – Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd):

Se utiliza para proyectos donde los impactos negativos generados al medio ambiente son moderados.

Categoría III – Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d):

Se utiliza para proyectos donde los impactos negativos generados al medio ambiente son significativos.

3.5.4. Características Ambientales del Proyecto

3.5.4.1. Metodología

Los veremos en el siguiente diagrama de flujo

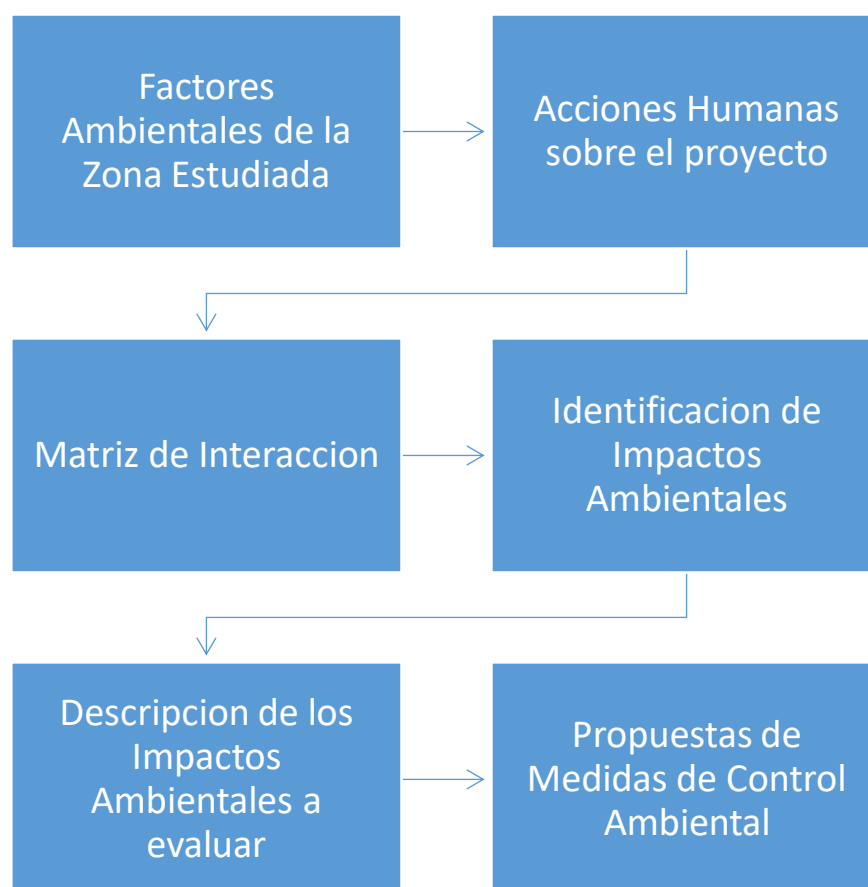


Figura 31: Diagrama de Flujo para el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

3.5.4.2. Factores ambientales del medio.

Son todos los factores concernientes al suelo, agua, la climatología, la fauna y flora además de los aspectos económicos y culturales de la localidad a estudiar

3.5.4.3. Acciones humanas del proyecto.

Dentro de las acciones humanas que interactúan con todo proyecto y que debemos prever, debemos siempre tener todas estas fases dentro de un listado u organigrama.

- Fase construcción
- Fase de operación
- Fase de mantenimiento

3.5.4.4. Matriz de interacción.

Podemos describir esta matriz como el ordenamiento en ejes de x y y

- En X tendremos las actividades producidas por el hombre
- En Y las acciones ambientales cuantificadas por factores como pueden ser el clima, suelo, biótico, hídrico, etc.

3.5.4.5. Identificación de los impactos ambientales.

Para esta identificación se identifican en toda escala las acciones humanas y los factores ambientales correspondientes, formándose las ordenadas en x y y de la matriz de interacción.

Los impactos identificados pueden ser positivos o negativos.

3.5.4.6. Descripción de los impactos ambientales.

Una vez identificados tanto los impactos positivos como negativos de los impactos ambientales del proyecto mediante la matriz de interacción.

Todos estos factores positivos y negativos se ordenarán de acuerdo a su importancia.

3.5.4.7. Medidas de control.

Según el efecto y la magnitud que causan los impactos ambientales negativos provocadas por el hombre se buscan y proponen las medidas para disminuir estas.

3.5.5. Diagnóstico Ambiental

3.5.5.1. Medio Físico

Estos medios físicos son:

- Ubicación
- Clima
- Suelo
- Hidrología

3.5.5.1.1. Ubicación

Como ya he mostrado antes el diseño está en la provincia de Pataz, con una altitud media de 2780 m.s.n.m. Teniendo como coordenadas UTM las siguientes.

Cuadro 88: Ubicación del Proyecto

Progresiva	Ubicación	Altitud	Norte	Este
0+000	Inicio de Tramo Santa Catalina	3030.108	9152281.36	212396.73
4+010.06	Ubicación Puente Lavasen Alto	2795.982	9152345.12	216017.66
5+778.49	Fin de Tramo Santa Clara	2890.124	9153535.04	215066.13

- Zona de Estudio: Centros poblados de Santa Catalina – Santa Clara
- Distrito : Pataz
- Provincia : Pataz
- Región : La Libertad
- País : Perú.

3.5.5.1.2. Clima.

- Humedad Relativa máxima: entre 70% y 80%.
- Temperatura Máxima: 20 °C.
- Temperatura Mínima: 2 °C.

3.5.5.1.3. Suelo.

La predominancia del suelo de este proyecto será de:

Arena arcillosa con una mediana plasticidad, de color marrón de compresibilidad baja con un porcentaje máximo de 14% de humedad, con 47.50% de finos (que pasa la N 200), de expansión baja en condición normal. Y Gravas mal graduadas, mezcla de grava arena, limos y arcillas.

3.5.5.1.4. Hidrología.

El período lluvioso se extiende desde octubre hasta abril, en su transcurso se descarga alrededor de 85 % de la precipitación anual; mientras que, en el período seco precipita solamente el 15 % del total anual. El mes de julio es el más seco, con apenas 1.4 % de precipitación del total anual, con un coeficiente de variabilidad superior al 80 % entre un año y otro, es mayor a niveles altitudinales menores; en cambio, los meses lluviosos muestran una menor variabilidad entre un año y otro, con coeficiente de variabilidad promedio de 40 %, lo que indica una mayor regularidad entre un año y otro que los meses secos.

La precipitación de las lluvias en el año donde se trazará la carretera del proyecto, tiene como un promedio anual de 651.6 mm.

3.5.5.2. Medio Biótico

3.5.5.2.1. Flora

Régimen de cultivo.

Catalina y Santa Clara siendo el trigo el principal cultivo de sus cosechas, así como también la papa, cebada, maíz, haba, trigo y hortalizas entre otros.

Todas estas actividades dependen de las lluvias y las estaciones del año para su pleno desarrollo.

3.5.5.2.2. Fauna.

Fauna silvestre.

Esta fauna tendrá animales como el zorro, tordos, chiroques, lagartijas, iguanas, chiscos, lechuzas.

Fauna doméstica

La ganadería es más utilizada para el consumo propio como animales de granja como ganado ovino, pollos, etc. Para un consumo diario de sus pobladores.

3.5.6. Acciones humanas del proyecto

Todas las acciones humanas que se efectúan durante el proyecto están descritas una a una en las partidas del presupuesto general de la obra la cual tiene como acciones generales:

- Trabajos preliminares
- Movimientos de tierras
- Afirmado
- Estabilización de suelos

Toda esta infraestructura del proyecto será cuidada y mantenida por la Municipalidad distrital de Pataz, así como de los pobladores de los centros poblados beneficiados

Instalación de campamento provisional de obra.

1 cuadrilla (0.1 capataz, 01 operario y 01 peón).

Limpieza y deforestación.

01 cuadrilla (0.5 capataz y 05 peones).

Trazo y replanteo c/equipo.

01 cuadrilla (01 topógrafo, 01 capataz, 0.5 operario, 01 oficial y 04 peones).

Corte en terreno natural.

Un porcentaje del volumen de terreno natural será relleno de préstamo.

Eliminación de material excedente.

Todo el volumen que ya no se necesite en el proyecto será llevado a un botadero cerca al proyecto.

Obras de Arte.

Las alcantarillas serán metálicas, Badenes serán de concreto armado 175 kg/cm² y mampostería de piedra, además de los muros secos y las cunetas.

Señalización.

Se tendrá 08 señales reguladoras, 40 señales preventivas, señales informativas (03 señales tipo I-8.)

3.5.7. Evaluación de Impacto Ambiental en el Proyecto

3.5.7.1. Matriz de Impactos Ambientales

Para ello se utiliza la denominada Matriz de Leopold, la cual es una matriz de doble entrada con la que se determina el impacto ambiental más significativo según el tipo de actividades a realizar en un determinado medio.

3.5.7.2. Magnitud de los Impactos

En el siguiente cuadro se muestran los rangos de magnitud para los impactos ambientales:

Cuadro 89: Grados de impactos ambientales.

GRADOS DE IMPACTO	
Descripción	Grado
Impacto Débil	-1
Impacto Moderado	-2
Impacto Fuerte	-3

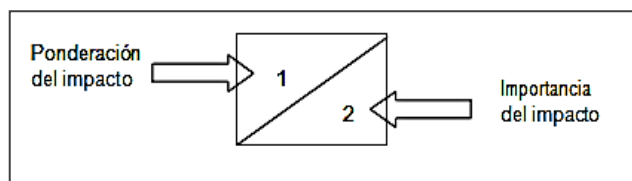
3.5.7.3. Matriz Causa – Efecto de Impacto Ambiental

Esta matriz se divide en dos, según las etapas del proyecto: etapa de ejecución y de operación.

Cuadro 90: Matriz de impacto ambiental durante la etapa de ejecución.

C O M P O N E N T E S	Acciones Impactantes		ACCIONES DEL PROYECTO							
			Abastecimiento de Agua	Campamento y/o Trabajadores	Cantera (Exploración)	Maquinarias	Planta Chancadora	Planta de Asfalto	Colocación de Carpetas Asfálticas	Excedente de Obra
FISICO	Atmósfera	Aire	/	/	-1 2	-1 1	-1 2	-1 2	-1 1	-1 1
		Ruido	/	-1 1	-2 2	-1 3	-2 1	-1 1	/	/
	Hidrología	Cantidad	-1 2	/	/	-1 1	/	-1 2	/	/
	Paisaje	Calidad	/	-1 2	-1 2	/	-1 1	-1 1	/	-1 1
		Suelo	Calidad	/	/	/	/	-1 2	/	-1 1
		Compactación	/	1 1	/	-1 1	/	-1 1	/	/
BIOLOGICO	Fauna	Desplazamiento	/	/	/	/	/	/	/	/
	Flora	Cobertura	-1 1	/	/	/	/	/	-1 1	-1 1
SOCIO ECONOMICO	Población	Salud	/	/	-1 3	1 3	-1 3	-1 3	-1 2	-1 2
		Empleo	/	/	/	/	/	/	/	/
	Economía	Industriales	/	/	/	/	/	/	/	/
		Agropecuaria	-1 2	/	/	/	/	/	/	/
		Transporte	/	+1 1	/	/	/	/	/	/
		Turismo	/	/	/	/	/	/	/	/
Comercio	/	/	/	/	/	/	/	/		

Legenda:



La forma de medir el impacto se representa ya sea negativo o positivo, este impacto influye directamente en los factores del medio ambiente.

Cuadro 91: Matriz de impacto ambiental durante la etapa de ejecución.

PONDERACIÓN DE IMPACTOS		VALORACIÓN DEL IMPACTO		IMPORTANCIA DEL IMPACTO	
Impacto Débil	1			Importancia Alta	1
Impacto Moderado	2	Impacto Positivo	+	Importancia Media	2
Impacto Fuerte	3	Impacto Negativo	-	Importancia Baja	3

:

Cuadro 92: Matriz de impacto ambiental durante la etapa de operación.

C O M P O N E N T E S	Factores Impactantes / Acciones Impactantes		ACCIONES DEL PROYECTO			
			Mayor Tránsito de Vehículos en la Zona	Incremento de Flujo de personas en las inmediaciones de la Carretera	Influencia para el Proceso de Desarrollo	Conservación Periódica de la Carretera
FISICO	Atmosfera	Aire	-1			
		Ruido	-1			
	Hidrologia	Cantidad	-1			
		Paisaje		-1		
	Suelo	Calidad			1	
		Compactación				
BIOLOGICO	Fauna	Desplazamiento		-1		
	Flora	Cobertura		1		
SOCIO ECONOMICO	Poblacion	Salud			+2	+1
		Empleo	+1		2	3
	Economia	Industriales			+1	+1
		Agropecuaria	+1		2	3
		Transporte	+2	+1		+1
		Turismo	+2			+1
		Comercio	+2	+1		+1

Resultados de la Matriz Leopold en la etapa de ejecución

Los impactos negativos más significativos se dan durante las actividades de movimiento de tierras, chancado y asfaltado.

Resultados de la Matriz Leopold en la etapa de operación

Aquí se dan los impactos positivos más significativos, siendo los beneficios socio – económicos lo más resaltantes para la población dentro del área de influencia del proyecto. Se resalta también la existencia de pequeños impactos negativos como la contaminación del aire y sonora, para los cuales se debe establecer límites permisibles.

3.5.8. Identificación y descripción de los impactos ambientales

Existirán 8 impactos ambientales:

- Cuatro (04) impactos negativos.
- Cuatro (04) impactos positivos.

3.5.8.1. Descripción de impactos ambientales.

En el estudio de impacto ambiental hemos tomado 8 impactos entre negativos y positivos con el fin de poder desarrollar su verdadero impacto en el proyecto.

Los 8 impactos ambientales anteriormente identificados se clasificarán en:

Negativos:

- I1 Contaminación producida por parque automotor.
- I2 Alteración de las zonas de cultivos.
- I3 Alteración del entorno paisajístico.
- I4 Variación de la fauna y flora de la zona.

Positivos:

- + I5 La calidad de vida de los habitantes mejorará
- + I6 Incremento de puestos de trabajo.
- + I7 Mejor acceso a educación, atención médica, centro de empleo.
- + I8 Incremento de la economía local.

3.5.8.1.1. Impactos ambientales negativos y medidas de control

I1 Contaminación producida por parque automotor

Se refiere a toda la contaminación producida por los motores de los vehículos que pasaran por la carretera del proyecto como es el monóxido de carbono, aceites y grasas.

Medidas:

- a. La municipalidad en este caso la de Patatez deberá de tener un control oportuno del parque automotor de sus localidades y de la contaminación que generan estos.
- b. Si aparece algún tipo de suelo que tenga contaminación se deberá enterrar hasta que no quede rastro de ella
- c. No contaminar el ambiente con quema de productos como plásticos, Tecopor y demás productos no degradables

I2 Alteración de las zonas de cultivo

Como sabemos en los proyectos de diseños de carreteras o mejoramiento de ellas siempre se ve afectado de forma directa o indirecta las zonas agrícolas paralelas o cercas a estas vías es por eso que debemos de tomar las siguientes medidas.

Medidas:

- a. En todo corte y relleno de material para la carretera debemos de tener cuidado con que no exista ningún desprendimiento de material sobre zonas agrícolas o urbanas cercanas.
- b. El ancho de la calzada se tiene que respetar en su excavación para no tener que afectar más el medio ambiente como árboles, cultivos, etc.
- c. Se deberá de eliminar de manera adecuada el material excedente en la zona de botadero más cerca y pertinente ya estudiada y elegida antes del proyecto.

I3 Alteración del entorno paisajístico.

El entorno paisajístico en estos años se ha vuelto un tema muy debatido, por eso se enfatiza de que todos los proyectos de carreteras deberán de dañar o afecta en lo más mínimo este entorno, con el fin de mantener tranquilo a los pobladores y cuidar del medio ambiente.

Medidas:

- a. Se tratará de restituir las zonas de áreas verdes, arboles, agrícolas en el entorno de la carretera o vía del proyecto, toda esta flora ausente genera perdida de oxígeno en el entorno.
- b. Evitaremos que en el proyecto se puedan apreciar excavaciones excesivas y notorias en el paisaje, para esto se tratara de hacer terraplenes que parezcan lo más naturales posibles.
- c. En caso de que existan fauna en peligro de extinción se deberá de informar a las autoridades respectivas para que tomen cartas en el asunto.

I4 Variación de la fauna y flora de la zona

Medidas:

- a. Se tratará en lo posible de mantener intacta la zona o hábitat donde pasan los diferentes tipos de animales.
- b. Una manera de restituir los árboles es plantando nuevos, estos árboles en lo posible deberán ser oriundos del lugar o de cercanos para mantener su diversidad.

3.5.8.1.2. Impactos ambientales positivos.

+ I5 La calidad de vida de las personas mejorará.

Toda carretera o proyecto vial siempre constituye un alza en la calidad de vida de los habitantes por los diferentes factores como pueden ser

- Salud
- Educación

- Alimentación
- Trabajo

+ I6 Incremento de los puestos de trabajo

Todo este punto engloba a la mejora salarial de los trabajadores que son de la zona y llegan a ser parte del proyecto de carreteras, como su influencia en otros trabajos dentro de la localidad.

+ I7 Mejor acceso a la educación, atención médica, centro de empleo.

Más que mejorar la educación, la atención médica, centro de empleo, este punto nos habla de cómo las personas ahora tienen acceso a todos estos beneficios de una manera más inmediata en las localidades o pueblos más cercanos de Patate.

+ I8 Incremento de la economía local.

El reflejo de esta mejora en economía local está directamente proporcional por los demás factores ya hablados en los puntos anteriores, además de mejorar en este caso ingresos por turismo, por abastecimiento y más ventas en los mercados locales, etc.

3.5.9. Plan de Abandono.

Es el plan integral después de la ejecución de la obra de carretera entre Santa Clara y Santa Catalina.

Este plan se enfoca en tratar de dejar el menor impacto negativo en el entorno del proyecto.

Así como también ver que la fauna y la flora no se haya perdido durante las primeras dos etapas del proyecto.

3.5.9.1. Requerimientos Generales.

Para que el plan de abandono se ejecute con total normalidad y dentro de lo programado se debe tener en cuenta los siguientes requisitos en el diseño del proyecto.

Como primer requisito pasaremos a retirar todas las estructuras sobre la superficie

Segundo punto es identificar cada tipo de material que probablemente puede ser contaminante en la zona para poder tratarlo y/o trasladarlo a un lugar donde se pueda eliminar con total seguridad dentro del plan ambiental del proyecto de la carretera.

Tercer punto es busca un plan de rehabilitación de todo el entorno de la zona del proyecto de carretera haya sido perturbada o no con el fin que en un futuro este sector no haya sufrido un daño irreversible.

3.5.9.2. Acciones ambientales para el abandono

Todos estos planes y programaciones se harán directamente después de haber concluido la etapa de construcción de la carretera, es decir este plan de abandono hará que las acciones tanto de rehabilitación o control de la zona se ejecuten.

Seguiremos con los puntos atraer en este plan de abandono:

Abandono del área del proyecto.

Para las instalaciones provisionales utilizadas en la apertura de zanjas deberán realizar las siguientes actividades de abandono:

- Una vez utilizados todos los equipos herramientas, instrumentos especializados en el proyecto se pasará a la fase de guardarlos sellarlos y llevarlos al campamento respectivo para luego estos abandone el proyecto.
- El tratado de los residuos sólidos es muy importante para poder dejar esta zona con casi ningún daño ambiental, lo cual se tiene que clasificar por su tipo y características para su eliminado pertinente.
- Todo el material Metálico utilizado en una obra es responsabilidad del ingeniero residente el cual tiene la carga de llevarlos, trasportarlos y entregarlos al contratista.

3.5.10. Medidas de Mitigación Adoptadas.

Las medidas de mitigación que se deben tener en cuenta en este proyecto tienen que tener concordancia con todo el plan y programación ambiental ya definido en el proyecto por consiguiente se debe respetar cada tramo de la carretera proyectada la cual deberá de tener el mínimo daño ambiental posible de acuerdo a las normas y leyes vigentes.

- Los materiales que se transforman durante la obra en desechos serán transportados al botadero designado más cercano previo a la autorización del supervisor de la obra debido a que estos desechos podrían originar graves daños al medio ambiente.
- Esta área de botadero fue estudiada para que pueda abarcar todo el volumen de desechos o material de corte ya no necesario en el proyecto de carretera, debido a la zona hemos ubicado como botadero a un área cerca de la cantera de Chuquitambo el cual es el más apropiado y cercano al proyecto.
- El residente de obra, así como el supervisor de la obra siempre deben estar en constante comunicación para que ningún tema ambiental se les pueda escapar como lo puede ser la contaminación del agua de los ríos y afluentes cercano por combustibles o aceites derramados por las maquinarias en obra y/u otros materiales que se puedan mezclar con el ambiente y dañarlos.
- Se protegerá todas las actividades que realizan los habitantes en el entorno del proyecto de la carretera para que no paralicen sus acciones como lo son la agricultura, y paseo o crianza de sus animales, y es así que se tratara de culminar el proyecto en el periodo pactado.
- Se tratará de mantener a una distancia prudente los campamentos, maquinarias e instrumentos del proyecto de los pobladores por cuestiones de seguridad.

- Es así como al terminar toda la obra se tendrá que entregar a los pobladores no solo la carretera sino las zonas cercanas y donde también influenciaron como los campamentos, estos libres, limpios, sin ningún material toxico y todos los desechos en el botadero ya mencionado; todo listo para poder hacer una evaluación final del proyecto a nivel ambiental y su impacto

3.5.11. Conclusiones.

Así cumpliendo con todo lo programado y descrito en el análisis de impacto ambiental el medio o área del proyecto será afectada, pero de una mínima manera, siempre teniendo en cuenta que los impactos positivos sean mucho mayores a los negativos.

Por ello se cumplirá con la eliminación y el transporte adecuado del material de desecho, así como los volúmenes de corte ya no necesarios en la carretera, también toda la vegetación que se tuvo que eliminar para el trazo de la carretera siempre tratando de no dañar la fauna ni que se pierda la flora del área influenciada

IV. DISCUSIÓN

- Nuestro primer punto en cual nos basamos es la hipótesis planteada del proyecto, en el cual nos preguntamos si cumplirá con todos los requisitos de los Manuales de Diseño y Normas vigentes, en contrastación puedo afirmar que se cumplió con un 95% de los requisitos mínimos para el desarrollo del proyecto de la carretera que une los centros poblados de Santa Catalina – Santa Clara, debido a que en la topografía planteada para esta carretera y que sea viable se tuvo que tomar decisiones en algún punto o parámetro de diseño para optimizar costos.
- Para el desarrollo de los objetivos del proyecto como lo son, el levantamiento topográfico en la zona de estudio, estudio de mecánica de suelos, hidrológicos, diseño de obras de arte y estudio de impacto ambiental correspondiente; debido a que sus resultados son cuantitativos y cualitativos, se reflejaran con exactitud en el costo del presupuesto.

V. CONCLUSIONES

- La topográfica encontrada en el proyecto fue accidentada con pendientes que fueron de 51% y 100% transversales; y en el diseño se ha considerado una pendiente máxima de 10% que están contempladas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 a fin de facilitar el trazo de la vía.
- Se realizó un estudio de suelos, obteniéndose de la calicata N°01: Arena limosa, con un 0.41% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SM” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-4 (0), N° 02: Arena arcillosa, con un 0.42% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SC” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-6 (3), N°03: Arena arcillosa con grava, con un 0.38% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SC” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-4 (0), N° 04: Arena arcillosa, con un 0.19% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SC” y en el sistema “ASSHTO”, N° 05: Arcilla ligera, con un 0.91% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-7-6 (22), el

CBR obtenido en los ensayos nos da un valor promedio de 12.5% al 95% de la máxima densidad seca. El CBR de diseño se tomó desde el km 0+000 al km 4+500, requiriendo una superficie afirmado de 25 cm de espesor como carpeta de rodadura.

- Las cunetas diseñadas fueron de 0.30 x 0.75 m de acuerdo con el estudio hidrológico pluviométrico y los parámetros ya existentes en las normas peruanas de obras de arte.
- Así como también las tuberías para alcantarillas de acero corrugado TMC resultaron de diámetro 24" y 6 alcantarillas de paso una de diámetro 32" y la otra de 24".
- Con la velocidad de diseño de 30km/h definimos que nuestra carretera de Tercera clase (por características geométricas) con pendientes máximas de 10%, bombeo de 3.5%
- En el impacto ambiental hemos descrito los 8 factores positivos y negativos existente en el proyecto, así como hemos explicado cada una de las medidas de prevención, mitigación y mantenimiento que se debe dar a la vía después de ser ejecutada.

➤ Presupuesto de obra : S/. 6,332 932.12

(Seis millones trescientos treinta dos mil novecientos treinta y dos con 12/100 soles.)

VI. RECOMENDACIONES

- Tratar de que el mantenimiento de la vía sea el más óptimo y económico posible para que sea viable en el tiempo.
- Que las señales informativas estén en lugares que se puedan apreciar con claridad en el margen de la carretera
- Ejecutar el proyecto en los meses de mayo a noviembre, debido a que no existen muchas lluvias y se puede trabajar con facilidad.

VII. REFERENCIAS

- * MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Manual de carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje”. Lima. 2011
-
- * MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”. Lima. 2014
-
- * MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018”. Lima. 2018
-
- * MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Glosario de Partidas, Aplicables a Obras de Rehabilitación, Mejoramiento, y Construcción de Carreteras y Puentes”. Lima. 2013
-
- * MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras”. Lima. 2016
-
- * MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Manual de carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”. Lima. 2013

VIII. ANEXOS

ANEXO 1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

OBRAS PROVISIONALES

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS

A. DESCRIPCIÓN

Este ítem se refiere al traslado del equipo mecánico hacia la obra, para que sea empleado en la construcción de la vía en sus diferentes etapas, y su retorno una vez terminado el trabajo. El punto de inicio de la movilización de los equipos es Lima, capital del Perú.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Toda esta partida se medirá en forma global (GLB)

CAMPAMENTO, OFICINAS PROVISIONALES Y ALMACENES

A. DESCRIPCIÓN

Son las construcciones provisionales básicas para el personal de la obra, y como sus nombres lo dicen sirven para oficinas, almacenes y como caseras de vigilancia en algunos casos.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

El campamento, oficinas o almacenes se medirán en forma unitaria (Und)

CARTEL DE OBRA 3.60 x 7.20M

A. DESCRIPCIÓN

Esta partida define el cartel que será el que referencia el nombre del proyecto, así como quien lo ejecutará y el monto total de la obra (3.60 x 7.20 m) las serán ensambladas con madera o estructuras metálicas de acuerdo a sus especificaciones técnicas.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Unidad (UND).

OBRAS PRELIMINARES

TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

A. DESCRIPCIÓN

Basándose en los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, estacando cada 20.00 m en tangentes y cada 10.00 m en espirales todo esto será proyectado en archivos de software especializados

a) Personal: personal especializado al mando de un ingeniero residente con experiencia en la partida contamos con:

Topógrafo, ayudante de topógrafo, primeros y peones

b) Equipo: se tomarán equipos calibrados como:

Estación total, nivel, teodolito y es el caso.

c) Materiales: Se dispondrá de todo el material adecuado y requerido por el ingeniero residente o por el topógrafo.

Estacas, concreto, pintura y herramientas adecuadas.

B. CONSIDERACIONES GENERALES

Cuadro 93: Cuadro de Tolerancias

Tolerancias para trabajos de Levantamientos Topográficos, Replanteos y Estacado en Construcción de Carreteras

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1:100 000	± 5 mm.
Puntos de Control	1:10 000	± 5 mm.
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1:5 000	± 10 mm.
Otros puntos del eje	± 50 mm.	± 100 mm.
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm.	± 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm.	± 20 mm.
Muros de contención	± 20 mm.	± 10 mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	--
Estacas de subrasante	± 50 mm.	±10 mm.
Estacas de rasante	± 50 mm.	± 10 mm.

C. REQUERIMIENTOS PARA LOS TRABAJOS

a) Georeferenciación

Estos puntos servirán de base para todo el trabajo topográfico todos estos está en coordenadas UTM y a ellos estarán referidos los puntos de control y los del replanteo de la vía.

b) Puntos de Control

Serán los puntos sean naturales o artificiales por donde obligatoriamente deberá pasar el trazo de la carretera, así como también en caso de que haya una reubicación de estos se debe de tener en cuenta y anotar sus coordenadas.

c) Sección Transversal

tanto en el campo como en AutoCAD estas secciones transversales se tomarán con espaciamientos de 20 metros en todo lo que es tramos rectos y solo cuando existan curvas se tomaran de 10 metros.

d) Límites de Limpieza y Roce

Los límites para los trabajos de limpieza y roce deben ser establecidos en ambos lados de la línea del eje en cada sección de la carretera.

D. ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos de replanteo, levantamientos topográficos y todo lo indicado en esta sección serán evaluados y aceptados por el Supervisor.

E. MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se tomará como global (GLB).

MOVIMIENTO DE TIERRAS

DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS

A. DESCRIPCIÓN

Este trabajo es importante porque se tendrá cuidado con esta actividad con la finalidad de no cambiar el entorno paisajístico.

Clasificación

El desbroce y limpieza se clasificará de acuerdo con los siguientes criterios:

- Desbroce y limpieza en bosque
- Desbroce y limpieza en zonas no boscosas.

B. MATERIALES

Son todas los materiales y herramientas manuales que se utilizaran para hacer esta actividad.

C. EQUIPO

Son todos los equipos que se necesitarán para poder eliminar las zonas no boscosas, malezas, desbroce y limpieza de terreno.

D. MÉTODO DE MEDICIÓN

La medida puede ser variable en hectáreas (ha) si es un entorno grande o en metros cuadrados si es en pequeñas secciones.

CORTE EN MATERIAL SUELTO

EXCAVACIÓN EN EXPLANACIONES SIN CLASIFICAR

A. CONDICIONES GENERALES

Estas excavaciones se realizan en forma general en carreteras de tercera clase debido al movimiento de tierra sin tener en cuenta los materiales o si habido desbroce o zonas boscosas. Estos puntos ya son contabilizados en otras partidas.

Esta partida incluye el perfilado del terreno para formar un terraplén en el área del proyecto.

Estas excavaciones siempre serán bajo el control minucioso de la supervisión y del contratista, poniéndose de acuerdo si existe algún tipo de adición o deducción del corte o relleno de acuerdo a las necesidades del proyecto en este caso la carretera.

B. TRAZADO EN PLANTA Y PERFIL

El trazado debe contar con los siguientes puntos:

- Puntos de intersección tangentes y rasantes
- Curvas horizontales y verticales

Estos se pueden modificar haciendo un replanteo topográfico parcial o general por el contratista siempre y cuando se justifique además de ser aceptado y aprobado por la supervisión; todo esto no modificara el precio unitario de la partida ya marcada desde el inicio.

C. LAS MEDICIONES

Las medidas que se utilizaran y son las más precisas para encontrar las áreas serán la de método analítico, configurada en un software que contenga las coordenadas, así como también pueda medir las áreas y volúmenes de corte y relleno de la carretera

D. ELIMINACIÓN O DESVÍO DE AGUAS

Este tipo de partida a no ser que se halla especificado con anterioridad o que exista una partida de desvíos de aguas se tendrá que hacer por parte del contratista sin ningún pago adicional, es por eso que la contrata debe de tener

prevenido en su proyecto y gastos la eliminación de aguas o desvíos de estas durante las excavaciones.

Se tendrá que diseñar obras de artes que caso de que sea necesario para desviar estas aguas.

E. ESTUDIO DEL TERRENO

El contratista o postor deberá de conocer las características físicas y climáticas además de evaluar los posibles volúmenes a cortar y rellenar del área del proyecto con anterioridad para así poder estimar su propuesta

F. MÉTODO DE MEDICIÓN

Los volúmenes de área contabilizados por softwares se medirán en m³, todos volúmenes que no se han especificado o están fuera de la zona del proyecto no se contabilizarán.

CORTE EN ROCA SUELTA

EXCAVACIÓN Y DESQUINCHE PARA ROCA SUELTA

A. DESCRIPCIÓN

Tomando de lo descrito en la partida 7.1.3.2.1 Excavación en Explanaciones sin clasificar en el punto A. DESCRIPCIÓN, este ítem

Este tipo de excavación se podrá solo si se aplica materiales explosivos para poder separar las rocas y reducirlas a partículas más pequeñas dejan estas áreas como se las define en los planos del proyecto. Asu vez este material se puede volver a utilizar para la formación de un terraplén o para relleno en caso sea necesario

Ejecución

Los trabajos de perforación y disparo se efectuarán con el fin de obtener la sección transversal indicada en los planos tipo, o la que indique el ingeniero supervisor.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Los volúmenes de esta partida se harán mediante m³.

PERFORACIÓN Y DISPARO PARA ROCA SUELTA

A. DESCRIPCIÓN

Esta partida consistirá en que mediante una oruga tipo D6 se podrá excavar, desquinche y también el peinado del talud que ya fue perforado con anterioridad y haber formado roca suelta.

Todos estos movimientos dejarán el área de trabajo y/o terraplenes de acuerdo a los planos del proyecto, así como deberán ser aprobados por el supervisor de obra.

Los residuos serán colocados al costado de la vía para luego poder llevarlos al botadero designado en el proyecto.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Las secciones transversales de estos cortes vistos desde un software especialidad en estos se medirán en m³.

CORTE EN ROCA FIJA

EXCAVACIÓN Y DESQUINCHE PARA ROCA FIJA

A. DESCRIPCIÓN

Esta partida consistirá en que mediante una oruga tipo D6 se podrá excavar, desquinche y también el peinado del talud que ya fue excavado con anterioridad y haber formado roca suelta.

Todos estos movimientos dejarán el área de trabajo y/o terraplenes de acuerdo a los planos del proyecto, así como deberán ser aprobados por el supervisor de obra.

Los residuos serán colocados al costado de la vía para luego poder llevarlos al botadero designado en el proyecto.

B. EJECUCIÓN

Toda excavación realizada más allá de lo indicado en los planos, o la que ordene el Ingeniero Supervisor, no será considerado para fines de pago. La medición no incluirá volumen alguno de material que pueda ser empleado con otros motivos que los ordenados

C. MÉTODO DE MEDICIÓN

La partida será medida en m³ de acuerdo a las secciones transversales y sus cálculos hallados.

PERFORACIÓN Y DISPARO PARA ROCA FIJA

A. DESCRIPCIÓN

Esta partida trata de descomponer la roca fija mediante disparo y triturado de estas además de su respectiva perforación.

Esta roca perforada y disparada servirá en el proyecto también como material para construcción de terraplenes o su ampliación

B. EJECUCIÓN

Antes de comenzar la partida de perforaciones se pactará con el ingeniero supervisor sobre la distribución y diámetro de las mismas, el tipo de explosivo y la cantidad por m³ a emplearse. Toda excavación realizada más allá de lo indicado en los planos, o la que ordene el Ingeniero Supervisor, no será considerado para fines de pago. La medición no incluirá volumen alguno de material que pueda ser empleado con otros motivos que los ordenados.

C. MÉTODO DE MEDICIÓN

La partida será medida en m³ de acuerdo a las secciones transversales y sus cálculos hallados.

CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES

A. DESCRIPCIÓN

Estos terraplenes serán conformados por los materiales de préstamo o por materiales provenientes de cortes de roca suelta o roca fija, todo esto conforma los terraplenes necesarios en los planos del proyecto.

B. EJECUCIÓN

Todos los cortes y perforaciones serán ejecutados para luego estos sirvan de material y se conforme el terraplén de acuerdo a los planos indicados en el proyecto.

C. MÉTODO DE MEDICIÓN

La partida será medida en m³ de acuerdo a las secciones transversales y sus cálculos hallados.

TRANSPORTE PAGADO

TRANSPORTE PAGADO DE MATERIAL EXCEDENTE D <1 km

A. DESCRIPCIÓN

Bajo estas partidas se considera el material en general que requieren ser transportados de un lugar a otro de la obra.

Clasificación

El transporte se clasifica según el material transportado, que puede ser:

- (a) Proveniente de excedentes de corte a depósitos de deshechos.
- (b) Escombros a ser depositados en los lugares de depósitos de deshechos.
- (c) Proveniente de derrumbes, excavaciones para estructuras y otros.
- (d) Proveniente de todos los materiales excedidas en las cortes transportadas para uso en terraplenes y sub bases.
- (e) Proveniente de las excavaciones realizadas en banquetas según proyecto.

Los materiales a transportarse son:

(a) Materiales provenientes de la excavación de la explanación

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para la explanación, y préstamos. También el material excedente a ser dispuesto en Depósitos de Deshecho indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.

Incluye, también, los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas

en donde se vayan a realizar las excavaciones de la explanación, terraplenes y pedraplenes, hasta su disposición final.

(b) Escombros

Este material corresponde a los escombros de demolición de edificaciones, de pavimentos, estructuras, elementos de drenaje y cualquier otros que no vayan a ser utilizados en la obra. Estos materiales deben ser trasladados y dispuestos en los Depósitos de Deshecho indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.

Los materiales transportados, de ser necesarios, deberán ser humedecidos adecuadamente (sea piedras o tierra, arena, etc.) y cubiertos para evitar la dispersión de la misma. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o tolva.

(c) Materiales provenientes de derrumbes

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

C. La partida será medida en m³ de acuerdo a las secciones transversales y sus cálculos hallados.

OBRAS DE ARTE

CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS

EXCAVACIÓN PARA ALCANTARILLA

A. DESCRIPCIÓN

Estas excavaciones serán será lo más perfiladas y exactas en lo posibles para evitar derrumbes de acuerdo al diámetro de las alcantarillas.

Este terreno antes de ser colocado las alcantarillas de acero corrugado se deberán de compactar con equipos como la compactadora de mano, para luego

poner una base de concreto ciclópeo o hormigón depende de las necesidades y presupuesto de la obra, luego instalar la tubería y hacer una prueba para así poder cubrir y rellenar las áreas alrededor de estas.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Estas excavaciones se medirán con respecto de los volúmenes tratados en m³

BASE E=0.20 m PARA ALCANTARILLA TMC

A. DESCRIPCIÓN

Lecho o Base

Es la parte de tierra que va a estar en contacto con la parte inferior de la alcantarilla.

Este material debe dar soporte uniforme y continuo, puede ser granular con compactación de igual valor que el lateral.

La base se debe moldear según la forma del fondo de la tubería, con una capa de 15 o 20 cm de altura y ancho suficiente, de manera que permita una eficiente compactación de esquinas y no interfiera con el empernado, además debe ser económico.

Fundación

La fundación debe mantener la elevación y pendiente de fondo de la estructura en la posición proyectada, de manera que se eviten tensiones excesivas en el conducto.

Debe ser relativamente cedente respecto al terreno lateral. No debe ser un lecho duro. En caso de terraplenes altos considerar una pequeña combadura.

Suelos Para La Fundación

Evaluar el subsuelo, de manera que en caso de existir materiales no aptos puedan detectarse; como tierra turbosa o capas de rocas.

- Los terrenos de capacidad desigual o insuficiente, deben reemplazarse por material de soporte uniforme y cedente. El material blando debe ser reemplazado totalmente.
- Los rocas y lechos de rocas deben reemplazarse con arena o dejarse fuera del asiento.

- Alcantarillas con terraplenes altos son sensibles a materiales Inadecuados de fundación.

Suelos Blandos

Material de baja capacidad portante debe extraerse y reemplazarse por material apropiado para relleno, que brinde soporte continuo y uniforme.

En algunos casos será suficiente reemplazar por una capa de 15 a 30cm de material granular bien nivelado, en otros casos deberá excavarse o lo largo de toda la alcantarilla un espesor aproximado de 60cm, con un ancho del triple del diámetro, esto varía según el diámetro y /o altura del terraplén.

En Zanjas

En alcantarillas pequeñas, agregar de 0.30 a 0.60m adicional al diámetro de la misma, permitiendo una buena compactación debajo de las esquinas.

Para diámetros mayores a 1.50m o cuando se emplee equipos mecánicos, se requerirá mayor ancho de zanja.

Las zanjas no deben ser muy anchas pues pueden aumentar la carga sobre la estructura). Las paredes de la zanja deben ser lo más verticales posible.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta base se medirá en m² debido a que la partida ya considera la altura de 20 centímetros.

CAMA DE ARENA E=0.10 m PARA ALCANTARILLA TMC

A. DESCRIPCIÓN

Esta cama de arena es necesaria para poder sellar la alcantarilla TMC junto con el terreno, la medida de 10cm es especificada en los planos y memoria descriptiva del proyecto.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Por motivos de descripción de partida se medirá en metro lineales ml

RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE CANTERA

A. DESCRIPCIÓN

Todas las especificaciones son las mismas que existen para la conformación de un terraplén, estos rellenos y su respectivo compactado provienen de material previamente seleccionado en cantera.

Los puntos importantes deberán ser

El excelente tamaño y tipo de material proveniente de la cantera, se debe colocar el relleno en capas que será uniformes y a su vez delgadas, para luego compactar capa por capa

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Este material de cantera siempre se medirá en m³

8.1.1.1.1. ALCANTARILLA MINIMULTIPLATE (TMC) MP-68 Ø=0.60 m

8.1.1.1.2. ALCANTARILLA MINIMULTIPLATE (TMC) MP-68 Ø=0.90 m

8.1.1.1.3. ALCANTARILLA MINIMULTIPLATE (TMC) MP-68 Ø=1.20 m

A. DESCRIPCIÓN

A continuación, describiremos para todos los diámetros de las alcantarillas multiplate

La ubicación de todas estas alcantarillas esta predeterminada por los cursos de agua arriba o aguas abajo que pasan o pueden pasar por el perfil longitudinal de la carretera.

Otras características importantes son el alineamiento y pendiente de la carretera para poder ubicar con exactitud las alcantarillas

Estas alcantarillas de acero corrugado para ser asentadas correctamente deberán de cumplir lo siguiente.

Las alcantarillas constan de dos planchas de acero corrugado multiplate 68 las cuales deberán de ser empernadas y soldadas para volverlas herméticas y resistentes, luego se colocarán en la zona destinada

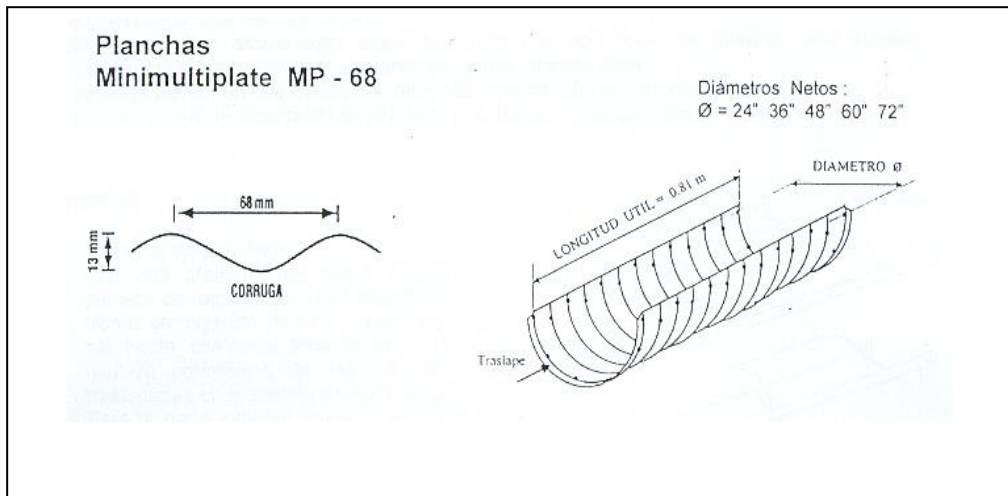


Figura 32: Planchas Minimultiplate MP-68

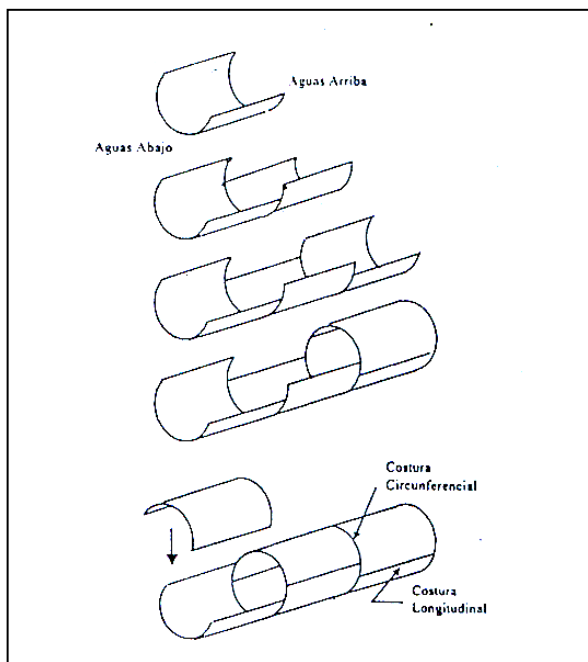


Figura 33: Planchas Minimultiplate MP-68

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Como las alcantarillas ya vienen diseñadas con su circunferencia solo se medirá en metros lineales ml.

PINTADO DE ESTRUCTURA CON FÓRMULA EPÓXICA.

A. DESCRIPCIÓN

Se aplicará el siguiente procedimiento:

Limpieza y lijado de la zona a pintar

Base de formula epoxica zincromato

Pintado con pintura epoxica gris claro

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

La pintura se medirá en (m²)

SOLADOS CONCRETO 1:12 CEMENTO HORMIGÓN H=10 CM

A. DESCRIPCIÓN

El espesor del solado será de 10CM, Mezcla 1:12 Cemento – Hormigón. Esta capa una vez terminada presentará una superficie uniforme y nivelada, rugosa y compactada. Durante el vaciado se consolidará adecuadamente el concreto. El acabado de la superficie se hará inicialmente con paleta de madera alisándola luego con plancha de metal.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Como ya se describe la altura del solado en la partida se medirá en m².

CONCRETO $f'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$ PARA CABEZALES

A. DESCRIPCIÓN

Esta resistencia del concreto a la que se refiere la partida es la que puede soportar en kilogramos un centímetro cuadrado de área en estos casos los cabezales.

El cemento que se utilizará es el portland, además de los agregados finos y gruesos seleccionados para la partida y el agua correspondiente.

En alguna de estas mezclas también se le puede agregar aditivos como acelerantes de fragua o retardante u otros todo depende de las necesidades del concreto.

Cuadro 94

Tamaño máximo nominal en pulgadas	Exposición severa con humedad constante	Exposición moderada con humedad ocasional
3/8	7 ½ %	6%
½	7 %	5 ½ %
¾	6 %	5 %
1 ½	5 ½ %	4 ½ %
3	4 ½ %	3 ½ %

Cuadro 95

GRANULOMETRÍA		MÉTODO DE PRUEBA
MALLA	% QUE PASA	
3/8 "	100	T - 27
Nº 4	95 - 100	
Nº 16	45 - 80	
Nº 50	10 - 30	
Nº 100	2 - 10	

ESPECIFICACIÓN	MÉTODO DE PRUEBA	
Partículas Friables y terrones de arcilla	2 % Máx.	T - 112
Carbón y lignito	0.5 % Máx.	T - 113
Material menor que la malla Nº 200		T - 11
• Concreto Sujeto a Abrasión	4 % Máx.	
• Concreto no Sujeto a Abrasión	5 % Máx.	
Pérdida en el ensayo de durabilidad con sulfato de sodio	10 % Máx.	T - 104

:

Cuadro 96

ESPECIFICACIÓN	MÉTODO DE PRUEBAS	
Carbón y lignito	0.5% Máx.	T - 113
Partículas friables y terrones de arcilla	2% Máx.	T - 112
Mat. pasante de malla Nº 200	1% Máx.	T - 11
Abrasión en la Maquinaria Los Angeles	40% Máx.	T - 96
Pérdida en ensayo de durabilidad con sulfato de sodio	12% Máx.	T - 104

Cuadro 97

GRANULOMETRÍA	%QU E PASA							MÉT DI PRUI	
	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"		Nº 4
Nº 7 (½" - Nº 4)					100	90- 100	40-70	0-15	T - :
Nº 67 (¾"-Nº 4)				100	90- 100	- . -	20-55	0-10	
Nº 57 (1" - Nº 4)			100	95- 100	- . -	25-60	- . -	0-10	
Nº 467 (1½"-Nº 4)		100	95- 100	- . -	35-70	- . -	10-30	0-5	
Nº 357 (2" - Nº 4)	100	95- 100	- . -	35-70	- . -	10-30	- . -	0-5	
Nº 4 (1½" - ¾")		100	90- 100	20-55	0-15	- . -	0-5	- . -	
Nº 3 (2" - 1")	100	90- 100	35-70	0-15	- . -	0-5	- . -	- . -	

Cuadro 98

TIPO DE CONSISTENCIA	MEDIDA EN EL CONO DE ABRAHAMS - cms.	TOLERANCIA cms.
Seca	0 - 2	0
Plástica	3 - 5	± 1
Blanda	6 - 9	± 1
Fluída	10 - 15	± 2
Líquida	≥ 16	± 3

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Este tipo de concreto como cualquiera se medirá por su volumen en m³

ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE CABEZALES

A. DESCRIPCIÓN

Esta partida nos describe todas las acciones que se deben de aplicar para llegar a tener los cabezales de concreto.

Como primera parte es el encofrado el cual deberá ser empernado de la manera que luego pueda sacarse los pernos con facilidad.

El material del encofrado deberá de ser a la medida exacta de lo que se requiere en obra y sus detalles de planos,

Después de ser encofrado se deberá de liberar por parte de supervisión para luego ser vaciados y tener el plazo de 48 horas para poder desencofrar esta estructura

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Como todo encofrado se manejará con una medida de metrado de m²

ACERO f'y = 4200 kg/cm² GRADO 60

A. DESCRIPCIÓN

El acero será según especificaciones indicadas en obras de concreto armado (ítem 05.00.00).

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

El acero se medirá en Kilogramos (Kg.) como se especifica en el proyecto

BADENES

EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS

A. DESCRIPCIÓN

Para las excavaciones de badenes se debe de tener en cuenta las dimensiones de esta, así como el perfilado adecuado por seguridad en el proyecto de carretera.

Luego de esto la compactación y consolidación deberá de ser con los equipos o maquinarias pertinentes.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Estas excavaciones serán con metrado de m³

RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO PARA BASE E=.20m

A. DESCRIPCIÓN

El relleno que se formara en esta partida es con material seleccionado ya sea del mismo terreno o de préstamo que es traída desde la cantera más cerca o la cantera que tenga el material adecuado solicitado por el proyecto.

Previo a este relleno se debe de limpiar toda el área de trabajo

La capa de relleno seleccionado será de 30cm y luego ser compactado para así poder pasar a 30 cm más y así sucesivamente, siempre con el visto bueno de la supervisión.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

El metrado es de m² debido a que su base es de 20cm

PIEDRA EMBOQUILLADA CON MEZCLA C: A 1:4

A. DESCRIPCIÓN

Este ítem consiste en la colocación de piedra seleccionada asentado con un mortero en una dosificación C: A 1:4, que sirve para la construcción del badén tipo 1y 2, este trabajo será ejecutado donde indiquen los planos. La piedra a utilizar será seleccionada de las dimensiones de 0.30 x 0.20 de un tamaño mínimo de 8".

El badén es una estructura horizontal que tiene como función principal la evacuación de las aguas provenientes de quebradas, logrando así que la vía no se interrumpa durante los meses críticos de lluvias.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta podrá ser medida en m²

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

A. DESCRIPCIÓN

Los encofrados son formas que pueden ser de madera, acero, fibra acrílica, etc., cuyo objeto principal es contener al concreto, dándole la forma requerida debiendo estar de acuerdo con lo especificado en las normas ACI-347-68.

Estos deben tener la capacidad suficiente para resistir la presión resultante de la colocación y vibrado del concreto y la suficiente rapidez para mantener las tolerancias especificadas.

Los cortes del terreno no deben ser usados como encofrados para superficies verticales a menos que sea requerido o permitido.

El encofrado será diseñado para resistir con seguridad todas las cargas impuestas por su propio peso, el peso y empuje del concreto y una sobrecarga de llenado inferior a 200 kg/cm².

Para el desencofrado se deben tomar precauciones las que debidamente observadas en su ejecución debe brindar un buen resultado; las precauciones a tomarse son:

No desencofrar hasta que el concreto se haya endurecido lo suficiente, para que con las Operaciones pertinentes no sufra desgarramientos en su estructura ni deformaciones permanentes

Las formas no deben de removerse sin la autorización del Ingeniero Inspector, debiendo quedar el tiempo necesario para que el concreto obtenga la dureza conveniente, se dan algunos tiempos de posible desencofrado.

Muros 24 horas.

Losas 3 días o cuando el Ing. Supervisor estime el tiempo.

Cuando se haya aumentado la resistencia del concreto por diseño de mezcla o incorporación de aditivos el tiempo de permanencia del encofrado podrá ser menor previa aprobación del Ingeniero Inspector.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

El encofrado y desencofrado serán medidos con m²

ENROCADO

A. DESCRIPCIÓN

Consiste en la instalación de roca en el talud y fondo del badén de acuerdo a la sección típica y a los niveles indicados en los planos de diseño, previa aprobación del ingeniero supervisor.

La roca será densa, sana resistente a la abrasión y estará libre de facturas, grietas y otros defectos que pudieran originar su desintegración.

El diámetro mínimo de la roca a emplearse será de 0.30 m.

La conformación del enrocado será manual.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida a considerar en esta partida está dada en metros cúbicos (m³), la misma que será ejecutada por el ing. Residente y comprobada por el Supervisor.

CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS DE TIERRA

CORTE EN MATERIAL SUELTO

CONFORMACIÓN DE CUNETAS

A. DESCRIPCIÓN

La excavación se realizará en terreno de material conglomerado o suelto dejando las dimensiones de las cunetas descritas en los planos

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Los volúmenes de las cunetas se medirán en m³

ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

A. DESCRIPCIÓN

Esta partida consiste en todo el material excedente de la obra ya sea material propio, material de presta, vegetación, restos de zonas boscosas y no boscosas.

Todos estos volúmenes serán llevados al botado elegido en el proyecto bajo el visto bueno de supervisión.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

El material excedente figura como metros cúbicos m³

CORTE EN ROCA SUELTA

CONFORMACIÓN DE CUNETAS

A. DESCRIPCIÓN

la conformación se realizará en terreno de material conglomerado o suelto dejando las dimensiones de las cunetas descritas en los planos

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

Los volúmenes de las cunetas se medirán en m³

BANQUETAS

CONFORMACIÓN DE BANQUETAS EN MATERIAL SUELTO

CONFORMACIÓN DE BANQUETAS EN ROCA SUELTA

CONFORMACIÓN DE BANQUETAS EN ROCA FIJA

A. DESCRIPCIÓN

Cuando la altura de los taludes sea mayor de siete metros (Según lo especifique el proyecto y cuando la calidad del material por excavar lo exija), deberán construirse banquetas de corte con pendiente hacia el interior del talud. El ancho mínimo de la terraza deberá ser tal, que permita la operación normal de los equipos de construcción. El dimensionamiento se especifica en el proyecto o seguir las aprobaciones del supervisor.

Si se presentan síntomas de inestabilidad, se deben hacer sembrados de vegetación típica en la zona afectada, para evitar la erosión, ocurrencia de derrumbes o deslizamientos que puedan interrumpir las labores de obra, así como la interrupción del tránsito en la etapa operativa aumentando los costos de mantenimiento. Estas labores deben de tratarse adecuadamente, debido a que implica un riesgo potencial grande para la integridad física de los usuarios de la carretera.

El fondo de toda la excavación de banqueta debe quedar limpio y parejo. La excavación se realizará en terreno de material conformado por material suelto, roca suelta, fracturada o roca fija. Este ítem comprende la perforación, disparo y trituración de roca compacta mediante la utilización de explosivos. El material extraído será removido a través del transporte pagado de material excedente D >< 1 km

Ningún cambio de precio unitario de la propuesta será hecho por tales modificaciones.

B. MÉTODO DE MEDICIÓN

La conformación de estas banquetas serán medidas en metros cúbicos m³

ANEXO 2. ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS

RESUMEN DE METRADOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	TOTAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES		
01.01.00	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS CAMPAMENTOS, OFICINAS PROVISIONALES Y	UND	1.00
01.02.00	ALMACENES	UND	6.00
01.03.00	CARTEL DE OBRA	UND	1.00
02.00.00	OBRAS PRELIMINARES		
02.01.00	TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN	KM	5.78
03.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.01.00	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	Ha	3.76
03.02.00	CORTE EN MATERIAL SUELTO		
03.02.01	EXCAVACIÓN MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL	M3	63,409.30
03.03.00	CORTE EN ROCA SUELTA		
03.03.01	EXCAVACIÓN Y DESQUINCHE PARA ROCA SUELTA	M3	46,235.95
03.03.02	PERFORACIÓN Y DISPARO PARA ROCA SUELTA	M3	46,235.95
03.04.00	CORTE EN ROCA FIJA		
03.04.01	EXCAVACIÓN Y DESQUINCHE PARA ROCA FIJA	M3	22,457.46
03.04.02	PERFORACIÓN Y DISPARO PARA ROCA FIJA	M3	22,457.46
03.05.00	CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES	M3	105,981.98
03.06.00	TRANSPORTE PAGADO		
03.06.01	TRANSPORTE PAGADO DE MATERIAL EXCEDENTE D < 1 km	M3-KM	14,529.58
03.06.02	TRANSPORTE PAGADO DE MATERIAL EXCEDENTE D > 1 km	M3-KM	31,180.41
04.00.00	OBRAS DE ARTE		
04.01.00	CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS		
04.01.01	EXCAVACIÓN PARA ALCANTARILLA	M3	1,568.24
04.01.02	BASE E=0.20 m PARA ALCANTARILLA TMC	M2	26.78
04.01.03	CAMA DE ARENA E=0.10 m PARA ALCANTARILLA TMC RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE	ML	135.71
04.01.04	CANTERA	M3	325.90
04.01.05	ALCANTARILLA MINIMULTIPLATE (TMC) MP-68 Ø=0.60 m	ML	5.55
04.01.06	ALCANTARILLA MINIMULTIPLATE (TMC) MP-68 Ø=0.90 m	ML	27.75
04.01.07	ALCANTARILLA MINIMULTIPLATE (TMC) MP-68 Ø=1.20 m	ML	49.95
04.01.08	PINTADO DE ESTRUCTURA CON FORMULA EPOXICA. SOLADOS CONCRETO 1:12 CEMENTO HORMIGÓN H=10	M2	277.23
04.01.09	CM	M2	189.27
04.01.10	CONCRETO f'c= 175 Kg/cm2 PARA CABEZALES	M3	108.23
04.01.11	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CABEZALES	M2	683.80

04.01.12	ACERO FY=4200KG/CM2	KG	5,794.72
04.02.00	CONSTRUCCIÓN DE BADENES		
04.02.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	M3	863.60
04.02.02	BASE DE MATERIAL SELECCIONADO E=0.20 m	M2	708.56
04.02.03	PIEDRA EMBOQUILLADA C: A, 1:4	M2	654.00
04.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	52.00
04.02.05	ENROCADO	M3	550.00
04.03.00	CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS DE TIERRA		
04.03.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO		
04.03.01.01	CONFORMACIÓN DE CUNETAS EN MATERIAL SUELTO	ML	2,960.00
04.03.01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	311.50
04.03.02	CORTE EN ROCA SUELTA		
04.03.02.01	CONFORMACIÓN DE CUNETAS EN ROCA SUELTA	ML	1,197.66
04.03.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	109.79
05.00.00	BANQUETAS		
05.01.00	CONFORMACIÓN DE BANQUETAS EN MATERIAL SUELTO	M3	2,346.74
05.02.00	CONFORMACIÓN DE BANQUETAS EN ROCA SUELTA	M3	1,711.17
05.03.00	CONFORMACIÓN DE BANQUETAS EN ROCA FIJA	M3	831.14

EXCAVACIONES

<u>Estación</u>	<u>Volumen de Corte</u>	<u>Volumen de Relleno</u>	<u>Volumen Corte Acum.</u>	<u>Volumen Relleno Acum.</u>	<u>Volumen Neto Acum</u>
0+020.000	0	0	0	0	0
0+040.000	416.44	65.48	416.44	65.48	350.96
0+060.000	486.04	46.09	902.48	111.57	790.91
0+080.000	409.99	99.32	1312.47	210.89	1101.58
0+100.000	279.36	184.98	1591.83	395.87	1195.96
0+120.000	175.11	262.01	1766.94	657.88	1109.06
0+140.000	91.2	342.31	1858.14	1000.19	857.95
0+160.000	174.39	260.68	2032.53	1260.87	771.66
0+180.000	446.98	71.61	2479.51	1332.48	1147.03
0+200.000	559.42	17.03	3038.93	1349.51	1689.42
0+220.000	383.05	68.7	3421.98	1418.21	2003.77
0+240.000	316.14	94.51	3738.12	1512.72	2225.4
0+260.000	418.66	65.03	4156.78	1577.75	2579.03
0+280.000	453.8	50.86	4610.58	1628.61	2981.97
0+300.000	415.08	58.21	5025.66	1686.82	3338.84
0+320.000	631.88	35.46	5657.54	1722.28	3935.26
0+340.000	1075.12	0	6732.66	1722.28	5010.38
0+360.000	876.88	0	7609.54	1722.28	5887.26
0+380.000	247.93	260.08	7857.47	1982.36	5875.11
0+400.000	12.32	650.27	7869.79	2632.63	5237.16
0+420.000	0	1052.47	7869.79	3685.1	4184.69
0+440.000	0	1524.44	7869.79	5209.54	2660.25
0+460.000	0	2089.19	7869.79	7298.73	571.06
0+480.000	0	2404.8	7869.79	9703.53	-1833.74
0+500.000	0	2403.24	7869.79	12106.77	-4236.98
0+520.000	0	2100.74	7869.79	14207.51	-6337.72
0+540.000	0	1592.5	7869.79	15800.01	-7930.22
0+560.000	0	1111.64	7869.79	16911.65	-9041.86
0+570.000	0	446.985	7869.79	17358.635	-9488.845
0+580.000	37.77	304.8	7907.56	17663.435	-9755.875
0+590.000	66.039	133.02	7973.599	17796.455	-9822.856
0+600.000	85.14	115	8058.739	17911.455	-9852.716
0+620.000	0	504.361	8058.739	18415.816	-10357.08
0+640.000	122.9	5.7	8181.639	18421.516	-10239.88
0+650.000	339.69	0	8521.329	18421.516	-9900.187
0+660.000	763.41	0	9284.739	18421.516	-9136.777
0+670.000	1042.34	0	10327.079	18421.516	-8094.437
0+680.000	1508.82	0	11835.899	18421.516	-6585.617
0+700.000	884.96	0	12720.859	18421.516	-5700.657
0+720.000	1531.787	0	14252.646	18421.516	-4168.87
0+740.000	1231.87	2.46	15484.516	18423.976	-2939.46
0+750.000	240.4709	1.43	15724.9869	18425.406	-2700.419

<u>Estación</u>	<u>Volumen de Corte</u>	<u>Volumen de Relleno</u>	<u>Volumen Corte Acum.</u>	<u>Volumen Relleno Acum.</u>	<u>Volumen Neto Acum</u>
0+760.000	333.7864	0.15	16058.7733	18425.556	-2366.783
0+780.000	837.5	0.08	16896.2733	18425.636	-1529.363
0+800.000	468	7.14	17364.2733	18432.776	-1068.503
0+820.000	391.24	8.4	17755.5133	18441.176	-685.6627
0+840.000	772.04	1.22	18527.5533	18442.396	85.1573
0+860.000	974.62	0	19502.1733	18442.396	1059.7773
0+880.000	617.09	21.44	20119.2633	18463.836	1655.4273
0+900.000	781.812	124.78	20901.0753	18588.616	2312.4593
0+920.000	491.036	165.34	21392.1113	18753.956	2638.1553
0+930.000	335.4	79.77	21727.5113	18833.726	2893.7853
0+940.000	285.345	82.11	22012.8563	18915.836	3097.0203
0+960.000	861.4144	68	22874.2707	18983.836	3890.4347
0+980.000	965.42	2.01	23839.6907	18985.846	4853.8447
1+000.000	613.07	0	24452.7607	18985.846	5466.9147
1+020.000	1816.155	0	26268.9157	18985.846	7283.0697
1+040.000	303.9	12.02	26572.8157	18997.866	7574.9497
1+050.000	0	393.21	26572.8157	19391.076	7181.7397
1+060.000	140.75	450.85	26713.5657	19841.926	6871.6397
1+080.000	655.7912	265.36	27369.3569	20107.286	7262.0709
1+100.000	661.17	13.06	28030.5269	20120.346	7910.1809
1+120.000	767.87	1.24	28798.3969	20121.586	8676.8109
1+140.000	798.97	0.53	29597.3669	20122.116	9475.2509
1+160.000	569.06	43.55	30166.4269	20165.666	10000.761
1+180.000	534.44	44.71	30700.8669	20210.376	10490.491
1+200.000	791.2	0.09	31492.0669	20210.466	11281.601
1+220.000	845.07	0	32337.1369	20210.466	12126.671
1+240.000	710.69	12.69	33047.8269	20223.156	12824.671
1+260.000	379.75	120.35	33427.5769	20343.506	13084.071
1+280.000	342.28	130.22	33769.8569	20473.726	13296.131
1+300.000	565.51	38.46	34335.3669	20512.186	13823.181
1+320.000	841.95	17.23	35177.3169	20529.416	14647.901
1+340.000	1195.68	0.74	36372.9969	20530.156	15842.841
1+350.000	527.32	1.49	36900.3169	20531.646	16368.671
1+360.000	184.13	71.31	37084.4469	20602.956	16481.491
1+380.000	49.98	322.42	37134.4269	20925.376	16209.051
1+400.000	148.28	361.57	37282.7069	21286.946	15995.761
1+410.000	78.12	240.95	37360.8269	21527.896	15832.931
1+420.000	68.2	162.49	37429.0269	21690.386	15738.641
1+430.000	117.83	125.07	37546.8569	21815.456	15731.401
1+440.000	139.2	109.93	37686.0569	21925.386	15760.671
1+460.000	311.76	175.18	37997.8169	22100.566	15897.251
1+480.000	238.14	376.75	38235.9569	22477.316	15758.641
1+500.000	79.5708	866.04	38315.5277	23343.356	14972.172

<u>Estación</u>	<u>Volumen de Corte</u>	<u>Volumen de Relleno</u>	<u>Volumen Corte Acum.</u>	<u>Volumen Relleno Acum.</u>	<u>Volumen Neto Acum</u>
1+510.000	0	527.689	38315.5277	23871.045	14444.483
1+520.000	442.89	0	38758.4177	23871.045	14887.373
1+540.000	1572	1.53	40330.4177	23872.575	16457.843
1+560.000	840.4	97.2	41170.8177	23969.775	17201.043
1+580.000	739.2	131.15	41910.0177	24100.925	17809.093
1+600.000	193.89	143.11	42103.9077	24244.035	17859.873
1+620.000	184.16	200.14	42288.0677	24444.175	17843.893
1+640.000	389.88	123.13	42677.9477	24567.305	18110.643
1+660.000	463.2	32.94	43141.1477	24600.245	18540.903
1+680.000	1432.59	0.21	44573.7377	24600.455	19973.283
1+700.000	562.545	5.3	45136.2827	24605.755	20530.528
1+720.000	166.244	88.14	45302.5267	24693.895	20608.632
1+730.000	71.9584	95.54	45374.4851	24789.435	20585.05
1+740.000	173.8125	57.37	45548.2976	24846.805	20701.493
1+760.000	650.4	2.5	46198.6976	24849.305	21349.393
1+780.000	364.98	3.25	46563.6776	24852.555	21711.123
1+800.000	61.78	191.25	46625.4576	25043.805	21581.653
1+810.000	0	289.136	46625.4576	25332.941	21292.517
1+820.000	0	557.648	46625.4576	25890.589	20734.869
1+840.000	0	1553.12	46625.4576	27443.709	19181.749
1+860.000	0	1296.94	46625.4576	28740.649	17884.809
1+880.000	0	824.66	46625.4576	29565.309	17060.149
1+900.000	0	682.14	46625.4576	30247.449	16378.009
1+920.000	0	588.01	46625.4576	30835.459	15789.999
1+940.000	0	522	46625.4576	31357.459	15267.999
1+960.000	17.59	410.46	46643.0476	31767.919	14875.129
1+980.000	31.09	348.61	46674.1376	32116.529	14557.609
2+000.000	13.5	508.02	46687.6376	32624.549	14063.089
2+020.000	0	655.23	46687.6376	33279.779	13407.859
2+040.000	67.72	424.96	46755.3576	33704.739	13050.619
2+060.000	327.34	79.07	47082.6976	33783.809	13298.889
2+080.000	765.25	2.84	47847.9476	33786.649	14061.299
2+100.000	1363.5	0	49211.4476	33786.649	15424.799
2+120.000	2095.96	0	51307.4076	33786.649	17520.759
2+140.000	2268.56	0	53575.9676	33786.649	19789.319
2+150.000	1020.27	0	54596.2376	33786.649	20809.589
2+160.000	1111.99	0	55708.2276	33786.649	21921.579
2+180.000	1744.19	0	57452.4176	33786.649	23665.769
2+200.000	612.96	72	58065.3776	33858.649	24206.729
2+220.000	65.55	623.26	58130.9276	34481.909	23649.019
2+240.000	0	1313.48	58130.9276	35795.389	22335.539

<u>Estación</u>	<u>Volumen de Corte</u>	<u>Volumen de Relleno</u>	<u>Volumen Corte Acum.</u>	<u>Volumen Relleno Acum.</u>	<u>Volumen Neto Acum</u>
2+260.000	0	1177.71	58130.9276	36973.099	21157.829
2+280.000	65.68	499.11	58196.6076	37472.209	20724.399
2+300.000	152.2	84.06	58348.8076	37556.269	20792.539
2+320.000	239.47	28.46	58588.2776	37584.729	21003.549
2+340.000	281.28	62.87	58869.5576	37647.599	21221.959
2+360.000	219.73	91.28	59089.2876	37738.879	21350.409
2+380.000	96.13	77.74	59185.4176	37816.619	21368.799
2+400.000	154.25	41.69	59339.6676	37858.309	21481.359
2+420.000	227.34	85.61	59567.0076	37943.919	21623.089
2+440.000	90.44	246.44	59657.4476	38190.359	21467.089
2+460.000	30.71	376.97	59688.1576	38567.329	21120.829
2+480.000	30.06	442.88	59718.2176	39010.209	20708.009
2+490.000	12.155	278.96	59730.3726	39289.169	20441.204
2+500.000	20.16	289.23	59750.5326	39578.399	20172.134
2+510.000	32.424	202.57	59782.9566	39780.969	20001.988
2+520.000	57.984	163.42	59840.9406	39944.389	19896.552
2+540.000	101.2	391.05	59942.1406	40335.439	19606.702
2+560.000	38.08	580.48	59980.2206	40915.919	19064.302
2+580.000	313.038	6.4	60293.2586	40922.319	19370.94
2+590.000	567.56	0	60860.8186	40922.319	19938.5
2+600.000	910.8	0	61771.6186	40922.319	20849.3
2+620.000	2081.16	0	63852.7786	40922.319	22930.46
2+640.000	1699.3	0	65552.0786	40922.319	24629.76
2+660.000	1648.57	0	67200.6486	40922.319	26278.33
2+680.000	1360.94	0	68561.5886	40922.319	27639.27
2+700.000	572.44	374.04	69134.0286	41296.359	27837.67
2+720.000	205.32	380.06	69339.3486	41676.419	27662.93
2+740.000	731.5	2.48	70070.8486	41678.899	28391.95
2+760.000	1060.52	0	71131.3686	41678.899	29452.47
2+780.000	729.33	4.45	71860.6986	41683.349	30177.35
2+800.000	187.51	221.26	72048.2086	41904.609	30143.6
2+810.000	0	296.95	72048.2086	42201.559	29846.65
2+820.000	0	396.73	72048.2086	42598.289	29449.92
2+840.000	0	773.36	72048.2086	43371.649	28676.56
2+860.000	0	718.73	72048.2086	44090.379	27957.83
2+870.000	0	316	72048.2086	44406.379	27641.83
2+880.000	0	282.15	72048.2086	44688.529	27359.68
2+900.000	0	616.05	72048.2086	45304.579	26743.63
2+920.000	0	717.52	72048.2086	46022.099	26026.11
2+940.000	0	792.09	72048.2086	46814.189	25234.02
2+960.000	0	692	72048.2086	47506.189	24542.02
2+980.000	9.98	441.93	72058.1886	47948.119	24110.07
3+000.000	102.78	244.26	72160.9686	48192.379	23968.59

<u>Estación</u>	<u>Volumen de Corte</u>	<u>Volumen de Relleno</u>	<u>Volumen Corte Acum.</u>	<u>Volumen Relleno Acum.</u>	<u>Volumen Neto Acum</u>
3+020.000	181.8	173.45	72342.7686	48365.829	23976.94
3+040.000	620.235	0	72963.0036	48365.829	24597.175
3+060.000	0	578.9	72963.0036	48944.729	24018.275
3+080.000	1067.772	0	74030.7756	48944.729	25086.047
3+090.000	1365.309	0	75396.0846	48944.729	26451.356
3+100.000	674.3	0	76070.3846	48944.729	27125.656
3+120.000	940.275	0	77010.6596	48944.729	28065.931
3+140.000	407.95	68.89	77418.6096	49013.619	28404.991
3+160.000	112.37	139.78	77530.9796	49153.399	28377.581
3+180.000	132.5	122.51	77663.4796	49275.909	28387.571
3+200.000	158.33	95.73	77821.8096	49371.639	28450.171
3+220.000	145.27	117.72	77967.0796	49489.359	28477.721
3+240.000	96.2	217.63	78063.2796	49706.989	28356.291
3+260.000	0	525.92	78063.2796	50232.909	27830.371
3+270.000	0	322.7	78063.2796	50555.609	27507.671
3+280.000	0	303.14	78063.2796	50858.749	27204.531
3+290.000	0	418.46	78063.2796	51277.209	26786.071
3+300.000	0	1174.53	78063.2796	52451.739	25611.541
3+320.000	0	1303.56	78063.2796	53755.299	24307.981
3+340.000	0	1505.16	78063.2796	55260.459	22802.821
3+360.000	0	1626.3	78063.2796	56886.759	21176.521
3+370.000	0	902.88	78063.2796	57789.639	20273.641
3+380.000	0	1197.282	78063.2796	58986.921	19076.359
3+390.000	0	1466.621	78063.2796	60453.542	17609.738
3+400.000	47.05	0.2	78110.3296	60453.742	17656.588
3+420.000	1020.3	0	79130.6296	60453.742	18676.888
3+440.000	947.23	618.97	80077.8596	61072.712	19005.148
3+450.000	0	907.55	80077.8596	61980.262	18097.598
3+460.000	0	770.43	80077.8596	62750.692	17327.168
3+480.000	0	368.21	80077.8596	63118.902	16958.958
3+500.000	558.2	0	80636.0596	63118.902	17517.158
3+520.000	630.64	95.87	81266.6996	63214.772	18051.928
3+530.000	33.34	226.41	81300.0396	63441.182	17858.858
3+540.000	0	459.29	81300.0396	63900.472	17399.568
3+560.000	0	1606.02	81300.0396	65506.492	15793.548
3+580.000	0	1599.57	81300.0396	67106.062	14193.978
3+600.000	61.39	659.61	81361.4296	67765.672	13595.758
3+620.000	363.34	104.36	81724.7696	67870.032	13854.738
3+640.000	330.87	201.08	82055.6396	68071.112	13984.528
3+660.000	359.75	194.11	82415.3896	68265.222	14150.168
3+680.000	1331.75	0.39	83747.1396	68265.612	15481.528
3+700.000	1621.38	0	85368.5196	68265.612	17102.908
3+720.000	904.45	4.5	86272.9696	68270.112	18002.858

<u>Estación</u>	<u>Volumen de Corte</u>	<u>Volumen de Relleno</u>	<u>Volumen Corte Acum.</u>	<u>Volumen Relleno Acum.</u>	<u>Volumen Neto Acum</u>
3+740.000	607.8	6.34	86880.7696	68276.452	18604.318
3+760.000	766.82	3.63	87647.5896	68280.082	19367.508
3+780.000	451.66	1.79	88099.2496	68281.872	19817.378
3+800.000	676.92	2.37	88776.1696	68284.242	20491.928
3+820.000	1162.51	5.41	89938.6796	68289.652	21649.028
3+830.000	367.78	15.73	90306.4596	68305.382	22001.078
3+840.000	122.11	141.97	90428.5696	68447.352	21981.218
3+860.000	0	1424.04	90428.5696	69871.392	20557.178
3+880.000	0	2359.68	90428.5696	72231.072	18197.498
3+890.000	0	1585.44	90428.5696	73816.512	16612.058
3+900.000	0	1772.4	90428.5696	75588.912	14839.658
3+910.000	0	1457.19	90428.5696	77046.102	13382.468
3+920.000	0	1075.44	90428.5696	78121.542	12307.028
3+930.000	0	788.4	90428.5696	78909.942	11518.628
3+940.000	85.65	383.01	90514.2196	79292.952	11221.268
3+960.000	1390.22	0	91904.4396	79292.952	12611.488
3+980.000	3484.25	0	95388.6896	79292.952	16095.738
4+000.000	3524.99	0.67	98913.6796	79293.622	19620.058
4+010.000	703.95	412.21	99617.6296	79705.832	19911.798
4+020.000	0	1504.13	99617.6296	81209.962	18407.668
4+040.000	0	3652.6	99617.6296	84862.562	14755.068
4+050.000	0	1143.25	99617.6296	86005.812	13611.818
4+060.000	0	818.01	99617.6296	86823.822	12793.808
4+070.000	0	680.75	99617.6296	87504.572	12113.058
4+080.000	0	320.18	99617.6296	87824.752	11792.878
4+100.000	23.15	136.18	99640.7796	87960.932	11679.848
4+120.000	22.8	249.3	99663.5796	88210.232	11453.348
4+140.000	0	376.78	99663.5796	88587.012	11076.568
4+160.000	0	159.32	99663.5796	88746.332	10917.248
4+180.000	0	242.24	99663.5796	88988.572	10675.008
4+200.000	0	390.64	99663.5796	89379.212	10284.368
4+220.000	15.1	238	99678.6796	89617.212	10061.468
4+240.000	142.27	94.22	99820.9496	89711.432	10109.518
4+260.000	482.8	6.46	100303.75	89717.892	10585.858
4+270.000	217.08	4.13	100520.83	89722.022	10798.808
4+280.000	209.88	10.66	100730.71	89732.682	10998.028
4+300.000	205.56	87.74	100936.27	89820.422	11115.848
4+320.000	483.77	75.13	101420.04	89895.552	11524.488
4+340.000	791.92	5.91	102211.96	89901.462	12310.498
4+360.000	1302.05	5.75	103514.01	89907.212	13606.798
4+380.000	1493.38	2.52	105007.39	89909.732	15097.658
4+400.000	567.52	2.46	105574.91	89912.192	15662.718
4+420.000	46.01	126.38	105620.92	90038.572	15582.348

<u>Estación</u>	<u>Volumen de Corte</u>	<u>Volumen de Relleno</u>	<u>Volumen Corte Acum.</u>	<u>Volumen Relleno Acum.</u>	<u>Volumen Neto Acum</u>
4+440.000	154.93	189.73	105775.85	90228.302	15547.548
4+460.000	283.19	89.21	106059.04	90317.512	15741.528
4+480.000	395.76	48.81	106454.8	90366.322	16088.478
4+500.000	336.97	92.16	106791.77	90458.482	16333.288
4+520.000	136.37	255.71	106928.14	90714.192	16213.948
4+540.000	229.3	191.62	107157.44	90905.812	16251.628
4+560.000	722.53	5.11	107879.97	90910.922	16969.048
4+580.000	1089.12	0	108969.09	90910.922	18058.168
4+600.000	1184.47	0	110153.56	90910.922	19242.638
4+620.000	609.45	0	110763.01	90910.922	19852.088
4+640.000	574.53	0	111337.54	90910.922	20426.618
4+660.000	936.06	0.64	112273.6	90911.562	21362.038
4+680.000	489.39	282.4	112762.99	91193.962	21569.028
4+700.000	187.44	217.18	112950.43	91411.142	21539.288
4+710.000	146.09	135.6	113096.52	91546.742	21549.778
4+720.000	370.35	57.68	113466.87	91604.422	21862.448
4+740.000	538.62	16.68	114005.49	91621.102	22384.388
4+760.000	608.9	13.24	114614.39	91634.342	22980.048
4+780.000	585.32	9.2	115199.71	91643.542	23556.168
4+800.000	320.92	145.84	115520.63	91789.382	23731.248
4+810.000	13.84	269.84	115534.47	92059.222	23475.248
4+820.000	0	389.88	115534.47	92449.102	23085.368
4+840.000	0	576.24	115534.47	93025.342	22509.128
4+860.000	65.64	265.16	115600.11	93290.502	22309.608
4+880.000	135.27	117.12	115735.38	93407.622	22327.758
4+900.000	27.783	335.6	115763.163	93743.222	22019.941
4+920.000	0	1095.45	115763.163	94838.672	20924.491
4+930.000	0	827.19	115763.163	95665.862	20097.301
4+940.000	0	866.008	115763.163	96531.87	19231.293
4+950.000	0	618	115763.163	97149.87	18613.293
4+960.000	64.98	291.52	115828.143	97441.39	18386.753
4+980.000	44.975	298.12	115873.118	97739.51	18133.608
5+000.000	0	460.8	115873.118	98200.31	17672.808
5+020.000	26.532	220.5	115899.65	98420.81	17478.84
5+030.000	233.7	0	116133.35	98420.81	17712.54
5+040.000	622.79	0	116756.14	98420.81	18335.33
5+060.000	1848.4	0	118604.54	98420.81	20183.73
5+080.000	1187.94	0	119792.48	98420.81	21371.67
5+100.000	714.68	4.91	120507.16	98425.72	22081.44
5+130.000	353.77	16.62	120860.93	98442.34	22418.59
5+140.000	86.18	12.59	120947.11	98454.93	22492.18
5+160.000	86.32	738.38	121033.43	99193.31	21840.12
5+180.000	0	1033.32	121033.43	100226.63	20806.8

<u>Estación</u>	<u>Volumen de Corte</u>	<u>Volumen de Relleno</u>	<u>Volumen Corte Acum.</u>	<u>Volumen Relleno Acum.</u>	<u>Volumen Neto Acum</u>
5+200.000	0	525.69	121033.43	100752.32	20281.11
5+220.000	0	557.78	121033.43	101310.1	19723.33
5+240.000	0	733.1	121033.43	102043.2	18990.23
5+260.000	0	611.62	121033.43	102654.82	18378.61
5+280.000	78.2	276.96	121111.63	102931.78	18179.85
5+300.000	269.58	94.19	121381.21	103025.97	18355.24
5+320.000	400.95	64.96	121782.16	103090.93	18691.23
5+340.000	449.72	46.86	122231.88	103137.79	19094.09
5+360.000	468.62	40.86	122700.5	103178.65	19521.85
5+380.000	332.4	90.91	123032.9	103269.56	19763.34
5+400.000	101.2	381.82	123134.1	103651.38	19482.72
5+420.000	0	709.24	123134.1	104360.62	18773.48
5+440.000	81.57	504.73	123215.67	104865.35	18350.32
5+460.000	390.37	115.69	123606.04	104981.04	18625
5+480.000	626.03	2.99	124232.07	104984.03	19248.04
5+500.000	633.61	0.35	124865.68	104984.38	19881.3
5+520.000	981.282	0.24	125846.962	104984.62	20862.342
5+540.000	26.01	225.81	125872.972	105210.43	20662.542
5+550.000	42.872	254.39	125915.844	105464.82	20451.024
5+560.000	79.75	184.88	125995.594	105649.7	20345.894
5+580.000	489.3	127.71	126484.894	105777.41	20707.484
5+600.000	374.08	59.34	126858.974	105836.75	21022.224
5+610.000	188.75	19.86	127047.724	105856.61	21191.114
5+620.000	164.7	23.66	127212.424	105880.27	21332.154
5+640.000	306.3	25.21	127518.724	105905.48	21613.244
5+660.000	238.18	24.1	127756.904	105929.58	21827.324
5+680.000	362.2	36.52	128119.104	105966.1	22153.004
5+700.000	539.29	14.32	128658.394	105980.42	22677.974
5+720.000	805.24	1.56	129463.634	105981.98	23481.654
5+740.000	1227.14	0	130690.774	105981.98	24708.794
5+760.000	1411.94	0	132102.714	105981.98	26120.734

METRADO DE TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE

BOTADERO Nº 01

				EXPLANACIONES				MATERIAL EXCEDENTE A BOTADERO							
PROGRESIVA	LONG.	VOLUMEN (m3)		VOL. RELLENO (m3)		VOL.		C.GRAVEDAD		DERRUMBES					
		RELLENO	CORTE	PROPIO	PRESTAMO	BOTAD	3%CORTE	Xr	Long.	Xr	Long.				
KM	KM	(m)		x estaca	Cantera			Prog.	acceso	(M3-KM)	(M3-KM)	(M3-KM)	(M3-KM)		
0.00	1.00	1,000.00	17,990.51	19,218.00	17,990.51	0.00	1,227.49	0.90	0.04	1,147.70	-	0.90	0.04	539.06	-
Aic. Nº01	-	0.00	153.44	0.00	0.00	153.44	4.60	0.90	0.04	143.47	-	0.90	0.04	4.30	-
1.00	2.00	1,000.00	13,375.82	16,679.82	13,375.82	0.00	3,304.00	1.90	0.04	-	3,089.24	1.90	0.04	-	467.87
Aic. Nº02	-	0.00	39.25	0.00	0.00	39.25	1.18	1.90	0.04	-	36.70	1.90	0.04	-	1.10
Badén Nº 01	-	0.00	235.20	0.00	0.00	235.20	7.06	1.90	0.04	-	219.91	1.90	0.04	-	6.60
2.00	3.00	1,000.00	15,938.24	24,026.12	15,938.24	0.00	8,087.88	2.90	0.04	-	15,650.05	2.90	0.04	-	1,394.72
Aic. Nº03	-	0.00	122.30	0.00	0.00	122.30	3.67	2.90	0.04	-	236.66	2.90	0.04	-	7.10
Aic. Nº04	-	0.00	5.67	0.00	0.00	5.67	0.17	2.90	0.04	-	10.97	2.90	0.04	-	0.33
Aic. Nº05	-	0.00	6.23	0.00	0.00	6.23	0.19	2.90	0.04	-	12.06	2.90	0.04	-	0.36
Badén Nº 02	-	0.00	196.60	0.00	0.00	196.60	5.90	2.90	0.04	-	380.42	2.90	0.04	-	11.41
Badén Nº 03	-	0.00	196.60	0.00	0.00	196.60	5.90	2.90	0.04	-	380.42	2.90	0.04	-	11.41
3.00	3.40	400.00	11,990.40	4,872.30	11,990.40	0.00	0.00	3.90	0.04	-	0.00	3.90	0.04	-	429.01
Aic. Nº06	-	0.00	11.29	0.00	0.00	11.29	0.34	3.90	0.04	-	33.13	3.90	0.04	-	0.99
			59,294.97	66,762.83	59,294.97	0.00	0.00			1,291.17	20,049.57			543.37	2,330.90

BOTADERO N° 02

				EXPLANACIONES						MATERIAL EXCEDENTE A BOTADERO							
PROGRESIVA		LONG.	VOLUMEN (m³)		CLASIFICACION		VOL.		VOL.		C.GRAVEDAD		C.GRAVEDAD		DERRUMBES		
KM	KM	(m)	RELLENO	CORTE	VOL. RELLENO (m³)	PROPIO	PRESTAMO	BOTAD	DERRUMBES	Xr	Long.	< 1 Km	> 1 Km	Xr	Long.	< 1 Km	> 1 Km
					x estaca	x libre 200m	Cantera		3% CORTE	Prog.	acceso	(M3-KM)	(M3-KM)	Prog.	acceso	(M3-KM)	(M3-KM)
3.60	4.00	400.00	11,071.83	17,493.45	11,071.83	0.00	0.00	6,421.62	524.80	0.30	0.02	2,054.92	-	0.30	0.02	167.94	-
A/c. N°08		-	0.00	40.83	0.00	0.00	0.00	40.83	1.23	0.30	0.02	13.07	-	0.30	0.02	0.39	-
4.00	4.16	157.66	1,916.35	703.95	1,916.35	0.00	0.00	0.00	21.12	0.58	0.02	0.00	-	0.58	0.02	12.65	-
			12,988.18	18,238.23	12,988.18	0.00	0.00	6,462.45	547.15			2,067.99	0.00			180.97	0.00

BOTADERO N° 03																
EXPLANACIONES					MATERIAL EXCEDENTE A BOTADERO											
PROGRESIVA	LONG.	VOLUMEN (m ³)		CLASIFICACION		VOL		EXPLANACIONES		DERRUMBES						
		RELLENO	CORTE	VOL. RELLENO (m ³)	PROPIO	PRESTAMO	BOTAD	DERRUMBES	C. GRAVEDAD	Xr	Long.	< 1 Km	> 1 Km			
KM	KM	(m)		x estaca	x libre 200m	Cantera		3%CORTE	Prog.	acceso	(M3-KM)	(M3-KM)	Prog.	acceso	(M3-KM)	(M3-KM)
4.37	5.00	630.00	7,677.57	10,474.49	7,677.57	0.00	0.00	2,796.92	0.30	0.02	895.01	-	0.30	0.02	100.56	-
AIC: N°09	-	-	0.00	29.51	0.00	0.00	0.00	29.51	0.30	0.02	9.44	-	0.30	0.02	0.28	-
5.00	5.78	778.00	8,056.76	14,841.42	8,056.76	0.00	0.00	6,784.66	0.58	0.02	4,062.65	-	0.58	0.02	266.61	-
AIC: N°10	-	-	0.00	281.65	0.00	0.00	0.00	281.65	0.58	0.02	168.65	-	0.58	0.02	5.06	-
			15,734.33	25,627.07	15,734.33	0.00	0.00	9,892.74			5,135.76	0.00			372.51	0.00

BANQUETAS

AREAS Y CLASIFICACION DE SUELO			EXPLANACION								
PROGRESIVA	TALUD CORTE	AREA DE RELLENO [m2]	D (m)	V. RELLENO [m3]	Clasifi.Suelo (%)			TIPO DE CORTE			
	V:H				M.S.	R.S.	R.F	M.S.	R.S	R.F	
0+440.00	4:1	5.56	20.00	111.20	48.00	35.00	17.00	53.38	38.92	18.90	
0+460.00		12.21	20.00	177.70	48.00	35.00	17.00	85.30	62.20	30.21	
0+480.00		17.70	20.00	299.10	48.00	35.00	17.00	143.57	104.69	50.85	
0+500.00		10.10	20.00	278.00	48.00	35.00	17.00	133.44	97.30	47.26	
1+810.00	4:1	7.94	10.00	79.40	48.00	35.00	17.00	38.11	27.79	13.50	
1+820.00		15.20	20.00	231.40	48.00	35.00	17.00	111.07	80.99	39.34	
1+840.00		33.80	20.00	490.00	48.00	35.00	17.00	235.20	171.50	83.30	
1+860.00		13.02	20.00	468.20	48.00	35.00	17.00	224.74	163.87	79.59	
2+240.00	4:1	8.82	20.00	88.20	48.00	35.00	17.00	42.34	30.87	14.99	
2+700.00	4:1	4.77	20.00	47.70	48.00	35.00	17.00	22.90	16.70	8.11	
3+380.00	4:1	28.81	10.00	144.05	48.00	35.00	17.00	69.14	50.42	24.49	
3+390.00		59.16	10.00	439.85	48.00	35.00	17.00	211.13	153.95	74.77	
3+440.00	4:1	5.51	0.00	0.00	48.00	35.00	17.00	0.00	0.00	0.00	
3+450.00		6.87	10.00	61.90	48.00	35.00	17.00	29.71	21.67	10.52	
3+560.00	4:1	23.96	20.00	239.60	48.00	35.00	17.00	115.01	83.86	40.73	
3+860.00	4:1	11.09	20.00	110.90	48.00	35.00	17.00	53.23	38.82	18.85	
3+880.00		24.61	20.00	357.00	48.00	35.00	17.00	171.36	124.95	60.69	
3+890.00		27.83	10.00	262.20	48.00	35.00	17.00	125.86	91.77	44.57	
3+900.00		23.23	10.00	239.20	48.00	35.00	17.00	114.82	83.72	40.66	
3+910.00		17.17	10.00	202.00	48.00	35.00	17.00	96.96	70.70	34.34	
4+070.00		4:1	24.14	10.00	120.70	48.00	35.00	17.00	57.94	42.25	20.52
4+930.00	4:1	11.16	10.00	55.80	48.00	35.00	17.00	26.78	19.53	9.49	
4+940.00		10.11	10.00	106.35	48.00	35.00	17.00	51.05	37.22	18.08	
5+160.00	4:1	27.86	20.00	278.60	48.00	35.00	17.00	133.73	97.51	47.36	
					SUMATORIAS				2346.74	1711.17	831.14

SUSTENTO DE METRADO DE OBRAS DE ARTE								
ITEM	DESCRIPCION	UND	Nº DE VECES	LONG. (m)	ANCHO (m)	ALTUR A (m)	SUB TOTAL	TOTAL
04.00.00	OBRAS DE ARTE							
04.01.00	CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS							
04.01.01	Excavación para Alcantarilla	m3						1,568.24
	Excavaciones sobre cabezales							
	Alc. 1							
	Cabezal de entrada		1.00	2.10	area=	6.68	14.04	
	Cabezal de salida		1.00	4.90	area=	28.45	139.40	
	Alc. 2							
	Cabezal de entrada		1.00	2.10	area=	10.68	22.43	
	Cabezal de salida		1.00	4.90	area=	3.43	16.82	
	Alc. 3							
	Cabezal de entrada		1.00	2.10	area=	12.87	27.03	
	Cabezal de salida		1.00	4.90	area=	19.44	95.27	
	Alc. 4							
	Cabezal de entrada		1.00	2.10	area=	2.70	5.67	
	Cabezal de salida		1.00	4.90	area=	-	-	
	Alc. 5							
	Cabezal de entrada		1.00	1.80	area=	3.46	6.23	
	Cabezal de salida		1.00	4.00	area=	-	-	
	Alc. 6							
	Cabezal de entrada		1.00	2.40	area=	4.70	11.29	
	Cabezal de salida		1.00	5.80	area=	-	-	
	Alc. 7 a							
	Cabezal de entrada		1.00	6.00	area=	-	-	
	Cabezal de salida		1.00	9.40	area=	-	-	
	Alc. 7 b							
	Cabezal de entrada		1.00	4.20	area=	-	-	
	Cabezal de salida		1.00	7.60	area=	-	-	
	Alc. 8							
	Cabezal de entrada		1.00	2.10	area=	8.65	18.17	
	Cabezal de salida		1.00	4.90	area=	4.63	22.67	
	Alc. 9							
	Cabezal de entrada		1.00	4.20	area=	7.03	29.51	
	Cabezal de salida		1.00	7.60	area=	-	-	
	Alc. 10							
	Cabezal de entrada		1.00	2.40	area=	15.58	37.40	
	Cabezal de salida		1.00	5.80	area=	42.11	244.25	
	Excavaciones de alcantarillas y cabezales							
	Alc. 7a (TMC 48" triple)							
	Cabezal de Entrada		1.00	6.00	2.40	2.50	36.00	
	Ducto		1.00	5.15	7.50	2.10	81.11	
	Cabezal de Salida		1.00	9.40	2.00	2.20	41.36	
	Alc. 7b, 9 (TMC 48" doble)							
	Cabezal de Entrada		2.00	4.20	2.40	2.50	50.40	
	Ducto		2.00	5.15	5.70	2.10	123.29	
	Cabezal de Salida		2.00	7.60	2.00	2.20	66.88	
	Alc. 6, 10 (TMC 48")							
	Cabezal de Entrada		2.00	2.40	2.40	2.50	28.80	
	Ducto		2.00	5.15	3.90	2.10	84.36	
	Cabezal de Salida		2.00	5.80	2.00	2.20	51.04	
	Alc. 1, 2, 3, 4, 8 (TMC 36")							
	Cabezal de Entrada		5.00	2.10	2.10	2.20	48.51	
	Ducto		5.00	5.15	3.30	1.80	152.96	
	Cabezal de Salida		5.00	4.90	1.70	1.90	79.14	
	Alc. 5 (TMC 24")							
	Cabezal de Entrada		1.00	1.80	1.80	1.90	6.16	
	Ducto		1.00	5.15	2.70	1.50	20.86	
	Cabezal de Salida		1.00	4.00	1.50	1.20	7.20	

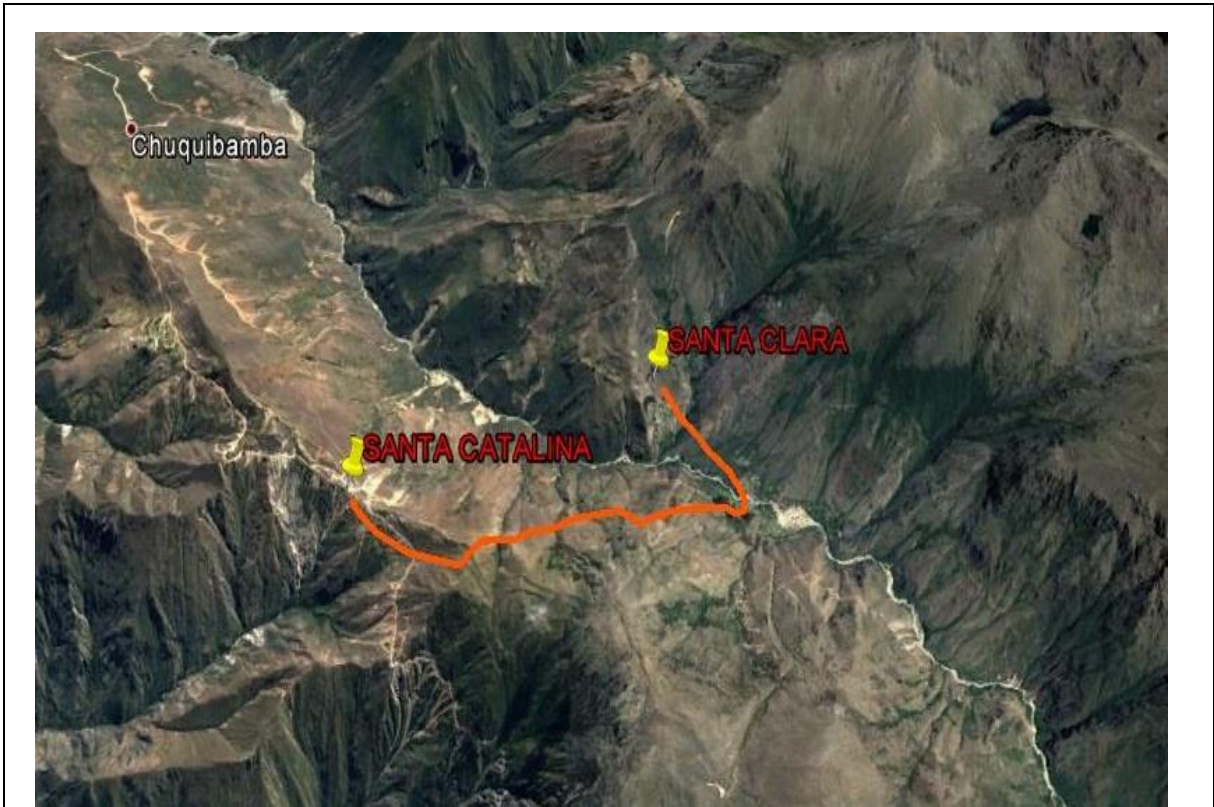
04.01.02	Base e= 0.20 m para alcantarilla multiplate	m2								26.78
	Alcantarilla Típica TMC 48" triple		1.00	6.00	0.85				5.10	
	Alcantarilla Típica TMC 48" doble		2.00	4.20	0.85				7.14	
	Alcantarilla Típica TMC 48"		2.00	2.40	0.85				4.08	
	Alcantarilla Típica TMC 36"		5.00	2.10	0.85				8.93	
	Alcantarilla Típica TMC 24"		1.00	1.80	0.85				1.53	
04.01.03	Cama de arena fina e=0.10 m para alcantarilla	ml								135.71
	Alcantarilla Típica TMC 48" triple		1.00	5.45	5.40				29.43	
	Alcantarilla Típica TMC 48" doble		2.00	5.45	3.60				39.24	
	Alcantarilla Típica TMC 48"		2.00	5.45	1.80				19.62	
	Alcantarilla Típica TMC 36"		5.00	5.45	1.50				40.88	
	Alcantarilla Típica TMC 24"		1.00	5.45	1.20				6.54	
04.01.04	Relleno y compactado con material clasificado	m3								325.90
	Excavación alcantarilla TMC 48" triple								81.11	
	Excavación alcantarilla TMC 48" doble								123.29	
	Excavación alcantarilla TMC 48"								84.36	
	Excavación alcantarilla TMC 36"								152.96	
	Excavación alcantarilla TMC 24"								20.86	
	Volumen de cama de arena		135.71	e=	0.10				-13.57	
	Volumen de alcantarilla TMC 48" triple		5.45	A=	3.39				-18.49	
	Volumen de alcantarilla TMC 48" doble		5.45	A=	2.26				-12.33	
	Volumen de alcantarilla TMC 48"		5.45	A=	1.13				-6.16	
	Volumen de alcantarilla TMC 36"		5.45	A=	0.64				-3.47	
	Volumen de alcantarilla TMC 24"		5.45	A=	0.28				-1.54	
04.01.05	Alcantarilla Minimultiplate TMC Ø=0.60 m	ml								5.55
	Alcantarilla Típica TMC 24"		1.00	5.55					5.55	
04.01.06	Alcantarilla Minimultiplate TMC Ø=0.90 m	ml								27.75
	Alcantarilla Típica TMC 36"		5.00	5.55					27.75	
04.01.07	Alcantarilla Minimultiplate TMC Ø=1.20 m	ml								49.95
	Alcantarilla Típica TMC 48"		9.00	5.55					49.95	
04.01.08	Pintado de estructura con aditivo epóxico	m2								277.23
	Alcantarilla Típica TMC 48"		9.00	5.55	p=	3.77		188.31		
	Alcantarilla Típica TMC 36"		5.00	5.55	p=	2.83		78.46		
	Alcantarilla Típica TMC 24"		1.00	5.55	p=	1.88		10.46		
04.01.09	Solados concreto 1:12 cemento hormigón H=10	m2								189.27
	Alcantarilla Típica TMC 48" triple									
	Cabezal de ingreso		1.00	2.80	6.20				17.36	
	Cabezal de salida		1.00	1.70	9.40				15.98	
	Alcantarilla Típica TMC 48" doble									
	Cabezal de ingreso		2.00	2.80	4.40				24.64	
	Cabezal de salida		2.00	1.70	7.60				25.84	
	Alcantarilla Típica TMC 48"									
	Cabezal de ingreso		2.00	2.80	2.40				13.44	
	Cabezal de salida		2.00	1.70	5.80				19.72	
	Alcantarilla Típica TMC 36"									
	Cabezal de ingreso		5.00	2.50	2.30				28.75	
	Cabezal de salida		5.00	1.40	4.90				34.30	
	Alcantarilla Típica TMC 24"									
	Cabezal de ingreso		1.00	2.20	2.20				4.84	
	Cabezal de salida		1.00	1.10	4.00				4.40	

04.02.00	CONSTRUCCIÓN DE BADENES							
04.02.01	Excavación para estructuras	m3						863.60
	Badén N° 1 y 4							
	Losa de Baden		2.00	30.00	5.00	0.40	120.00	
	Uñas							
	Sentido Longitudinal		4.00	30.00	0.60	0.60	43.20	
	Sentido Transversal		4.00	5.00	0.60	0.60	7.20	
	Enrocados							
	Ingreso a baden		2.00	30.00	5.00	0.50	150.00	
	Salida de baden		2.00	30.00	5.00	0.50	150.00	
	Badén N° 2 y 3							
	Losa de Baden		2.00	25.00	5.00	0.40	100.00	
	Uñas							
	Sentido Longitudinal		4.00	25.00	0.60	0.60	36.00	
	Sentido Transversal		4.00	5.00	0.60	0.60	7.20	
	Enrocados							
	Ingreso a baden		2.00	25.00	5.00	0.50	125.00	
	Salida de baden		2.00	25.00	5.00	0.50	125.00	
04.02.02	Base de material seleccionado e=0.20 m	m2						708.56
	Badén N° 1 y 4							
	Losa de Baden		2.00	29.20	4.20		245.28	
	Uñas							
	Sentido Longitudinal		4.00	30.00	1.00		120.00	
	Sentido Transversal		4.00	5.00	1.00		20.00	
	Badén N° 2 y 3							
	Losa de Baden		2.00	24.20	4.20		203.28	
	Uñas							
	Sentido Longitudinal		4.00	25.00	1.00		100.00	
	Sentido Transversal		4.00	5.00	1.00		20.00	
04.02.03	Piedra Emboquillada C:A, 1:4	m2						654.00
	Badén N° 1 y 4							
	Losa de Baden		2.00	30.00	5.00		300.00	
	Uñas							
	Sentido Longitudinal		4.00	30.00	0.40		48.00	
	Sentido Transversal		4.00	5.00	0.40		8.00	
	Badén N° 2 y 3							
	Losa de Baden		2.00	25.00	5.00		250.00	
	Uñas							
	Sentido Longitudinal		4.00	25.00	0.40		40.00	
	Sentido Transversal		4.00	5.00	0.40		8.00	
04.02.04	Encofrado y desencofrado	m2						52.00
	Badén N° 1 y 4							
	Losa de Baden		2.00	70.00		0.20	28.00	
	Badén N° 2 y 3							
	Losa de Baden		2.00	60.00		0.20	24.00	
04.02.05	Enrocado	m3						550.00
	Badén N° 1 y 4							
	Aguas Arriba		2.00	30.00	5.00	0.50	150.00	
	Agua Abajo		2.00	30.00	5.00	0.50	150.00	
	Badén N° 2 y 3							
	Aguas Arriba		2.00	25.00	5.00	0.50	125.00	
	Agua Abajo		2.00	25.00	5.00	0.50	125.00	

DESCRIPCION	Ø	Nº ELEM.	Nº PIEZ.	L = PIEZ.	1/4"	3/8"	1/2"
ACERO							
ALCANTARILLAS							
Alcantarilla Típica TMC 48" triple							
Cabezal de Ingreso							
Fierro vertical	1/2	1.00	64.00	2.60			166.40
Fierro horizontal	1/2	1.00	18.00	13.40			241.20
Losa inferior							
Fierro longitudinal	1/2	1.00	10.00	6.10			61.00
Fierro transversal	1/2	1.00	25.00	2.75			68.75
Cabezal de Salida							
Fierro vertical	1/2	1.00	22.00	1.90			41.80
Fierro horizontal	1/2	1.00	20.00	1.60			32.00
Fierro horizontal	1/2	1.00	6.00	10.70			64.20
Losa y uñas							
Fierro longitudinal	1/2	1.00	14.00	9.30			130.20
Fierro transversal	1/2	1.00	38.00	3.70			140.60
Alcantarilla Típica TMC 48" doble							
Cabezal de Ingreso							
Fierro vertical	1/2	2.00	50.00	2.60			260.00
Fierro horizontal	1/2	2.00	18.00	13.40			482.40
Losa inferior							
Fierro longitudinal	1/2	2.00	10.00	4.70			94.00
Fierro transversal	1/2	2.00	17.00	2.75			93.50
Cabezal de Salida							
Fierro vertical	1/2	2.00	15.00	1.90			57.00
Fierro horizontal	1/2	2.00	20.00	1.60			64.00
Fierro horizontal	1/2	2.00	6.00	8.65			103.80
Losa y uñas							
Fierro longitudinal	1/2	2.00	14.00	7.50			210.00
Fierro transversal	1/2	2.00	31.00	3.70			229.40
Alcantarilla Típica TMC 48"							
Cabezal de Ingreso							
Fierro vertical	1/2	2.00	36.00	2.60			187.20
Fierro horizontal	1/2	2.00	18.00	9.80			352.80
Losa inferior							
Fierro longitudinal	1/2	2.00	10.00	2.90			58.00
Fierro transversal	1/2	2.00	10.00	2.75			55.00
Cabezal de Salida							
Fierro vertical	1/2	2.00	8.00	1.90			30.40
Fierro horizontal	1/2	2.00	20.00	1.60			64.00
Fierro horizontal	1/2	2.00	6.00	6.85			82.20
Losa y uñas							
Fierro longitudinal	1/2	2.00	14.00	5.70			159.60
Fierro transversal	1/2	2.00	31.00	3.70			229.40
Alcantarilla Típica TMC 36"							
Cabezal de Ingreso							
Fierro vertical	1/2	5.00	32.00	2.10			336.00
Fierro horizontal	1/2	5.00	8.00	8.30			332.00
Losa inferior							
Fierro longitudinal	1/2	5.00	8.00	2.60			104.00
Fierro transversal	1/2	5.00	8.00	2.45			98.00
Cabezal de Salida							
Fierro vertical	1/2	5.00	7.00	1.60			56.00
Fierro horizontal	1/2	5.00	16.00	1.30			104.00
Fierro horizontal	1/2	5.00	5.00	5.70			142.50
Losa y uñas							
Fierro longitudinal	1/2	5.00	13.00	4.80			312.00
Fierro transversal	1/2	5.00	21.00	3.40			357.00

Alcantarilla Típica TMC 24"								
Cabezal de Ingreso								
	Fierro vertical	1/2	1.00	28.00	2.00		56.00	
	Fierro horizontal	1/2	1.00	6.00	6.80		40.80	
Losa inferior								
	Fierro longitudinal	1/2	1.00	7.00	2.30		16.10	
	Fierro transversal	1/2	1.00	7.00	2.15		15.05	
Cabezal de Salida								
	Fierro vertical	1/2	1.00	6.00	1.30		7.80	
		1/2	1.00	12.00	0.95		11.40	
	Fierro horizontal	1/2	1.00	4.00	2.20		8.80	
Losa y uñas								
	Fierro longitudinal	1/2	1.00	12.00	3.90		46.80	
	Fierro transversal	1/2	1.00	17.00	2.95		50.15	
				ACERO EN ML		0.00	0.00	5,853.25
				ACERO EN KG		0.00	0.00	5,794.72

ANEXO 4. PANEL FOTOGRÁFICO



UBICACIÓN DEL PROYECTO



RECONOCIMIENTO DEL TERRRENO



MARCADO DE BENCHMARK



BENCHMARK EN PROYECTO



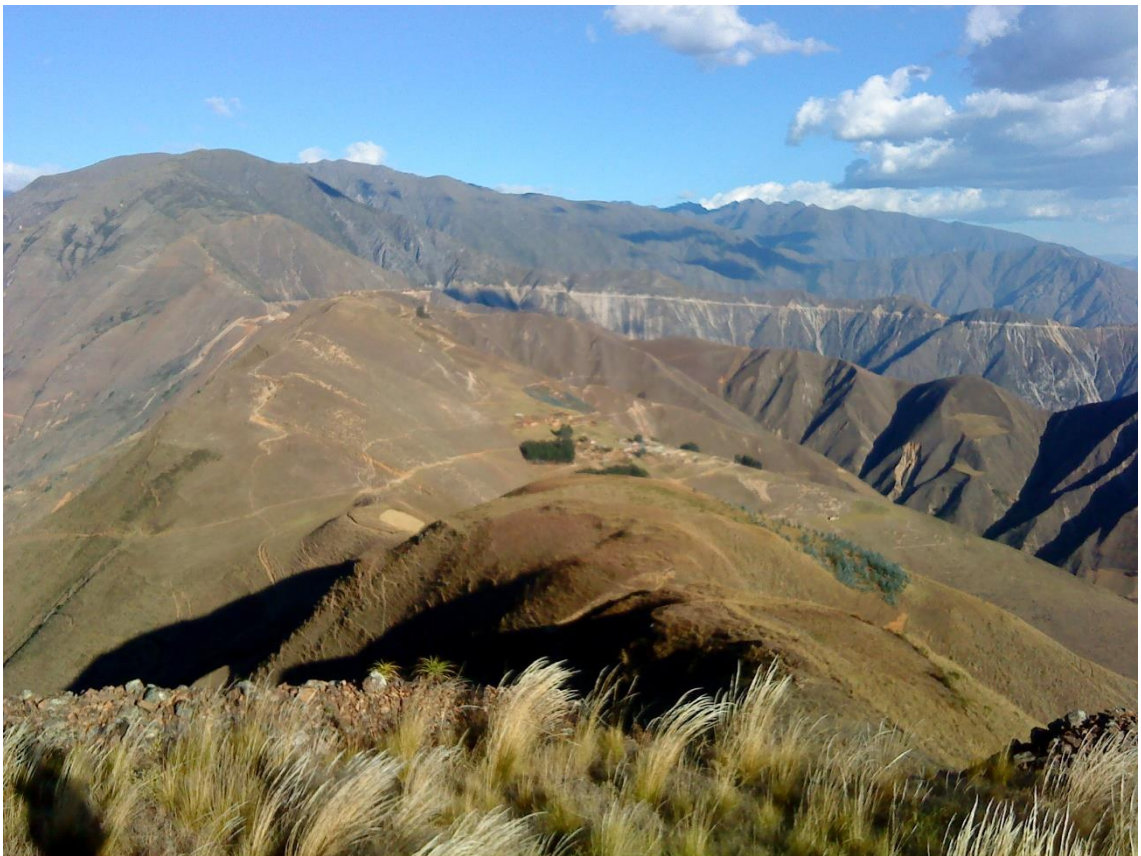
SITUACIÓN DE CARRETERA



SITUACIÓN DE CARRETERA



PUNTOS DE PASO DE PROYECTO



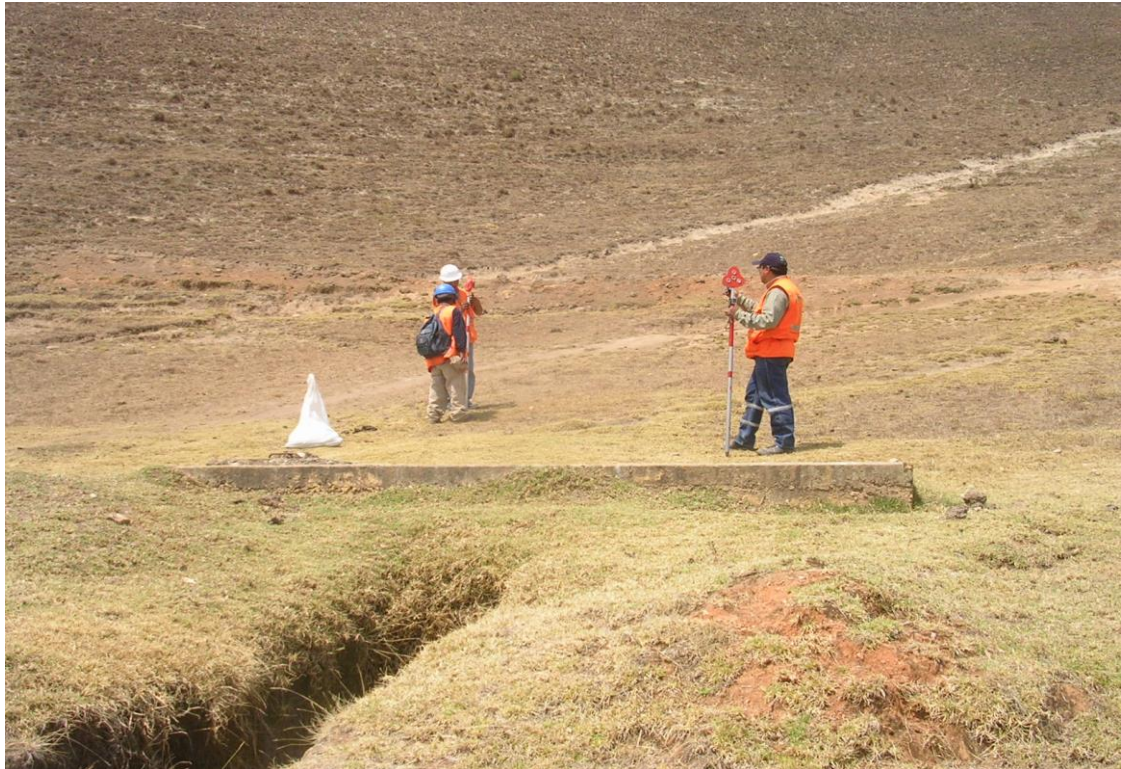
RECONOCIMIENTO DEL TERRENO



PUNTO DE PASO DE PROYECTO



SITUACIÓN DE CARRETERA



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



ESTACADO DEL TERRENO