

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**DISEÑO DE LA CARRETERA PARA UNIR EL DISTRITO DE LLAMA  
CON EL CASERÍO SAN ANTONIO, DISTRITO DE LLAMA –  
PROVINCIA DE CHOTA – CAJAMARCA, 2018**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**PEDRO GUILLERMO RISCO GUTIERREZ**

**ASESOR**

**Ing. MANUEL ALEJANDRO BORJA SUÁREZ**

**Chiclayo, 2019**

## **DEDICATORIA**

A mis padres que son unos seres humanos honrados y buenos, decirles en estas líneas que es eso la mayor herencia que me han dejado a parte de mi profesión. Sin dejar de lado a una persona muy especial que no pudo estar presente para verme profesional, pero sé que desde el cielo me sonrío orgullosa, mi adorada abuelita. Se la dedico a ustedes: Guillermo Risco Vásquez, Betty Gutierrez de Risco, María Ysmenia Vásquez Mestanza.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer rotundamente a mis Padres, por su apoyo continuo, por seguir confiando en mí cuando alguna vez les fallé, por no dejar de creer en mí. Es principalmente gracias a ustedes que pude concluir mis estudios profesionales y llevar a cabo el desarrollo de esta tesis, tanto por su apoyo económico como moral, espero me alcance la vida para recompensarles pronto, los amo.

Un agradecimiento especial también a mi asesor, el Ing. Manuel Alejandro Borja Suárez por haberme guiado en el desarrollo de la tesis, gracias a sus conocimientos impartidos todo fue más sencillo.

Un agradecimiento sincero a mi presidente, el Ing. Segundo Guillermo Carranza Cieza y a mi secretario, el Ing. Ángel Alberto Lorrén Palomino por su paciencia y atención durante los procesos de trámite de la tesis.

Un agradecimiento afectivo a mis amigos y familiares que de una u otra forma me brindaron su ayuda durante el desarrollo de esta tesis.

## RESUMEN

El proyecto aplicativo presenta una propuesta: el diseño de una carretera para conectar el distrito de Llama con un caserío que se halla aislado, San Antonio, ubicado en el departamento de Cajamarca, provincia de Chota, distrito de Llama, con un total de 8.340 km. Se hizo el trabajo para combatir los efectos negativos que genera la falta de comunicación por carencia de vías de acceso, en los ámbitos económico, cultural, de salud y educación. Durante el desarrollando del proyecto se realizaron los estudios de ingeniería básica para carreteras, tales como: estudio de tráfico, rutas, topográfico, suelos, diseño geométrico, pavimento, análisis de fuentes de agua y canteras, estudio hidrológico y de señalización, así como también se realizó el estudio de Impacto Ambiental y las obras de arte que el proyecto necesita. Cabe recalcar que contando con IMDA de bajo volumen de tránsito y clasificada como una trocha carrozable, se optó por hacer el diseño geométrico tratando de seguir en lo mayor posible los parámetros técnicos de diseño para una carretera de tercera clase para mejor beneficio de la población y así cuenten con un mejor servicio de transitabilidad. Estos parámetros se encuentran establecidos por el MTC, a través del Manual de Carreteras de Diseño Geométrico 2018.

**PALABRAS CLAVE:** Estudios de ingeniería básica, diseño geométrico, obras de arte, superficie de rodadura.

## **ABSTRACT**

The Project presents a proposal: the design of a road to connect the district of Llama with a farmhouse that is isolated, San Antonio, located in the region of Cajamarca, Chota province, Llama district with a total of 8340 km. The work was done to combat the negative effects generated by the lack of communication due to lack of access roads, in the economic, cultural, health and education spheres. During the development of the Project the basic engineering studies for roads were carried out, such as: study of traffic, routes, topography, soils, geometric design, pavement, analysis of water sources and quarries, hydrological study and signaling as well as the carried out the Environmental Impact the Project needs. It should be noted that with IMDA of low traffic volume and classified as a truck path, we chose to do the geometric design parameters for a third class road for better Benefit of the population and so have a better service of trafficability. These parameters are established by the MTC, through the Road Manual of Geometric Design 2018.

**KEYWORDS:** Basic engineering studies, geometric design, artworks, Rolling Surface.

# ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Bases Teórico Científicas .....	4
III. METODOLOGÍA.....	8
3.1 Diseño de investigación .....	8
3.1.1 Tipo de estudio y diseño .....	8
3.1.2 Población, muestra de estudio y muestreo.....	8
3.1.3 Técnicas .....	8
3.1.4. Fuentes.....	11
3.1.5. Instrumentos .....	11
3.1.6. Plan de procesamiento para análisis de datos .....	11
3.2 Metodología .....	13
3.2.1. Estudio de Tráfico .....	13
3.2.2. Estudio de Rutas .....	18
3.2.3. Estudio Topográfico .....	22
3.2.4. Estudios de Mecánica de Suelos.....	23
3.2.5. Diseño Geométrico .....	28
3.2.6. Estudios de Canteras – Fuentes de Agua - Botaderos .....	33
3.2.7. Diseño del Pavimento.....	35
3.2.8 Estudio Hidrológico.....	36
3.2.9 Obras de Drenaje y Diseño Hidráulico.....	39
3.2.10 Evaluación del Impacto Ambiental .....	47
3.2.11 Diseño de Señalización Vertical.....	52
3.2.12 Especificaciones técnicas .....	54
3.2.13 Metrados .....	55
3.2.14 Presupuesto.....	55

3.2.15	Fórmula polinómica.....	58
3.2.16	Programación de Obra .....	59
IV.	RESULTADOS .....	60
4.1.	Estudio de Tráfico .....	60
4.1.1.	Resultados de los conteos volumétricos del estudio de tráfico .....	60
4.1.2.	Tabulación de la información .....	60
4.1.3.	Factor de Correlación estacional .....	62
4.1.4.	Cálculo del índice medio diario semanal (IMDs).....	63
4.1.5	Cálculo del índice medio diario Anual (IMDA).....	65
4.1.6.	Horizonte del proyecto .....	65
4.1.7.	Análisis de la demanda .....	65
4.2.	Estudio de Rutas .....	72
4.2.1	Evaluación Técnica.....	72
4.3.2.	Evaluación Económica .....	86
4.3.3.	Evaluación Ambiental .....	103
4.2.4.	Selección de la Ruta más Óptima .....	105
4.3.	Estudio Topográfico .....	106
4.3.1.	Levantamiento Topográfico .....	106
4.3.2.	Trabajo de Gabinete.....	106
4.4.	Estudios de Mecánica de Suelos.....	108
4.4.1.	Resultados Obtenidos en Laboratorio.....	108
4.5.	Diseño Geométrico .....	111
4.5.1.	Clasificación de la Carretera.....	111
4.5.2.	Criterios Básicos para el Diseño Geométrico.....	112
4.5.3.	Diseño Geométrico en Planta .....	116
4.5.4.	Diseño Geométrico en Perfil .....	122
4.5.5.	Diseño Geométrico de Secciones Transversales .....	125

4.5.6 Resultados del Diseño Geométrico.....	128
4.6 Estudio de Cantera – Fuentes de Agua - Botadero.....	142
4.6.1. Cantera 3 pisos .....	142
4.6.2. Estudio de fuentes de agua .....	148
4.6.3 Botaderos.....	152
4.7. Diseño del Pavimento.....	154
4.7.1. Tráfico previsto.....	154
4.7.2. Cálculo del ESAL de diseño.....	154
4.7.3. Espesor del pavimento.....	155
4.8. Estudio Hidrológico.....	156
4.8.1. Identificación y características de las Sub Cuencas .....	156
4.8.2 Selección del periodo de retorno .....	161
4.8.3. Análisis hidrológico.....	162
4.8.4. Cálculo de las intensidades máximas .....	172
4.8.5 Cálculo de las curvas de Intesidad – Duración – Frecuencia (IDF).....	177
8.3.6 Cálculo de los caudales máximos que arrastran las sub cuencas en estudio ....	190
4.9 Diseño de Obras de Arte.....	192
4.9.1 Cunetas .....	192
4.9.2 Alcantarillas de Alivio.....	201
4.9.3 Badenes.....	202
4.10 Estudio de Señalización.....	205
4.11 Estudio de Impacto Ambiental .....	209
4.11.1 Objetivos.....	209
4.11.2 Descripción del proyecto .....	210
4.11.3 Obras a ejecutar .....	212
4.11.4 Entorno .....	212
4.11.5 Identificación de los aspectos e impactos ambientales.....	224

4.11.6 Evaluación del Impacto Ambiental utilizando la Matriz de Leopold.....	226
4.11.7 Plan de Manejo Ambiental .....	227
4.12 Especificaciones técnicas .....	234
4.13 Metrados .....	279
4.14 Presupuesto.....	284
4.14.1 Cálculo de costos unitarios .....	284
4.14.2 Desagregado de gastos generales .....	292
4.14.3 Resumen del Presupuesto .....	297
4.14.4 Análisis de Costos Unitarios .....	299
4.14.5 Fórmula polinómica.....	300
V.    CONCLUSIONES.....	302
VI.   RECOMENDACIONES .....	304
VII.  REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	307

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla. 1.</b> Coeficientes de escorrentía método racional.....	43
<b>Tabla. 2.</b> Periodo de Aforo de tránsito en la Estación: Entrada al distrito de Llama.....	60
<b>Tabla. 3.</b> Resultados del Conteo vehicular.....	61
<b>Tabla. 4.</b> Factores de corrección 2000-2010 – Estación de peaje Ciudad de Dios – Información de peaje – Provias Nacional – MTC 2000 – 2010.....	63
<b>Tabla. 5.</b> Resultados obtenidos del Índice medio diario semanal (IMDs).....	64
<b>Tabla. 6.</b> Resultados obtenidos del Índice Medio Diario Anual.....	65
<b>Tabla. 7.</b> Distribución de los resultados obtenidos en campo.....	66
<b>Tabla. 8.</b> Proyección del tráfico normal.....	67
<b>Tabla. 9.</b> Proyección del tráfico con proyecto.....	70
<b>Tabla. 10.</b> Déficit o Brecha del proyecto en estudio.....	71
<b>Tabla. 11.</b> Pendientes Máximas – Fuente DG 2018.....	73
<b>Tabla. 12.</b> Resultado de pendientes ponderadas de ambas alternativas.....	77
<b>Tabla. 13.</b> Velocidades de marcha teóricas en función de la velocidad de diseño (km) – Fuente DG 2018.....	80
<b>Tabla. 14.</b> Resultados del tiempo de viaje de ambas alternativas.....	80
<b>Tabla. 15.</b> Cantidad de radios de ambas alternativas.....	81
<b>Tabla. 16.</b> Porcentaje de radios que no cumplen con la norma DG – 2018.....	81
<b>Tabla. 17.</b> Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase – Fuente DG 2018.....	81
<b>Tabla. 18.</b> Porcentaje de radios que necesitan espiral de ambas alternativas.....	82
<b>Tabla. 19.</b> Porcentaje de tramos tangente que no cumplen con la norma DG – 2018.....	82
<b>Tabla. 20.</b> Pendientes ponderadas de ambas alternativas.....	84

<b>Tabla. 21.</b> Volúmenes de material acumulado total y por kilómetro de ambas alternativas.....	86
<b>Tabla. 22.</b> Metrado de movimiento de tierras de la alternativa 1.....	88
<b>Tabla. 23.</b> Metrado de movimiento de tierras de la alternativa.....	88
<b>Tabla. 24.</b> Presupuesto del movimiento de tierras de ambas rutas.....	89
<b>Tabla. 25.</b> Metrado de pavimentos de ambas rutas.....	90
<b>Tabla. 26.</b> Presupuesto de pavimentos de ambas alternativas.....	91
<b>Tabla. 27.</b> Resultado del metrado de transporte de la alternativa 1 – Elaboración propia.....	92
<b>Tabla. 28.</b> Resultado del metrado de transporte de la alternativa 2 – Elaboración propia.....	93
<b>Tabla. 29.</b> Resultado del metrado de transporte de material de la alternativa 1 – Elaboración propia.....	94
<b>Tabla. 30.</b> Resultado del metrado de transporte de material de la alternativa 2.....	95
<b>Tabla. 31.</b> Presupuesto de la partida Transporte de ambas alternativas.....	96
<b>Tabla. 32.</b> Presupuesto total de la alternativa 1.....	97
<b>Tabla. 33.</b> Presupuesto total de la alternativa 2.....	98
<b>Tabla. 34.</b> Comparación entre presupuestos.....	99
<b>Tabla. 35.</b> Anchos mínimos de Derecho de vía – Fuente DG 2018.....	99
<b>Tabla. 36.</b> Resultado de metrado de expropiaciones de ambas rutas.....	102
<b>Tabla. 37.</b> Presupuesto de expropiación de ambas rutas.....	102
<b>Tabla. 38.</b> Comparación de costos de expropiaciones de ambas alternativas.....	102
<b>Tabla. 39.</b> Importancia de impactos de acuerdo a su intensidad.....	103
<b>Tabla. 40.</b> Resultado de los impactos que generan ambas rutas.....	104

<b>Tabla. 41.</b> Puntuación para la mejor alternativa.....	104
<b>Tabla. 42.</b> Resultados globales de todas las variables analizadas.....	105
<b>Tabla. 43.</b> Ubicación de calicatas.....	108
<b>Tabla. 44.</b> Resumen de ensayos de mecánica de suelos de calicatas.....	109
<b>Tabla. 45.</b> Resumen de resultados de ensayos Proctor y CBR.....	110
<b>Tabla. 46.</b> Categorías de sub rasante – Fuente Manual de carreteras / Sección suelos y pavimentos.....	110
<b>Tabla. 47.</b> Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC o el que se encuentre vigente [4].....	113
<b>Tabla. 48.</b> Anchos mínimos de Derecho de Vía.....	115
<b>Tabla. 49.</b> Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos.....	115
<b>Tabla. 50.</b> Porcentaje del tramo con visibilidad adecuada para adelantar – Fuente DG 2018.....	121
<b>Tabla. 51.</b> Pendientes máximas (%) – Fuente DG 2018.....	122
<b>Tabla. 52.</b> Fórmulas para calcular la longitud de curvas verticales.....	123
<b>Tabla. 53.</b> Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase – Fuente DG 2018.....	124
<b>Tabla. 54.</b> Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase – Fuente D 2018.....	124
<b>Tabla. 55.</b> Anchos mínimos de calzada en tangente – Fuente DG 2018.....	125
<b>Tabla. 56.</b> Ancho de Bermas – Fuente DG 2018.....	126
<b>Tabla. 57.</b> Valores del bombeo de la calzada – Fuente DG 2018.....	126
<b>Tabla. 58.</b> Valores de peralte máximo – Fuente DG 2018.....	127

<b>Tabla. 59.</b> Verificaciones de diseño en planta.....	129
<b>Tabla. 60.</b> Verificaciones del diseño en perfil.....	132
<b>Tabla. 61.</b> Resumen del diseño de espirales.....	134
<b>Tabla. 62.</b> Cálculo de los despejes laterales y verificación si los necesita.....	137
<b>Tabla. 63.</b> Parámetros de diseño de curvas verticales según DG 2018.....	138
<b>Tabla. 64.</b> Diseño de curvas verticales.....	141
<b>Tabla. 65.</b> Resultados de los ensayos de Laboratorio – Cantera 3 Pisos.....	144
<b>Tabla. 66.</b> Granulometría del afirmado.....	145
<b>Tabla. 67.</b> Requisitos de calidad del afirmado.....	145
<b>Tabla. 68.</b> Límites granulométricos del afirmado – EG 2013.....	145
<b>Tabla. 69.</b> Fuentes de agua.....	148
<b>Tabla. 70.</b> Requisitos Mínimos Calidad del Agua – Tolerancias para estructuras de concreto – MTC E 716.....	152
<b>Tabla. 71.</b> Cálculo del Esal.....	155
<b>Tabla. 72.</b> Coeficientes de escorrentía método racional.....	159
<b>Tabla. 73.</b> Resumen de las características físicas de las sub cuenca en estudio.....	160
<b>Tabla. 74.</b> Tiempos de concentración para las sub cuencas en estudio.....	161
<b>Tabla. 75.</b> Periodos de retorno para diseño de obras de drenaje – Fuente MTC.....	161
<b>Tabla. 76.</b> Periodos de retorno para los cuales se hallarán las intensidades de diseño.....	162
<b>Tabla. 77.</b> Precipitaciones máximas históricas desde el año 1967 al 2018 según estación de Llama.....	164
<b>Tabla. 78.</b> Precipitaciones para los distintos periodos de retorno según método de distribución.....	170
<b>Tabla. 79.</b> Prueba de bondad de ajuste según resultados analizados en el Hidroesta2.....	171

<b>Tabla. 80.</b> Precipitaciones según el método que más se ajusta – Log Normal de 3 parámetros.....	172
<b>Tabla. 81.</b> Coeficientes de duración lluvias entre 48 y una hora – Fuente Manual de Hidrología.....	173
<b>Tabla. 82.</b> Precipitaciones máximas por tiempos de duración.....	174
<b>Tabla. 83.</b> Intensidad de lluvia (mm/hr) según periodo de Retorno.....	176
<b>Tabla. 84.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 2 años.....	179
<b>Tabla. 85.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 5 años.....	180
<b>Tabla. 86.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 10 años.....	181
<b>Tabla. 87.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 20 años.....	182
<b>Tabla. 88.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 25 años.....	183
<b>Tabla. 89.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 50 años.....	184
<b>Tabla. 90.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 100 años.....	185
<b>Tabla. 91.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 200 años.....	186
<b>Tabla. 92.</b> Resumen de la aplicación de regresión potencial.....	187
<b>Tabla. 93.</b> Regresión potencial para obtener los parámetros “k” y “m”.....	187
<b>Tabla. 94.</b> Intensidades – Duración – Frecuencia.....	189
<b>Tabla. 95.</b> Cálculo de Intensidades y Caudales máximos por periodo de retorno de cada sub cuenca en estudio.....	191
<b>Tabla. 96.</b> Resumen de análisis de existencia de cunetas.....	192
<b>Tabla. 97.</b> Ubicación de alcantarillas de alivio y alcantarillas de paso o badenes y verificación que la ubicación no exceda los 250 m.....	194
<b>Tabla. 98.</b> Diseño de cunetas.....	200
<b>Tabla. 99.</b> Diseño de alcantarillas de alivio.....	201

<b>Tabla. 100.</b> Características de los badenes.....	202
<b>Tabla. 101.</b> Intensidades y caudales de diseño para los badenes.....	202
<b>Tabla. 102.</b> Resumen del diseño de Badenes.....	204
<b>Tabla. 103.</b> Señales de Prohibición y restricción usadas en el proyecto.....	206
<b>Tabla. 104.</b> Señales preventivas por características de curva horizontal usadas en el proyecto.....	207
<b>Tabla. 105.</b> Señales informativas de identificación vial y de localización usadas en el proyecto.....	208
<b>Tabla. 106.</b> Resumen de las características físicas de las sub cuenca en estudio.....	214
<b>Tabla. 107.</b> Resultados de encuesta de peligros a los pobladores de la zona.....	215
<b>Tabla. 108.</b> Datos generales del distrito de Llama – Fuente INEI, Censos 2007.....	221
<b>Tabla. 109.</b> Población de 3 y más años de edad y su condición de analfabetismo del distrito de Llama – Fuente Censo Nacional 2007 de Población y vivienda (INEI).....	222
<b>Tabla. 110.</b> Causas de Morbilidad General del caserío de San Antonio- Fuente Centro de Salud de Llama.....	223
<b>Tabla. 111.</b> Disponibilidad de servicios del caserío de San Antonio.....	224
<b>Tabla. 112.</b> Información agrícola del área de estudio– Fuente Ministerio de Agricultura de Llama.....	224
<b>Tabla. 113.</b> Medios que se ven afectados con las actividades de la construcción de la carretera.....	225
<b>Tabla. 114.</b> Resumen de metrados.....	280
<b>Tabla. 115.</b> Resumen de metrados.....	281
<b>Tabla. 116.</b> Resumen de metrados.....	282
<b>Tabla. 117.</b> Resumen de metrados.....	283
<b>Tabla. 118.</b> Cálculo del agua que necesitamos por volumen de afirmado.....	284

<b>Tabla. 119.</b> Cálculo de la distancia media para el transporte del agua.....	285
<b>Tabla. 120.</b> Cálculo de la distancia media para el transporte del afirmado.....	287
<b>Tabla. 121.</b> Determinación de la distribución por pesos del equipo a utilizar.....	291
<b>Tabla. 122.</b> Número de viajes por tipo de vehículo de carga.....	291
<b>Tabla. 123.</b> Cálculo del tiempo en función a la distancia.....	291
<b>Tabla. 124.</b> Costo de la movilización y desmovilización de equipos.....	292
<b>Tabla. 125.</b> Movilización y desmovilización de equipos.....	292
<b>Tabla. 126.</b> Ranking de infraestructura Perú – Fuente Foro económico Mundial (WEF)...	312
<b>Tabla. 127.</b> Densidad Poblacional del distrito de Llama – Fuente INEI, Censos 2007.....	312
<b>Tabla. 128.</b> Población de 3 años y más y su condición de analfabetismo – Fuente Censo Nacional 2007 de Población y Vivienda (INEI).....	312
<b>Tabla. 129.</b> Demanda excedente exportable de producción agrícola año 2017 – Fuente Ministerio de Agricultura de Llama.....	313
<b>Tabla. 130.</b> Información Agrícola del caserío de San Antonio – Fuente Ministerio de Agricultura de Llama.....	313
<b>Tabla. 131.</b> Disponibilidad de servicios del caserío San Antonio 2018 – Datos de Campo.....	313
<b>Tabla. 132.</b> Resultados de línea gradiente de la primera alternativa.....	314
<b>Tabla. 133.</b> Resultados de línea gradiente de la segunda alternativa.....	315
<b>Tabla. 134.</b> Resultado de pendientes de la línea gradiente de ambas rutas.....	316
<b>Tabla. 135.</b> Radios obtenidos del Civil 3D de ambas rutas y radios marcados que no cumplen norma.....	317
<b>Tabla. 136.</b> Radios que necesitan de espiral.....	318
<b>Tabla. 137.</b> Verificación de tramos tangentes de ambas rutas.....	319

**Tabla. 138.** Comparación de pendientes ponderadas de la rasante de ambas alternativas...320

**Tabla. 139.** Evaluación de impactos que genera la ruta 1.....321

**Tabla. 140.** Evaluación de impactos que genera la ruta 2.....322

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.</b> Mapa de ubicación del distrito de Llama y el caserío de San Antonio.....	13
<b>Fig. 2.</b> Mapa con los puntos de estudio identificados.....	39
<b>Fig. 3.</b> Peralte hacia afuera y hacia adentro.....	40
<b>Fig. 4.</b> Áreas de influencia de las cunetas.....	42
<b>Fig. 5.</b> Dimensión típica de caja colectora.....	46
<b>Fig. 6.</b> Alineamiento horizontal de la primera alternativa.....	74
<b>Fig. 7.</b> Alineamiento horizontal de la segunda alternativa.....	75
<b>Fig. 8.</b> Alineamientos horizontales de ambas alternativas.....	76
<b>Fig. 9.</b> Alineamiento definitivo de la alternativa 1.....	78
<b>Fig. 10.</b> Alineamiento definitivo de la alternativa 2.....	79
<b>Fig. 11.</b> Perfil de alternativa 1.....	83
<b>Fig. 12.</b> Perfil de alternativa 2.....	83
<b>Fig. 13.</b> Detalle de sección para el metrado.....	89
<b>Fig. 14.</b> Alineamiento definitivo de la alternativa 1.....	100
<b>Fig. 15.</b> Alineamiento definitivo de la alternativa 2.....	101
<b>Fig. 16.</b> Poligonal compensada.....	106
<b>Fig. 17.</b> Visibilidad de parada Dp – Fuente DG 2018.....	120
<b>Fig. 18.</b> Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4) – Fuente DG 2018.....	127
<b>Fig. 19.</b> Ubicación del botadero del material excedente.....	153
<b>Fig. 20.</b> Reconocimiento de las quebradas en el trazo de las carreteras.....	157
<b>Fig. 21.</b> Delimitación de sub cuencas y trazos del cauce principal.....	158
<b>Fig. 22.</b> Hidroesta2 - Paso 1.....	166

<b>Fig. 23.</b> Hidroesta2 - Paso 2.....	166
<b>Fig. 24.</b> Hidroesta2 - Paso 3.....	167
<b>Fig. 25.</b> Hidroesta2 - Paso 4.....	167
<b>Fig. 26.</b> Hidroesta2 - Paso 5.....	168
<b>Fig. 27.</b> Hidroesta2 - Paso 6.....	169
<b>Fig. 28.</b> Curvas I-D-F de la Estación de LLAMA – CHOTA – CAJAMARCA.....	189
<b>Fig. 29.</b> Sectorización de las áreas de influencia de las cunetas.....	195
<b>Fig. 30.</b> Trazo de longitud transversal a la cuneta y pendiente promedio.....	196
<b>Fig. 31.</b> Sección de la cuneta.....	198
<b>Fig. 32.</b> Modelo de badén.....	203
<b>Fig. 33.</b> Ubicación geográfica del proyecto – Fuente Google Earth.....	211
<b>Fig. 34.</b> Riesgos de sismicidad según departamento – Fuente Instituto Geofísico del Perú.....	216
<b>Fig. 35.</b> Ubicación del Distrito de Llama.....	324
<b>Fig. 36.</b> Ubicación de la estación de conteo vehicular en la entrada del distrito de Llama...324	

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico. 1.</b> Volumen de Vehículos.....	62
<b>Gráfico. 2.</b> Distribución del Tránsito Vehicular.....	66
<b>Gráfico. 3.</b> Balance de la Oferta y la Demanda.....	71
<b>Gráfico. 4.</b> Diagrama de Masas de la Ruta 1 – Elaboración propia.....	85
<b>Gráfico. 5.</b> Diagrama de Masas Ruta 2 – Elaboración propia.....	85
<b>Gráfico. 6.</b> Precipitaciones máximas históricas desde el año 1967 al 2018 según estación de Llama.....	164
<b>Gráfico. 7.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 2 años.....	179
<b>Gráfico. 8.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 5 años.....	180
<b>Gráfico. 9.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 10 años.....	181
<b>Gráfico. 10.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 20 años.....	182
<b>Gráfico. 11.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 25 años.....	183
<b>Gráfico. 12.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 50 años.....	184
<b>Gráfico. 13.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 100 años.....	185
<b>Gráfico. 14.</b> Regresión Potencial para un periodo de retorno de 200 años.....	186
<b>Gráfico. 15.</b> Regresión potencial para obtener los parámetros “k” y “m”.....	188
<b>Gráfico. 16.</b> Precipitaciones máximas históricas desde el año 1967 al 2018 según estación de Llama.....	213

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO N°1: ENSAYOS DE LABORATORIO.....</b>	<b>310</b>
<b>ANEXO N°2: TABLAS.....</b>	<b>311</b>
<b>ANEXO N°3: FIGURAS.....</b>	<b>323</b>
<b>ANEXO N°4: FOTOGRAFÍAS.....</b>	<b>325</b>
<b>ANEXO N°5: MEMORIA DE CÁLCULO DE LA TOPOGRAFÍA.....</b>	<b>351</b>
<b>ANEXO N°6: MEMORIA DE CÁLCULO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO.....</b>	<b>360</b>
<b>ANEXO N°7: MEMORIA DE CÁLCULO DE LOS BADENES.....</b>	<b>388</b>
<b>ANEXO N°8: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>395</b>
<b>ANEXO N°9: PLANOS.....</b>	<b>405</b>
<b>ANEXO N°10: COSTOS UNITARIOS Y CRONOGRAMA DE OBRA.....</b>	<b>406</b>

## **I. INTRODUCCIÓN**

La construcción de carreteras es un medio de desarrollo tanto económico y social para los pobladores que son beneficiados; pero aún existen comunidades que no cuentan con dichas carreteras lo que le conlleva a una mala calidad de vida, es por eso que es de gran importancia intercomunicar las comunidades para lograr el avance y progreso de aquellos pueblos que tanto necesitan un servicio de transporte, mejorando enormemente su calidad de vida.

El transporte genera grandes beneficios para el desarrollo, y los sistemas de transporte eficientes y accesibles para todos son la columna vertebral del desarrollo. Si bien no hay objetivos de desarrollo sostenible específicamente relacionados con el transporte, es un medio para lograr los ODS, así como el doble objetivo del Grupo Banco Mundial de poner fin a la pobreza extrema hacia 2030 e impulsar la prosperidad compartida. Es necesario repensar la industria del transporte para alcanzar estos objetivos, y redefinir cómo será el transporte sostenible en el futuro [1].

La apertura de nuevos caminos significa desarrollo para las comunidades, siempre y cuando se tome en cuenta que se debe desarrollar productos sostenibles que sean amigables con el entorno.

Según el índice Global de Competividad del año 2017, el Perú se encuentra ubicado en la posición 69 de 138 países con respecto a la calidad global del país y con respecto a infraestructura vial se encuentra en el puesto 86 (Ver Tabla.126 en anexos). No obstante, este indicador se calcula con las carreteras pavimentadas entre la población total [2].

Llama como distrito está situado en la parte central izquierda de la Provincia de Chota limita por el norte con el Distrito de Querocoto, por el sur con los Distritos de Oyotun y Catache, por el este con los Distritos de Huambos y Sexy y por el oeste con los Distritos de Chongoyape, San Juan de Licupis y Miracosta. (Ver Fig. 35)

El problema general es que los pobladores de las localidades de Llama y San Antonio presentan dificultades para transportarse y de esta forma acceder a servicios básicos y los mercados locales y regionales, es por esta razón que se realizará la presente tesis con la finalidad de lograr que el cercado del distrito de Llama y el caserío de San Antonio tenga facilidades de comunicación para acceder a servicios básicos y los mercados locales y regionales.

El distrito de Llama cuenta con una población total de 8163 habitantes según la proyección estimada por el INEI y su densidad es de 16.49 hab por cada km<sup>2</sup> de superficie (Ver Tabla. 127 en anexos) [3].

En el sector educación el caserío de San Antonio cuenta con PRONOEI LOS CAPULLITOS SAN ANTONIO (programa no escolarizado de educación inicial) e institución educativa primaria I.E. N°10550 SAN ANTONIO – LLAMA, y no cuenta con institución educativa secundaria, por eso es que los adolescentes de este caserío para llegar a su institución educativa hasta el distrito de Llama tienen que caminar 3 horas aproximadamente para llegar a su centro educativo si es que quieren seguir sus estudios secundarios.

Además, en el distrito de Llama existe una tasa de analfabetismo importante presentando un total de 26% (Ver Tabla. 128 en anexos), esto debido a que muchos pobladores de caseríos aislados no cuentan con instituciones educativas secundarias y muchas veces no asisten por la lejanía de estos.

En el sector salud los pobladores del caserío de San Antonio se encuentran restringidos al acceso de los servicios de salud, ya que el puesto de salud más cercano es del Distrito de Llama (Ver fotografía. 1), siendo necesario que los pobladores se trasladen hasta el distrito de Llama ante cualquier emergencia. Y para llegar a él se tiene que transitar por el camino de herradura y perder valioso tiempo que podría salvar una vida. Cabe mencionar que el distrito de Llama y el caserío de estudio, cuentan con neblina a partir de las tardes dificultando aún más la caminata (Ver fotografía. 2) y esto sin agregar las épocas de lluvia cuando el camino se hace barro (Ver fotografía. 3).

En el sector agrícola, el área de influencia del proyecto de la carretera Llama – San Antonio cuenta con comunidades altamente agrícola donde sus principales demandas excedentes al año 2017 de sus productos son el maíz amarillo duro (4255.02 Tn), maíz amiláceo (3514.29 Tn), maíz choclo (682.25 Tn), frijol grano

seco (501.80 Tn), frijol grano verde (112.50 Tn), arveja grano seco (2833.65 Tn), arveja grano verde (1995.42 Tn), haba grano seco (141.14 Tn), cebada (137.14 Tn), trigo (1201.57 Tn), papa (7358.56 Tn), camote (248.32 Tn), alfalfa (40.24 Tn) , yuca (845.36 Tn), zanahoria (23.35 Tn), zapallo (43.24 Tn), entre otros pastos (378.72 Tn) (Ver Tabla. 129 en anexos), gran parte de la producción distrital lo abarca el caserío de San Antonio ocupando un 12% de la

producción de papa y un 35% de la producción de maíz amarillo duro. (Ver Tabla. 130 en anexos)

Sin embargo, esto se ve afectado debido a la carencia de una carretera adecuada, lo que ocasiona que gran parte de la producción no pueda transportarse hacia mercados de mayor demanda, obteniéndose así mejores beneficios económicos y por lo tanto mejorar la índole de vida de los pobladores.

La falta de una carretera hace que el caserío de esta zona se encuentre aislados y no puedan cubrir necesidades básicas en el menor tiempo posible, tales como: comprar víveres y alimentos, frescos que no se producen ahí, herramientas de trabajo, vestimenta, medicina, bienes materiales, productos para la agricultura y ganado, etc.

Además, esta zona puede clasificarse como pobre o muy pobre por varios indicadores como que el material abundante en las paredes de las viviendas sean el adobe y el tapial, sin contar con algún tipo de abastecimiento de agua potable, simplemente con pozos o puquios de agua, tampoco cuentan con los servicios de alcantarillado, utilizando únicamente letrinas, el 60% de estos habitantes del área de estudio no cuentan con energía eléctrica, demostrando el nivel de pobreza de las comunidades. (Ver Tabla. 131 en anexos)

Esto hace que la población necesite de una adecuada infraestructura vial para que puedan trasladar con mayor facilidad toda su producción agrícola y ganadera, permitiendo así que mejoren sus condiciones de vida.

En consecuencia, con todo lo expuesto hojas arriba se puede constatar que la necesidad es latente y la falta de medios de comunicación es lo que en parte impide el desarrollo económico de la zona, y al mismo tiempo dificulta que esta población se vea beneficiada por servicios de salud, educación y programas de inclusión social.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Bases Teórico Científicas**

Las bases teórico-científicas presentan una estructura sobre la cual se diseña el estudio, sin estas no se sabe con exactitud cuáles elementos se pueden tomar en cuenta, y cuáles no; y por ende sin una buena delimitación de ellas todo instrumento diseñado, seleccionado, o técnica empleada en el estudio carecerá de exactitud y validez.

Las bases teóricas-científicas que son de ayuda teórica, técnica y normativa para la realización del proyecto, tienen un carácter fundamental y de gran ayuda para este; es por ello que se toman en cuenta los siguientes manuales normativos de diseño empleados como documentos base para el diseño de carreteras.

#### **MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS (DG – 2018). RD N°03-2018-MTC/14 (Modificación 2018)**

El ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTC), a través de la Dirección General de Caminos, teniendo en cuenta las condiciones actuales del sistema vial del país, ha promovido la actualización de la normativa vigente, para lo cual ha preparado el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras [4].

El objetivo de este Manual es brindar, a la comunidad técnica nacional, un documento actualizado para uso en el campo del Diseño de Carreteras, conformando un elemento, que organiza y recopila las Técnicas de Diseño Vial desde el punto de vista de su concepción y desarrollo en función de determinados parámetros, considerando los aspectos de conservación ambiental y de seguridad vial, coherentes con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras, de reciente actualización, y de las Normas oficiales vigentes [4].

#### **MANUAL DE CARRETERAS, “SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTÉCNIA Y PAVIMENTOS”. RD N° 10-2014-MTC/14(06.04.2014)**

El ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, es un organismo del Poder Ejecutivo que cuenta con personería jurídica de derecho público y constituye un pliego presupuestal, el mismo que conforme a lo señalado en la Ley N° 29370 – Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tiene entre sus funciones, la de formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, fiscalizar, supervisar y evaluar la política

nacional y sectorial, bajo su competencia, aplicable a todos los niveles del gobierno. En tal sentido es propósito de este documento desarrollar la Sección de Suelos y Pavimentos que conforma el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos correspondientes a las Carreteras y Caminos, con el propósito de brindar a los Ingenieros las pautas y criterios técnicos apropiados para diseñar eficientemente las capas superiores y la superficie de rodadura de los caminos o carreteras no pavimentadas y pavimentadas dotándolas de estabilidad estructural para lograr su mejor desempeño posible en términos de eficiencia técnico – económica en beneficio de la sociedad en su conjunto. Asimismo, la sección de Suelos y Pavimentos permite a los consultores emplear nuevas tecnologías debidamente sustentadas y acreditadas ante el MTC [5].

**MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO – 2008. RM N°303-2008-MTC/02(04.04.08)**

Dentro de su rol normativo y fiscalizador, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú (MTC) a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, tiene como función formular las normas sobre el uso y desarrollo de la infraestructura de carreteras y ferrocarriles, así como emitir los manuales de diseño y especificaciones técnicas para la ejecución de los proyectos viales [6].

En este contexto, el MTC ha elaborado el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, teniendo en consideración que estas carreteras son de gran importancia en el desarrollo local, regional y nacional, por cuanto el mayor porcentaje de la vialidad se encuentra en esta categoría [6].

Esta normal es de aplicación obligatoria por las autoridades competentes en todo el territorio nacional para los proyectos de vialidad de uso público, según corresponda. Por razones de seguridad vial, todos los proyectos viales de carácter privado deberán ceñirse como mínimo a esta norma [6].

Complementariamente el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018) del MTC rige en todo aquello, aplicable, que no es considerado en el Manual para el Diseño de Carreteras No pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito [6].

## **MANUAL DE CARRETERAS “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN” (EG-2013). RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013)**

El manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” es de carácter general y responde a la necesidad de promover la uniformidad y consistencia de las partidas y materiales que son habituales en proyectos y obras viales [7].

También tienen por función las de prevenir y disminuir las probables controversias que se generan en la administración de los Contratos y propugnar la calidad del trabajo, para cuyo logro, se considera importante que los ejecutores promuevan mecanismos de autocontrol de calidad de obra y la aceptación satisfactoria por parte de la entidad contratante. La Supervisión tendrá la función de efectuar el Control de Calidad de la Obra para lo cual contará con los elementos técnico-logísticos que requiera el Proyecto [7].

Un aspecto a destacar en las presentes Especificaciones es considerar la importancia que tiene el factor humano y su entorno socio ambiental en la ejecución de las obras viales, tomando las acciones y previsiones necesarias con la finalidad de mitigar los impactos socio ambientales, permitiendo un adecuado nivel de seguimiento y control para la preservación de los ecosistemas y la calidad de vida de la población [7].

### **LEY GENERAL DEL AMBIENTE (LEY N°28611). DECRETO SUPREMO N° 008-2005-PCM**

La ley General del Ambiente es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú [8].

Establece los principios y normas básicas que aseguren el efectivo ejercicio del derecho constitucional al ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida [8].

Asimismo, la Ley General del Ambiente regula el cumplimiento de las obligaciones vinculadas a la efectiva gestión ambiental, que implique la mejora de la calidad de vida de la población, el desarrollo sostenible de las actividades económicas, el mejoramiento del ambiente urbano y rural, así como la conservación del patrimonio natural del país, entre otros objetivos [8].

## **MANUAL DE CARRETERAS “HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE” (MTC 2008)**

Las características geográficas, hidrológicas, geológicas y geotécnicas de nuestro país dan lugar a la existencia de problemas complejos en materia de drenaje superficial y subterráneo aplicado a carreteras; debido al carácter muy aleatorio de las múltiples variables (hidrológico-hidráulico, geológico-geotécnico) de análisis que entran en juego, aspectos hidráulicos que aún no están totalmente investigados en nuestro país; el planteamiento de las soluciones respectivas, obviamente estarán afectados por niveles de incertidumbres y riesgos inherentes a cada proyecto. Por lo tanto y dado el carácter general y orientativo del presente Manual, para el tratamiento de los problemas señalados se deberá aplicar los adecuados criterios profesionales [9].

### **MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES**

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial y fiscalizar su cumplimiento. La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles es el órgano de línea de ámbito nacional encargada de normar sobre la gestión de la infraestructura de caminos, puentes y ferrocarriles; así como, de fiscalizar su cumplimiento [10].

El “Manual de Ensayo de Materiales” forma parte de los Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC y constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local [10].

El “Manual de Ensayo de Materiales” tiene por finalidad estandarizar el método y procedimientos, para la ejecución de los ensayos de laboratorio y de campo, de los materiales que se utilizan en los proyectos de infraestructura vial, con el objeto de asegurar que su comportamiento corresponda a los estándares de calidad propuestos en los estudios, para las obras y actividades de mantenimiento vial [10].

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de estudio y diseño**

Si ponemos de referencia el diseño, la investigación sería Descriptiva, esto precisamente a que se necesita de una descripción y entendimiento claro y conciso de las coartaciones presentes de la zona en mención, así como de la recolección de información de la zona del proyecto para someterla a un análisis en el que se mide y evalúa diversos aspectos o componentes que serán puestos a prueba y posteriormente comparados con los estándares establecidos en normas, leyes y manuales vigentes para su posterior utilización con fines de diseño.

De acuerdo con el fin que se persigue es Aplicativa, porque está dirigida hacia la solución de un problema práctico y concreto el cual ha sido identificado y fue analizado con la finalidad de desarrollar una solución práctica y efectiva para dicho problema, mediante la planificación, organización, proyección y realización de los objetivos planteados.

##### **3.1.2 Población, muestra de estudio y muestreo**

Debido a que el objeto de estudio es una carretera y en toda su longitud al 100% no existe una población a nivel de selección estadística.

Por consiguiente, el muestreo para el acopio será el que se evidencia a continuación:

Calicatas para el estudio de mecánica de suelos realizadas cada 1000 metros.

Seccionamiento topográfico cada 20 metros en tramos longitudinales y cada 5 y 2 metros en curvas normales y espirales, respectivamente.

Estudio de tráfico durante 7 días en tres puntos aledaños a la zona, para obtener la mayor muestra posible.

##### **3.1.3 Técnicas**

###### **Estudio de tráfico**

Nos brinda un análisis estadístico del tráfico que existe en una zona estratégica de la carretera en estudio, gracias a este análisis se podrá calcular la suma de vehículos (IMDA); con la ayuda del formato de contero vehicular del MTC.

## **Estudios topográficos**

Es la fase del trabajo de campo, realizando un conjunto de procedimientos que nos da como resultado una representación virtual del terreno en el que se va realizar el diseño de la carretera. La finalidad primordial de esta fase es obtener los datos característicos del terreno como la orografía de este, pendientes, perfil longitudinal y secciones transversales, así como sus características de altitud y ubicación.

## **Estudio de suelos**

Un análisis en los suelos del área del proyecto nos permite claramente conocer el tipo de terreno al que nos enfrentamos, obteniendo como resultado las características mecánicas y físicas, con la ayuda de los diferentes ensayos de mecánica de suelos indispensables para el proyecto.

## **Contenido de humedad**

Es necesario un tiempo para finalmente tener los resultados pertinentes de contenido de humedad de un suelo, por lo que se considera un proceso lento; pero necesario para el proyecto, mostrándonos características importantes que necesitamos conocer sobre todo por ir relacionada con otros ensayos más importantes como en este caso la densidad máxima seca. Este análisis de contenido de humedad tiene que cumplir con la normativa correspondiente.

MTC E 10: Determinación del contenido de humedad de un suelo.

ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

## **Granulometría**

Nos da a conocer el porcentaje de tamaños que tiene el agregado mediante un tamizado siguiendo y teniendo presente siempre las especificaciones técnicas.

MTC E 107: Análisis granulométrico de suelos por tamizado

ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

MTC E 204: Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

## **Ensayo CBR**

Nos da como resultado un valor relativo de la capacidad portante de un suelo, este ensayo se realiza en unos moldes que se encuentran normalizados, aplicando al suelo golpes que compactan el material, mediante un émbolo normalizado.

## **Ensayo de Proctor modificado**

Es una prueba que se lleva a cabo en los laboratorios con la finalidad de determinar la asociación del peso unitario seco de un suelo ya compactado y el contenido de humedad.

## **Límites de Atterberg**

Donde se evalúa los límites líquido y plástico. Límite Líquido: Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico: Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semi-sólido [11].

## **Ensayo de resistencia a la abrasión**

Desgaste mecánico de agregados y rocas resultante de la fricción y/o impacto [11].

## **Equivalente de arena**

Proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo (sucio) ó material arcilloso en los suelos ó agregados finos [11].

## **Límite Líquido**

Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo [11].

## **Límite Plástico**

Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semi-sólido [11].

## **Estudios Hidrológicos**

La Hidrología es la ciencia natural que estudia el agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos. La hidrología proporciona al ingeniero o

hidrólogo, los métodos para resolver los problemas prácticos que se presentan en el diseño, la planeación y la operación de estructuras hidráulicas [12].

#### **3.1.4. Fuentes**

Bibliografía

Normativa existente

Manuales de carreteras

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

#### **3.1.5. Instrumentos**

##### **Programas de computo:**

AutoCAD

Civil 3D

Microsoft Office (Word, Excel)

S10 Presupuestos 2005 Ms Project

Hidroesta2

Google Earth

##### **Laboratorio de Mecánica de Suelos:**

Mallas

Hornos

Máquina de los Ángeles

Moldes de Proctor

Moldes de CBR

Equipo para límites de Atterberg

Plan de procesamiento para análisis de datos

#### **3.1.6. Plan de procesamiento para análisis de datos**

##### **FASE I**

Presentación formal y regulación con las autoridades cualificadas

Reconocimiento del área del proyecto y acopio de información

Inicio de acumulación de datos indispensables para la elaboración del EIA

Recolección de información bibliográfica y antecedentes del proyecto  
Revisión de la normativa nacional vigente

## **FASE II**

Estudio de tráfico  
Levantamiento topográfico  
Elaboración de planos topográficos del área del proyecto  
Análisis de dos rutas y selección de la propuesta de diseño más favorable  
Confección del diseño geométrico de la propuesta de diseño más favorable  
Desarrollo y acumulación de datos indispensables para la elaboración del EIA  
Extracción de espécimen para ensayos de mecánica de suelos  
Realización de ensayos de mecánica de suelos  
Análisis de canteras, fuentes de agua y botaderos

## **FASE III**

Análisis y selección del modelo de superficie de rodadura y estructura  
Diseño del modelo de superficie de rodadura y estructura  
Estudio hidrológico e hidráulico  
Desarrollo y acopio de información indispensable para la elaboración del EIA  
Diseño de las obras de arte  
Elaboración de planos del diseño de obras de arte

## **FASE IV**

Metrados  
Análisis de costos unitarios  
Elaboración de costos y presupuestos  
Determinación de los beneficios y rentabilidad  
Cronograma de ejecución de obras  
Elaboración de informe final de la evaluación de impacto ambiental

Conclusiones y recomendaciones

Elaboración final del proyecto

### **3.2 Metodología**

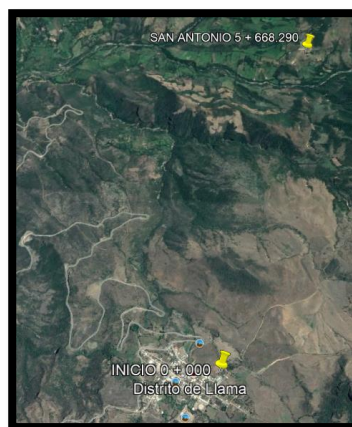
#### **3.2.1. Estudio de Tráfico**

En el diseño de una carretera es indispensable realizar un estudio de tráfico previo al diseño de esta, con la finalidad de tener un estudio estadístico y calcular una suma de vehículos que nos proporcionara el IMDA con el que se definirán los criterios de diseño correspondientes.

Es precisamente por esta razón que el estudio de tráfico es muy relevante y nos permite tener un acertado análisis del problema que presenta la vía. Entre los objetivos primordiales tenemos: realizar un conteo vehicular durante 7 días, así mismo que clasificar por modelos de vehículos, teniendo como resultado el conocimiento de vehículos que circularán por la carretera que se diseñará. Finalmente se procede a calcular el IMDA y tener los datos primordiales para diseño de la carretera como selección del tipo de vehículo, cálculo del espesor del pavimento, entre otros. Recalcando que esta información también es de provecho para el análisis económico de las alternativas que se proponen.

##### **3.2.1.1. Localización geográfica de la carretera**

La carretera en estudio: San Antonio – Llama se localiza en el distrito de Llama, provincia de Chota, departamento de Cajamarca. Se adjunta a continuación la representación gráfica de la ubicación del distrito de Llama y el caserío a San Antonio que se pretende unir mediante una carretera.



**Fig. 1.** Mapa de ubicación del distrito de Llama y el caserío de San Antonio

### **3.2.1.2. Objetivos**

#### **Objetivos Generales**

Hacer un conteo para una posterior clasificación y por ende saber el IMDa que tendrá la apertura de la carretera: Llama – San Antonio, distrito de Llama, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

Sobre la base de la información obtenida en campo, analizar el tráfico existente y proyectar el tráfico futuro.

#### **Objetivos específicos**

Obtener información de campo a través del conteo y clasificación vehicular del tránsito que circula en la carretera más cercana a la vía en estudio.

Procesar la información primaria obtenida en campo.

Determinar el IMD Anual, sobre la base de los resultados del conteo y el factor de corrección estacional.

Determinar un balance de la oferta y la demanda.

### **3.2.1.3. Conteos volumétricos de tráfico**

La metodología para la determinación de los volúmenes de tráfico se basa en la realización de aforos de tránsito en el camino de estudio, o en el camino más cercano a este. Para ello se ubicó 1 estación de conteo vehicular en la carretera general que conecta Chiclayo – Chota, exactamente en la entrada del distrito de Llama de tal manera que se contabilizaron únicamente los vehículos que entraban al distrito para no tener un volumen de tráfico que no compete a la zona del proyecto. (Ver fig. 36)

Conforme a lo estipulado, se realizan los aforos en un periodo de 7 días con una duración de los conteos de 24 horas consecutivas. Por existir características de bajo volumen de tránsito, el aforo se realiza mediante el conteo manual de los vehículos que transitan por las vías anteriormente mencionadas. Durante el periodo de conteo se registra los vehículos que transitan en la vía, el sentido y el tipo de vehículos; con la finalidad de proporcionar información y determinar las características de diseño de la vía en estudio.

#### **3.2.1.4. Estaciones de conteo**

Se definió una estación de conteo, para ello se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

Establecer un lugar con visibilidad apropiada para identificar con facilidad los vehículos.

En el tramo vial en estudio no se identificó ningún desvío del tráfico, por lo que se optó por una sola estación para el aforo vehicular, ubicada en la carretera Chiclayo – Chota, exactamente en la entrada al distrito de Llama, de esta manera contar únicamente los vehículos que entran al distrito para evitar que el tráfico aumente y afecte el conteo vehicular. (Ver fig. 36)

#### **Personal de levantamiento**

Para el levantamiento de campo, se buscó personal de apoyo y nos ubicamos en el punto estratégico para realizar los registros por sentido de circulación. Se contó con un material necesaria tales como: lápices, borradores, formatos, etc.

#### **Digitación y Control de Calidad**

Finalizado el trabajo realizado en campo, se procede a verificar cada una de las hojas obtenidas para realizar un conteo, revisando que cada una de las hojas estuviese correctamente identificada. Concluida la verificación se pasa todos los datos a una hoja de Excel, herramienta que nos permitirá calcular el IMDA.

#### **Resultado de los conteos**

El principal resultado de los conteos volumétricos de tráfico fue la obtención del Índice Medio Diario Anual (IMDA), junto con este se obtuvo la composición del tráfico que circula en el camino más cercano, su distribución horaria con el cual se pueda calcular el máximo volumen horario.

Se utiliza la siguiente formula:

$$\text{IMDA} = (\text{VDL1} + \text{VDL2} + \text{VDL3} + \text{VDL4} + \text{VDL5} + \text{VDsab} + \text{VDdom}) / 7 * \text{F.C.E}$$

Donde:

VDL1, VDL2, VDL3, VDL4 y VDL5 (Volúmenes de tráfico registrados en los días laborables)

VD SAB (Volumen de tráfico registrado sábado)

VD DOM (Volumen de tráfico registrado domingo)

FCE.(Factor de corrección estacional)

IMDA (Índice Medio Diario Anual)

### **3.2.1.5. Proyección de tráfico**

#### **Definición de los tipos de tráfico para las proyecciones**

La clasificación de este tipo de proyectos, generalmente replica a los criterios asociados con el diseño o con el modelo de la propuesta en un determinado proyecto, ya sea este un mejoramiento, una rehabilitación o una pavimentación.

Para la proyección del tráfico de la carretera Llama – San Antonio, distrito de Llama, se tomará en cuenta los resultados del conteo de tráfico, realizado para fines del presente estudio, proyección a 20 años y las tasas de crecimiento correspondientes de la región de Cajamarca.

Además, se ha identificado 2 tipos de tráfico: (1) tráfico normal (sin proyecto), (2) tráfico generado (por efecto del proyecto).

**Tráfico Normal (sin proyecto):** Es el tráfico que crece de forma natural conforme crece la economía nacional, sin intervenciones que produzcan crecimientos picos.

**Tráfico Generado (por efectos del proyecto):** Es el tráfico que circularía en la nueva carretera, como efecto de su apertura, en mejoras a las condiciones de producción agrícola, agropecuaria, menor tiempo de viaje y distancia entre recorrido de las principales poblaciones del área de influencia directa o indirecta.

Con las definiciones anteriores se procederá a realizar los procedimientos de cálculo para cada uno de los conteos que se consideraran para las proyecciones futuras de tráfico.

#### **Identificación de variables**

Las variables que intervienen para el proceso de determinación de las tasas de crecimiento para cada uno de los tipos de tráfico son:

Indicadores macroeconómicos, expresados en tasas de crecimiento y otros parámetros relacionados que permiten determinar las tasas de crecimiento del tráfico. Se tiene además la

variable de crecimiento poblacional que tiene relación con el incremento de movilización de pasajeros.

Existe otro factor muy relevante asociada con el crecimiento del tráfico, hablamos del PBI, que básicamente reconoce el comportamiento de la economía nacional, que como consecuencia se vincula al crecimiento también del tráfico. Estas variables establecerán su crecimiento a futuro, para ello se deben hacer unas proyecciones que nos identifique los distintos tipos de tráfico.

### **Tasa de crecimiento de la Demanda**

Para las tasas de crecimiento se trabajó en dos aspectos: la tasa de crecimiento del PBI y la tasa de crecimiento poblacional. En el contexto de este estudio, la tasa de crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento del PBI se obtuvieron de los estudios realizados por el INEI a nivel departamental (Cajamarca) y cumpliendo con los criterios del crecimiento dinámico socio – económico; según el MTC, considera que este valor debe estar entre los rangos del 2 % y 6 %.

#### **3.2.1.6. Clasificación de las carreteras de acuerdo con la demanda**

Con la ayuda del estudio de tráfico se determina el tipo de carretera requerido, a través de su clasificación por demanda.

#### **Carreteras de 3ra. Clase**

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase [4].

#### **Trochas Carrozables**

Son vías transitables que no alcanzan las características geométricas de una carretera que por lo general tiene un IMDA menor a 200 veh/día. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar [4].

### **3.2.2. Estudio de Rutas**

Para elaborar un proyecto vial, en este caso una carretera se debe primero antes que nada evaluar la ruta más óptima que beneficie el trazo de la carretera que se va aperturar.

Se entiendo por ruta a la franja de terreno por el que va pasar la carretera, esta se ve afectada por los distintos factores que deben ser identificados en un reconocimiento del terreno ya sea las pendientes, las expropiaciones, tipo de suelo y el ambiente al que va afectar la construcción de la vía, entre otros factores que puedan hacer vulnerable un trazo.

#### **3.2.2.1. Objetivos**

##### **Objetivo general**

Evaluar y Definir la ruta más adecuada tanto técnica, económica y ambientalmente viable para la carretera Llama – San Antonio, distrito de Llama, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

##### **Objetivos específicos**

Definir las posibles rutas para la carretera a través de trazos en planos topográficos.

Determinar los beneficios y rentabilidad de las rutas proyectadas.

Establecer la metodología con la que se van a evaluar las rutas.

#### **3.2.2.2. Elección de la ruta**

##### **Reconocimiento topográfico del terreno**

Se realizó un recorrido por los puntos de paso obligatorio de la vía, con la finalidad de realizar un reconocimiento del terreno por donde se proyectarán las posibles alternativas de diseño. Así mismo, se tomaron las distancias recorridas desde el primer punto, las alturas sobre el nivel del mar, dirección de cada punto, tipo de suelo en el que se construirá el camino, su composición y características generales. También se observó la existencia de escurrimiento superficial o subterráneo que afloran a la superficie y que afecten el camino, el tipo de vegetación y densidad existente en la zona, así como pendientes aproximadas longitudinales como transversales del trayecto. (Ver fotografía. 4 y 5)

Se evaluó las rutas posibles en estudio teniendo en cuenta que pasen por las zonas con menor pendiente, que el trazo no incluya terrenos de propiedad privada en grandes áreas, que no ocasione grandes perjuicios en el equilibrio ecológico de la zona y que se optimicen los costos en la ejecución del mismo. Durante el recorrido se observó que en su mayoría los terrenos de la zona son de carácter agrícola y ganadero, teniendo bastante área verde en su recorrido. (Ver fotografía.6 y fotografía. 7 y fotografía. 8)

Finalmente, con los datos obtenidos del reconocimiento directo de las posibles rutas de la carretera en estudio, se procedió a procesar los datos para tomar la decisión final sobre la elección de la ruta más adecuada tanto técnica, económica y ambientalmente viable.

### **3.2.2.3. Definición del tipo de terreno y la máxima pendiente**

Luego del reconocimiento del terreno, y de la recolección de los datos necesarios para clasificar el tipo de terreno y de esta manera poder establecer parámetros de máxima pendiente y máxima velocidad de diseño; con la ayuda del Manual de Carreteras – Diseño Geométrico [4]. De acuerdo con la tabla de máximas pendientes, la máxima pendiente puede llegar al 10% ya que la topografía y reconocimiento directo nos indican que el terreno se clasifica como un terreno escarpado y/o accidentado; definiendo así su velocidad de diseño de 30 Km/h.

### **3.2.2.4. Identificación de alineamiento y puntos obligados**

En la construcción y sobre todo si se trata de la apertura de una nueva carretera lo que se busca siempre es que el trazo quede ubicado en un terreno plano, que no sea muy accidentado, en la mayor longitud posible, claro está, sin desviar el camino demasiado de la ruta que se desea seguir. Es lo ideal, pero lamentablemente esto no siempre va ser posible por los distintos factores que lo afectan y uno de ellos es la topografía de la zona.

Es por ello que se realiza el estudio de puntos marcados para no desviar mucho el camino de la ruta deseada, sin embargo, cabe recalcar que puede que el camino resulte de una mayor longitud al tratar de buscar planicies, pero que también se respete que la ruta entre dos puntos obligados sea lo más recta posible.

Partiendo del reconocimiento del terreno se ubican los puntos obligados principales e intermedios, cuando la topografía no afecta el trazo se consideran otros factores como las

características hidrológicas, geológicas, expropiaciones y claro está, el beneficio económico del lugar.

Una vez realizado el reconocimiento en campo de la topografía del terreno, el uso de tierras en el área del proyecto; las áreas que son zonas de cultivos, áreas que se encuentran aptas para el paso del camino, e identificación de quebradas, etc., se identificó en un plano los puntos obligados de paso; así como las zonas de vivienda y de cultivo (Ver N°08 y N°09).

Los puntos obligatorios de paso identificados fueron el punto de inicio a la altura del Colegio San Lorenzo en el distrito de Llama, y el punto de llegada en el caserío San Antonio.

Una vez identificados los puntos obligados, las zonas de uso de tierra, condiciones hidrológicas; se han obtenido las curvas de nivel de esta área del proyecto para poder realizar el trazado preliminar de las posibles rutas y elegir la más adecuada; para ello se han obtenido las curvas de nivel de esta zona generándolas del Global Mapper y exportándolas al AutoCAD Civil 3D.

En estas curvas de nivel se marcó los puntos anteriormente identificados para tener una visión de nuestro punto de partida, puntos de pase, zonas por las que debemos en lo posible evitar pasar, puntos intermedios y puntos de llegada.

#### **3.2.2.5. Ruta propuesta en campo**

##### **Condiciones Generales Del Trazado**

La ubicación de una ruta entre dos puntos de estudio, ya fijados como condicionante, es con la finalidad de encontrar una ruta cuya topografía del terreno y factibilidad de uso nos permita construir una carretera en condiciones óptimas.

Cuando el terreno es de una topografía accidentada, el alineamiento se ve controlado por las pendientes de este. En estos casos además de la necesidad de realizar un trazo se enfrenta también a la necesidad de verificar cotas para saber en los tramos que requiera ascender o descender para pasar por los puntos obligados de la ruta general.

Para estos realizamos un alineamiento previo que básicamente tiene la particularidad de analizar y fijar los puntos obligatorios por los que va pasar la carretera, tratando siempre de cumplir con las pendientes máximas, buscando las menores pendientes para de esta manera

evitar las complicaciones en el trazo. Asegurando de esta manera no superar las pendientes máximas que te permite la norma.

Para este alineamiento preliminar se hace uso de un eclímetro, que nos permite sacar pendientes en campo. De esta manera se trata de hacer un recorrido del terreno de inicio a fin, con la finalidad de evaluar por donde debe ir la carretera, antes de realizar un estudio topográfico al azar, sin verificar las pendientes máximas que son muy importantes en el diseño de una carretera nueva.

### **Elección De La Pendiente Para El Trazo De La Ruta**

Para la elección de la ruta más óptima se procede a evaluar factores como las pendientes, que estas deben ser mayor que la mínima y menor que la máxima, tratando siempre de evitar utilizar estos valores opuestos en el alineamiento preliminar, precisamente porque el eclímetro es un aproximado a la realidad pero no es exacto.

El Manual de Carreteras – Diseño Geométrico [4], nos indica que la máxima pendiente es del 10% como se había mencionado anteriormente.

#### **Procedimiento:**

En primer lugar, se recorrió el terreno por el cual se pretende las posibles rutas, observando y evaluando las condiciones más factibles para el trazo.

Cabe destacar que la topografía de la zona es totalmente accidentada por lo que no se tuvo muchas opciones por dónde establecer las rutas con la pendiente indicada; lo que nos permitió descartar otras rutas y tener la visión de la ruta más adecuada; sumada a que la ruta elegida está libre de expropiaciones y brinde mayores beneficios.

#### **3.2.2.6. Rutas en estudio**

Para poder realizar el trazo de las dos rutas posibles se ha tenido que realizar un reconocimiento previo con GPS y tomar coordenadas de los puntos con terrenos que se encuentren menos afectados por pendientes excesivas.

### **3.2.2.7. Trazado de la línea de gradiente**

Una vez establecido el trazo de reconocimiento de campo en las curvas de nivel; se debe realizar el trazo de las dos posibles rutas para realizar la evaluación de la alternativa más adecuada; usando la metodología del trazado de línea de gradiente, con el fin de realizar una comparación racional de las diferentes alternativas propuestas aportando criterios técnicos que permitan seleccionar la mejor ruta; para lo que se brindará información de cómo se realiza y finalmente el resultado de dicho trazado.

#### **Marco teórico**

Considerando dos puntos, colocados sobre dos curvas de nivel sucesivas, la pendiente de la línea que los une es:

$$\text{Pendiente (P)} = \frac{\text{Distancia vertical (Dv)}}{\text{Distancia horizontal (Dh)}}$$

Por lo tanto, si se desea hallar la distancia necesaria para pasar de un punto situado sobre una curva de nivel a otro sobre una curva de nivel siguiente, con una pendiente determinada se tiene que:

$$\text{Distancia horizontal} = \frac{\text{Intervalo de nivel}}{\text{Pendiente}}$$

La distancia horizontal obtenida se debe fijar en el radio del círculo para realizar el trazado de la línea gradiente con ayuda del programa AutoCAD CIVIL 3D, teniendo en consideración las pendientes máximas y los radios de giro mínimos para el alineamiento en planta.

### **3.2.3. Estudio Topográfico**

La topografía estudia el relieve del terreno natural al que nos enfrentamos, prácticamente gracias a la topografía es que podremos virtualizar el terreno al que nos enfrentamos para el diseño de la carretera en mención, esto gracias que nos mide distancias horizontales y cotas referenciadas en base al nivel del mar. La representación gráfica como resultado de la topografía son las curvas de nivel que en una escala determinada el ingeniero interpreta, analiza y diseña.

Se recomienda realizar en cuanto al estudio de una carretera, una poligonal de apoyo, en este caso cerrada con las estaciones, para su posterior compensación, al igual que también se

recomienda compensar las cotas de desnivel de las estaciones con la finalidad de tener una representación más aproximada del terreno.

En cuanto a la escala es recomendable utilizar 1:1000 para el diseño.

### **3.2.3.1. Objetivos**

#### **Objetivo del levantamiento topográfico**

El objeto del levantamiento topográfico del terreno consistió en obtener la mayor representación de todos los accidentes del terreno, así como la ubicación de viviendas sobre el cual se construirá la carretera en estudio, de tal manera que se estableció sobre toda su extensión las redes de apoyo horizontal y vertical, constituidas por puntos representativos relacionados entre sí, por mediciones de precisión relativamente alta.

### **3.2.3.2. Trabajo de campo**

Los trabajos desarrollados incluyen el levantamiento del eje de la carretera proyectada, la topografía de los márgenes derechos e izquierdos con el fin de obtener secciones transversales, el levantamiento topográfico de las posibles quebradas y puntos donde irán las obras de arte, viviendas y BMs.

Este estudio se realizó con una estación total marca TOPCOM ES 105, un trípode, un GPS marca GARMIN MAP 62, 3 Bastones, 3 Primas, una Wincha, sprays, etc. (Ver fotografía. 12 a la fotografía. 17).

### **3.2.4. Estudios de Mecánica de Suelos**

Los trabajos de mecánica de suelos se desarrollaron con la finalidad de investigar las características del suelo que nos permitan establecer los criterios de diseño de la vía.

El estudio se desarrolla en primer lugar con la extracción de muestras en campo, donde se realizó un total de 10 calicatas a distancias aproximadas de 1 km; luego se realizan los trabajos de laboratorios necesarios para obtener los parámetros de diseño.

#### **3.2.4.1. Descripción de la vía existente**

El proyecto se desarrolla en zona rural, en la cual se encuentra la presencia de un terreno accidentado y con grandes depresiones en casi todo el trayecto.

En esta etapa inicial corresponde a determinar las características de los suelos y la evaluación de la futura trocha carrozable en el área en estudio.

El Diseño de la carretera Llama – San Antonio, distrito de Llama, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, tiene una extensión de 8+340 km.

#### **3.2.4.2. Descripción de los trabajos realizados en el proyecto**

Estos trabajos realizaos en campos, y su posterior procesamiento en gabinete, básicamente son para poder desarrollar actividades que nos permita analizar las características físicas del terreno natural, así como estudiar la estructura en donde finalmente se apoyará el pavimento.

Los trabajos para evaluar los materiales que componen la superficie de rodadura y la Subrasante se ha realizado mediante la toma de muestras; ensayos destructivos del tipo calicatas.

#### **3.2.4.3. Exploración de suelos**

De acuerdo con el Manual de Carreteras [4], en la Sección de Suelos y Pavimentos, el MTC indica el número de calicatas para exploraciones que se deben realizar por km de acuerdo con el tipo de carretera.

Para el caso del estudio de esta carretera se ha determinado mediante el cálculo del IMDA menor a 200 veh/día, que es una trocha carrozable, la cual debe cumplir con una profundidad de 1.50m como mínimo, y el número de calicatas sería 01 por cada kilómetro.

La norma indica que las calicatas debes estas ubicadas de manera longitudinal y de forma alternada. Es preciso que por esto los trabajos de campo realizados han estado orientados ha realizar calicatas a cielo abierto con la finalidad de conocer las características mecánicas y físicas del suelo al que nos vamos a enfrentar y de esta forma tomar las medidas que sean necesarias para el diseño de la carretera.

La creación del perfil estratigráfico necesita básicamente de una clasificación de los suelos que se obtiene después de haber sido analizadas las muestras extraídas en campo, en el laboratorio. Es lo que nos permite identificar los horizontes y establecer la estratigrafía del suelo.

Es en esta fase del proyecto que se han tomado muestras de las calicatas para posteriormente ser analizadas minuciosamente en el laboratorio y también se extrajeron muestras con la finalidad de hacer los ensayos de C.B.R correspondientes, con el fin primordial de realizar el diseño del pavimento de nuestro proyecto en mención.

De acuerdo con el Manual de Carreteras [4], en la Sección de Suelos y Pavimentos, el MTC indica el número de CBR como mínimo a realizar de acuerdo con el tipo de carretera; han obtenido muestras para realizar ensayos CBR cada 3 km.

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se deben obtener muestras representativas que deben ser descritas e identificadas, con la profundidad de cada estrato; el nombre y la ubicación de cada calicata (coordenadas UTM-WGS84 tomadas con GPS), y deben ser colocadas en bolsas herméticas debidamente embaladas para su traslado al laboratorio.

#### **3.2.4.4. Ensayo de laboratorio**

Los ensayos han sido realizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. En cuanto a los ensayos a ejecutar, se realiza una breve explicación, también se señala el objetivo de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

#### **Descripción de los ensayos de laboratorio**

##### **Humedad**

Luego de la obtención de las muestras en campo, se extraen las muestras y se embalan en bolsas herméticas con la finalidad de no perder la humedad natural de dicha muestra. Luego se realiza el ensayo de humedad que consiste en determinar la humedad del suelo siguiendo el siguiente procedimiento. Se pesa el suelo con su humedad natural, luego se pone al horno a una temperatura constante de 105 °c por 24 horas, posteriormente se retira la muestra del horno se deja enfriar por unos minutos y luego se pesa. Con la diferencia de peso multiplicada por 100, se obtiene la humedad natural del suelo.

### **Análisis Granulométrico por tamizado (NTP 339.013)**

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo con su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro, tamiz N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°140, N°200 (diámetro 0.074 milímetros); según el Manual de Ensayo de materiales del MTC. Para este ensayo se considera el material retenido en la malla N° 200, y el que pasa o se pierde por el lavado sería el porcentaje de finos que se pierde. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación [13].

### **Límite Líquido (NTP 339.129) y Límite Plástico (NTP 339.129)**

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque es este material el que actúa como ligante [13].

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento en el que el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico [13].

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuarteo al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi-seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Límite Líquido y el contenido de humedad que pasa del estado plástico al semi seco es el Límite Plástico [13].

### **Clasificación de Suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO**

Para realizar la clasificación del suelo, se logra mediante el tamaño de las partículas. Estos suelos por lo general vienen combinados de otros tipos de suelo, por ejemplo: limo, gravas, limos arcillosos, arena, entre otros. El rango del tamaño de las partículas se determina realizando estudios en laboratorio y obteniendo los límites de consistencia. Que es básicamente uno de los más utilizados sistemas para clasificar los suelos el método SUCS, este clasifica al suelo en 15 grupos por nombre y también utilizando términos simbólicos.

También se usa de forma general el sistema AASHTO, que es básicamente la clasificación para la construcción de proyectos viales. Y estos suelos los clasifica en 2 grupos: de grano grueso, granular, cohesivo, no granular, porosos, no cohesivo y semi cohesivo.

### **Propiedades Mecánicas**

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las solicitaciones de cargas.

### **Ensayo Próctor Modificado (NTP 339.013)**

El ensayo de Próctor se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo con una compactación determinada. Este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, para así saber qué cantidad de agua se debe agregar a fin de obtener la mejor compactación [13].

Con este procedimiento de compactación se estudia la influencia que ejerce en el proceso el contenido inicial de agua del suelo, encontrando que tal valor es de fundamental importancia en la compactación lograda [13].

En efecto, se observa que, a contenidos de humedad creciente, a partir de valores bajos, se obtienen más altos pesos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del suelo, pero que esta tendencia no se mantiene indefinidamente, sino que, al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminuían, resultando peores compactaciones en la muestra. Es decir, para un suelo dado y empleado el procedimiento descrito, existe una humedad inicial, llamada la “óptima”, que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación [13].

Lo anterior puede explicarse, en términos generales, teniendo en cuenta que, a bajos contenidos de agua, en los suelos finos, del tipo de los suelos arcillosos, el agua está en forma capilar produciendo compresiones entre las partículas constituyentes del suelo lo cual tiende a formar grumos difícilmente desintegrables que dificultan la compactación [13].

El aumento en contenido de agua disminuye esa tensión capilar en el agua haciendo que una misma energía de compactación produzca mejores resultados. Empero, si el contenido de agua es tal que haya exceso de agua libre, al grado de llenar casi los vacíos del suelo, esta impide

una buena compactación, puesto que no puede desplazarse instantáneamente bajo los impactos del pisón [13].

### **California Bearing Ratio – CBRE (NTP 339.145)**

El índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas. Se usa en proyectos de pavimentación auxiliándose de curvas empíricas [13].

Se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados [13].

El CBRE que se usa para proyectar, es el valor que se obtiene para una profundidad de 0.1 pulgadas, como el CBRE de un agregado varía de acuerdo a su grado de compactación y el contenido de humedad. Se debe repetir cuidadosamente en el laboratorio las condiciones del campo, por lo que se requiere un control minucioso, los ensayos CBR se llevan a cabo sobre muestras saturadas [13].

### **3.2.5. Diseño Geométrico**

El diseño de una carretera responde a una necesidad justificada social y económicamente. Ambos conceptos se correlacionan para establecer las características técnicas y físicas que debe tener el camino que se proyecta, para que los resultados buscados sean óptimos, en beneficio de la comunidad que requiere del servicio, normalmente en situación de limitaciones muy estrechas de recursos locales y nacionales [4].

#### **3.2.5.1. Clasificación de las carreteras en el Perú**

Se clasifican de acorde a la demanda y por orografía; las cuales pueden ser autopistas de primera y segunda clase, carreteras de primera, segunda y tercera; y por último las trochas carrozables. La clasificación de acuerdo con la orografía es: terreno plano, ondulado, accidentado y escarpado. También se clasifica el tipo de proyecto de acuerdo al nivel en el que este se encuentra, ya sea proyecto nuevo, mejoramiento, entre otros estipulados en la norma DG-2018.

### **3.2.5.2. Elección del vehículo de Diseño**

El vehículo de diseño permitirá calcular la distancia de visibilidad, el radio mínimo (tanto de curvas horizontales como de curvas verticales). Se elige teniendo en cuenta el estudio de tráfico, para ser exactos del volumen vehicular, eligiéndose de esta manera el vehículo que más frecuencia tuvo en el conteo vehicular.

### **3.3.5.3 Definición del derecho de vía**

Es la faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para El derecho de vía es el ancho en donde se encuentra la sección de la carretera y sus obras complementarias, además se toman en cuenta áreas de ensanches y mejoramiento en el futuro [4].

### **3.2.5.4. Distancia de visibilidad**

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante de la carretera que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se ve obligado o que decida efectuar. En diseño, se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia [4].

### **3.2.5.5. Visibilidad de parada**

Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria [4].

### **3.2.5.6. Visibilidad de adelantamiento**

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso [4].

### **3.2.5.7. Diseño geométrico en planta**

#### **Consideraciones para el alineamiento horizontal**

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. El alineamiento horizontal deberá permitir la operación interrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible [4].

#### **Curvas horizontales**

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción para una velocidad directriz determinada. En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz, un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general, se tratará de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas [4].

#### **Curvas de transición**

Todo vehículo automotor sigue un recorrido de transición al entrar o salir de una curva horizontal. El cambio de dirección y la consecuente ganancia o pérdida de las fuerzas laterales no pueden tener efecto instantáneamente [4].

Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobre ancho, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición [4].

#### **Radios mínimos de curvas horizontales**

En el caso de una carretera de tercera clase el radio mínimo se puede calcular con la siguiente fórmula, la cual está en función de la velocidad de diseño, el valor máximo del peralte y el factor máximo de fricción [4].

$$R \text{ mín} = \frac{V^2}{127(0.01 e_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Dónde:

Rmín: Mínimo radio de curvatura.

e<sub>máx</sub>: valor máximo del peralte.

f<sub>máx</sub>: factor máximo de fricción.

V: Velocidad específica de diseño.

### **3.2.5.6. Peralte de la carretera**

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas [4].

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12% [4].

### **3.2.5.7. Alineamiento vertical**

#### **Curvas verticales**

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas [4].

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso [4].

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el índice de curvatura K. La longitud de la curva vertical será igual al índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A) [4].

### **3.2.5.8. Sección transversal**

#### **Calzada**

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito [4].

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado. Los carriles de adelantamiento no serán computables para el número de carriles. Los anchos de carril que se usen serán de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m [4].

#### **Bermas**

Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias [4].

#### **Bombeo**

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona [4].

#### **Ancho de la plataforma**

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas [4].

La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado y la cuneta de drenaje [4].

#### **Despejes laterales**

El despeje lateral es la zona libre de obstáculos necesaria en una curva para conseguir una determinada visibilidad, normalmente, la distancia de parada [4].

## **Taludes**

Los taludes para las secciones en corte y relleno variarán de acuerdo con la estabilidad de los terrenos en que están practicados. Las alturas admisibles del talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes [4].

## **Cunetas**

Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento [4].

### **3.2.6. Estudios de Canteras – Fuentes de Agua - Botaderos**

#### **3.2.6.1. Metodología del estudio de Canteras**

##### **Trabajo de campo**

El estudio de canteras comprende la ubicación, investigación y comprobación física, mecánica y química de los materiales agregados para las capas de relleno, sub-base, base granular, sub rasante y concreto hidráulico. Una vez ubicada la cantera, se procedió a su investigación geotécnica mediante el muestreo manual de la cantera seleccionada.

##### **Ensayo de laboratorio de canteras**

El estudio de los materiales en el laboratorio, permite evaluar las propiedades de los suelos a través de ensayos físicos mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de suelo, provenientes de cada una de las exploraciones, serán sometidas a ensayos de acuerdo a lo encomendado en la American Society of Testing and Materials (ASTM). Asimismo, dichos ensayos se efectuarán de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP) y el manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC, los cuales son:

### **Ensayos estándares**

Análisis granulométrico por tamizado NTP 339.128

Límite plástico NTP 339.129

Porcentaje de finos que pasa el tamiz 200 NTP 400.018

Clasificación SUCS y AASHTO

### **Ensayos especiales**

Humedad Natural NTP 339.127

Proctor Modificado NTP 339.142

Ensayo de California Bearing Ratio NTP 339.145

Sales Solubles Totales NTP 339.152

Equivalente de Arena MTC E 114

Resistencia de Abrasión NTP 400.019

Peso volumétrico NTP 400.017

Peso específico y Absorción NTP 400.022

### **Requerimiento de agradados según EG – 2013**

El material de base granular deberá cumplir además con: Partículas de agregado grueso con una cara fracturada, 80% como mínimo. Sales solubles totales presentes en el agregado grueso de 0.5% como máximo, también la Abrasión Los Ángeles 40% como valor máximo. El valor relativo de soporte C.B.R para tráfico ligero y medio mínimo 80%, referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una penetración de carga de 0.1” (2.5 mm) [7].

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de franja a utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz al interior de un tamiz adyacente o viceversa [7].

Índice plástico del agregado fino 4% como máximo.

Equivalente de arena 35% como mínimo.

Sales solubles totales presentes en el agregado fino 0.55% como máximo.

### **3.2.6.2. Estudio de fuentes de agua**

Para el diseño de la carretera se ha considerado dos fuentes de agua de las quebradas que llevan un caudal más significativo, éstas quebradas interceptan el trazo definitivo por lo que son accesibles para su uso en las diferentes actividades que se necesiten.

Las 2 quebradas cuyo nombre es desconocido, pero si se conoce su ubicación de coordenadas UTM y están ubicadas entre el Distrito de Llama y el caserío de San Antonio, de las cuales se obtuvo muestras para su posterior estudio de agua.

Siguiendo con la Metodología se toma muestras en envases para posteriormente ser sometidos a ensayos de laboratorio para la determinación de las propiedades químicas del agua.

Estos ensayos se realizaron en el laboratorio de la facultad de ingeniería agrícola de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

### **3.2.6.3 Estudio de botaderos**

Los botaderos pueden estar ubicados en el transcurso de la carretera o a una distancia cercana a ellos, para esto se analizan lugares con las características que son apropiadas para eliminar el material de desmonte o el material excedente de corte de la carretera; estos lugares se encuentran próximos a la vía pero son de propiedad de terceros, por lo cual se deberá considerar en el presupuesto la partida correspondiente o en su defecto a la autoridad local deberá gestionar y/o garantizar el derecho de uso de las referidas áreas.

### **3.2.7. Diseño del Pavimento**

El proceso de la información de campo y de laboratorio, así como la inspección de zonas críticas en la carretera y criterios económicos han permitido establecer y adoptar la alternativa del pavimento más recomendable para la vía.

### **3.2.7.1. Cálculo ESAL de diseño**

#### **Cálculo del Factor Equivalente de Carga para el Ómnibus de 2 ejes B2**

El Ómnibus de 2 ejes B2 tiene un eje delantero simple con rueda simple de 7 toneladas y un eje posterior simple con ruedas dobles de 11 toneladas. Para calcular el daño producido por cada eje, debemos convertir el peso en toneladas a KN o Lb. Aproximadamente 7 y 11 Ton equivalen a 68 y 107 KN y se calculan los factores equivalentes de carga para cada eje de acuerdo a las normas AASHTO. De la interpolación se obtuvo que los FEC son 0.52 y 3.47 respectivamente.

De acuerdo a las normas ASHTO, el número de vehículos considerados en el diseño es un porcentaje del IMDa, de acuerdo al número de carriles. Para una vía de dos carriles, se considera que el 50% de vehículos transitan en un sentido y el otro 50% transitan en otro sentido, por lo que el 50% del IMDa será el número de vehículos para el cálculo de ESAL de diseño.

#### **3.2.7.2. Espesor del pavimento – Método AASHTO**

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método AASHTO que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE:

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

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBRE de la sub rasante.

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

### **3.2.8 Estudio Hidrológico**

En este acápite se trata metodologías para el cálculo de los caudales de nuestras obras de arte identificadas que nos ayudaran con el drenaje superficial del proyecto, evitando de esta manera la erosión y socavación de la estructura del pavimento.

Es conveniente obtener información hidrológica de la estación más cercana a la carretera con la finalidad de hacer un análisis para definir criterios del cálculo de los caudales y las limitaciones que contienen estos.

En el presente capítulo se describirá los objetivos del estudio hidrológico y metodologías para analizar las sub cuencas que se forman en los puntos donde las quebradas interceptan el alineamiento del proyecto. Asimismo, se determinan las principales características de una cuenca. Además, se calculan las intensidades de diseño, las cuales son obtenidas después de hacer un análisis probabilístico de distribuciones recomendadas por la norma de hidrología.

### **3.2.8.1. Objetivos**

#### **Objetivos principales**

Conocer las características físicas de la zona del proyecto y los parámetros necesarios para diseñar las obras de drenaje.

#### **Objetivos Específicos**

Realizar un análisis hidrológico de la zona del proyecto.

Conocer el registro histórico de las precipitaciones que nos permitirán calcular los caudales que aportan cada sub cuenca.

Obtener parámetros para diseñar las obras de drenaje del proyecto.

### **3.2.8.2. Metodología de trabajo**

Lo primero que se tomó en cuenta en este estudio fue la topografía del lugar y los lugares en detalle por donde pasa el eje de la carretera interceptados por las quebradas. Para ello se contó con planos y curvas de nivel, se realizaron visitas al lugar para conocerlo con más a detalle.

El siguiente paso fue la obtención de datos técnicos para el estudio hidrológico. En esta parte del trabajo, se obtuvo información de lluvias máximas en 24 horas de la estación meteorológica más cercana, otorgada por el SENAMHI, cabe recalcar que los datos obtenidos fueron de los 52 años anteriores.

El estudio hidrológico se dividió en tres partes. La primera consistió en un análisis estadístico de las lluvias para determinar las lluvias de diseño para el proyecto, para el cual se utilizó el

programa Hydrosta2, una herramienta útil para hallar precipitaciones para los diferentes periodos de retorno y según los 8 métodos que te brinda el reglamento de Hidrología. En segundo lugar, se determinaron las curvas IDF mediante regresiones lineales, y con ello el caudal de diseño para las obras de drenaje del proyecto y finalmente se hizo un estudio de las características de las sub cuencas que interceptan el alineamiento de la carretera.

### **3.2.8.3. Características físicas de la Cuenca**

#### **Generalidades**

Es preciso recalcar que los recursos hídricos son muy relevantes para el desarrollo de una carretera o de cualquier otro tipo de actividad, por lo que su uso debe ser estudiado y analizado para no agotar el recurso en su totalidad y analizar el agua para determinar de esta manera la calidad de esta.

El área de estudio forma parte de la vertiente del Atlántico, caracterizada por presentar quebradas de pequeña magnitud, que desaguan en las quebradas y a su vez esta desemboca en una quebrada más grande Llamada San Antonio.

Se evaluará y definirá las características del escurrimiento hidrológico superficial del área del proyecto de la carretera. Ello implica el estudio de las principales corrientes de agua, caudales y sus variaciones, así como el examen de posibilidades máximas de escurrimiento para determinados periodos de retorno.

### **3.2.8.4. La red hidrográfica**

Realizar un estudio hidrológico nos permite comprender la hidrografía de los cursos naturales de agua, así como la medición de los caudales y sus máximas avenidas de estos en el transcurso de los tiempos.

Es por ello que realizaremos una descripción de las sub cuencas que se identificaron en lo largo del trazo de la carretera.

### **3.2.8.5. Identificación de puntos de estudio**

Los puntos de estudio se identificaron en campo y se ubicaron en el trazo elegido. Fueron un total de 6 quebradas identificadas, es decir, 6 puntos de estudio. Para ello llevamos el alineamiento elegido al Google earth, ya que la delimitación del parte aguas o de la cuenta se

ha realizado en este programa debido a que es la herramienta más óptima para obtener información de cada sub cuenca, puesto que la carta nacional de la zona se encuentra en una escala mucho mayor y no nos permite realizar la delimitación de cada sub cuenca. En la siguiente figura se muestra los puntos identificados para ser estudiados:



**Fig. 2.** Mapa con los puntos de estudio identificados.

### **3.2.8.6. Trazo de parte aguas**

Se le asignó un número a cada quebrada identificada, después con la herramienta Google earth y activando la opción de relieve de terreno, procedemos a delimitar cada sub cuenca para los 6 puntos de estudios localizados en el trabajo de campo.

### **3.2.9 Obras de Drenaje y Diseño Hidráulico**

El drenaje es uno de los aspectos más importantes del diseño de una carretera. Se ha observado durante los periodos de lluvia el comportamiento del escurrimiento natural, observándose la forma en la que se desplaza realmente el agua, en donde se concentra, etc. Esto nos ha ayudado a elegir el drenaje adecuado necesario para evitar daños y mantener su funcionamiento adecuado.

### 3.2.9.1 Drenaje superficial

En todo diseño de una carretera se debe tener en cuenta el drenaje superficial que es de vital importancia para no generar daños anticipados en la estructura del pavimento, socavaciones o erosiones, es por ello que se realiza las cunetas para drenar el agua que generan las lluvias según el área de influencia de éstas, cabe recalcar que pueden despreciarse las cunetas cuando están en zonas de corte pequeñas, generando secciones de peralte hacia afuera o hacia adentro. A su vez también se procede a realizar un análisis para la ubicación de las alcantarillas de alivio teniendo en cuenta el perfil longitudinal de la carretera.

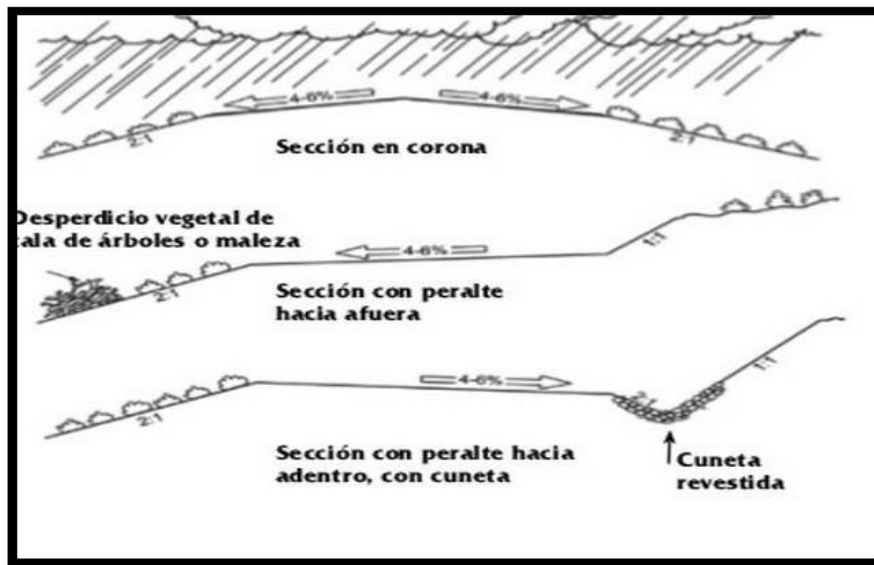


Fig. 3. Peralte hacia afuera y hacia adentro.

#### Peralte Hacia Afuera

Nos permite dispersar mejor el agua, disminuir el ancho del camino, se evita la necesidad de una cuneta interior, se minimizan los costos. Sin embargo, tal vez necesiten de talud de relleno.

#### Peralte Hacia Adentro

Se puede controlar mejor el escurrimiento superficial de la carretera, pero el agua se concentra y es necesario un sistema de cunetas y drenes transversales, y un ancho adicional a la carretera para alojar la cuneta.

### **3.2.9.1.1 Cunetas**

#### **Localización en secciones de corte y terraplén**

Las cunetas serán localizadas con la finalidad de evacuar el agua de las lluvias de la superficie de rodadura, así como del talud y el terreno adyacente a este con la finalidad de proteger a la estructura de socavación y erosión.

Es preciso recalcar que, las cunetas se deben ubicar primordialmente en todos los cortes, esto se ve en las secciones transversales una vez generadas en el programa Civil 3D. También se deben utilizar cunetas en zonas de relleno vulnerables a erosión.

Las abscisas en las cuales se deben ubicar puntos de desagüe dependerán del análisis realizado al perfil longitudinal y de la inclinación de los terrenos y superficie de rodadura.

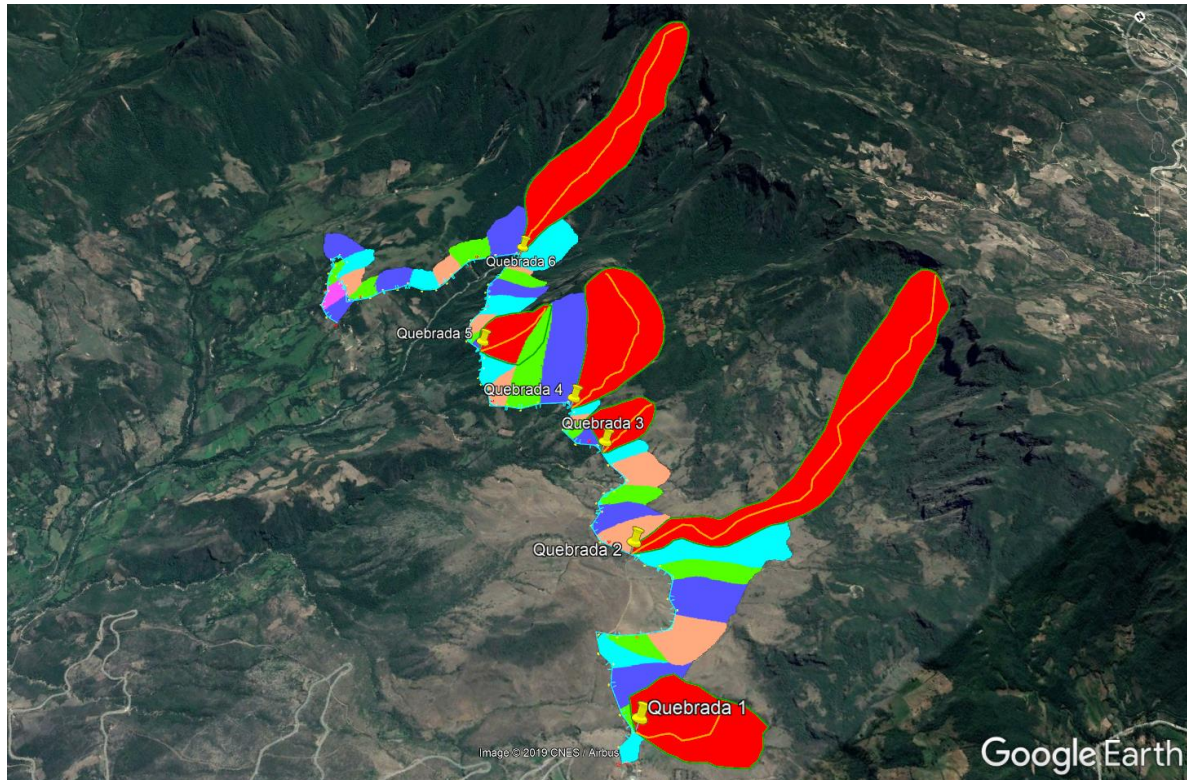
#### **Caudal de diseño**

Teniendo en cuenta que la zona afrente a las cunetas es inferior a 10 km<sup>2</sup>, para la obtención de los caudales de diseño se emplea el método racional.

El área referente a la cuneta debe incluir la calzada o media calzada de la vía, más la proyección horizontal del talud de corte y el área referente al terreno adyacente.

En este caso se procedió a analizar las secciones transversales con la finalidad de localizar las longitudes dónde se necesite cuneta en corte y terraplén, una vez localizadas las longitudes se procede a ubicar las quebradas naturales que también cumplirán la función de trasladar el agua de las cunetas que se encuentran a su costado. Teniendo ubicada las longitudes de las cunetas que se necesita y ubicadas las quebradas naturales que interceptan la carretera, se procede a verificar conjuntamente la ubicación de éstas y el perfil longitudinal con la finalidad de dar ubicación correcta a las alcantarillas de alivio que se necesitan. Teniendo los kilometrajes correspondientes de la ubicación de alcantarillas de alivio y badenes se procede a ubicarlas en el plano de planta con la finalidad de sacar sus coordenadas UTM para posteriormente ser exportadas al programa Google earth, donde se realizará a sacar el área de influencia de las cunetas entre alcantarillas de alivio o badenes. Cabe recalcar que, si el área de terreno que influye en la cuneta es excesivo o mayor al área que resulta de sumar el ancho de calzada más el ancho de talud de corte más 30 metros multiplicados por la longitud de cuneta, entonces nos quedaremos con esta última más no con la sacada en el Google Earth, en caso pase al contrario

nos quedaremos con el área de influencia del Google earth. A continuación, se detalla en la figura las áreas de influencia de las cunetas.



**Fig. 4.** Áreas de influencia de las cunetas.

La intensidad se calcula con la siguiente fórmula que nos brinda el manual de Hidrología, cuyos parámetros de ajuste “K”, “m” y “n” han sido hallados en el capítulo de ESTUDIO HIDROLÓGICO para calcular nuestras curvas intensidad – duración – frecuencia del proyecto, para un periodo de retorno seleccionado y un tiempo de concentración calculado.

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

Para el coeficiente escorrentía se tuvo en consideración la siguiente tabla que nos muestra el tipo de coeficiente de acuerdo al tipo de terreno, considerando que el suelo es bastante permeable y que el agua de lluvias se filtra en el terreno y no toda va llegar a la cuneta, se asume un coeficiente de escorrentía de Bosques de densa vegetación.

COBERTUR A VEGETAL	COBERTURA VEGETAL	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABL E
		> 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

**Tabla. 1.** Coeficientes de escorrentía método racional

Finalmente, el tiempo de concentración se calcula con la siguiente fórmula que brinda el manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje, teniendo en cuenta la longitud del punto más alto del área de influencia hacia la cuneta.

$$tc = 0.01947 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

### **Tipos de sección y seguridad vial**

Por lo general se recomienda usar cuentas de sección triangular, éstas cunetas son típicas y debido a su fácil adaptación con el entorno de la calzada y talud. No obstante, es imprescindible limitar las pendientes de la cuneta y la profundidad de esta de acuerdo con las exigencias mínimas puestas en disposición en manual DG 2018 [4].

## **Funcionamiento Hidráulico de las Cunetas**

Básicamente consiste en verificar que los caudales de aporte cuantificados sean menores a los calculados con la fórmula, en este caso de Manning. Asegurando de esta forma el adecuado funcionamiento de las cunetas en la carretera.

La expresión de Manning es:

$$Q = \frac{1}{n} (AR^{\frac{2}{3}})(S^{1/2})$$

**Siendo:**

**Q:** Caudal de diseño, en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s)

**n:** coeficiente de rugosidad de Manning.

**A:** área mojada, en metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

**R:** radio hidráulico, en metros (m)

**S:** pendiente, en metros por metros (m/m)

La pendiente por lo general coincide con la pendiente del perfil longitudinal que presenta la vía en estudio. Se debe tener en cuenta también que el tirante debe ser menor o quizá igual a la profundidad de la cuneta y la velocidad debe ser a su vez menor que la máxima admisible para el tipo de material de la cuneta.

### **Revestimiento**

Con el objetivo de minimizar la infiltración, prevenir el crecimiento de vegetación, reducir costos de mantenimiento, también por motivos de mayor vida útil de la cuneta y mejor estabilidad de la sección propuesta, se sugiere realizar un enrocado para prevenir la erosión y socavación a lo largo de esta. Pero no se realizará revestimiento de concreto simple, debido a que la superficie de rodadura se encuentra a nivel de afirmado.

### **3.2.9.2 Drenaje transversal**

#### **3.2.9.2.1 Alcantarillas**

Las alcantarillas de alivio cumplen la función de evacuar el agua que llega de las cunetas, también se puede tener alcantarillas de paso que a su vez de evacuar el agua de las cunetas se encarga de dar paso al caudal de un cauce natural como en este caso las quebradas localizadas en el alineamiento de la carretera.

Básicamente el diseño de la alcantarilla consiste en hallar un diámetro que trabaje en condiciones óptimas y sea económico, pero que también pueda evacuar el caudal de las cunetas y de ser el caso de las quebradas naturales que interceptan la carretera.

#### **Descripción**

Están conformadas básicamente por cajas receptoras, cabezales, tubería de cruce y las obras de encauzamiento, por lo general el emboquillado de piedra.

#### **Caudal de diseño**

Es el caudal que la alcantarilla debe transportar, podría transportar caudales de quebradas naturales como también los caudales de las cunetas.

#### **Criterios de diseño**

Carga a la entrada y la velocidad en el conducto: el tirante de agua en la alcantarilla debe ser como máximo 0.75 veces el diámetro. Así mismo tiene en consideración el arrastre de sedimentos, controlando la velocidad del flujo para evitar la sedimentación o erosión.

Se recomienda también que la pendiente hidráulica de las alcantarillas sea como mínimo 1% según el manual de Hidrología Hidráulica y drenaje [9].

#### **3.2.9.2.1.1 Cajas colectoras**

Estas tienen la función esencial de recibir los caudales de las cunetas adyacentes a estas o de los cursos de agua natural y evacuarlos por de bajo de la carretera con la finalidad de evitar la socavación y erosión de la estructura de rodadura.

Para el dimensionamiento de una caja colectora es imprescindible tener en cuenta las dimensiones y profundidad de la tubería de la alcantarilla, y la facilidad de mantenimiento de la obra.

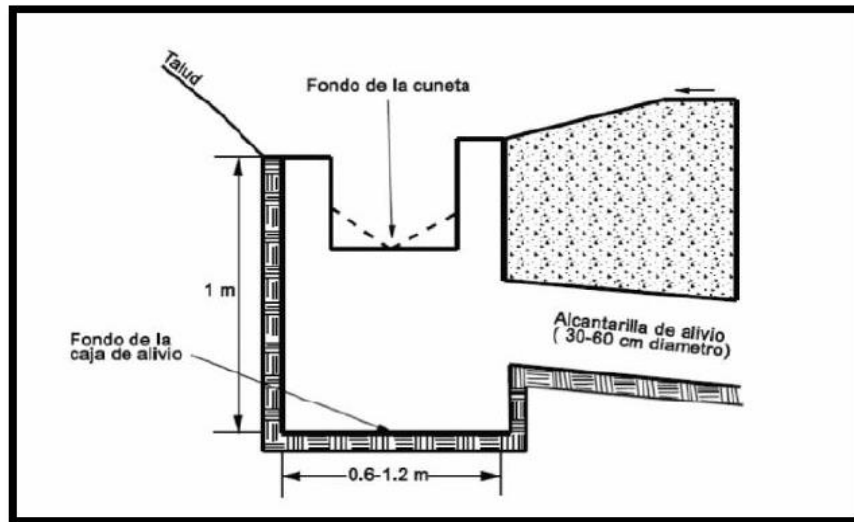


Fig. 5. Dimensión típica de caja colectora.

### 3.2.9.2.2 Badenes

Están diseñados para dejar pasar tránsito lento al mismo tiempo que dispersan el agua superficial. Son ideales para caminos rurales, para velocidades bajas. Es recomendable su uso siempre y cuando la topografía de la zona esté acorde con el nivel de la rasante.

#### Caudal de diseño

El caudal de diseño utilizado en badenes es el máximo caudal en un periodo de diseño establecido, resultado del estudio hidrológico de las sub cuencas.

#### Criterios de diseño

La sección del Baden para criterios de diseño se recomienda idealizar como un canal trapezoidal con un régimen uniforme. Así mismo, para establecer el espesor del baden se recomienda utilizar el método de Maynard que involucra la velocidad de flujo y por ende criterios de erosión. Del mismo modo, se debe tener en cuenta criterios de socavación para dimensional las uñas del badén.

### **3.2.9.3 Obras de protección**

#### **3.2.9.3.1 Uso de enrocado de piedra**

Las altas velocidades del flujo y el arrastre de rocas a lo largo de los márgenes de arroyos con frecuencia generan erosión y socavación en nuestras estructuras. Es por esta razón, que se sugiera colocar tanto en la entrada como en la salida de los badenes y alcantarillas, obras que protejan como en este caso los enrocados de piedra, evitando de esta manera los daños ya mencionados anteriormente.

### **3.2.10 Evaluación del Impacto Ambiental**

El EIA es uno de los instrumentos más utilizados a nivel mundial, que está enfocado a prevenir los impactos generados por cualquier actividad, se encuentra avalado por un marco legal que nuestro país proporciona para su cumplimiento adecuado del plan de manejo ambiental. La EIA básicamente es un conjunto de pasos para determinar de una forma totalmente anticipada los impactos ya sean positivos o negativos que cualquier actividad puede generar y a su vez tratar de mitigarlos, atenuarlos o conservar y aprovechar, en caso sean positivos.

La EIA es un instrumento de gestión ambiental comprensivo de todos los aspectos ambientales de las iniciativas económicas y sociales más importantes, que permanecen sujetas a una aglomeración de autorizaciones, la más importante de ellas es conocida como Autorización Ambiental Previa (AAP).

Esta herramienta de vital importancia ha contribuido al progreso de la conciencia ambiental general, en aplicación a los principios de la política ambiental nacional; y ha suplido las carencias de otros mecanismos y regulaciones, posibilitando la intervención anticipada de la administración.

#### **3.2.10.1 Objetivos**

##### **Objetivo General**

Identificar y desarrollar los elementos de la evaluación del impacto ambiental en el proyecto del diseño de la carretera para unir el distrito de Llama con el caserío de San Antonio.

## **Objetivos Específicos**

Realizar la línea base del área de estudio, para conocer el entorno.

Identificar las acciones y aspectos ambientales durante la ejecución del proyecto.

Reconocer los impactos ambientales generados durante la ejecución del proyecto.

Elegir la matriz más adecuada a utilizar para nuestra obra, con la finalidad de ver cuán vulnerable ambientalmente está siendo tras la construcción de la carretera.

Desarrollar el Plan de Manejo Ambiental que considere medidas de prevención y/o mitigación.

### **3.2.10.2 Marco Legal**

#### **3.2.10.2.1 Normativa general**

La Constitución Política del Perú (1993), es la norma legal de mayor jerarquía del Perú. Se detalla en ella los derechos esenciales de la persona humana, el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida. En el Artículo N°2 habla del derecho a la paz, al descanso y a un medio ambiente equilibrado, en su Artículo 66° sobre los Recursos Naturales y en el Artículo 67° sobre la Política Nacional Ambiental [14].

La Ley General del Ambiente (2005), en su Capítulo III: Gestión Ambiental, Artículo N°25: “De los estudios de impacto Ambiental”, indica que los estudios de impacto ambiental son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica del mismo [8].

En la segunda de sus Disposiciones Transitorias. Complementarias y Finales, la ley indica que “En tanto no se establezcan en el país Estándares de Calidad Ambiental, Límites Máximos Permisibles y otros estándares o parámetros para el control y la protección ambiental, son de uso referencial los establecidos por instituciones de Derecho Internacional Público, como los de la Organización Mundial de la Salud (OMS)” [8].

El Código Penal, en su Título XIII, Capítulo Único: “Delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente”, Artículos 304° describe los términos de contaminación y responsabilidad

culposa. En el 305° habla de la contaminación agravada y en el 313° del daño al ambiente natural. Además, se mencionan los delitos contra la ecología [15].

La Ley N°26631 (1996), dicta normas para efectos de formalizar denuncia por infracción de la legislación ambiental. Dicha ley en su artículo 1°, establece que: “La formalización de la denuncia por delitos tipificados en el título Décimo Tercero del Libro Segundo del Código Penal, requerirá de las entidades sectoriales competentes, opinión fundamentada por escrito sobre si se ha infringido la legislación ambiental” [16].

La Ley de Evaluación de Impacto Ambiental Ley N°26786 (1997), establece que los Ministerios deberán comunicar al Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) las regulaciones al respecto. Esta ley no modifica las atribuciones sectoriales en cuanto a las autoridades ambientales competentes. Las actividades a realizarse no requerirán una coordinación directa con el CONAM. La autoridad competente ambiental para dichas actividades hará de conocimiento respectivo al CONAM, si el caso lo requiriese [17].

La Ley Del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental Ley N°27446 (2001), este dispositivo legal establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas a través de los proyectos de inversión [18].

La Ley 27446, ha creado el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Como el marco legal general aplicable a la evaluación de impactos ambientales. Esta norma se encuentra vigente en la actualidad; sin embargo, la propia Ley señala que las normas sectoriales respectivas seguirán siendo aplicables en tanto no se opongán a esta nueva norma. Así, los sectores continuarán aplicando su normatividad sectorial hasta que se dicte el reglamento de la nueva Ley [18].

La Ley Orgánica de Municipalidades – Ley N°23853, en esta ley se establece que la Municipalidad es una unidad fundamental de la gestión local. El municipio como gobierno local y como parte del estado manifiesta una correlación de fuerzas sociales locales que se redefinen en el tiempo y en el territorio. En materia ambiental, las municipalidades tienen las siguientes funciones: velar por la conservación de la flora y fauna local y promover ante las entidades las acciones necesarias para el desarrollo, aprovechamiento racional y recuperación de los recursos naturales ubicados en el territorio de su justificación; normal y controlar las actividades

relacionadas con el saneamiento ambiental; difundir programas de educación ambiental; propiciar campañas de forestación y reforestación; establecer medidas de control de ruido de tránsito y del transporte colectivo: promover y asegurar la conservación y custodia del patrimonio cultural local y la defensa y conservación de los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos, colaborando con los organismos regionales y nacionales correspondientes en su restauración y conservación [19].

La Ley General de Residuos Sólidos Ley N°27314 (2000) y su Reglamento, D.S. N°057-2004-PCM, indican que el manejo de los residuos que realiza toda persona deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado de manera tal de prevenir impactos negativos y asegurar la protección de la salud; con sujeción a los lineamientos de política establecidos en el artículo 4to de la Ley [20].

También estipula que la prestación de servicios de residuos sólidos puede ser realizada directamente por las municipalidades distritales y provinciales y a través de Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPSRS); que las actividades comerciales conexas deberán ser realizadas por Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (ECSR), de acuerdo a lo establecido en el artículo 61 del Reglamento; y que la prestación del servicio debe cumplir con condiciones mínimas de periodicidad, cobertura y calidad que establezca la autoridad competente [20].

### **3.2.10.3 Descripción y análisis del proyecto**

Se debe especificar ubicación y extensión del proyecto, naturaleza, plazo de ejecución, modalidad de ejecución; así como, una pequeña descripción del proyecto referido a las obras que presenta, su extensión y cantidad.

### **3.2.10.4 Línea base ambiental**

La línea base ambiental de un proyecto consiste esencialmente en la descripción del entorno, en la correcta identificación del área de influencia de la carretera en la cual estará involucrada también la identificación de los aspectos e impactos, ya sean estos positivos o negativos. La finalidad primordial de la línea base es conocer el entorno al que nos enfrentamos para la posterior identificación de aspectos e impactos en los principales medios que son: físico, biótico y socioeconómico cultural.

### **3.2.10.5 Plan de manejo ambiental**

Este consiste en un documento técnico que está orientado a prevenir, corregir o mitigar los impactos generados por la construcción de la carretera, tratando de esta forma de ver la manera de conservar el medio ambiente.

Estas medidas tanto preventivas, correctivas o de mitigación son básicamente la clave del plan de manejo ambiental, ya que nos permite determinar a raíz de la evaluación previa de impactos, las medidas más adecuadas para conservar el medio ambiente y mantener el equilibrio de este.

### **Matriz de Leopold**

La Matriz de Leopold es una herramienta muy utilizada en el sector construcción para evaluación de impactos ambientales. Se desarrolla una matriz al objeto de establecer relaciones causa – efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto, a partir de la identificación aspectos e impactos y un análisis cualitativo previo que contienen acciones proyectadas y factores ambientales susceptibles de verse modificados por el proyecto.

Cabe recalcar que la matriz de Leopold es de carácter subjetiva, por lo que se sugiere y recomienda al evaluador ambiental tener la disciplina y criterio adecuado de llenar las casillas de acuerdo a las actividades que se realizarán en la vía en mención.

### **3.2.10.6 Mitigación de impactos ambientales**

Estas medidas están orientadas a prevenir y controlar los impactos negativos del proyecto en estudio, con la finalidad primordial de generar un uso equilibrado de los recursos naturales presentados en el ambiente del proyecto.

### **3.2.10.7 Plan de acción preventivo – correctivo**

Básicamente este plan consiste en generar medidas que no son más que precauciones para de esta manera evitar daños que son totalmente innecesario y consecuencia de los descuidos o falta de una adecuada planificación de las actividades realizadas en el proyecto.

### **3.2.10.8 Programa de monitoreo ambiental**

El diseño de la carretera del presente proyecto contará con un programa de monitoreo con la cuál podrá garantizar el desarrollo de este y sus actividades pertinentes sin afectar de manera drástica al medio ambiente.

### **3.2.10.19 Plan de contingencias**

Este plan tiene como finalidad primordial generar acciones indispensables de tal manera que podamos prevenir o controlar los accidentes o en todo caso eventualidades que se generan en el transcurso de la construcción de la carretera. De esta forma este plan atenuará las consecuencias que puede generar el imprevisto de cualquier emergencia o accidente por la carencia de instalaciones de seguridad o cualquier descuido en la operación de los equipos de trabajo.

### **3.2.10.10 Programa de participación ciudadana**

Es parte de este proyecto involucrar a la población y hacerlos participe del problema ambiental al que nos vamos a enfrentar, para ello se realizarán actividades orientadas a incentivar dicha participación de la población.

La finalidad de este programa es fomentar que los trabajadores que intervengan en el proyecto desarrollen hábitos de preservación del medio ambiente, y concientizando a la población en general que estos hábitos beneficiaran no solo al medio ambiente, sino también a la salud y calidad de vida de cada uno de ellos.

### **3.2.10.11 Programa de abandono y cierre**

Este plan tiene como función la restauración de los medios físicos, biológicos que se ven afectados por la construcción de la carretera con la finalidad de devolverle la forma que estos medios tenían antes de iniciarse la construcción o en todo caso tratar de mejorar estos medios cuando el proyecto culmine.

### **3.2.11 Diseño de Señalización Vertical**

Con el propósito de contribuir al mejoramiento en el control de ordenamiento del tráfico, a la seguridad vial e información a los conductores lo relacionado con el camino que recorren, en

concordancia con lo señalado en el manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.

En consecuencia, se ha visto por conveniente considerar dispositivos de señalización para brindar una mayor seguridad de movimiento vehicular en la vía y consecuentemente evitar o minimizar los accidentes de tránsito.

### **3.2.11.1. Criterios básicos de diseño**

Los criterios primordiales en señalización horizontal y vertical para carreteras son: ser necesaria, destacar, ser de fácil interpretación. Estar adecuadamente colocada. Y ubicarlos con los lineamientos que te brinda el manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

### **3.2.11.2 Tipos de señalización**

#### **Señales de reglamentación**

Con la finalidad de notificar al usuario de la vía de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuya violación constituye un delito y conlleva en muchos casos a producir accidentes de tránsito y con ello consecuencias fatales producidas por negligencia humana.

#### **Señales de prevención**

Estas señales contribuyen en advertir a los usuarios de la vía de la existencia de un peligro y la naturaleza de esta. Según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, las señales preventivas deben ir a 60 metros del peligro que se quiere advertir, esto está en función a la velocidad límite del diseño de la carretera, en este caso nuestro de 30 km/hr [21].

#### **Señales de información:**

Las señales de información tienen como finalidad informar a los conductores acerca de los puntos importantes de la carretera como lugares, sitios arqueológicos, puentes, ríos, etc [21].

Las señales que se usarán en el proyecto son las de localización, las cuales informan al conductor las localidades o poblaciones más relevantes de la carretera.

Las señales informativas serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal y de dimensiones variables según el mensaje a transmitir.

### **3.2.12 Especificaciones técnicas**

Son el conjunto de dimensiones, recomendaciones constructivas, estándares de calidad y características técnicas que definen completamente a una partida y a todos los elementos que la componen. Cumpliendo siempre con las normas respectivas y sin dar lugar a confusiones o interpretaciones múltiples.

#### **Definición de la partida**

Describe la denominación adecuada conforme a la descripción y el procedimiento constructivo.

#### **Descripción de la partida**

Comprende la descripción detallada de la partida y lo que ella abarca, cumpliendo obligatoriamente con las recomendaciones del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para construcción, dadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

#### **Calidad de los materiales**

##### **Equipos**

Deben informar las características generales de los equipos: modelo, potencia, capacidad, tipo de trabajo, rendimiento. Así como, el tipo de trabajo y el rendimiento pueden ser omitidos si son especificados en los costos unitarios.

#### **Método de Construcción**

La descripción clara e indicaciones del proceso que se va a realizar desde el inicio de la actividad, los pasos a seguir, hasta tener el trabajo terminado. El método constructivo depende del volumen de la partida a ejecutar, depende del tiempo que se dispone, del factor del clima, factor político.

## **Sistema de control de calidad**

Comprende el control técnico correspondiente al control de calidad de los materiales, ensayos de laboratorio, resistencias mínimas. Así mismo, el control de ejecución, de tiempos, de condiciones iniciales, controles ambientales y de seguridad.

## **Método de medición**

Describe el momento en el que se va a medir la partida, la habilitación, la colocación, suministro, término, etc. Por lo general, se realizarán los pagos por unidad de medida de cada partida ejecutada.

### **3.2.13 Metrados**

Es el cómputo o medida de la cantidad de trabajos a realizar en una determinada partida con una unidad de medida específica. Las unidades utilizadas por lo general son el kg, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ml, unidad, pieza y otro que defina adecuadamente dicho metrado.

## **Características de los metrados**

Se recomienda en general que debe ser claro, sencillo y entendible para permitir la verificación de estos. Así mismo, analítico para lo cual se utiliza una metodología.

## **Metodología de los metrados**

En primer lugar, es recomendable verificar que los planos estén debidamente numerados, acotados; además revisar si los planos y detalles de cortes estén correctos y también realizar la compatibilidad de las diferentes especialidades.

Así mismo, debe señalarse con suficiente precisión, los alcances del cómputo efectuado, indicando la zona de metrado y trabajos que se van a efectuar y debe realizarse considerando los procedimientos constructivos.

### **3.2.14 Presupuesto**

Constituye el costo estimado de la obra a ejecutar, el cual está compuesto por el costo directo correspondiente al costo de mano de obra, maquinaria, equipos y materiales; más el costo indirecto del proyecto, constituido por gastos generales y utilidad, a eso se le suma también el IGV. Se recomienda que este no debe tener una antigüedad mayor a 6 meses respecto a la fecha de la convocatoria.

El presupuesto se ajusta al siguiente esquema:

$$PT = (CD + GG + UU) * IGV$$

PT: Presupuesto total

CD: Costo directo del proyecto

GG: Gastos generales

UU: Utilidad

IGV: Impuesto general a las ventas

### **3.2.14.1 Costo directo**

Es la suma del costo de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos y herramientas y todos los elementos requeridos para la ejecución de la obra. Para ello se debe conocer la cantidad de materiales que se va a utilizar para cada partida, el costo de la mano de obra, el costo de los equipos y herramientas, el rendimiento de las cuadrillas para ciertas tareas.

#### **Aporte unitario de materiales**

El aporte unitario es la cantidad de material que interviene en una determinada partida con sus respectivas unidades de medida.

El aporte unitario de concreto se ha determinado a partir del diseño de mezclas, con ayuda de las características físicas y mecánicas de los agregados; indicando el aporte por metro cúbico de bolsas de cemento, piedra chancada, arena gruesa y agua para cada f'c requerido en dicha partida.

Del mismo modo, el aporte unitario para encofrados está determinado según las especificaciones recomendadas por CAPECO. Donde se realizó la estimación de la cantidad de madera en pie cuadrado por metro cuadrado de encofrado de cada elemento estructural.

#### **Costo de mano de obra**

El costo de la mano de obra son los sueldos, salarios y obligaciones prestacionales del personal de la fábrica que paga la empresa, así como todas las obligaciones a que den lugar. Se

deben efectuar pagos mensualmente, por parte de la entidad que requiere del servicio de estos trabajadores.

### **Costo de equipos de construcción y herramientas**

Se define como la cantidad de dinero invertido en adquirir, hacer funcionar, realizar el trabajo y mantenerla en buen estado de conservación durante el tiempo que se utilizará en el proyecto.

### **Flete terrestre**

Denominamos flete terrestre al costo adicional generado por el transporte de insumos desde su lugar de fabricación y/o comercialización hasta la ubicación de la obra. En el caso del flete terrestre depende de la carretera en el que debe considerarse los siguientes parámetros. Si es asfaltada, afirmada o trocha, la ubicación geográfica (costa, sierra o selva) y la altura sobre el nivel del mar de dicha zona.

### **Análisis de precios unitarios**

En los análisis de precios unitarios realizados para cada partida del presupuesto se deben indicar los costos directos y los costos indirectos, indicando rendimiento y cuadrillas para cada rubro en específico; realizado la conformación del presupuesto con la ayuda de una hoja de cálculo o software de costos y presupuestos.

#### **3.2.14.2 Costos indirectos**

Comprenden todos aquellos gastos en forma enunciativa y no limitativa de los gastos de licitación y contratación; utilizados para la presentación a la licitación y todos los derivados del proceso de contratación y que son aplicables a la obra a contratarse.

#### **Gastos generales**

Comprenden en forma enunciativa y no limitativa, los gastos administrativos que conlleva a la obra, oficina y los gastos financieros necesarios (adelantos, cartas fianza, póliza, etc). Por lo general, el total del monto de gastos generales se calcula como porcentaje del costo directo.

## Utilidad

Este costo indirecto de obra es un monto establecido por el contratista, expresado también como porcentaje del costo directo del presupuesto. Se considera acá los montos de impuestos relativos a la misma utilidad e incluso cubrir pérdidas de otras obras.

## Impuesto General a las Ventas (IGV)

Actualmente en el Perú se aplica una tasa de 8% sobre el valor de las ventas de bienes en el país y sobre la prestación de servicios de carácter no personal en el país. Este porcentaje está compuesto de una tasa de 16% de impuesto general al consumo y una tasa de 2% de Impuesto de Promoción Municipal.

### 3.2.15 Fórmula polinómica

Es la ecuación utilizada para hacer un reajuste del presupuesto de un proyecto en el tiempo. Siendo la fórmula polinómica la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto y está constituida por una sumatoria de términos, denominados monomios que consideran el porcentaje de incidencia y los principales insumos del presupuesto agrupados de acuerdo con su índice unificado.

$$k = a \frac{Jr}{Jo} + b \frac{Mr}{Mo} + c \frac{Er}{Eo} + d \frac{Vr}{Vo} + e \frac{GUr}{GUo}$$

**K:** es el coeficiente de reajuste de valorizaciones de obra, como resultados de la variación de precios de los elementos que intervienen en la construcción, se expresa con aproximación al milésimo.

**A,b,c,d,e:** son cifras decimales con aproximación al milésimo que representan los coeficientes de incidencia en el costo de la obra, de los elementos, mano de obra, materiales, equipo de construcción, varios, gastos generales y utilidad respectivamente.

**Jo, Mo, Eo, Vo, Guo:** son los índices de precios de los elementos, mano de obra, materiales, equipos de construcción. Varios, gastos generales y utilidad, respectivamente, a la fecha del presupuesto base, los cuales permanecen invariables durante la ejecución de la obra.

**Jr, Mr, Er, Vr, Gur:** son los índices de precios de los mismos elementos, a la fecha de reajuste correspondiente.

El número total de monomios que componen la fórmula polinómica se recomienda que no debe exceder de 8 y que el coeficiente de incidencia de cada monomio no debe ser inferior al 5%. Así mismo, cada obra podrá tener hasta un máximo de 4 fórmulas polinómicas.

Por cuestiones de mayor exactitud de aplicación de dicha fórmula, se recomienda tener al menos 5 o 6 monomios. Debe estar agrupado todo lo que es mano de obra, materiales, equipos y gastos generales debidamente ordenados.

### **3.2.16 Programación de Obra**

Con la finalidad de realizar la ejecución de una obra en el menor tiempo posible y con la mayor eficiencia se debe realizar una adecuada programación de obra, planificando y organizando todas las actividades necesarias para la ejecución de dicho proyecto. Existen diversos tipos de técnicas de programación, unas son de fácil elaboración e interpretación, mientras que otras son bastantes útiles pero complejas en su elaboración.

La técnica más usada en la programación de una obra es el diagrama de Gantt o diagrama de barras. Siendo este una herramienta gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de duración de las diferentes tareas o actividades a lo largo de un periodo de tiempo determinado. Indicando a su vez la ruta crítica de actividades, la cual nos da a conocer cuáles son aquellas actividades que indispensablemente se tienen que realizar para poder continuar con la siguiente actividad y de este modo el proyecto no sufra retrasos en su ejecución.

Además, con la finalidad de tener una visión de los costos ejecutados en cada mes por las actividades programadas, se realiza un cronograma valorizado mensual con dicha programación.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Estudio de Tráfico**

#### **4.1.1. Resultados de los conteos volumétricos del estudio de tráfico**

Atendiendo los requerimientos se llevó a cabo una campaña de levantamiento de datos en la carretera Chiclayo – Chota, exactamente en la entrada de Llama, contabilizando de esta forma sólo los vehículos que entran y salen del distrito para que no se genere un tráfico excesivo y desviado que nos aparte de lo real. El periodo levantado corresponde a la fecha mostrada en la tabla a continuación:

Domingo, 12 de agosto del 2018
Lunes, 13 de agosto del 2018
Martes, 14 de agosto del 2018
Miércoles, 15 de agosto del 2018
Jueves, 16 de agosto del 2018
Viernes. 17 de agosto del 2018
Sábado, 18 de agosto del 2018

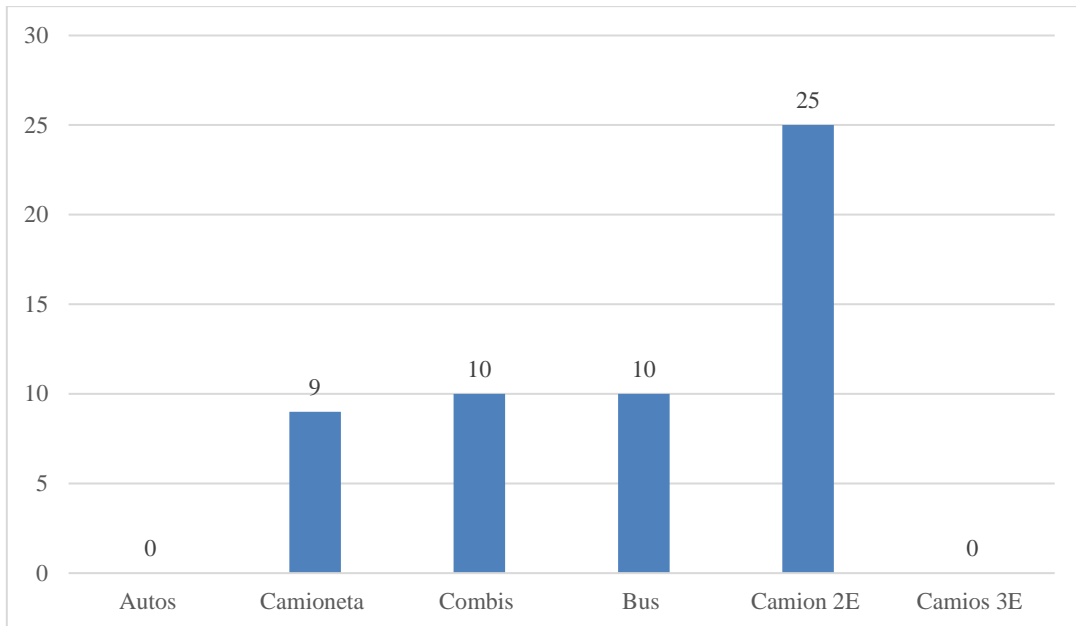
**Tabla. 2.** Periodo de Aforo de tránsito en la Estación: Entrada al distrito de Llama.

#### **4.1.2. Tabulación de la información**

El conteo volumétrico se realizó de forma manual, llevando registros del tráfico por sentido y por hora y su correspondiente clasificación. La información del conteo de tráfico obtenida en campo fue procesada en formatos Excel y en Formatos de Clasificación Vehicular, donde se registran todos los vehículos por hora y día, por sentido (entrada y salida) y por tipo de vehículo. A continuación, se presentan los datos de la estación en el periodo levantado:

Día	Fecha	Sentido	Autos	Camioneta	Combis	Bus	Camion 2E	Camios 3E	TOTAL
<b>Domingo</b>	12-Ago-18	Entrada	0	2	2	2	2	0	<b>8</b>
		Salida	0	1	1	2	3	0	<b>7</b>
		<b>Ambos</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>15</b>
<b>Lunes</b>	13-Ago-18	Entrada	0	0	1	0	1	0	<b>2</b>
		Salida	0	0	1	0	2	0	<b>3</b>
		<b>Ambos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
<b>Martes</b>	14-Ago-18	Entrada	0	0	0	1	0	0	<b>1</b>
		Salida	0	0	0	1	1	0	<b>2</b>
		<b>Ambos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>Miércoles</b>	15-Ago-18	Entrada	0	0	0	0	3	0	<b>3</b>
		Salida	0	0	0	0	2	0	<b>2</b>
		<b>Ambos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
<b>Jueves</b>	16-Ago-18	Entrada	0	0	0	0	1	0	<b>1</b>
		Salida	0	0	0	0	1	0	<b>1</b>
		<b>Ambos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>Viernes</b>	17-Ago-18	Entrada	0	3	1	1	2	0	<b>7</b>
		Salida	0	1	2	1	2	0	<b>6</b>
		<b>Ambos</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>13</b>
<b>Sábado</b>	18-Ago-18	Entrada	0	0	0	1	3	0	<b>4</b>
		Salida	0	2	2	1	2	0	<b>7</b>
		<b>Ambos</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>11</b>
<b>TOTAL</b>			<b>0</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>54</b>

Tabla. 3. Resultados del Conteo vehicular.



**Gráfico. 1.** Volumen de Vehículos.

Según los resultados del tráfico indica que en la semana la mayor cantidad de vehículos que pasaron fueron camiones 2E, seguidos de 10 buses y 10 combis.

#### **4.1.3. Factor de Correlación estacional**

Los factores de corrección se han tomado de la “Guía simplificada de Caminos” [9]; en la cual ponen al alcance los factores de corrección de las diversas estaciones a nivel nacional tanto para vehículos pesados como para vehículos ligeros; siendo así se ha considerado utilizar los factores de corrección de la estación más cercana: Peaje Ciudad de Dios – Desvio Cajamarca – Chilete (Ruta – R – 008), aplicado en el mes de agosto ya que es el mes en el cual se realizó el aforo vehicular. Se contó con dicho peaje debido a la inexistencia de una estación de peaje en la zona en estudio.

MES	Ligeros	Pesados
ENERO	0.98979458	1.008812498
FEBRERO	0.99568264	0.960738677
MARZO	1.07811537	1.080949523
ABRIL	1.05675462	1.057940596
MAYO	1.01028042	1.106455855
JUNIO	1.01317537	1.087974526
JULIO	0.94642656	1.097579117
AGOSTO	0.97500143	0.958345095
SETIEMBRE	1.11299712	0.940683446
OCTUBRE	1.05274846	0.94346724
NOVIEMBRE	1.02058984	0.968021403
DICIEMBRE	0.86050122	0.974525065

**Tabla. 4.** Factores de corrección 2000-2010 – Estación de peaje Ciudad de Dios – Información de peaje – Provias Nacional – MTC 2000 – 2010.

#### 4.1.4. Cálculo del índice medio diario semanal (IMDs)

Con los datos anteriores se calcula el tránsito promedio diaria semanal. El índice medio diario semana se calcula con la siguiente formula:

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

Como resultado tenemos el cálculo del IMDs y tráfico actual por tipo de vehículo que se muestra en la siguiente tabla.

DÍAS DE LA SEMANA	TRAFICO LIVIANO			TRAFICO PESADO			TOTAL
	AUTOS	CAMIONETAS		BUS	CAMIONES		
	AUTO	PICK-UP	COMBI	BUS	2 EJES	3 EJES	
							
Domingo	0	3	3	4	5	0	15
Lunes	0	0	2	0	3	0	5
Martes	0	0	0	2	1	0	3
Miércoles	0	0	0	0	5	0	5
Jueves	0	0	0	0	2	0	2
Viernes	0	4	3	2	4	0	13
Sábado	0	2	2	2	5	0	11
<b>TOTAL SEMANAL</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>54</b>

<b>IMDs= Suma/7</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
---------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

**Tabla. 5.** Resultados obtenidos del Índice medio diario semanal (IMDs)

#### 4.1.5 Cálculo del índice medio diario Anual (IMDa)

Con los datos anteriores y utilizando los factores de corrección estacional para cada tipo de vehículo se calcula el tránsito promedio diaria semanal. El índice medio diario anual se calcula con la siguiente formula:

$$\text{IMDa} = \text{IMDs} * \text{FC}$$

Como resultado tenemos el cálculo del IMDa y tráfico actual por tipo de vehículo que se muestra en la siguiente tabla.




DÍAS DE LA SEMANA	TRAFICO LIVIANO			TRAFICO PESADO			TOTAL
	AUTOS	CAMIONETAS		BUS	CAMIONES		
	AUTO	PICK-UP	COMBI	BUS	2 EJES	3 EJES	
							
Domingo	0	3	3	4	5	0	15
Lunes	0	0	2	0	3	0	5
Martes	0	0	0	2	1	0	3
Miércoles	0	0	0	0	5	0	5
Jueves	0	0	0	0	2	0	2
Viernes	0	4	3	2	4	0	13
Sábado	0	2	2	2	5	0	11
<b>TOTAL SEMANAL</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>54</b>
<b>IMDs= Suma/7</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
<b>IMDa</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>7</b>

Tabla. 6. Resultados obtenidos del Índice Medio Diario Anual.

#### 4.1.6. Horizonte del proyecto

El periodo de diseño previsto para esta carretera es de 20 años, ya que se trata de una carretera de tercera clase a nivel de superficie de rodadura estabilizada; es decir la inversión inicial que se realiza y el contar con un mantenimiento rutinario adecuado de este, permite que, durante 20 años, la carretera se encuentre transitable.

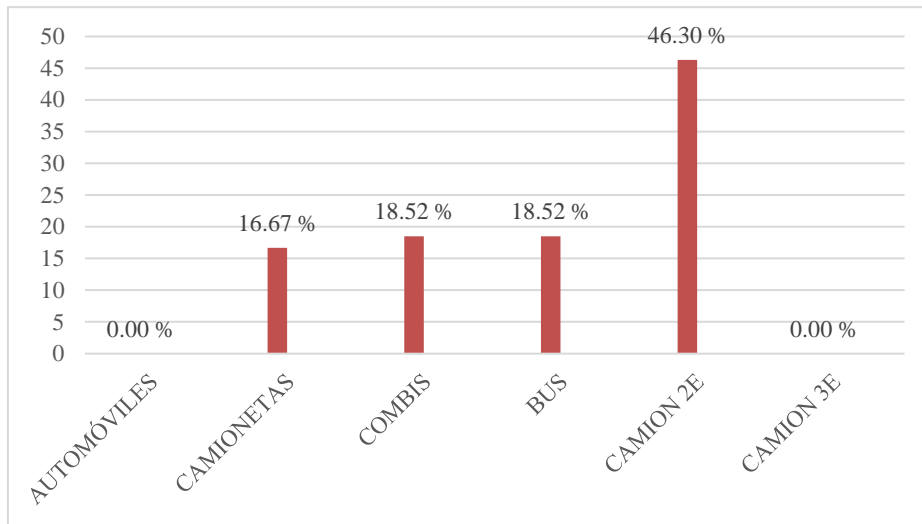
#### 4.1.7. Análisis de la demanda

##### Demanda Actual de tránsito vehicular

La demanda actual de tránsito vehicular es la que obtenemos de campo después de realizar el conteo, en la siguiente tabla y gráfico se muestran la distribución de los datos de campo obtenidos.

TIPO DE VEHÍCULO	IMD	DISTRIBUCIÓN (%)
AUTOMÓVILES	0	0.00 %
CAMIONETAS	9	16.67 %
COMBIS	10	18.52 %
BUS	10	18.52 %
CAMION 2E	25	46.30 %
CAMION 3E	0	0.00 %
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>100.00 %</b>

**Tabla. 7.** Distribución de los resultados obtenidos en campo.



**Gráfico. 2.** Distribución del Tránsito Vehicular.

### **Demanda futura: Tránsito vehicular – proyección del tráfico sin proyecto**

Para hacer la proyección de la demanda y contando con la tasa de crecimiento del PBI departamental del 7.10%, que se ha tomado como la tasa de crecimiento para vehículos de transporte de carga y contando con la tasa de crecimiento poblacional de 0.90% para vehículos de transporte de pasajeros.

Para las proyecciones del tráfico se ha utilizado la siguiente fórmula:

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

Tn = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

<b>VEHÍCULO</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>	<b>Año 11</b>	<b>Año 12</b>	<b>Año 13</b>	<b>Año 14</b>	<b>Año 15</b>	<b>Año 16</b>	<b>Año 17</b>	<b>Año 18</b>	<b>Año 19</b>	<b>Año 20</b>
AUTOMÓVILES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMIONETAS	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11
COMBIS	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12
BUS	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12
CAMION 2E	25	25	27	29	31	33	35	38	40	43	46	50	53	57	61	65	70	75	80	86	92
CAMION 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	54	56	58	60	62	64	69	72	75	78	82	85	89	93	97	102	109	114	121	127

**Tabla. 8.** Proyección del tráfico normal.

### **Demanda futura: Tránsito vehicular – proyección del tráfico con proyecto**

Para hallar el tránsito vehicular además de tener en cuenta la proyección normal, si tiene en cuenta también:

Proyección del tráfico generado: El tráfico generado corresponde a aquel que no existe en la situación sin proyecto, pero que aparecerá como consecuencia de una mejora de las condiciones de transitabilidad de la infraestructura. En este caso, de acuerdo con la experiencia de otros proyectos de construcción de carreteras nuevas, se considera que el tráfico generado sería consecuencia de un mayor intercambio comercial, menor tiempo de viaje y distancia de recorrido entre principales poblaciones del área de influencia directa e indirecta. Para el cálculo del tráfico generado, se consideró para nuestro estudio un 15% de tráfico generado según MTC [23].

Con el mejoramiento del tramo de la carretera en estudio, la frecuencia del flujo de vehículos se incrementará por las mejores condiciones de servicio de la vía, como consecuencia del mayor intercambio comercial y la mayor dinámica de la actividad económica en el área de influencia. Los resultados de la proyección del tráfico generado por períodos y por tipo de vehículo se muestran a continuación:

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>	<b>Año 11</b>	<b>Año 12</b>	<b>Año 13</b>	<b>Año 14</b>	<b>Año 15</b>	<b>Año 16</b>	<b>Año 17</b>	<b>Año 18</b>	<b>Año 19</b>	<b>Año 20</b>
<b>TRÁFICO NORMAL</b>	54	54	56	58	60	62	64	69	72	75	78	82	85	89	93	97	102	109	114	121	127

AUTOMÓVILES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAMIONETAS	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11
COMBIS	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
BUS	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
CAMION 2E	25	25	27	29	31	33	35	38	40	43	46	50	53	57	61	65	70	75	80	86	92	92
CAMION 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>	<b>Año 11</b>	<b>Año 12</b>	<b>Año 13</b>	<b>Año 14</b>	<b>Año 15</b>	<b>Año 16</b>	<b>Año 17</b>	<b>Año 18</b>	<b>Año 19</b>	<b>Año 20</b>	
<b>TRÁFICO GENERADO</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	
AUTOMÓVILES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMIONETAS	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
COMBIS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
BUS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CAMION 2E	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	8	8	9	9	10	11	11	12	13	14	14
CAMION 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>	<b>Año 11</b>	<b>Año 12</b>	<b>Año 13</b>	<b>Año 14</b>	<b>Año 15</b>	<b>Año 16</b>	<b>Año 17</b>	<b>Año 18</b>	<b>Año 19</b>	<b>Año 20</b>
<b>TRÁFICO DESVIADO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
AUTOMÓVILES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMIONETAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COMBIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>IMD TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>64</b>	<b>67</b>	<b>69</b>	<b>71</b>	<b>74</b>	<b>79</b>	<b>83</b>	<b>86</b>	<b>90</b>	<b>94</b>	<b>98</b>	<b>102</b>	<b>107</b>	<b>112</b>	<b>117</b>	<b>125</b>	<b>131</b>	<b>139</b>	<b>146</b>

**Tabla. 9.** Proyección del tráfico con proyecto.

### Balance de la oferta y la demanda

Teniendo todos los datos procesados y haciendo uso de los resultados obtenidos en los cálculos anteriores, finalmente procedemos a realizar un análisis de oferta y demanda de estos resultados para tener idea del déficit o brecha que existe. A continuación, se tiene los resultados de este análisis:

TIPO DE VEHICULO	DEMANDA NORMAL	DEMANDA PROYECTADA		DEFICIT O BRECHA
		SIN PROYECTO	CON PROYECTO	
AUTOMÓVILES	0	0	0	0
CAMIONETAS	9	11	13	4
COMBI	10	12	14	4
BUS	10	12	14	4
CAMION 2E	25	92	106	81
CAMION 3E	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>127</b>	<b>147</b>	<b>93</b>

Tabla. 10. Déficit o Brecha del proyecto en estudio.

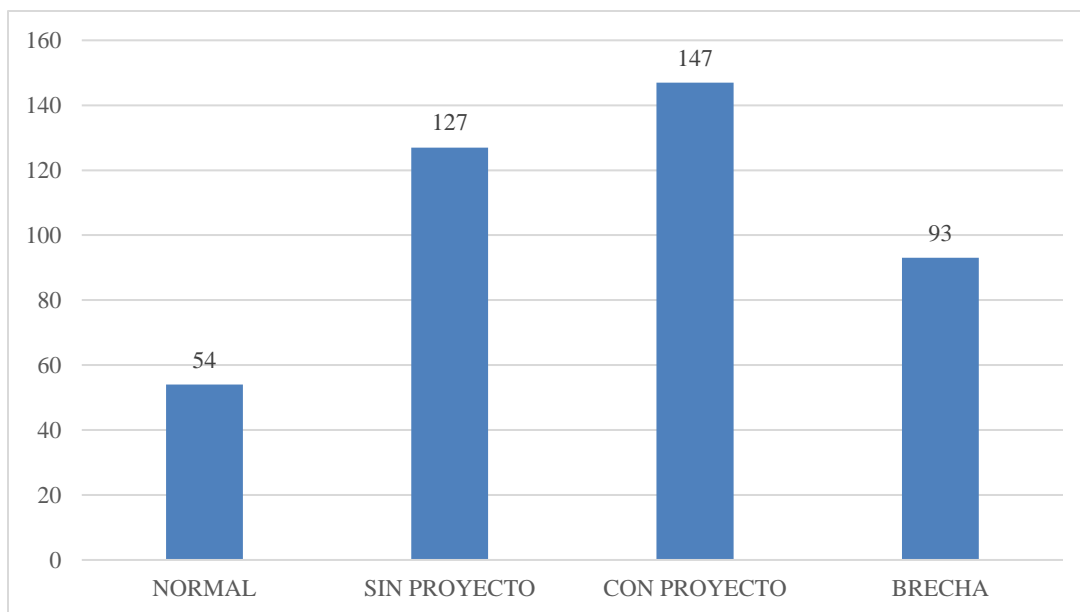


Gráfico. 3. Balance de la Oferta y la Demanda.

Como resultado obtenemos IMDa considerado para clasificar nuestra carretera de 146 veh/día, es un tráfico de bajo volumen de tránsito que según el Manual de Diseño de Carreteras, se clasificaría como una trocha carrozable, cabe recalcar que se ha considerado realizar el diseño geométrico como una carretera de tercera clase para mejor beneficio de la población y exista un servicio que brinde mayor seguridad a la comunidad. Claro está que no todos los parámetros básicos establecidos por una carretera de tercera clase van a cumplir, y esto debido al terreno accidentado y escarpado que se observó en el reconocimiento del terreno y más adelante se comprobó en el estudio topográfico. Pero se trató de cumplir en lo mayor posible con dichos parámetros.

#### **4.2. Estudio de Rutas**

Para el estudio de rutas se utilizó el método de puntos para dar a escoger la mejor alternativa, y se realizó el procedimiento de tal manera de evaluar técnica, económica y ambientalmente la mejor alternativa, se usaron criterios de diseño básicos para ambas alternativas de acuerdo a nuestro tipo de carretera que da como resultado de la clasificación por IMDA y por orografía:

- IMDA: 146 veh/día.
- Tipo de carretera: Tercera clase.
- Orografía: 3.
- Velocidad de diseño: 30 km/hr.
- Calzada: 3.00m
- Capa: 0.20m

#### **4.2.1 Evaluación Técnica**

##### **4.2.1.1. Pendientes de diseño para cada alternativa**

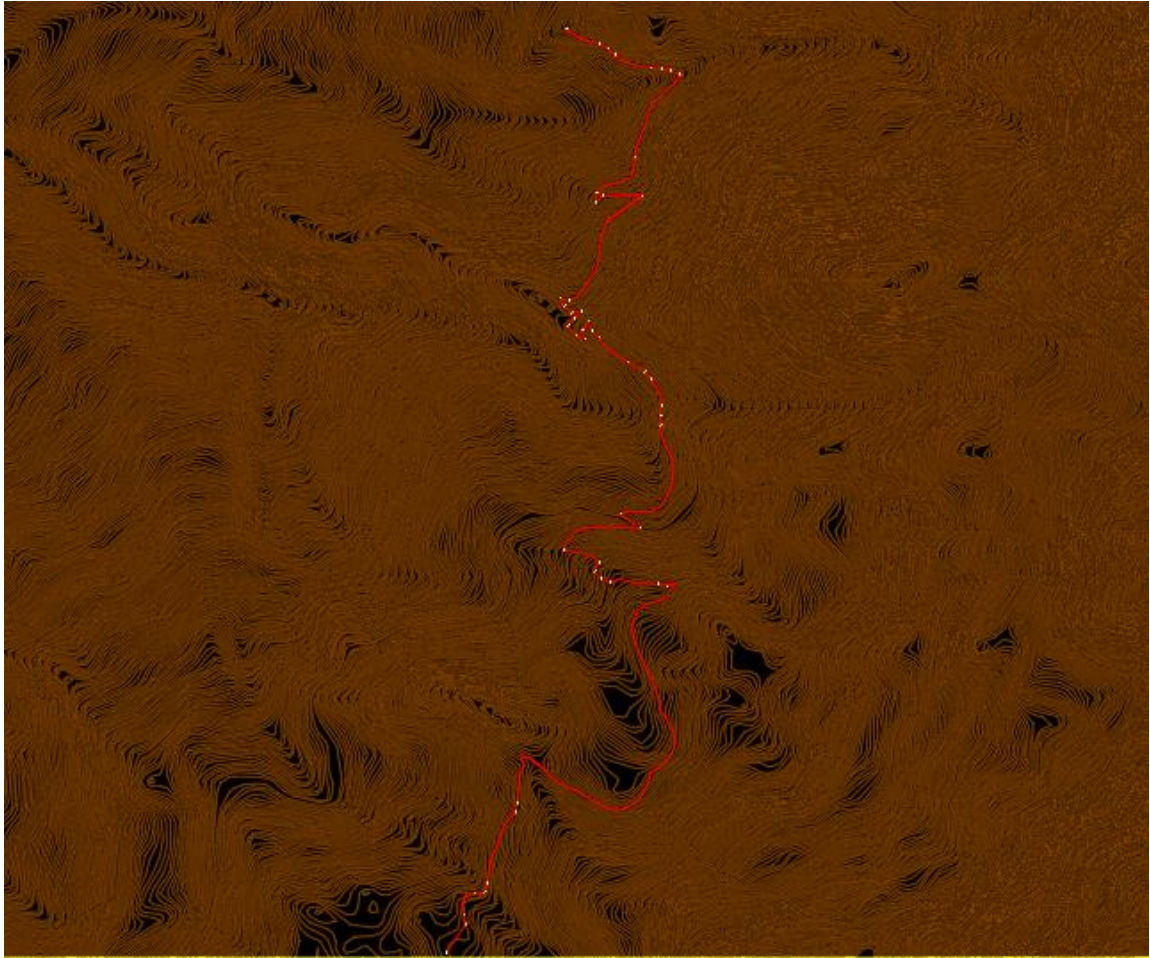
De acuerdo a la tabla 303.01 de la DG – 2018, nos muestra la pendiente máxima que puede desarrollar una carretera, de acuerdo a su orografía, pendiente máxima. Para nuestro tipo de carretera, la pendiente máxima es del 10%.

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: 30 km/h																			10.00	10.00
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	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		
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	6.00	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		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/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																			

Tabla. 11. Pendientes Máximas – Fuente DG 2018.

### Alternativa 1

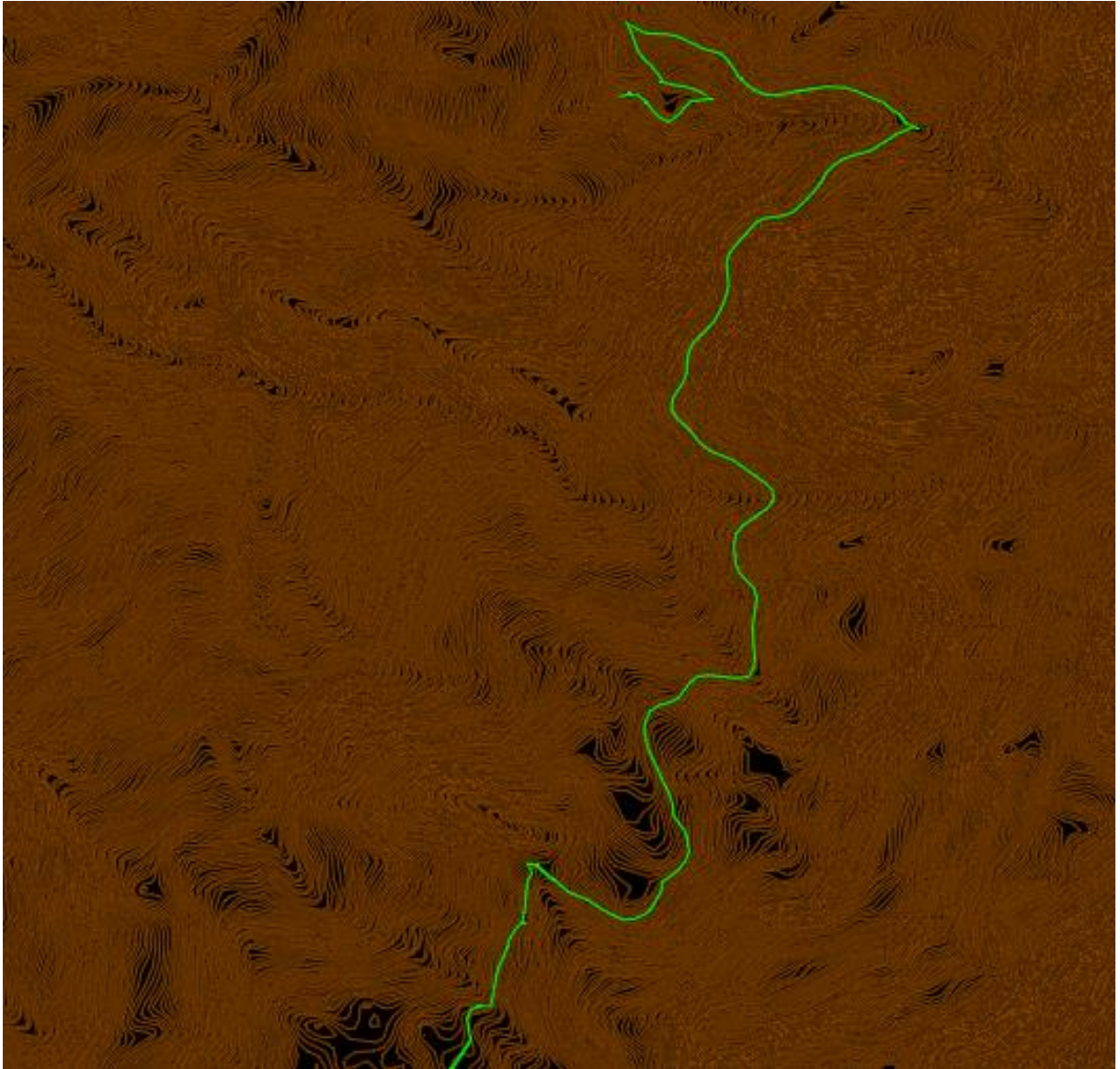
La pendiente máxima es del 10%. Por fines prácticos, el diseño preliminar de esta alternativa se trató de realizar en la posibilidad que el terreno lo permita una pendiente del 5%, contando con tramos accidentados y escarpados se tomó un valor de 10% y en tramos críticos incluso un poco mayor. Esto debido a la forma de las curvas de nivel que te obligan a dar la vuelta de manera brusca debido a la orografía (Ver Tabla. 132 en anexos). Para mejor detalle ver plano (PR 01).



**Fig. 6.** Alineamiento horizontal de la primera alternativa.

### **Alternativa 2**

La pendiente máxima es del 10%. Por fines prácticos, el diseño preliminar de esta alternativa se trató de realizar con el criterio de mejorar la alternativa 1 y buscar pendientes en su mayoría del orden del 5%, lo que nos lleva a tener un mayor desarrollo, pero mejores pendientes, contando tan sólo con algunos tramos críticos que se tomó la pendiente del orden del 10% (Ver Tabla. 133 en anexos). Para mejor detalle ver plano (PR 02).



**Fig. 7.** Alineamiento horizontal de la segunda alternativa.

### **Alternativa 1 Y 2**

Para un mejor entendimiento podemos observar los dos trazos realizados, donde la alternativa 1 es la roja y la alternativa 2 es la verde. Para mejor detalle ver plano (PR03).

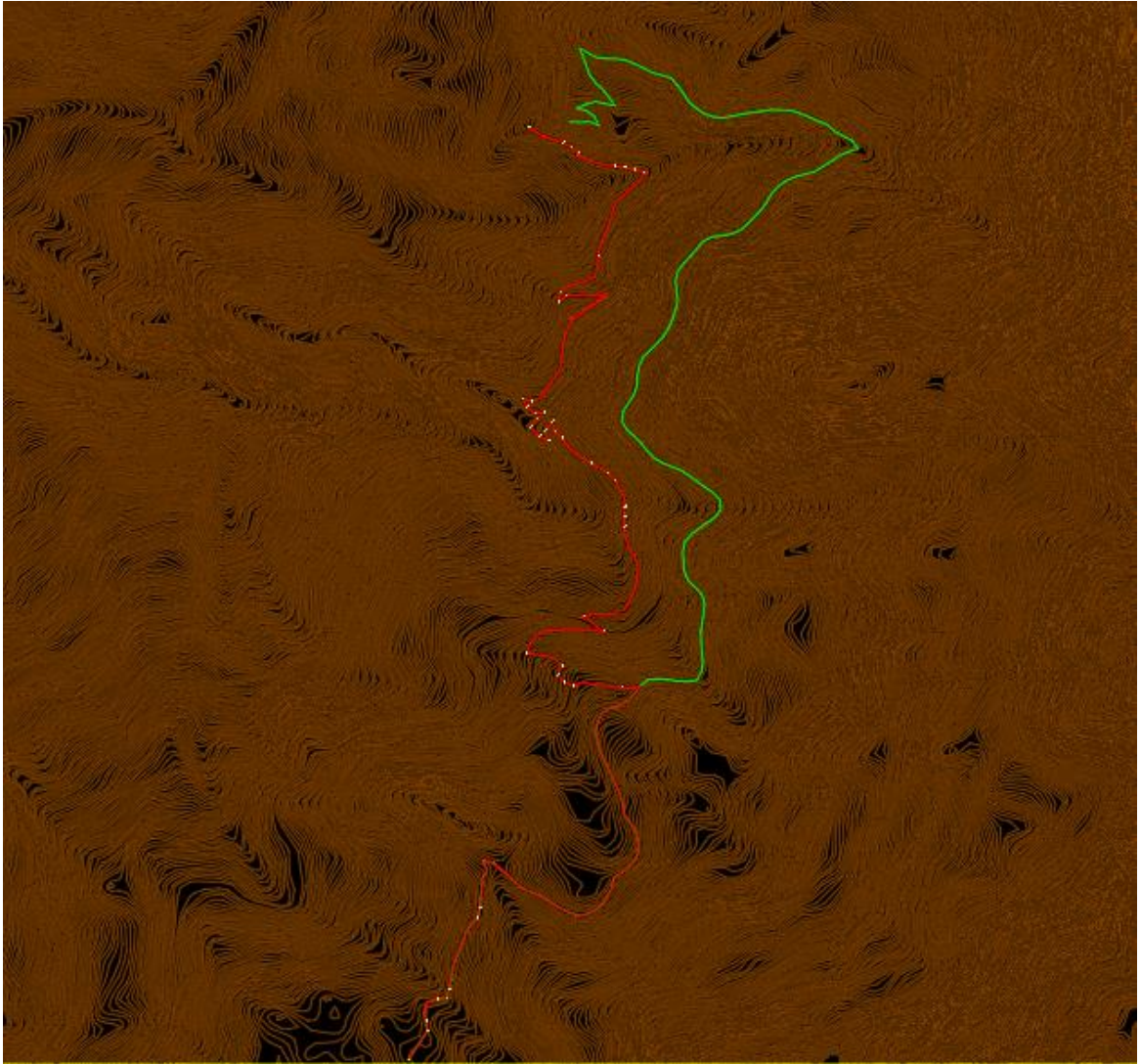


Fig. 8. Alineamientos horizontales de ambas alternativas.

#### 4.2.1.2. Comparación de pendientes de alineamientos preliminar de ambas rutas

Una vez realizado las líneas gradientes de ambas rutas se procede a sacar una tabla de resumen de ambas alternativas dónde observamos los tramos con sus respectivas distancias acumuladas que tengan la misma pendiente (Ver Tabla. 134 en anexos), donde se observan pendientes mucho mayores al 5% en la gradiente de la Ruta 1 y en tramos largos, por el contrario, en la Ruta 2 existen menos pendientes mayores del 5% y en caso existan es en distancias menores a la Ruta 1. Debido a que cada alternativa cuenta con diferente número de tramos se procedió a sacar la pendiente ponderada de cada alternativa, esto resulta de multiplicar la distancia por la pendiente con valor absoluto, hacer una sumatoria de todo ello y dividirlo entre su longitud total, dando como resultado lo que se muestra a continuación:

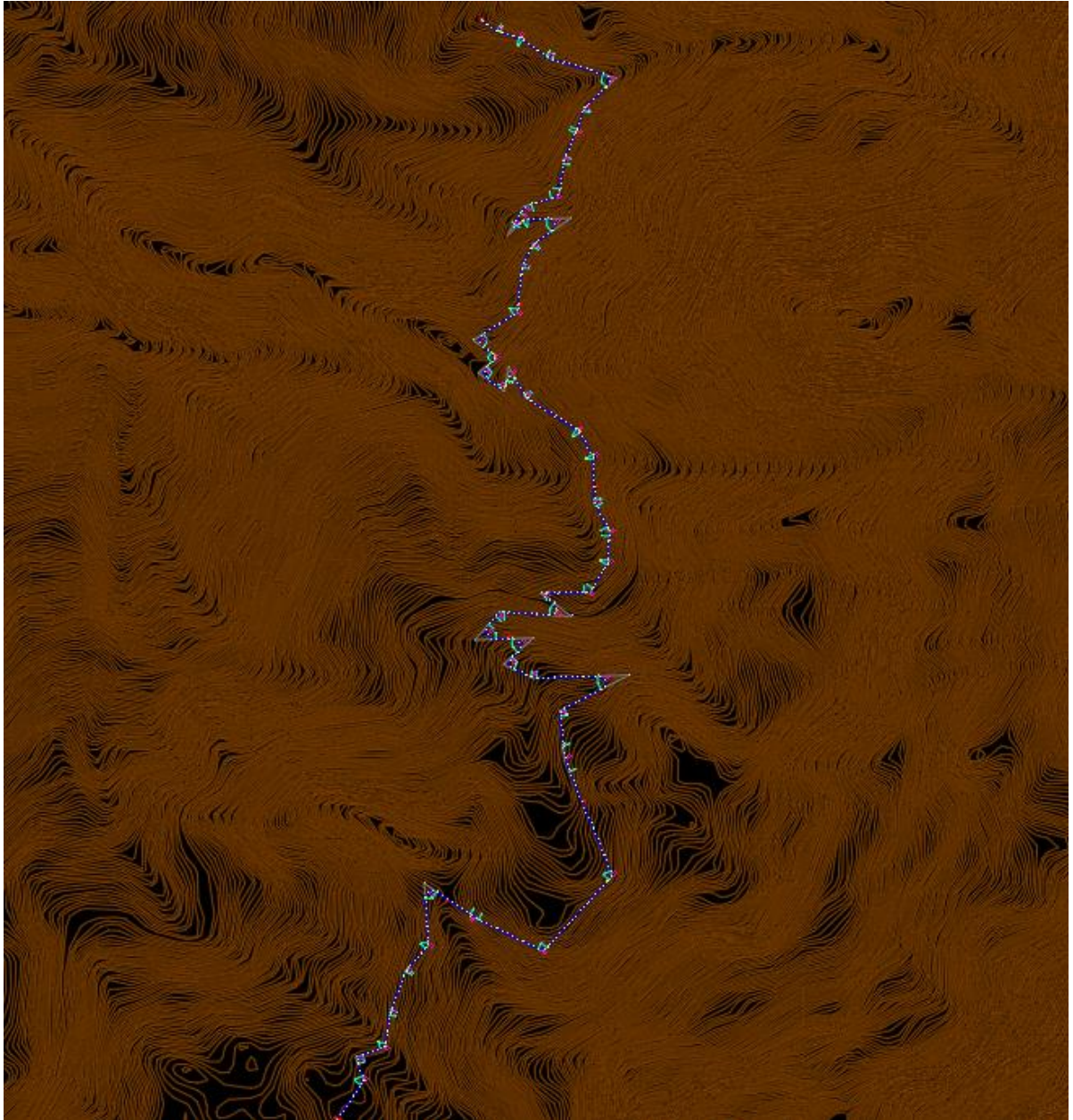
<b>COMPARACIÓN ENTRE PENDIENTES PONDERADAS PARA EL ALINEAMIENTO PRELIMINAR</b>	
<b>RUTA 1</b>	<b>RUTA 2</b>
<b>6.94 %</b>	<b>5.39 %</b>
0	1

**Tabla. 12.** Resultado de pendientes ponderadas de ambas alternativas.

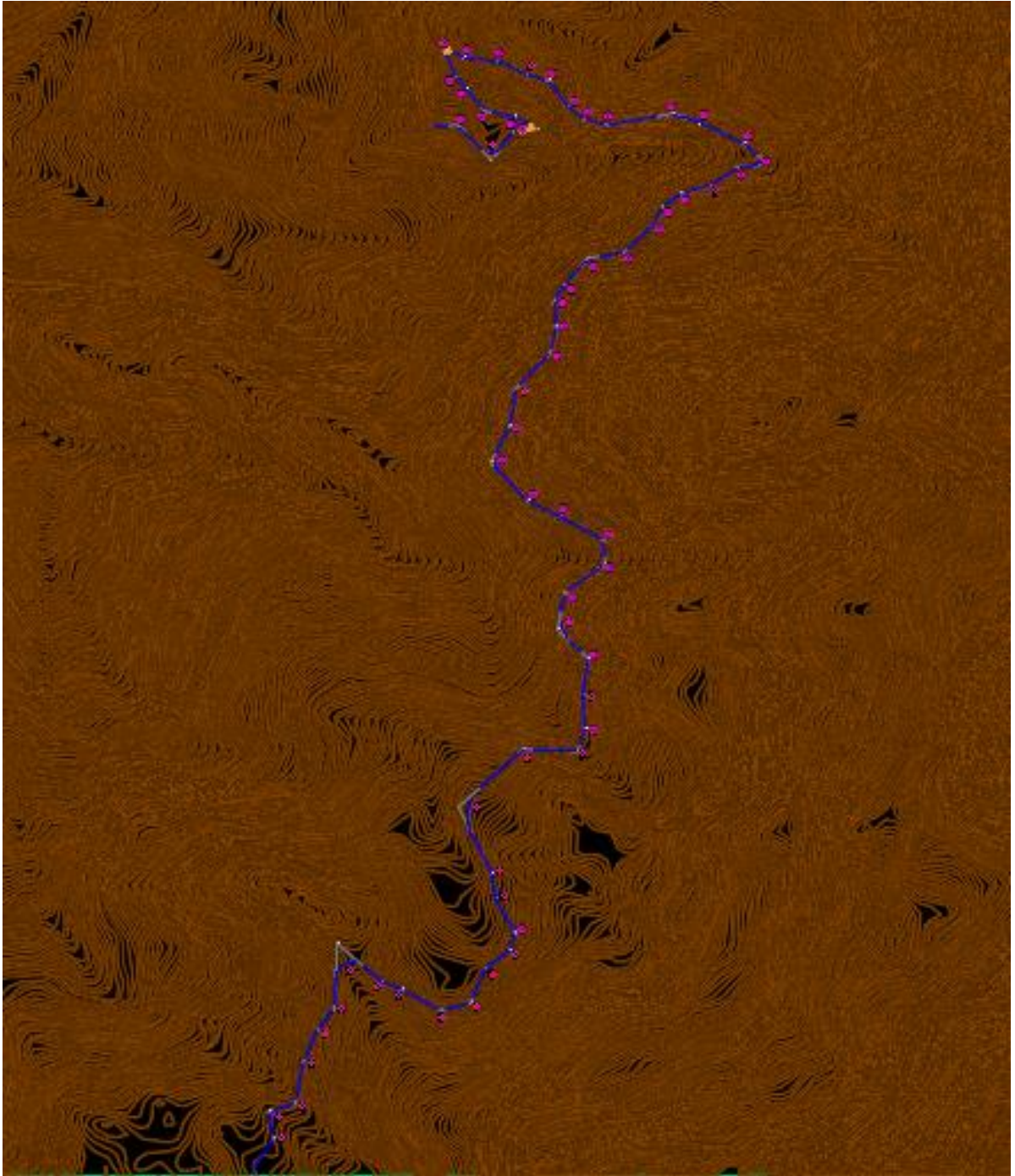
Se le brinda un punto para la ruta 2, debido a que cuenta con una pendiente ponderada menor a la de la ruta 1.

#### **4.2.1.3. Alineamiento definitivo de cada alternativa**

Se trazo el alineamiento definitivo de ambas alternativas, haciendo uso del programa civil 3D, dónde se tuvo en cuenta consideraciones básicas de diseño geométrico, de igual manera se realizó un perfil y se creó un corredor con características básicas de diseño (ancho de carril de 3.00 m, una capa de 0.20m y bombeo de 2%), para posteriormente hacer una evaluación de la ruta más óptima teniendo en cuenta radios, necesidad de espirales, longitud, tramos tangente, volúmenes de corte y relleno. Para mejor detalle de alineamientos ver planos (PR 04 y PR 05). El alineamiento definitivo se trazó con el criterio de reducir picos de curvas muy cerradas y tratando de reducir el número de curvas. Se obtuvo como resultado lo siguiente:



**Fig. 9.** Alineamiento definitivo de la alternativa 1.



**Fig. 10.** Alineamiento definitivo de la alternativa 2.

#### 4.2.1.4. Longitud y tiempo de viaje

La longitud es un factor fundamental para determinar la viabilidad de un camino, puesto que lo que se busca es reducir lo más posible el tiempo de viaje entre 2 puntos. Para este estudio de rutas se asume una velocidad de marcha para las dos alternativas, para estimar el tiempo de viaje lo cual está directamente relacionado con la longitud de cada alternativa. Esta velocidad de marcha se extrae de la norma de diseño [4], ver Tabla. 13, la cual es de 27 km/hora para una velocidad de diseño de 30km/hr. La Tabla. 23 muestra la comparación para seleccionar la mejor alternativa.

<b>Velocidad de diseño</b>	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0
<b>Velocidad media de marcha</b>	27.0	36.0	45.0	54.0	63.0	72.0	81.0	90.0	99.0	108.0	117.0
<b>Rangos de velocidad media</b>	25.5 @ 28.5	34.0 @ 38.0	42.5 @ 47.5	51.0 @ 57.0	59.5 @ 66.5	68.0 @ 76.0	76.5 @ 85.5	85.0 @ 95.0	93.5 @ 104.5	102.0 @ 114.0	110.5 @ 123.5

**Tabla. 13.** Velocidades de marcha teóricas en función de la velocidad de diseño (km) – Fuente DG 2018.

Alternativa	Longitud (km)	Velocidad de Marcha (km/h)	Tiempo de viaje		Puntaje
			Horas	Minutos	
<b>Ruta 1</b>	6.624	27	0.245	14.72	1
<b>Ruta 2</b>	7.80907	27	0.289	17.35	0

**Tabla. 14.** Resultados del tiempo de viaje de ambas alternativas

Se observa que la diferencia en minutos es mínima por lo que el puntaje obtenido por cualquiera de las dos rutas sería indiferente y se tendrían en cuenta otros factores técnicos de mayor relevancia.

#### 4.2.1.5. Comparación entre número de radios y cumplimiento con la norma DG – 2018

Según el capítulo 3, radios mínimos de la norma [4], el radio mínimo para una carretera clasificada como trocha carrozable según el IMD de 146 veh/día y asumida como una carretera de Tercera Clase, el radio mínimo redondeado sería de 25 m. Se obtuvo de programa civil 3D los radios de ambas alternativas y se evaluaron dos casos: la cantidad de radios que tenían (peso 1) y la cantidad estos que no cumplían con la norma (peso 2) [4] (Ver Tabla. 135 en anexos). Del análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

<b>NÚMERO DE RADIOS (PESO = 1)</b>	
<b>RUTA 1 PI-47</b>	<b>RUTA 2 PI-62</b>
1	0

**Tabla. 15.** Cantidad de radios de ambas alternativas.

<b>PORCENTAJE DE RADIOS QUE NO CUMPLEN CON EL REGLAMENTO (PESO = 2)</b>	
<b>RUTA 1 19.15 %</b>	<b>RUTA 2 6.45 %</b>
0	2

**Tabla. 16.** Porcentaje de radios que no cumplen con la norma DG – 2018.

Se le brinda peso 1 a la evaluación de número de radios y 2 a la evaluación de radios que cumplen con la norma de diseño [4], esto debido a que de nada sirve que tenga menos radios si en realidad lo más importante es que cumplan con la norma para evitar accidentes de tránsito.

#### **4.2.1.6. Comparación entre radios que necesitan espiral**

Según la norma DG – 2018 [4], ver la Tabla. 28, para una velocidad de diseño de 30 km/hora, las curvas de radio menores de 55 metros necesitan un diseño de espiral. Con la tabla de radios obtenido del civil 3D se procedió a resaltar con color amarillo los radios que necesitan espiral de ambas rutas (Ver Tabla. 136 en anexos). Debido a que nuestras alternativas cuentan con distinto número de radios, se sacó el porcentaje de radios que necesitan espiral en ambas rutas, para hacer una comparación más justa. Los resultados se detallan a continuación:

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

**Tabla. 17.** Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase – Fuente DG 2018.

<b>PORCENTAJE DE RADIOS QUE NECESITAN DE ESPIRAL</b>	
<b>RUTA 1</b>	<b>RUTA 2</b>
<b>80.85 %</b>	<b>45.16 %</b>
0	1

**Tabla. 18.** Porcentaje de radios que necesitan espiral de ambas alternativas.

#### 4.2.1.7. Comparación entre longitudes de tramos en tangente de ambas rutas

Las longitudes mínimas han sido sacadas del reglamento DG- 20 18 [4]. Para una velocidad de diseño de 30 km/hora tenemos una longitud mínima para un alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario de 42 m, una longitud mínima para alineamientos recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido de 84 m, y una longitud máxima deseable de 500 m. Definido esto se procedió a calcular las distancias entre radios y a ver sus sentidos para hacer las verificaciones que la norma estipula (Ver Tabla. 137 en anexos). Debido a que nuestras alternativas cuentan con distinto número de tramos tangente, se sacó el porcentaje de tramos tangente que no cumplen con la norma [4] en ambas rutas, para hacer una comparación más justa. Obtuvimos como resultado lo que se muestra a continuación:

<b>PORCENTAJE DE TRAMOS TANGENTE QUE NO CUMPLEN CON EL REGLAMENTO DG – 2018</b>	
<b>RUTA 1</b>	<b>RUTA 2</b>
<b>28.26 %</b>	<b>26.23 %</b>
0	1

**Tabla. 19.** Porcentaje de tramos tangente que no cumplen con la norma DG – 2018.

#### 4.2.1.8. Perfiles

Ya contando con el alineamiento definitivo de ambas rutas, se procedió a crear sus perfiles de ambos alineamientos obteniendo como resultado lo que se muestra continuación. Para mayor detalle ver planos (PR 06 y PR 07).

## Alternativa 1

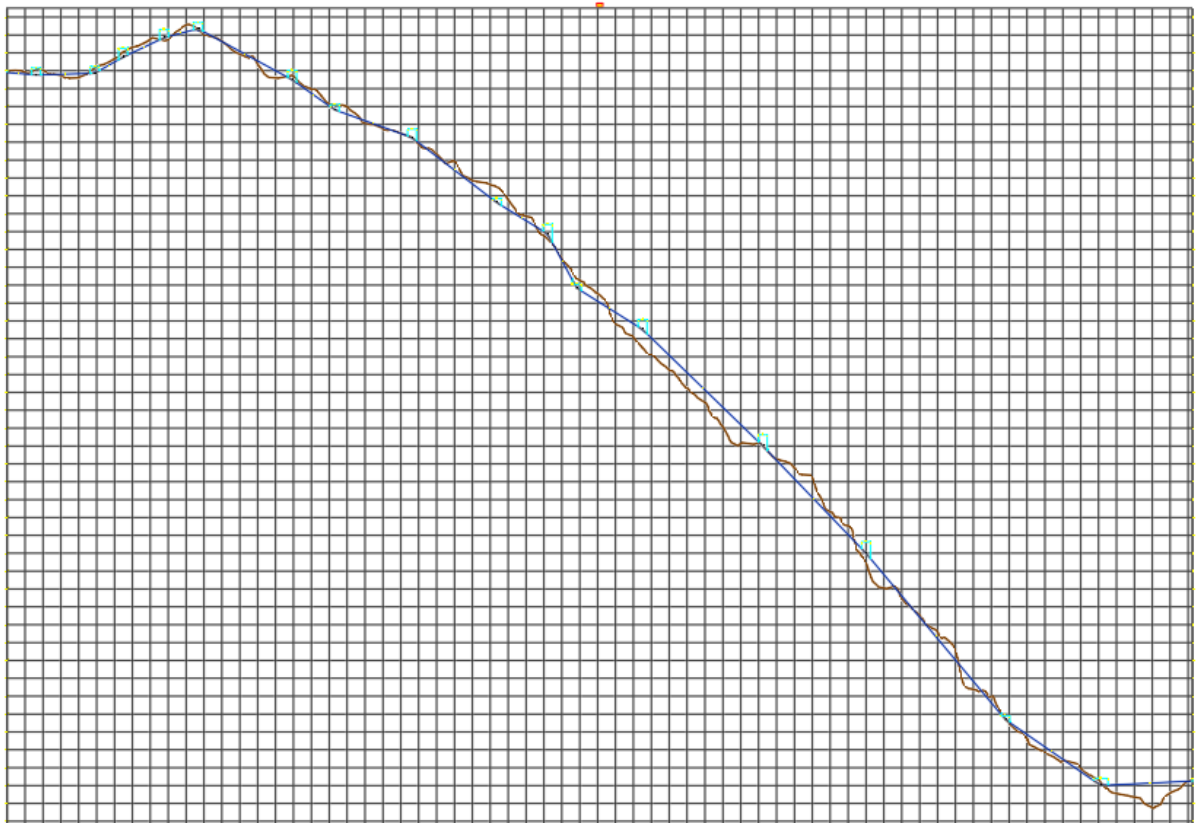


Fig. 11. Perfil de alternativa 1.

## Alternativa 2

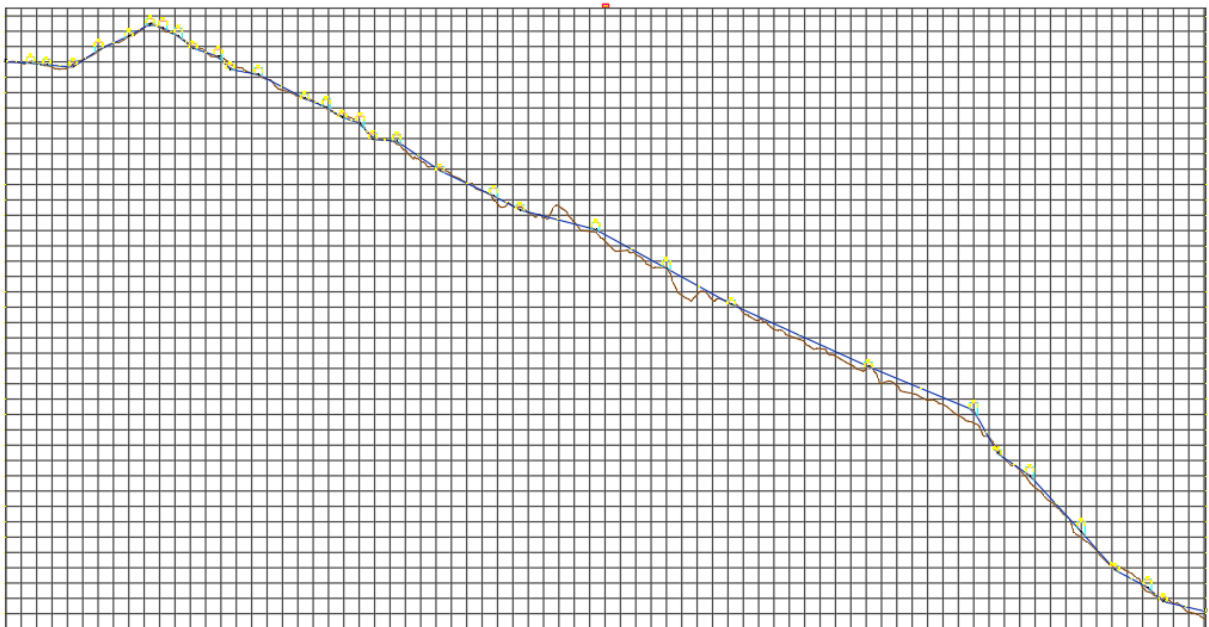


Fig. 12. Perfil de alternativa 2.

A simple vista se observa que la alternativa 2 es la más adecuada en cuanto a pendientes, pero se procedió a realizar un análisis más exhaustivo de dichos perfiles realizando algunos cálculos con la finalidad de demostrar con números que la alternativa de diseño 2 es la más adecuada.

#### 4.2.1.9. Comparación entre pendientes de las rasantes de ambas rutas

Contando con una pendiente máxima permitida de diseño de 10% para nuestro tipo de carretera de tercera clase. Por otra parte, se debe tener en cuenta también cuando se empleen pendientes mayores al 10%, los tramos con tales pendientes no excederán los 180 m [4]. Una vez generado el perfil en el programa Civil 3D se sacó una tabla de resultados de la pendiente y distancia de la rasante de ambas alternativas con la finalidad de hacer un análisis comparativo, dicho análisis se realizó con las pendientes ponderadas de ambas rutas obtenida al multiplicar su distancia por su pendiente en valor absoluto, hacer la sumatoria de estas y dividir las entre su longitud total (Ver Tabla. 138 en anexos). A continuación, se presentan los resultados:

COMPARACIÓN ENTRE PENDIENTES PONDERADAS PARA LAS RASANTES DE AMBAS RUTAS	
RUTA 1	RUTA 2
6.84 %	5.36 %
0	1

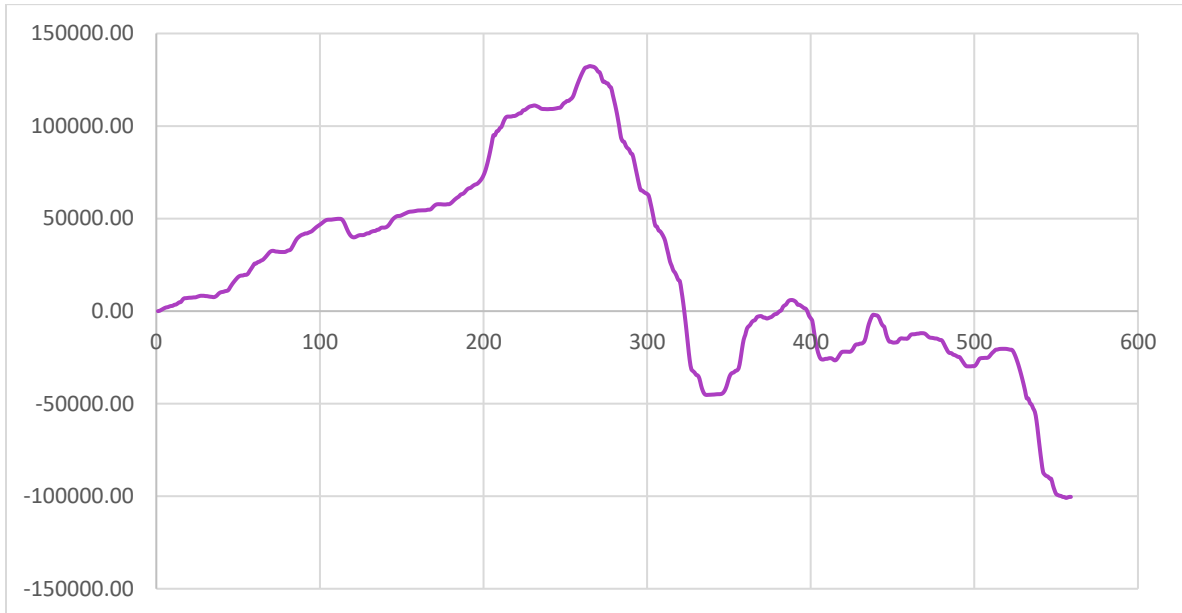
Tabla. 20. Pendientes ponderadas de ambas alternativas.

#### 4.2.1.10. Diagrama de masas

Se muestran los diagramas de masas calculado por el programa AutoCAD Civil 3D con un factor de esponjamiento asumido de 1.40 para el material cortado y un factor de compactación de 0.95 para el material de relleno de ambas rutas. Para obtener dichos volúmenes tanto de relleno como de corte, se procedió a dibujar un ensamble con los parámetros básicos de diseño, sin profundizar mucho en su detalle, debido a que no se conoce aún el tipo de terreno al que nos enfrentamos. Una vez generado el ensamble se procedió a crear un corredor con el ancho mínimo de 3 m para el tipo de carretera que tenemos y finalmente se crearon las secciones transversales. Esto con la finalidad de obtener los volúmenes de corte y relleno para

posteriormente realizar el diagrama de masas en el programa Excel. Los resultados se muestran a continuación:

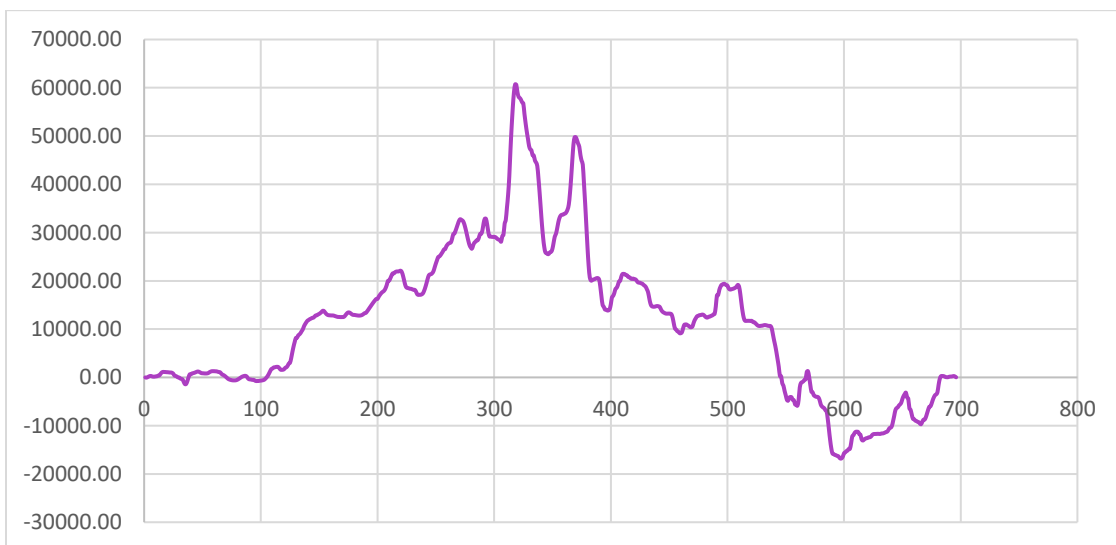
### Alternativa 1



**Gráfico 4.** Diagrama de Masas de la Ruta 1 – Elaboración propia.

El volumen acumulado en la última progresiva es de -100368.91 metros cúbicos de material. La cantidad calculada será uno de los factores a tomar en cuenta en la elección del trazo final.

### Alternativa 2



**Gráfico 5.** Diagrama de Masas Ruta 2 – Elaboración propia.

El volumen acumulado en la última progresiva es de -155971.60 metros cúbicos de material. La cantidad calculada será uno de los factores a tomar en cuenta en la elección del trazo final.

En el diagrama de masas se puede observar la diferencia entre las dos rutas, pero debido a que las dos alternativas cuentan con diferentes cantidades de kilómetros, sería erróneo comparar sus volúmenes acumulados totales, puesto que esto puede dar una percepción equivocada de que ruta genera más movimientos de tierra (una ruta más larga puede que tenga un volumen acumulado mayor, pero no quiere decir que su costo será mayor). Para ellos se divide el volumen acumulado entre la longitud total de la vía. Resultando el movimiento de tierras promedio por kilómetro. A continuación, se muestra la tabla, el cuál compara las dos alternativas, en cuanto a volumen acumulado total y por kilómetro.

Alternativa	Volumen de Material Acumulado (m <sup>3</sup> )	Puntaje	Longitud Total de la vía (km)	Volumen de Material Acumulado por kilómetro (m <sup>3</sup> /km)	Punto
Ruta 1	-100368.91	0	6.624	-15152.311	0
Ruta 2	20.18	1	7.80907	2.585	1

**Tabla. 21.** Volúmenes de material acumulado total y por kilómetro de ambas alternativas.

Se puede notar una gran diferencia entre las dos alternativas; sin embargo, el cambio más dramático es la primera ruta contando con un volumen acumulado de relleno de -15 152,311 m<sup>3</sup>/km, mientras que la ruta 2 tiene un volumen acumulado de corte de 2.585 m<sup>3</sup>/km. Esto se debe a que la ruta 2 cuenta con pendientes preliminares de diseño mucho menores que la ruta 1, dando como resultado un menor movimiento de tierras.

#### 4.3.2. Evaluación Económica

Para calcular el costo aproximado, se debe multiplicar el metrado respectivo por el costo unitario de respectiva partida. Estos costos unitarios se deben obtener comparando los precios del mercado. Ya que no se tuvo acceso a dicha información. Se tomaron los costos unitarios de un proyecto de carretera similar y se adaptó con cálculos rápidos el metrado de nuestras alternativas que necesitamos.

#### **4.3.2.1. Resumen volumétrico de las dos alternativas**

Una vez realizado las secciones transversales de ambas alternativas, utilizando el programa Civil 3D, se procedió sacar su tabla de volúmenes acumulados tanto de corte como de relleno. Estos volúmenes nos serán de gran utilidad para el cálculo del metrado de ambas alternativas.

#### **4.3.2.2. Movimiento de tierras**

##### **Metrado**

Debido a que no se conoce el tipo de material de la zona, pero ya con el reconocimiento en campo realizado, se asumió un material en Roca Suelta en ambas alternativas para el análisis del metrado.

Ya que contamos con un mismo material, no es necesario fraccionar por kilómetros para realizar el metrado de cada alternativa, sino se considera toda la longitud y con el volumen acumulado tanto en corte como en relleno se procede a sacar el metrado correspondiente para el presupuesto final. Se utilizó un factor de esponjamiento en roca suelta de 1.80 para la eliminación de material, que se obtiene entre la diferencia acumulada de corte y relleno y multiplicada por su factor de esponjamiento. A continuación, se muestran las tablas de resultados obtenidos al realizar dicho metrado.

Ruta 1					
Estaca		Longitud	Volumen m3		Tipo de Suelo
			Corte	Relleno	
00+000.00	06+624.00	6624.000	204488.860	407003.400	Roca Suelta
<b>TOTAL</b>		<b>6624.000</b>	<b>204488.860</b>	<b>407003.400</b>	<b>611,492.26</b>
Tipo de Material		Corte	Relleno	Eliminación	
Roca Suelta		204,488.86	407,003.40	364,526.17	
<b>Sub Totales :</b>		<b>204,488.86</b>	<b>407,003.40</b>	<b>364,526.17</b>	

Tabla. 22. Metrado de movimiento de tierras de la alternativa 1.

Ruta 2					
Estaca		Longitud	Volumen m3		Tipo de Suelo
			Corte	Relleno	
00+000.00	07+809.07	7809.070	168711.690	248606.260	Roca Suelta
<b>TOTAL</b>		<b>7809.070</b>	<b>168711.690</b>	<b>248606.260</b>	<b>417,317.95</b>
Tipo de Material		Corte	Relleno	Eliminación	
Roca Suelta		168,711.69	248,606.26	143,810.23	
<b>Sub Totales :</b>		<b>168,711.69</b>	<b>248,606.26</b>	<b>143,810.23</b>	

Tabla. 23. Metrado de movimiento de tierras de la alternativa.

## Presupuesto

Una vez realizado el metrado se procede a sacar el presupuesto de cada alternativa, considerando precios unitarios de un proyecto similar a la carretera en estudio. Los resultados se detallan a continuación:

MOVIMIENTO DE TIERRAS					
RUTA 1					TOTAL
	Unidad	Metrado	P.U	Parcial	S/.8103513.73
CORTE EN ROCA SUELTA	m3	204,488.86	15.00	3,067,332.90	
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	407,003.40	7.00	2,849,023.80	
ELIMINACIÓN DE MATERIAL DE EXPLANACIONES	m3	364,526.17	6.00	2,187,157.03	
RUTA 2					TOTAL
	Unidad	Metrado	P.U	Parcial	S/.5133780.53
CORTE EN ROCA SUELTA	m3	168,711.69	15.00	2,530,675.35	
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	248,606.26	7.00	1,740,243.82	
ELIMINACIÓN DE MATERIAL DE EXPLANACIONES	m3	143,810.23	6.00	862,861.36	

Tabla. 24. Presupuesto del movimiento de tierras de ambas rutas.

### 4.3.2.3. Pavimentos

Los detalles que se consideraron en el metrado se observan en la siguiente figura:

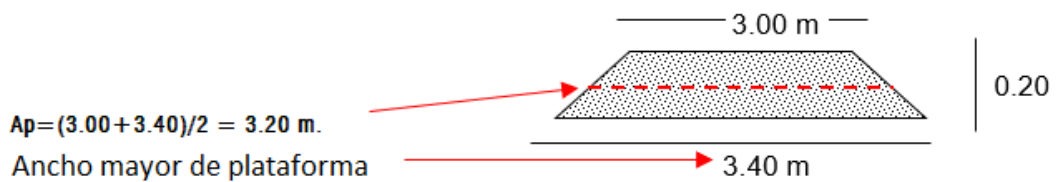


Fig. 13. Detalle de sección para el metrado.

## Metrado

Los resultados del metrado se muestran en la siguiente tabla:

<b>RUTA 1</b>		<b>Dimensiones (m)</b>			<b>Perfilado (m2) Area Mayor</b>	<b>Sección Plataforma</b>		<b>Volumen (m3) e = 0.20</b>
		<b>Ancho Menor</b>	<b>Ancho Mayor</b>	<b>Ancho Promedio</b>		<b>Area (m2)</b>	<b>Espesor (m)</b>	
00+000.00	06+624.00	3.00	3.40	3.200	<b>22521.600</b>	21196.80	0.20	<b>4239.36</b>
<b>RUTA 2</b>		<b>Dimensiones (m)</b>			<b>Perfilado (m2) Area Mayor</b>	<b>Sección Plataforma</b>		<b>Volumen (m3) e = 0.20</b>
		<b>Ancho Menor</b>	<b>Ancho Mayor</b>	<b>Ancho Promedio</b>		<b>Area (m2)</b>	<b>Espesor (m)</b>	
00+000.00	07+809.07	3.00	3.40	3.200	<b>26550.838</b>	24989.02	0.20	<b>4997.80</b>

**Tabla. 25.** Metrado de pavimentos de ambas rutas.

## Presupuesto

Una vez realizado el metrado se procede a sacar el presupuesto de cada alternativa, considerando precios unitarios de un proyecto similar a la carretera en estudio. Los resultados se detallan a continuación:

<b>RUTA 1</b>					<b>TOTAL</b>
	<b>Unidad</b>	<b>Metrado</b>	<b>P.U</b>	<b>Parcial</b>	<b>S/.192096.00</b>
PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	22,521.60	1.00	22,521.60	
BASE E=0.20 m.	m3	4,239.36	40.00	169,574.40	
<b>RUTA 2</b>					<b>TOTAL</b>
	<b>Unidad</b>	<b>Metrado</b>	<b>P.U</b>	<b>Parcial</b>	<b>S/.226463.03</b>
PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	26,550.84	1.00	26,550.84	
BASE E=0.20 m.	m3	4,997.80	40.00	199,912.19	

**Tabla. 26.** Presupuesto de pavimentos de ambas alternativas.

#### 4.3.2.4. Transporte de material excedente

Para estudiar el costo del transporte que genera cada alternativa se asumió para ambas rutas un C.G de 1.10 km y un acceso al botadero de 100 m, incluyendo una distancia libre de 120 m, está distancia varía de acuerdo a cada país. En nuestro País por lo general va de 90 a 180 m. Con los datos que nos resulta de nuestro volumen de corte sin acumular procedemos hallar nuestros volúmenes que corresponderían al metrado. El costo unario es de un proyecto de carretera similar.

En el cálculo se utilizarón las siguientes fórmulas:

$DT < 1 \text{ km}$  y  $D < 1 \text{ km}$  entonces  $D = DT - DL$

$DT < 1 \text{ km}$  y  $D > 1 \text{ km}$  entonces  $D = 0$

$DT > 1 \text{ km}$  y  $D = 1 \text{ km}$  entonces  $D = 1 \text{ km} - DL$

$DT > 1 \text{ km}$  y  $D = DT$  entonces  $D = DT - 1$

D: Distancia media

DT: Distancia de transporte

DL: Distancia Libre

#### Metrado

Se calculo la distancia de transporte de cada tramo y se dividió el material menor de 1km y mayor de 1km con la finalidad de saber los volúmenes correspondientes para el metrado. A continuación, se detallan los resultados:

RUTA 1		
Volumen de material a eliminar a botaderos	204,488.83	m3
Transporte menor de 1 Km	171,992.66	m3- km
Transporte mayor de 1 Km	271,118.08	m3- km
Distancia media	2.17	Km.

**Tabla. 27.** Resultad o del metrado de transporte de la alternativa 1 – Elaboración propia.

<b>RUTA 2</b>		
<b>Volumen de material a eliminar a botaderos</b>	<b>168,677.85</b>	<b>m3</b>
<b>Transporte menor de 1 Km</b>	<b>159,326.67</b>	<b>km</b>
<b>Transporte mayor de 1 Km</b>	<b>407,044.19</b>	<b>km</b>
<b>Distancia media</b>	<b>3.36</b>	<b>Km.</b>

**Tabla. 28.** Resultado del metrado de transporte de la alternativa 2 – Elaboración propia.

#### **4.3.2.5. Transporte de afirmado a la obra**

Para realizar el transporte de afirmado se consideraron parámetros fijos en ambas alternativas como es la ubicación de la cantera asumida a una distancia de 4 km y un acceso de 100m. Se consideró el 100% de participación y una distancia libre de pago de 120m. de igual manera se utilizó las fórmulas anteriores para separar material de transporte menor o igual y mayor a 1 kkm. Finalmente se obtienen los siguientes resultados.

Alternativa 1

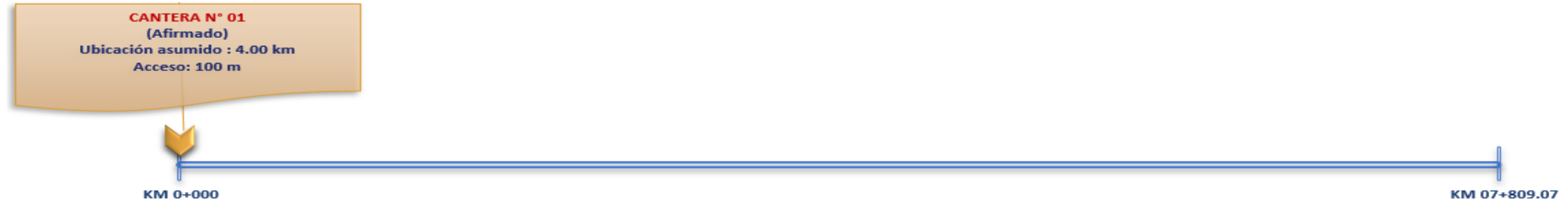


PAVIMENTOS														
INICIO (km)	FIN (km)	Ubicación de Canteras (km)	Participación %	Acceso (km)	D.L.P. 120.00 m (km)	Distancia (km)	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Momento (m <sup>3</sup> -km)	D<=1km (m <sup>3</sup> -km)	D>1km (m <sup>3</sup> -km)
0+000.00	1+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	4.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	2,867.20	640.00	2,227.20
1+000.00	2+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	5.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	3,507.20	640.00	2,867.20
2+000.00	3+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	6.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	4,147.20	640.00	3,507.20
3+000.00	4+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	7.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	4,787.20	640.00	4,147.20
4+000.00	5+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	8.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	5,427.20	640.00	4,787.20
5+000.00	6+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	9.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	6,067.20	640.00	5,427.20
6+000.00	6+624.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	10.29	624.00	3.200	1,996.80	0.20	399.36	4,110.21	399.36	3,710.85
											4,239.36	30,913.41	<b>4,239.36</b>	<b>22,963.20</b>

<b>Dist.Medía (km):</b>	<b>7.29</b>
-------------------------	-------------

Tabla. 29. Resultado del metrado de transporte de material de la alternativa 1 – Elaboración propia.

Alternativa 2



PAVIMENTOS														
INICIO (km)	FIN (km)	Ubicación de Canteras (km)	Participación %	Acceso (km)	D.L.P. 120.00 m (km)	Distancia (km)	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Momento (m <sup>3</sup> -km)	D<=1km (m <sup>3</sup> -km)	D>1km (m <sup>3</sup> -km)
0+000.00	1+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	4.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	2,867.20	640.00	2,227.20
1+000.00	2+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	5.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	3,507.20	640.00	2,867.20
2+000.00	3+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	6.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	4,147.20	640.00	3,507.20
3+000.00	4+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	7.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	4,787.20	640.00	4,147.20
4+000.00	5+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	8.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	5,427.20	640.00	4,787.20
5+000.00	6+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	9.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	6,067.20	640.00	5,427.20
6+000.00	7+000.00	4.00	100.00%	0.10	0.12	10.48	1,000.00	3.200	3,200.00	0.20	640.00	6,707.20	640.00	6,067.20
7+000.00	7+809.07	4.00	100.00%	0.10	0.12	11.38	809.07	3.200	2,589.02	0.20	517.80	5,894.96	517.80	5,377.15
											4,997.80	39,405.36	<b>4,997.80</b>	<b>22,963.20</b>

<b>Dist.Mediana (km):</b>	<b>7.88</b>
---------------------------	-------------

Tabla. 30. Resultado del metrado de transporte de material de la alternativa 2.

#### 4.3.2.6. Presupuesto de Transporte

Una vez teniendo los metrados correspondientes a transporte de material excedente y transporte de afirmado a la obra, se procede a sacar un presupuesto de la partida Transporte. Los resultados obtenidos son los siguientes:

RUTA 1					TOTAL
	Unidad	Metrado	P.U	Parcial	S/. 1458695.31
TRANSPORTE DE AFIRMADO D<1KM	M3K	4,239.36	5.00	21196.8	
TRANSPORTE DE AFIRMADO D>1KM	M3K	22,963.20	6.50	149260.8	
TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D<1KM	M3K	171,992.66	1.50	257988.989	
TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D>1KM	M3K	271,118.08	3.80	1030248.721	
RUTA 2					TOTAL
	Unidad	Metrado	P.U	Parcial	S/. 1960007.73
TRANSPORTE DE AFIRMADO D<1KM	M3K	4,997.80	5.00	24989	
TRANSPORTE DE AFIRMADO D>1KM	M3K	22,963.20	6.50	149260.8	
TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D<1KM	M3K	159,326.67	1.50	238990.0017	
TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D>1KM	M3K	407,044.19	3.80	1546767.927	

**Tabla. 31.** Presupuesto de la partida Transporte de ambas alternativas.

#### 4.3.2.7. Presupuesto total estimado por alternativa

Se realizó una estimación del presupuesto aproximada, con el metrado de las partidas más importantes de una obra de carreteras ya calculado anteriormente, procedemos a calcular un presupuesto aproximado teniendo en cuenta que en lo que concierne a obras preliminares, señalización, abandono y programa de abandono se consideró el precio unitario de un proyecto similar a nuestra carretera, adecuando únicamente el metrado. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.





## Resultados de ambas alternativas

Se procede a sacar el resultado de ambas alternativas con la finalidad de compararlas y dar una puntuación, como se muestra a continuación.

COMPARACIÓN ENTRE PRESUPUESTOS TOTALES	
RUTA 1	RUTA 2
S/.14,115,378.89	S/.10,612,793.98
0	1

Tabla. 34. Comparación entre presupuestos.

Se observa la diferencia de aproximadamente 4 millones de nuevos soles, esto debido a que la partida de movimiento de tierras es un factor importante a la hora de elegir una alternativa, debido a que es en esta partida lo que se basa el 70% del presupuesto de una carretera.

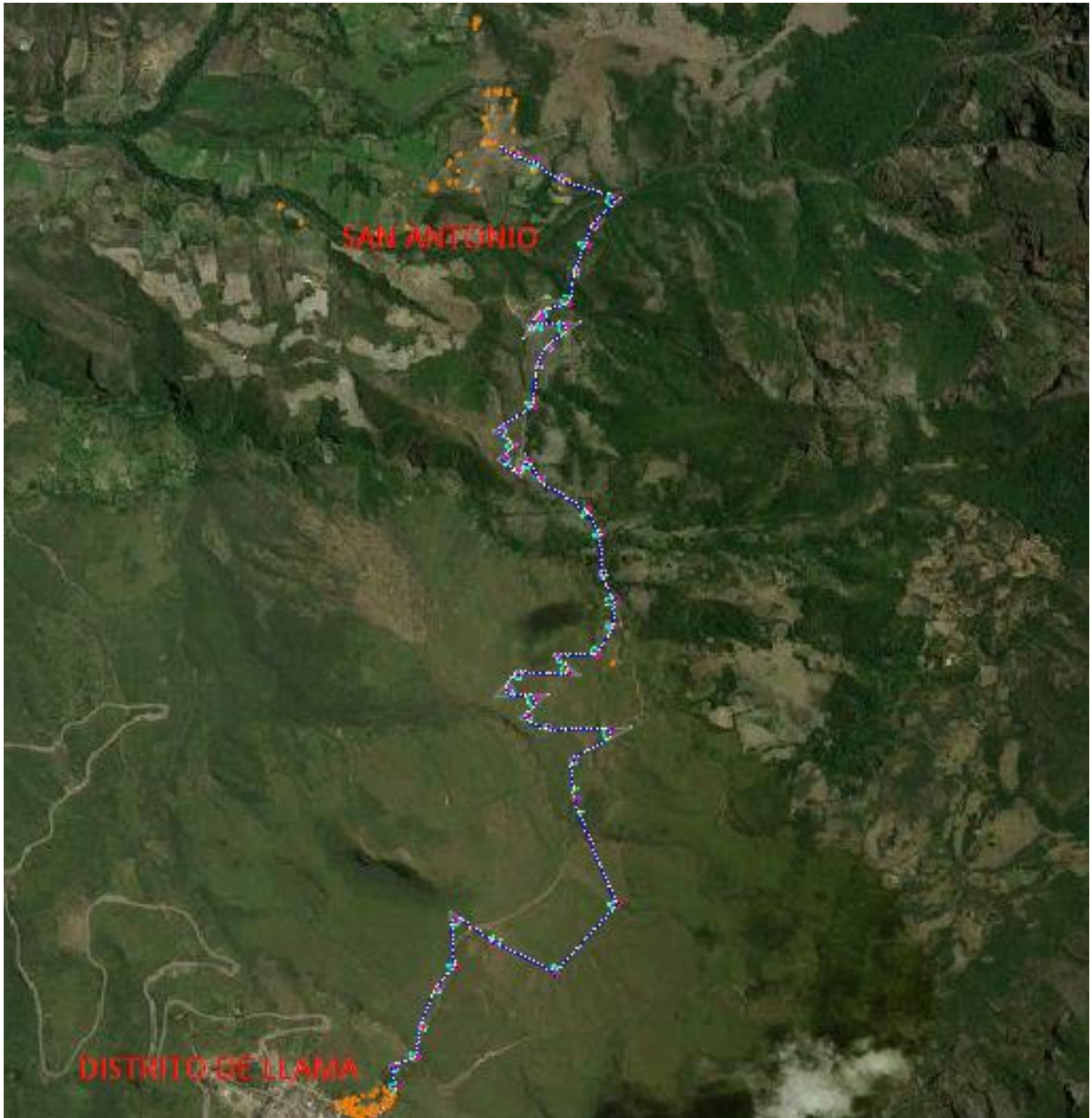
### 4.3.2.8. Expropiaciones

Se sobrepuso cada alternativa diseñada en el 99fecto Earth, mostrando de esta manera las zonas de influencia de la carretera para determinar si pasa por terrenos o por viviendas y se observó que en su gran mayoría son áreas verdes, y dónde claramente se observa que ningún alineamiento afecta a viviendas (color naranja en la figuras) (Ver figuras N°12 y N°13). Se consideró un costo aproximado por Ha en la zona de 10 000 soles, y un metrado para sacar el costo de cada alternativa.

Para realizar el metrado tenemos en consideración el derecho de vía o faja de 99fecto99 que nos brinda el reglamento DG – 2018 [4], como podemos observar para una carretera de tercera clase tenemos un ancho mínimo de derecho de vía de 16 m.

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

Tabla. 35. Anchos mínimos de Derecho de vía – Fuente DG 2018.



**Fig. 14.** Alineamiento definitivo de la alternativa 1.

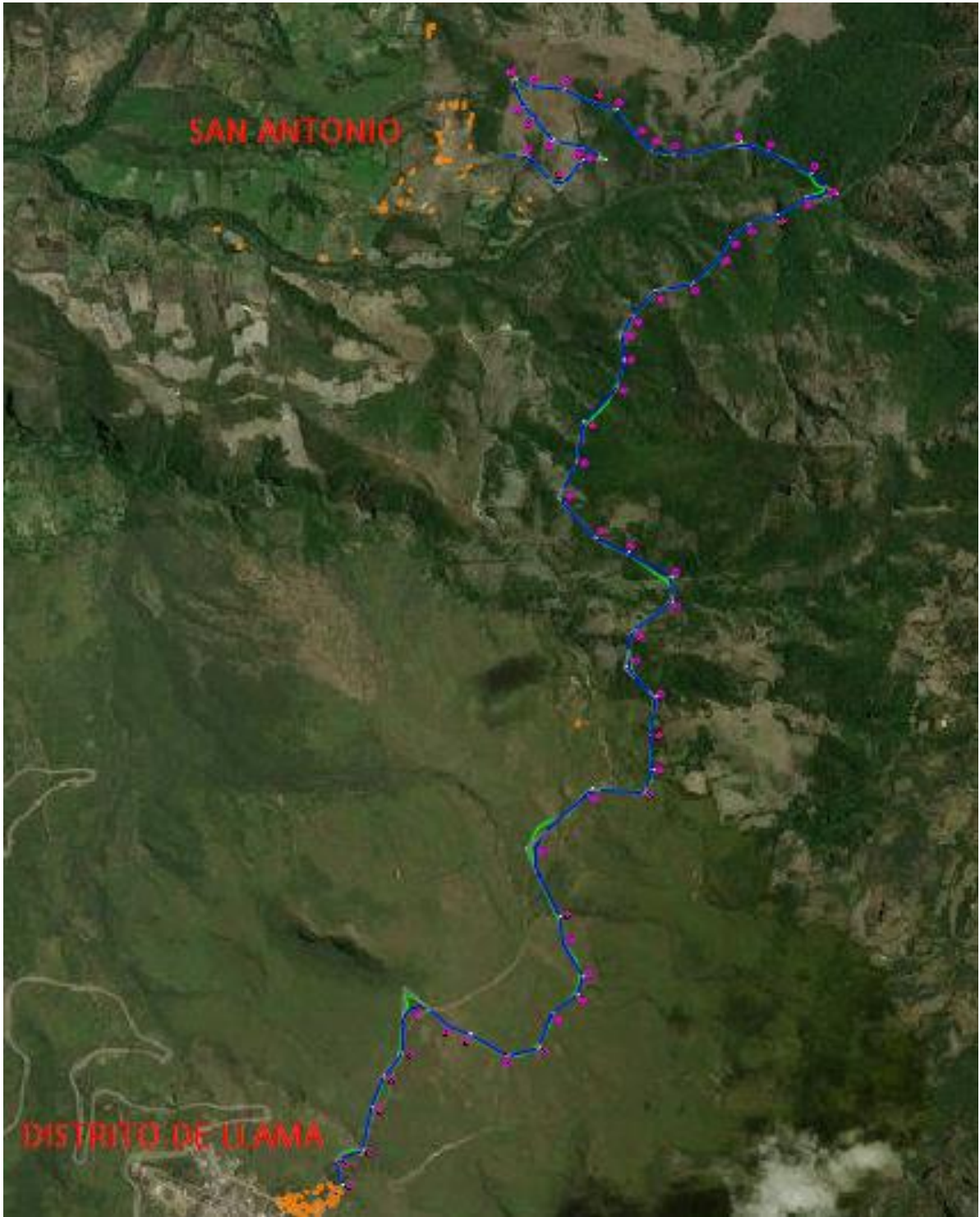


Fig. 15. Alineamiento definitivo de la alternativa 2.

### Costo de expropiaciones por alternativa

Se asumió un costo de expropiación aproximado en la zona de influencia de la carretera de 10 000 soles por Ha y un costo de expropiación de vivienda de 30 000 por casa.

### Metrado

Según la norma de diseño [4], tenemos para nuestro tipo de carretera un ancho mínimo de derecho de vía de 16m, se multiplicó estos 16 m por la longitud de cada alternativa, obteniendo así el metrado para la elaboración del presupuesto. Los resultados se detallan a continuación.

	Longitud (m)	Ancho mínimo de Derecho de Vía (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)
<b>RUTA 1</b>	6624	16	105984.00	10.60
<b>RUTA 2</b>	7809.07	16	124945.12	12.49

Tabla. 36. Resultado de metrado de expropiaciones de ambas rutas.

### Presupuesto

Teniendo el metrado se precedió a calcular el presupuesto de expropiación que se muestra en la siguiente tabla.

RUTA 1					TOTAL
	Expropiaciones	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	S/.105984.00
Casas	No	0		0	
Terrenos	Si	10.60 Ha	10000.00 por Ha	105984	
RUTA 2					TOTAL
	Expropiaciones	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	S/.124945.12
Casas	No	0		0	
Terrenos	Si	12.49 Ha	10000.00 por Ha	124945.12	

Tabla. 37. Presupuesto de expropiación de ambas rutas.

### Resultados de ambas rutas

COMPARACIÓN ENTRE COSTOS DE EXPROPIACIONES	
RUTA 1	RUTA 2
S/. 105984.00	S/. 124945.12
1	0

Tabla. 38. Comparación de costos de expropiaciones de ambas alternativas.

Se puede observar que se ve beneficiada la ruta 1 por el mismo hecho de ser de menor longitud, pero la diferencia es mínima de 19 mil, por lo que se tiene que asumir parámetros más relevantes para la elección de ruta.

#### **4.3.3. Evaluación Ambiental**

Mediante el reconocimiento del terreno y recorriendo las dos rutas, se realizó una evaluación de impactos teniendo en cuenta el factor de intensidad de la afectación de cada ruta como se muestra en la tabla siguiente (Tabla. 39). Cabe recalcar que el método empleado para hallar los impactos es subjetivo al criterio de cada persona que lo realice. El signo define el tipo de impacto positivo o negativo (Ver Tabla. 139 y Tabla. 140 en anexos). Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

<b>INTENSIDAD</b>	
<b>No genera</b>	0
<b>Mínima</b>	1
<b>Media</b>	2
<b>Alta</b>	4
<b>Muy Alta</b>	8
<b>Destrucción Total</b>	12

**Tabla. 39.** Importancia de impactos de acuerdo a su intensidad.

IMPACTOS	RUTA 1	RUTA 2
Afectación cuerpos de agua	0	0
Afectación calidad del suelo	-16	-14
Alteración del paisaje	-17	-15
Pérdida de hábitat	-4	-8
Afectación calidad del aire por particulados	-36	-36
Afectación calidad del aire gases combustión	-8	-8
Afectación calidad del aire por ruidos	-26	-26
Afectación a la flora	-15	-23
Afectación a la fauna	-15	-23
Afectación a la salud del trabajador	0	0
Afectación a la salud de la población	0	0
Generación de empleo	79	107
Afectación de restos arqueológicos	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>-58</b>	<b>-46</b>

**Tabla. 40.** Resultado de los impactos que generan ambas rutas.

PUNTAJE DE IMPACTOS DE LOS MEDIOS DE AMBAS RUTAS	
RUTA 1	RUTA 2
<b>-58</b>	<b>-46</b>
0	1

**Tabla. 41.** Puntuación para la mejor alternativa.

Del análisis realizado se observa que la ruta uno genera una mayor afectación en el suelo, debido a que hay más movimiento de tierras, por ende, genera mayor alteración del paisaje. Por otro lado, la ruta 2 genera mayor pérdida de hábitat, afectación a la flora y a la fauna, debido a que tiene mayor longitud. Sin embargo, resulta ganadora porque tiene un impacto positivo que es inversamente proporcional a lo negativo, y es que tiene mayor generación de empleo por tratarse de una carretera de mayor longitud y mayor duración de obra. Es eso lo que le resta puntos.

#### 4.2.4. Selección de la Ruta más Óptima

Finalmente se seleccionó la ruta más óptima de acuerdo a los puntajes obtenidos en cada variable que se controló, tanto técnica, económicamente y ambientalmente. Los resultados finales se encuentran en la siguiente tabla.

Aspecto	Variable	RUTA 1		RUTA 2	
		Indicador	Puntaje	Indicador	Puntaje
<b>TÉCNICAMENTE</b>	<b>Pendientes Ponderadas en Alineamiento Preliminar (1)</b>	6.94 %	0	5.39 %	1
	<b>Longitud y tiempo de viaje (1)</b>	14.72 min	1	17.35 min	0
	<b>Número de radios (1)</b>	47	1	62	0
	<b>% Radios que no cumplen con DG – 2018 (2)</b>	19.15 %	0	6.45 %	2
	<b>% Radios que necesitan de espiral (1)</b>	80.85 %	0	45.16 %	1
	<b>Longitud en tramos tangente (1)</b>	28.26 %	0	26.23 %	1
	<b>Pendientes Ponderadas en la rasante de ambas rutas (1)</b>	6.84 %	0	5.36 %	1
	<b>Volumen acumulado por Km (1)</b>	-15152.31 m3	0	2.59 m3	1
<b>ECONÓMICAMENTE</b>	<b>PRESPUESTO TOTAL (1)</b>	S/.14,115,378.89	0	S/.10,612,793.98	1
	<b>Expropiaciones (1)</b>	S/.105,984.00	1	S/.124,945.12	0
<b>AMBIENTALMENTE</b>	<b>Impactos (1)</b>	-58	0	-46	1
<b>TOTAL</b>		<b>3</b>		<b>9</b>	

Tabla. 42. Resultados globales de todas las variables analizadas.

Después de haber analizado ambas rutas, finalmente nos quedamos con la ruta de mayor puntaje que sería la alternativa N°2. Dicha alternativa será replanteada en campo en los estudios topográficos.

### 4.3. Estudio Topográfico

#### 4.3.1. Levantamiento Topográfico

En la realización del estudio topográfico de la ruta N° 02, se obtuvieron datos topográficos de Estaciones de Control, monumentación de BMs cada 500 metros aproximadamente; los cuales se realizaron por medio de una estación total a través del procedimiento de radiación.

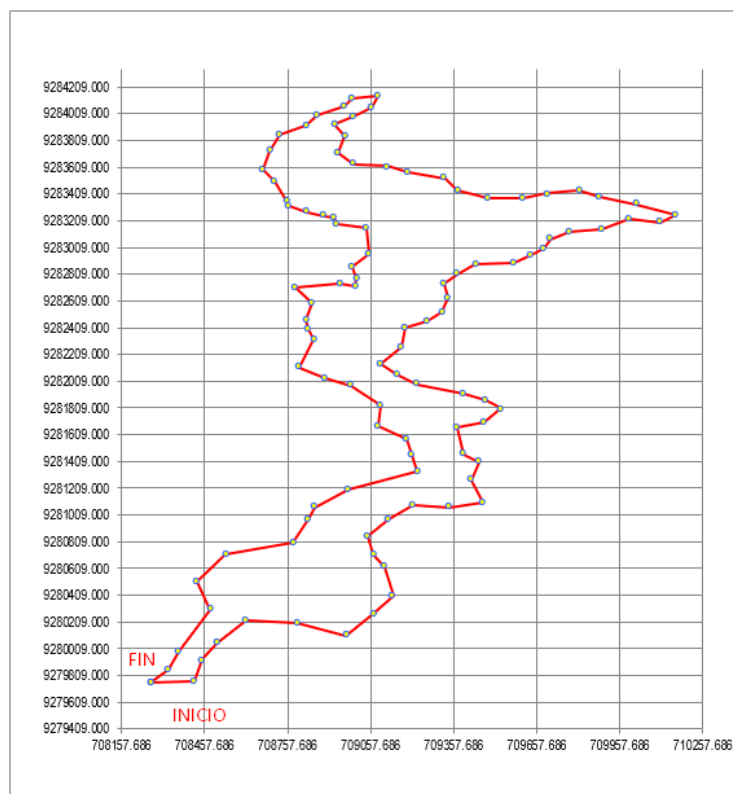
#### 4.3.2. Trabajo de Gabinete

##### 4.3.2.1. Exportación de datos topográficos

Los trabajos en gabinete consistieron en la exportación de la data mediante el Software AutoCAD Civil 3D, en donde se procedió a importar la base de datos, para luego crear una superficie por medio de los puntos topográficos.

##### 4.3.2.2. Poligonal de apoyo (Cerrada)

Parte del trabajo topográfico fue realizar una poligonal cerrada de apoyo con las 103 estaciones como se muestra en la siguiente figura, la cual fue compensada para de esta manera tener las coordenadas X e Y listas para su procesamiento.



**Fig. 16.** Poligonal compensada.

Para realizar la compensación se utilizó el método de las proyecciones. Los resultados de dichos cálculos se pueden observar en la memoria de cálculo (VER ANEXO 5: Memoria de Cálculo de la Topografía). Una vez compensada las estaciones de la Poligonal, procedemos a compensar el resto de coordenadas, para ello debemos identificar todos los puntos que han sido levantados con cada una de las 103 estaciones de esta manera se puede compensar restando lo que se ha movido la estación compensada tanto en X como en Y a cada uno de los puntos levantados con la estación.

#### **4.3.2.3. Red de nivelación**

Se realizó la nivelación con la finalidad de corregir todas las cotas del terreno, para ello se hizo la red de nivelación entre estaciones, para luego teniendo las estaciones en altimetría, una vez compensadas las estaciones se procede a compensar el resto de puntos topográficos. (Ver Anexo 05: Memoria de cálculo de la Topografía)

#### **4.3.2.4. Procesamiento de los datos topográficos**

Esta etapa se procesa tomando en cuenta los intervalos del nivel del terreno, una vez editado la interpolación o triangulación se obtienen las curvas de nivel cuyos intervalos son:

Curvas menores o secundarias cada 2 metros y las curvas mayores o primarias cada 10 metros

#### 4.4. Estudios de Mecánica de Suelos

Los estudios de mecánica de suelos se realizaron con la obtención de muestras a través de calicatas a cielo abierto, con la ayuda de una posteadora para explorar el suelo a mayor profundidad, realizándose un total de 10 calicatas a lo largo del desarrollo de la carretera, a distancias aproximadas de 1 kilómetro.

Los ensayos correspondientes para carreteras según el Manual de Ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y comunicaciones [10], se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad católica Santo Toribio de Mogrovejo. Los ensayos se realizaron de acuerdo con las NTP correspondientes [13]. (Ver Anexo N°1: Ensayos de laboratorio)

La ubicación de coordenadas UTM de cada calicata se muestran a continuación:

N°	KM	ESTE	NORTE
C1	0 + 036.00	708258	9279703
C2	0 + 990.00	708753	9280208
C3	1 + 985.00	709021	9280758
C4	2 + 975.00	709428	9281441
C5	3 + 950.00	709124	9282114
C6	5 + 050.00	709647	9282961
C7	5 + 954.00	709883	9283398
C8	7 + 010.00	708952	9283653
C9	7 + 995.00	708839	9283923
C10	8 + 340.00	708716	9283623

**Tabla. 43.** Ubicación de calicatas.

##### 4.4.1. Resultados Obtenidos en Laboratorio

Los resultados de los ensayos realizados por estrato de calicata se adjuntan en el Anexo N°01: Ensayos de laboratorio. Del presente informe. A continuación, se muestra el resumen de los resultados:

N°	M	PROF. (m)	GRANULOMETRIA (% ACUMULADO PASA)					LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	IG	DENOMINACIÓN	H (%)	
			4	10	20	50	100									200
C1	M1	1.80	97.50	96.10	94.80	88.60	83.20	78.20	22.90	12.83	10.07	CL	A-4	9	Arcilla de baja plasticidad	8.51
C2	M1	2.15	99.30	98.70	98.00	90.70	88.50	78.20	34.48	18.35	16.13	CL	A-6	11	Arcilla de baja plasticidad	24.01
	M2	2.15	99.99	99.60	98.90	89.10	80.60	76.40	32.44	14.79	17.65	CL	A-6	11	Arcilla de baja plasticidad	29.13
C3	M1	2.30	98.90	96.70	93.40	72.80	62.70	56.70	25.81	13.60	12.20	CL	A-6	5	Arcilla arenosa de baja plasticidad	28.60
	M2	2.30	99.80	99.60	99.30	91.30	85.50	81.10	27.88	15.48	12.39	CL	A-6	9	Arcilla de baja plasticidad	29.70
C4	M1	2.70	99.60	99.40	99.00	89.20	81.30	76.50	29.91	13.05	16.86	CL	A-6	11	Arcilla de baja plasticidad	32.10
C5	M1	2.30	100.00	99.60	96.10	62.10	42.50	31.20	36.77	22.54	14.23	SC	A-2-6	1	Arena arcillosa	18.51
C6	M1	2.70	93.40	90.70	88.00	80.40	74.70	70.50	42.23	27.19	15.04	ML	A-7-6	9	Limo de baja plasticidad	26.49
C7	M1	3.10	98.60	96.60	94.40	80.90	68.90	60.30	42.26	26.83	15.43	ML	A-7-6	8	Limo arenoso de baja plasticidad	20.42
	M2	3.10	99.20	96.90	94.10	82.60	73.60	66.30	28.97	14.80	14.17	CL	A-6	8	Arcilla arenosa de baja plasticidad	30.14
C8	M1	2.60	99.40	98.60	97.00	84.10	73.40	67.10	47.80	27.29	20.51	CL	A-7-6	12	Arcilla arenosa de baja plasticidad	21.57
	M2	2.60	100.00	99.60	94.30	69.70	55.10	44.70	41.41	21.96	19.46	SC	A-7-6	5	Arena arcillosa	20.51
C9	M1	1.70	98.60	97.60	96.60	92.10	89.90	84.90	18.85	12.83	6.02	CL	A-4	9	Arcilla limosa de baja plasticidad	16.40
C10	M1	1.50	100.00	99.60	99.00	95.70	92.90	91.90	42.82	22.11	20.71	CL	A-7-6	121	Arcilla de baja plasticidad	19.05

**Tabla. 44.** Resumen de ensayos de mecánica de suelos de calicatas.

N°	KM	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	O.C.H. (%)	CBRE 95% MDS
C1	0 + 036.00	1.333	34.30	9.40
C4	2 + 975.00	1.604	21.00	8.10
C7	5 + 954.00	1.936	12.10	7.50
C10	8 + 340.00	1.972	15.50	7.40

**Tabla. 45.** Resumen de resultados de ensayos Proctor y CBR.

De acuerdo a los resultados del CBRE, la subrasante del proyecto se puede clasificar como regular, ya que el CBRE es mayor a 6% y menor a 10%, como indica el siguiente Tabla.

Categorías de Sub rasante	CBR
S0: Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub rasante insuficiente	De CBR >= 3% A CBR < 6%
S2: Sub rasante Regular	De CBR >= 6% A CBR < 10%
S3: Sub rasante Buena	De CBRE >= 10% A CBR < 20%
S4: Sub rasante Muy Buena	De CBR >= 20% A CBR < 30%
S5: Sub rasante Excelente	CBR >= 30%

**Tabla. 46.** Categorías de sub rasante – Fuente Manual de carreteras / Sección suelos y pavimentos.

## **4.5. Diseño Geométrico**

### **4.5.1. Clasificación de la Carretera**

#### **4.5.1.1. Clasificación por demanda**

Con un IMDA de 146 veh/día, la carretera se considera como una trocha carrozable, ya que el IMDA es menor a 200 veh/día. Estas son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m.

La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

Cabe recalcar que se realizó el diseño con las consideraciones de una carretera de tercera clase, los criterios de diseño se encuentran en la norma DG 2018, se tratará en lo mayor posible de adaptarse a la norma, en caso no sea así, se justificará por qué no se está respetando la norma DG – 2018, ya que es posible que por tratarse de una apertura y la topografía a la que nos enfrentamos es accidentada, cuente con casos excepcionales que no cumplirán la norma en mención.

#### **4.5.1.2. Clasificación por orografía**

De acuerdo con el promedio de las pendientes transversales de la vía que varían entre el 51% y el 100%, la carretera se considera como un terreno accidentado (tipo 3).

#### **4.5.1.3. Clasificación general de los proyectos viales**

Se clasifica como un proyecto de nuevo trazo debido a que permite incorporar a la red una nueva obra de infraestructura vial. Corresponde al diseño de una carretera no existente, incluyéndose también en esta categoría, aquellos trazos de vías de evitamiento o variantes de longitudes importantes.

#### **4.5.1.4. Sistema Globales de referencia**

El sistema Geodésico Mundial 1984 WGS-84 (World Geodetic System 1984). Se adopta la incorporación como practica habitual de trabajo, el sistema de posicionamiento global (GPS), que opera referido a sistemas geodésicos, en particular el conocido como WGS-84 (World Geodetic System de 1984).

#### **4.5.1.5. Sistemas de proyección**

El sistema de proyección que se utilizará en la presente tesis es el sistema universal de Mercator (UTM).

#### **4.5.1.6. Estudio de seguridad vial**

En lo relacionado a seguridad vial se aplicará en lo que corresponda, lo indicado en el Manual de Seguridad Vial Vigente, en que se establece parámetros para el diseño, construcción y mantenimiento [4].

#### **4.5.1.7. Reconocimiento del terreno**

Esencialmente consistirá en la comprobación y confirmación de los puntos de control seleccionados sobre la carta geográfica [4].

Reconocer puntos críticos que las cartas no alcanzan a precisar, tales como: laderas de pendiente transversal pronunciada, factibilidad de salvar un desnivel específico, precisar el ancho de una quebrada o curso de agua [4].

Se utilizó el GPS, brújula, eclímetro, etc en el reconocimiento del terreno.

Se realizó la toma de fotografías de los lugares conflictivos. (Ver Fotografía N°05)

### **4.5.2. Criterios Básicos para el Diseño Geométrico**

#### **4.5.2.1. Elección del Vehículo de diseño**

El vehículo pesado más grande que pasará por la trocha es el camión de dos ejes (C2) de acuerdo con el estudio de tráfico hecho, sin embargo, en el Manual de Carreteras DG-2018 [3] no aparece el vehículo C2, por lo que se ha recurrido al Reglamento Nacional de Vehículos para ver los datos básicos de este tipo de vehículo. En este reglamento sólo se encontró la longitud máxima del vehículo, la cual es 12.30m.

Además, se necesitan otros datos del vehículo C2 que se encuentran en el Reglamento Nacional de Vehículos; por tanto, se ha utilizado la norma AASHTO, en el capítulo “Minimum Turning Paths of Design Vehicles”. En esta norma el equivalente al camión 2 ejes (C2) es el

Single-Unit Truck (SU-9), el cual tiene un radio de giro mínimo de 12.80m, que es una característica de fabricación.

En cuanto a sus características como ancho y largo no corresponden a las medidas dadas por el Reglamento Nacional de Vehículos, por lo que se ha utilizado el ómnibus de 2 ejes (B2) para analizar el vehículo en giros a 180°, en donde necesita un radio exterior de 14.37m.

El vehículo de diseño es indispensable para hallar el radio mínimo en las curvas ya sean horizontales o verticales, también nos permite hallar la distancia de visibilidad que es muy importante para el proyecto. En este proyecto vial, tomando en consideración el estudio de tráfico realizado, se escogió finalmente como vehículo de diseño el bis de 2 ejes (B-2). En la tabla presentada a continuación se evidencian las dimensiones de los vehículos considerados por el manual de diseño geométrico DG 2018 [4].

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 / 4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 / 12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 / 2.15 / 7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 / 1.40 / 6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 / 1.40 / 2.15 / 5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00	1

**Tabla. 47.** Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC o el que se encuentre vigente [4].

#### 4.5.2.2. Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño está definida por la clasificación de la carretera por demanda y orografía, sin embargo, sólo hay clasificación hasta carretera de tercera clase y no trochas carrozables, por lo que se ha considerado tomar como velocidad de diseño de 30 km/h.

La velocidad escogida de 30 km/h para el diseño de la carretera, se entiende que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad.

La diferencia de la velocidad de Diseño entre tramos adyacentes, no debe ser mayor a 20 km/h.

Según nuestro tipo de carretera de acuerdo a la orografía accidentada y siendo una carretera de tercera clase tenemos velocidades de diseño que oscilan entre 30 a 50 km/h.

Se ha considerado una velocidad de diseño de 30 km/h, teniendo en cuenta que es una apertura y de acuerdo a la orografía accidentada nos permita diseñar algunas espirales. Teniendo en cuenta las restricciones y oportunidades que ofrece el trazo de la carretera, la intensidad del tráfico y las características del vehículo.

Cabe recalcar que existen tramos en curvas que para poder desarrollar la espiral se ha tenido que reducir la velocidad, la decisión ha sido tomada en base a que no contamos con más terreno para optar por otras soluciones como el aumento del radio. En caso no reduzcamos la velocidad el diseño de espiral sería imposible al no cumplir la verificación siguiente:

$$\theta_e \leq \frac{\alpha}{2}$$

Cabe recalcar que se ha comprobado que la diferencia de velocidades de Diseño entre tramos adyacentes, no sea mayor a 20 km/h, para que no haya un cambio brusco de velocidad y el conductor pueda realizarlo sin mayor inconveniente.

#### 4.5.2.3. Definición de derecho de vía

El derecho de vía es el ancho en dónde se encuentra la sección de la carretera y sus obras complementarias, además se toman en cuenta áreas de ensanches y mejoramientos en el futuro. En la tabla se muestran los anchos mínimos de derecho de vía según su clasificación por IMDA

[4], contando en nuestro caso por tratarse de una carretera de tercera clase con un ancho mínimo de vía de 16 m.

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

**Tabla. 48.** Anchos mínimos de Derecho de Vía.

#### 4.5.2.4. Distancia de visibilidad

Se ha considerado como distancia de visibilidad de parada 35 metros de acuerdo con la velocidad de 30km/h.

#### 4.5.2.5. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

La estimación de la distancia de adelantamiento es bastante subjetiva debido a que depende de la habilidad del conductor, entonces para realizar una estimación más sencilla, se utiliza la tabla brindado por el manual de diseño DG – 2018 [4].

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO $D_A$ (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

**Tabla. 49.** Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos.

#### **4.5.2.6. Valores estéticos y ecológicos**

El alineamiento, el perfil y las secciones transversales se trató en la medida de lo posible guarden armonía con las condiciones del medio, evitando así un quiebre de los factores ecológicos.

El trazo y el perfil de la carretera en lo posible, se acomodaron a las características del terreno, con la finalidad de disminuir el movimiento de tierras.

#### **4.5.2.7. Capacidad y niveles de Servicio**

##### **Tratamiento según tipo de vía**

Debido a que contamos con una carretera de dos carriles con tránsito bidireccional, en este caso se considera que la vía no tiene control de accesos, pero tiene prioridad sobre todas las demás que la empalman o cruzan.

Nuestra vía en estudio debido al bajo volumen de tránsito vehicular y teniendo en cuenta que conecta a un caserío de pocos habitantes, se encuentra en el nivel que se muestra a continuación, junto a su descripción cualitativa brindada por la norma DG – 2018.

##### **Nivel A**

Corresponde a las condiciones de libre flujo vehicular. Las maniobras de conducción no son afectadas por la presencia de otros vehículos y están condicionadas únicamente por las características geométricas de la carretera y las decisiones del conductor. Este nivel de servicio ofrece comodidad física y psicológica al conductor. Las interrupciones menores para circular son fácilmente amortiguadas sin exigir un cambio de velocidad de circulación [4].

#### **4.5.3. Diseño Geométrico en Planta**

Contando con la topografía y los estudios previos necesarios para trazar el alineamiento, se procede a realizar el diseño geométrico en planta, teniendo en cuenta todos los criterios que mencionaremos a continuación. Todos estos criterios de diseños han sido procesados a través de una memoria de Cálculo (Ver anexo 06: Memoria de cálculo del Diseño Geométrico).

#### 4.5.3.1. Tramos en tangente

De acuerdo con la velocidad de diseño de 30 km/h, las longitudes de tramos en tangente deben ser calculadas con las siguientes fórmulas:

$$L_{\min.s} : 1,39 V$$

$$L_{\min.o} : 2,78 V$$

$$L_{\max} : 16,70 V$$

Dónde:

$L_{\min.s}$ : Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\min.o}$ : Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{\max}$ : Longitud máxima deseable (m)

V : Velocidad de diseño (km/h)

Donde para la velocidad de 30 km/h:

$$L_{\min.s} = 41.7m$$

$$L_{\min.o} = 83.4m$$

$$L_{\max} = 501m$$

#### 4.5.3.2. Radios mínimos de curvas horizontales

Para el caso de carreteras de tercera clase, aplicando la fórmula que a continuación se indica, se obtienen los valores precisados en las tablas del DG – 2018 [4].

$$R_{\min} = V^2 / 2127(0.01 e_{\max} + f_{\max})$$

Donde:

$R_{\min}$ : Mínimo radio de curvatura

emáx: Valor máximo del peralte

fmáx : Factor máximo de fricción

V : Velocidad específica de diseño

Es importante comprender que la norma DG 2018 nos hace mención que para una carretera de tercera clase el radio mínimo debería ser de 25 m, pero las condiciones de la topografía que es un factor que tiene mucho que ver en el caso de una carretera que será nueva por completo, no nos permite en algunos casos del diseño, como el nuestro, considerar el radio mínimo de 25m, por consiguiente, se ha considerado tomar un radio mínimo de 15 m para una curva, con el que además el vehículo de diseño (B2) puede hacer giros de 180°, ya que el mínimo es 14.37m, exceptuando otra curva crítica en la cual hemos considerado el radio mínimo 10 m. Esto debido a que en ese tramo se vio en la necesidad de dar vuelta a la línea gradiente, ocasionando en dicha vuelta un cambio de pendiente exorbitante que no cumple con la norma generando una pendiente demasiado fuerte, que ni un vehículo podría atravesar si se realizarán los 25 m que te pide la norma, justificando de esta manera la reducción de los dos únicos radios de 10 y 15 m considerados en el diseño. Caber recalcar que se ha realizado el diseño de espirales para tratar de mejorar y controlar mejor la fuerza centrífuga en esos radios muy cerrados, y para ello se disminuyó las velocidades a 20 km/hr y 15 km/hr respectivamente en esas dos curvas, indicando en el estudio de señalización el cartel de velocidad máxima permitida en las dos curvas críticas del diseño.

#### **4.5.3.3. Sobreancho**

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

El sobreancho variará en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de diseño y se calculará con la siguiente fórmula:  $Sa = n (R - \sqrt{R^2 - L^2}) + V^2 \sqrt{R}$

Dónde:

Sa : Sobreancho (m)

N : Número de carriles

R : Radio (m)

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

V : Velocidad de diseño (km/h)

Por lo que para el valor L para el ómnibus B2 se considera 10.55m.

En la parte de los sobreeanchos para las curvas críticas ya mencionadas, en el caso de la curva de 15 m resultada un sobreeancho de 9.50 m y en el caso de la curva de 10 m la fórmula ya no cumple, por lo que la norma no la ha realizado en función de radios demasiado bajos. Teniendo en cuenta estos factores inesperados y sobreeanchos excesivos se verificó en dichas curvas si se necesita análisis de despeje lateral, contando en una zona para fortuna de terraplén y no muy empinada, con la que se puede tratar de hacer cumplir el sobreeancho de 9.50 m.

#### **4.5.3.4 Despeje Lateral**

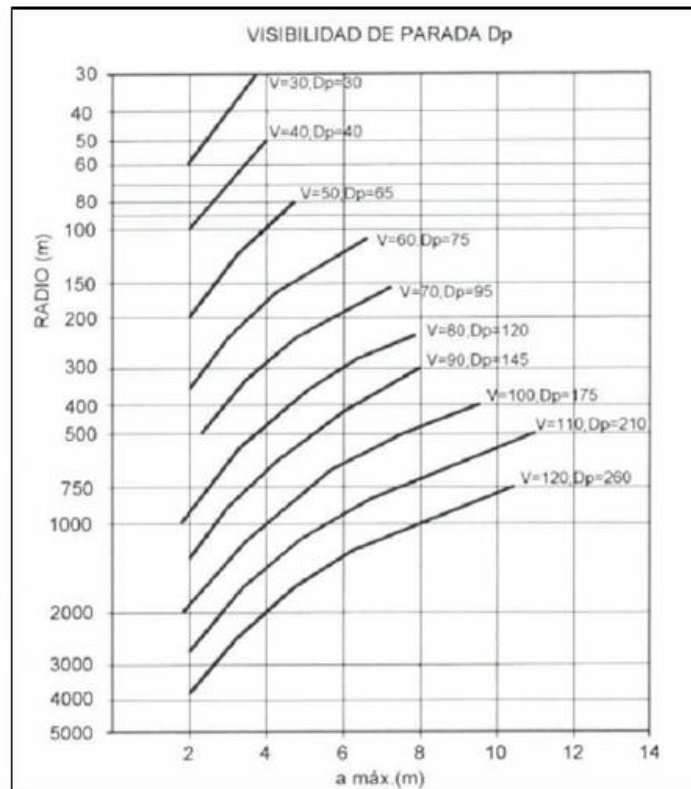
En toda curva horizontal se tendrá que asegurar una visibilidad adecuada, en este caso la visibilidad de parada  $D_p$ , siendo el parámetro  $a_{máx}$  el máximo despeje requerido para lograr la distancia de visibilidad necesaria [4].

$$a_{máx} = \frac{Dv^2}{8R}$$

$a_{máx}$ : máximo ancho de despeje lateral.

Dv: Distancia de visibilidad de parada (m)

R: radio de curvatura (m).



**Fig. 17.** Visibilidad de parada Dp – Fuente DG 2018.

Se realizó el cálculo de despeje lateral para las curvas que su parte interna se encontraron en corte, por lo que no necesita de envolvente de visuales debido a que la mitad del carril más la berma y el sobreebancho que necesitan es mayor que la longitud de despeje lateral calculada.

#### 4.5.3.5. Transición de peralte

Es la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva.

La longitud del tramo de transición de peralte tendrá por tanto una longitud mínima definida por la fórmula:

$$L_{\text{mín}} = \frac{P_f - P_i}{i_{\text{pmáx}}} * B$$

Donde:

L mín: Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m).

Pf: Peralte final con su signo (%).

Pi: Peralte inicial con su signo (%).

B: Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

#### 4.5.3.6. Zonas de no adelantar

Tal vez no se disponga la visibilidad de adelantamiento mínima, por restricciones causadas por elementos asociados a la planta o elevación o combinaciones de éstos, la zona de adelantamiento prohibido, deberá quedar señalizada mediante pintura en el pavimento y/o señalización vertical correspondiente [4].

#### 4.5.3.7. Frecuencia de las zonas adecuadas para adelantar

Para la longitud superior a 5km, es recomendable que se mantengan dentro de los porcentajes que se indican en la siguiente tabla:

Tipo de terreno	% Mínimo	% Deseable
Plano	45	≥65
Ondulado	30	≥50
Accidentado o escarpado	20	≥30

**Tabla. 50.** Porcentaje del tramo con visibilidad adecuada para adelantar – Fuente DG 2018.

En el caso de nuestra carretera se realizó Se tuvo en consideración este porcentaje y se muestra la respectiva verificación.

#### 4.5.3.8. Longitudes mínima y máxima de espirales

Sólo para carreteras de tercera clase se considera las siguientes formulas:

$$L_{mín} = 0.0178 \frac{v^3}{R}$$

$$L_{máx} = (24R)^{0.5}$$

R: Radio de la curvatura circular horizontal.

Lmín: Longitud mínima de la curva de transición.

Lmáx: Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V: Velocidad específica en km/h.

#### 4.5.4. Diseño Geométrico en Perfil

Una vez realizado el diseño geométrico en planta y teniéndolo bien definido, se procede a la creación del perfil utilizando el Software Civil 3D, de igual manera se menciona todo el trabajo realizado en la memoria de cálculo. (Ver Anexo 06: Memoria de cálculo del Diseño Geométrico)

##### 4.5.4.1. Pendiente

La pendiente mínima es del orden del 0.5% a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales.

Se ha tomado como pendiente máxima 10% tal como indica la norma en la siguiente tabla.

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: 30 km/h																			10.00	0.00
40 km/h																9.00	8.00	9.00	10.00	
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	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		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/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																			

Tabla. 51. Pendientes máximas (%) – Fuente DG 2018.

##### 4.5.4.2. Pendientes máximas excepcionales

Para carreteras de tercera clase deberán tenerse en cuenta los siguientes criterios [4]:

En general, cuando se emplean pendientes mayores a 10% los tramos con tales pendientes no excederán los 180 m [4].

La máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000 m, no debe superar el 6% [4].

En curvas con radios menores a 50 m de longitud debe evitarse pendientes mayores a 8%, para evitar que las pendientes del lado interior de la curva se incrementen significativamente [4].

#### 4.5.4.3. Curvas verticales

De acuerdo al manual existen valores del índice K para el cálculo de longitud de curva convexa y cóncavas para carreteras de tercera clase.

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 2% para el caso de nuestra carretera de tercera clase [4].

#### 4.5.4.4. Longitud de curva

Para el perfil longitudinal también se deben de diseñar las curvas verticales de la misma. El cálculo de las longitudes se hace mediante diferentes fórmulas para curvas cóncavas o convexas. En la siguiente tabla se muestran las fórmulas que se usarán para el diseño.

	Distancia de Parada (Dp)		Distancia de Adelantamiento (Da)	
	Dp<L	Dp>L	Da<L	Da>L
Curvas Convexas	$L = \frac{ADp^2}{404}$	$L = 2Dp - \frac{404}{A}$	$L = \frac{A D_a^2}{946}$	$L = 2D_a - \frac{946}{A}$
Curvas Concavas	$L = \frac{A D^2}{120 + 3.5D}$	$L = 2D - \left(\frac{120 + 3.5D}{A}\right)$		

**Tabla. 52.** Formulas para calcular la longitud de curvas verticales.

Dónde, para todos los casos:

L: Longitud de la curva vertical (m)

Dp: Distancia de visibilidad de parada (m)

A: Diferencia algebraica de pendientes (%)

Da: Distancia de visibilidad de paso (m).

Los valores de k antes mencionados aparecen en el las siguientes tablas, que está en función de la velocidad.

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

**Tabla. 53.** Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase – Fuente DG 2018.

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

**Tabla. 54.** Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase – Fuente D 2018.

#### 4.5.5. Diseño Geométrico de Secciones Transversales

Una vez trazado la rasante en el perfil longitudinal se procede a la creación de secciones transversales para los cuales tendremos los siguientes criterios que se describen a continuación:

##### 4.5.5.1. Ancho de Calzada

Se ha tomado excepcionalmente como ancho de calzada 6.00 m de acuerdo al manual. Además, el valor de bombeo de la calzada será de 2.5% de acuerdo a una precipitación menor a 500 mm/año.

La siguiente tabla nos brinda el ancho de calzada asumida para nuestro tipo de vía.

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
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: 30km/h																			5.00	6.00
40 km/h																	6.60	6.60	6.60	5.00
50 km/h											7.20	7.20					6.60	6.60	6.60	5.00
60 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
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	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	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																			

Tabla. 55. Anchos mínimos de calzada en tangente – Fuente DG 2018.

##### 4.5.5.2. Ancho de tramos en curva

Sólo se agregan los sobreeanchos correspondientes a las curvas.

##### 4.5.5.3. Ancho de las Bermas

Se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias. También desempeñan funciones como protección al pavimento y a sus capas inferiores, detenciones ocasionales como zona de seguridad para maniobras de emergencia.

Debe mantener el mismo nivel e inclinación (Bombeo o peralte) de la superficie de rodadura o calzada.

Está constituida por materiales similares a la capa de rodadura de la calzada.

En la siguiente tabla nos brinda el ancho de berma de acuerdo a nuestro tipo de vía en estudio.

Clasificación	Autopista								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: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h																	1.20	1.20	0.90	0.50
50 km/h											2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	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	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20	1.20	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			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

Tabla. 56. Ancho de Bermas – Fuente DG 2018.

#### 4.5.5.4. Inclinación de las Bermas

Para vías a nivel de afirmado, las bermas seguirán la inclinación del pavimento, en este caso sería de 2.5% [4].

#### 4.5.5.5. Bombeo

El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

Se ha considerado como bombeo de calzada 2.5% de acuerdo a la precipitación y al tipo de tratamiento superficial.

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

Tabla. 57. Valores del bombeo de la calzada – Fuente DG 2018.

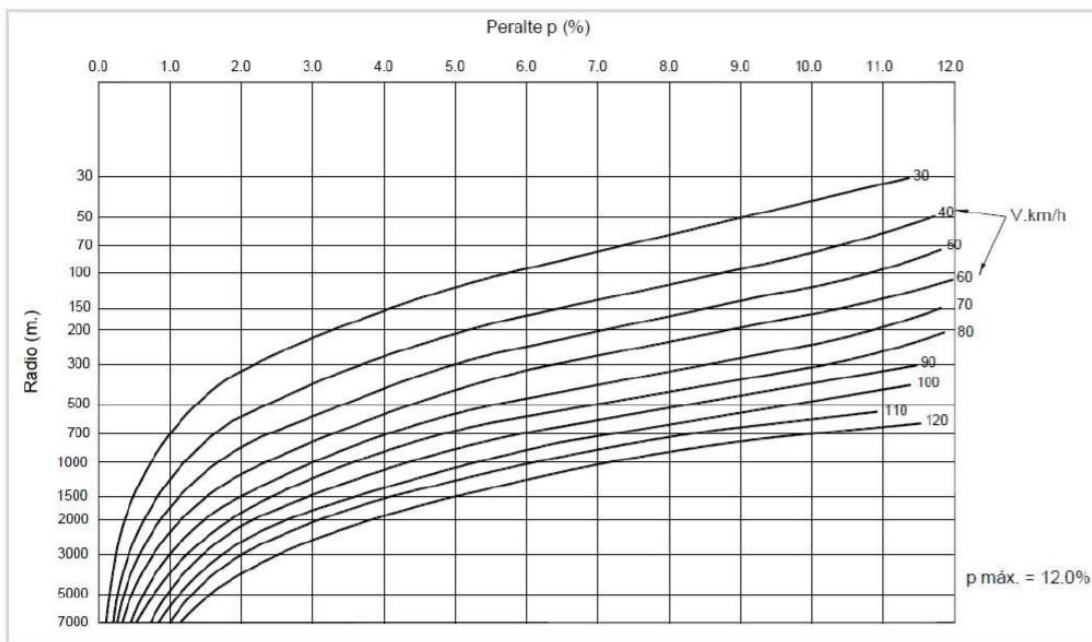
#### 4.5.5.6. Peralte

Es la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

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 o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

**Tabla. 58.** Valores de peralte máximo – Fuente DG 2018.

Sin embargo, para calcular el peralte bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento, se utilizará el siguiente ábaco que te brinda también la norma.



**Fig. 18.** Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4) – Fuente DG 2018.

#### **4.5.5.7. Taludes**

Los taludes de corte y relleno, variarán de acuerdo a la estabilidad del terreno. El manual de carreteras nos da valores recomendados para inclinación de taludes según tipo de terreno.

Los valores asumidos para el proyecto según nuestro estudio de suelos y la norma son:

Talud de corte: 1/1

Talud de relleno: 1.5/1

Además, para los taludes de corte de más de 7 metros se han colocado banquetas de estabilidad, las cuales tienen un ancho de 3 metros y un bombeo de 2% negativo.

#### **4.5.6 Resultados del Diseño Geométrico**

Una vez definidos todos los parámetros de diseño para la carretera según la norma DG 2018, se procede a realizar el diseño geométrico de la ruta elegida como la más óptima, cabe recalcar que esta ruta, en su replanteo en campo no necesariamente va salir exactamente igual a la geometría de la ruta elegida, pero tampoco se debe alejar mucho de esta geometría.

Teniendo los datos de la topografía compensados tanto en coordenadas como desnivel y correctamente procesados en el software civil 3D, se procede a realizar una nueva línea gradiente para controlar las pendientes en perfil antes de realizar el alineamiento definitivo. (VER PLANO en anexos)

#### **Verificaciones de Diseño**

Seguidamente de haber realizado la línea gradiente se procede a realizar el alineamiento definitivo donde también se obtiene el perfil longitudinal en función a ese alineamiento, en las siguientes tablas se muestran los resultados del diseño en planta y perfil del proyecto en mención y sus respectivas verificaciones.

DATOS DEL DISEÑO EN PLANTA													VERIFICACIONES					
N° PI	SENTIDO	DELTA	TANGENTE	RADIO (m)	TIPO	L.C.	EXTERNA	P.C.	P.I. (km)	P.T.	ESTE	NORTE	L entre curvas	Radio Mínimo	Prescindir de Curva	Tramos en Tangente	Prescindir de curva de transición	Curvas compuestas (R1/R2 <= 1.5)
PI - 0	I								0+000.00		708241.844	9279673.698	0.00 m					
PI - 1	D	57.76°	30.34 m	55.00 m	Curva	55.44 m	7.81 m	0+056.56	0+086.89	0+112	708279.806	9279751.861	56.56 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 2	I	79.73°	45.93 m	55.00 m	Curva	76.54 m	16.66 m	0+156.30	0+202.23	0+232.84	708399.632	9279765.167	44.29 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 3	D	14.66°	15.44 m	120.00 m	Curva	30.71 m	0.99 m	0+291.98	0+307.41	0+322.68	708407.894	9279885.394	59.14 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 4	D	24.51°	15.21 m	70.00 m	Curva	29.95 m	1.63 m	0+467.96	0+483.16	0+497.90	708463.98	9280052.129	145.27 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 5	I	49.44°	25.32 m	55.00 m	Curva	47.46 m	5.55 m	0+569.20	0+594.52	0+616.66	708540.392	9280133.778	71.30 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 6	D	33.34°	7.49 m	25.00 m	Curva	14.55 m	1.10 m	0+681.35	0+688.83	0+695.90	708529.634	9280230.676	64.69 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 7	D	110.30°	64.62 m	45.00 m	Curva	86.63 m	33.75 m	0+746.12	0+810.74	0+832.75	708585.18	9280339.67	50.22 m	OK	----	CORREGIR	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 8	I	17.23°	13.64 m	90.00 m	Curva	27.07 m	1.03 m	0+876.25	0+889.88	0+903.32	708667.751	9280250.184	43.50 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 9	I	62.50°	54.61 m	90.00 m	Curva	98.17 m	15.27 m	1+152.31	1+206.93	1+250.49	708949.428	9280104.846	248.71 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 10	I	38.89°	24.71 m	70.00 m	Curva	47.51 m	4.23 m	1+300.81	1+325.52	1+348.32	709052.508	9280183.47	50.32 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 11	D	38.29°	19.10 m	55.00 m	Curva	36.76 m	3.22 m	1+393.83	1+412.92	1+430.59	709073.779	9280270.218	45.51 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 12	I	68.14°	54.11 m	80.00 m	Curva	95.15 m	16.58 m	1+509.20	1+563.31	1+604.35	709193.529	9280363.542	78.62 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 13	I	20.66°	4.56 m	25.00 m	Curva	9.02 m	0.41 m	1+649	1+653.55	1+658.01	709164.924	9280462.813	44.65 m	OK	----	CORREGIR	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 14	D	30.37°	14.93 m	55.00 m	Curva	29.15 m	1.99 m	1+720.28	1+735.21	1+749.43	709116.026	9280528.328	62.27 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 15	I	18.91°	9.16 m	55.00 m	Curva	18.15 m	0.76 m	1+795.04	1+804.19	1+813.18	709108.297	9280597.586	45.60 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 16	D	35.49°	25.60 m	80.00 m	Curva	49.56 m	4.00 m	2+022.24	2+047.85	2+071.80	709004.202	9280818.068	209.06 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 17	D	56.68°	40.45 m	75.00 m	Curva	74.19 m	10.21 m	2+129.59	2+170.04	2+203.78	709026.17	9280939.943	57.79 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 18	I	42.90°	19.65 m	50.00 m	Curva	37.44 m	3.72 m	2+268.52	2+288.17	2+305.96	709140.994	9280988.936	64.75 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 19	D	43.94°	10.09 m	25.00 m	Curva	19.17 m	1.96 m	2+348.80	2+358.89	2+367.97	709170.501	9281055.237	42.84 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	OK
PI - 20	D	36.21°	11.44 m	35.00 m	Curva	22.12 m	1.82 m	2+431.81	2+443.26	2+453.93	709249.612	9281087.311	63.84 m	OK	----	CORREGIR	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 21	I	13.27°	6.40 m	55.00 m	Curva	12.74 m	0.37 m	2+497.36	2+503.76	2+510.10	709309.029	9281072.347	43.43 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 22	I	94.81°	59.83 m	55.00 m	Curva	91.02 m	26.27 m	2+572.42	2+632.24	2+663.43	709437.554	9281070.413	62.31 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 23	D	12.88°	15.81 m	140.00 m	Curva	31.48 m	0.89 m	2+767.53	2+783.34	2+799.01	709425.163	9281249.721	104.10 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 24	I	51.35°	43.27 m	90.00 m	Curva	80.66 m	9.86 m	2+907.01	2+950.28	2+987.67	709451.102	9281414.767	100.00 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 25	D	43.13°	21.74 m	55.00 m	Curva	41.40 m	4.14 m	3+060.58	3+082.32	3+101.98	709358.077	9281516.577	72.91 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 26	D	60.76°	32.24 m	55.00 m	Curva	58.33 m	8.75 m	3+192.15	3+224.39	3+250.47	709359.866	9281660.715	90.17 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 27	I	41.51°	9.47 m	25.00 m	Curva	18.11 m	1.74 m	3+363.68	3+373.15	3+381.79	709495.977	9281734.703	113.20 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 28	I	74.44°	30.38 m	40.00 m	Curva	51.97 m	10.23 m	3+426.01	3+456.39	3+477.98	709524.688	9281813.727	44.22 m	OK	----	CORREGIR	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 29	I	13.32°	15.18 m	130.00 m	Curva	30.23 m	0.88 m	3+640.35	3+655.53	3+670.58	709355.474	9281934.566	162.37 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 30	D	27.58°	13.50 m	55.00 m	Curva	26.48 m	1.63 m	3+762.49	3+775.99	3+788.97	709243.825	9281980.148	91.91 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 31	I	5.83°	6.11 m	120.00 m	Curva	12.21 m	0.16 m	3+865.45	3+871.56	3+877.66	709181.79	9282053.534	76.48 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 32	D	72.81°	40.56 m	55.00 m	Curva	69.90 m	13.34 m	3+942.70	3+983.26	4+012.59	709101.382	9282131.079	65.04 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 33	I	30.45°	6.80 m	25.00 m	Curva	13.29 m	0.91 m	4+116.22	4+123.02	4+129.51	709169.404	9282265.882	103.63 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	OK
PI - 34	D	21.12°	4.66 m	25.00 m	Curva	9.22 m	0.43 m	4+174.38	4+179.04	4+183.60	709165.792	9282322.108	44.88 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 35	D	30.26°	14.87 m	55.00 m	Curva	29.05 m	1.98 m	4+229.29	4+244.16	4+258.34	709185.349	9282384.331	45.69 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 36	I	22.21°	4.91 m	25.00 m	Curva	9.69 m	0.48 m	4+508.13	4+513.03	4+517.82	709330.832	9282604.519	244.13 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 37	D	42.24°	21.24 m	55.00 m	Curva	40.54 m	3.96 m	4+625.38	4+646.63	4+665.93	709322.936	9282738	107.56 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 38	D	7.81°	5.46 m	80.00 m	Curva	10.91 m	0.19 m	4+737.99	4+743.45	4+748.90	709384.893	9282814.918	72.06 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 39	D	36.99°	18.40 m	55.00 m	Curva	35.51 m	3.00 m	4+829.26	4+847.66	4+864.77	709460.701	9282886.447	80.37 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 40	I	38.70°	22.83 m	65.00 m	Curva	43.91 m	3.89 m	4+945.88	4+968.71	4+989.79	709582.289	9282899.966	81.11 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 41	I	18.77°	9.92 m	60.00 m	Curva	19.65 m	0.81 m	5+105.41	5+115.33	5+125.07	709687.113	9283004.965	115.62 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 42	D	21.08°	10.23 m	55.00 m	Curva	20.23 m	0.94 m	5+168.81	5+179.05	5+189.05	709715.308	9283062.303	43.75 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 43	D	26.57°	12.99 m	55.00 m	Curva	25.50 m	1.51 m	5+243.95	5+256.93	5+269.45	709772.685	9283115.317	54.90 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 44	I	12.33°	12.97 m	120.00 m	Curva	25.83 m	0.70 m	5+370.60	5+383.57	5+396.43	709894.756	9283150.713	101.15 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 45	D	44.44°	22.47 m	55.00 m	Curva	42.66 m	4.41 m	5+491.65	5+514.12	5+534.31	710009.571	9283213.06	95.22 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 46	I	163.90°	294.41 m	41.65 m	Curva	119.14 m	255.69 m	5+881.10	5+881.10	5+705.83	710364.629	9283111.654	52.38 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 47	I	6.85°	8.38 m	140.00 m	Curva	16.74 m	0.25 m	5+839.45	5+847.83	5+856.19	709994.716	9283343.2	133.62 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 48	I	37.02°	36.83 m	110.00 m	Curva	71.08 m	6.00 m	6+015.20	6+052.03	6+086.28	709809.923	9283430.135	159.01 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 49	I	5.30°	6.94 m	150.00 m	Curva	13.86 m	0.16 m	6+235.27	6+242.20	6+249.13	709621.258	9283390.628	148.99 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 50	D	16.48°	9.41 m	65.00 m	Curva	18.70 m	0.68 m	6+302.42	6+311.83	6+321.11	709554.707	9283370.127	53.29 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 51	D	34.10°	41.09 m	134.00 m	Curva	79.75 m	6.16 m	6+365.02	6+406.12	6+444.77	709460.298	9283369.069	43.91 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 52	D	24.19°	11.79 m	55.00 m	Curva	23.22 m	1.25 m	6+494.56	6+506.34	6+517.77	709374.644	9283425.668	49.79 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 53	I	43.44°	17.93 m	45.00 m	Curva	34.12 m	3.44 m	6+608.21	6+626.14	6+642.33	709310.343	9283527.161	90.44 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 54	D	9.64°	10.12 m	120.00 m	Curva	20.20 m	0.43 m	6+696.67	6+706.79	6+716.87	709230.473	9283547.375	54.34 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 55	I	17.71°	3.90 m	25.00 m	Curva	7.73 m	0.30 m	6+807.52	6+811.41	6+815.25	709134.738	9283589.693	90.65 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 56	D	25.15°	53.54 m	240.00 m	Curva	105.35 m	5.90 m	6+870.15	6+923.69	6+975.50	709023.048	9283601.703	54.90 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 57	D	88.09°	82.21 m	85.00 m	Curva	130.68 m	33.25 m	7+019.45	7+101.66	7+150.13	708869.481	9283695.031	43.96 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 58	I	35.43°	14.38 m	45.00 m	Curva	27.83 m	2.24 m	7+197.11	7+211.49	7+224.94	708939.903	9283820.136	46.98 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	OK
PI - 59	D	16.51°	7.98 m	55.00 m	Curva	15.85 m	0.58 m	7+273.34	7+281.32	7+289.19	708932.436	9283890.491	48.40 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 60	D	51.18°	26.34 m	55.00 m	Curva	49.13 m	5.98 m	7+349.03	7+375.37	7+398.16	708949.515	9283983.093	59.84 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 61	I	62.24°	37.43 m	62.00 m	Curva	67.35 m	10.42 m	7+482.20	7+519.63	7+549.55	709079.574	9284053.324	84.04 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 62	I	84.85°	13.71 m	15.00 m</														

Una vez trazado el alineamiento definitivo y diseñado en planta en el software civil 3D, se procede a exportar la tabla de elementos a una hoja de Excel con la finalidad de hacer las respectivas verificaciones del diseño en planta. Del diseño en planta se puede observar que 67 curvas cumplen con el radio mínimo de 25m, mientras 2 curvas no cumplen y sus radios respectivos han sido de 10m y 15m, esto debido a la topografía a la que nos enfrentamos que es un factor que tiene mucho que ver en el caso de una carretera que será nueva por completo, no nos permite en algunos casos del diseño, como el nuestro, considerar el radio mínimo de 25m, por consiguiente, se ha considerado tomar un radio mínimo de 15 m para una curva, con el que además el vehículo de diseño B2 puede hacer giros de 180°, exceptuando otra curva crítica de 10 m. Esto debido a que en ese tramo se vio en la necesidad de dar vuelta a la línea gradiente en un terreno bastante empinado, ocasionando en dicha vuelta un cambio de pendiente exorbitante que no cumple con la norma, generando una pendiente demasiado fuerte que ni un vehículo podría atravesar si se realizarán los 25 m que te pide la norma, justificando de esta manera los dos únicos radios de 10 y 15m considerados en el diseño. Cabe recalcar que se ha realizado el diseño de espirales para tratar de mejorar y controlar la fuerza centrífuga en esos radios muy cerrados, y para ello se disminuyó las velocidades a 20 km/hr y 15 km/hr respectivamente en esas dos curvas, indicando en el estudio de señalización el cartel de velocidad máxima permitida en las dos curvas críticas del diseño. La eficiencia del diseño en cuanto a cumplimiento de radios es de 97.10%.

También se puede observar que las 69 curvas no pueden prescindir de éstas, comprobando indirectamente que los ángulos deltas son mayores a los permitidos para el diseño según la norma DG 2018, que nos dice que para nuestra velocidad de diseño 30 km/hr, se usarán curvas siempre y cuando el ángulo de deflexión sea mayor a 2°30'.

En la siguiente casilla de resultados se observa que 51 de los tramos en tangente cumplen con la longitud mínima que te proporciona la norma que es de 42m, las otras 19 no cumplen. Esto debido a que las tangentes no siempre van a cumplir en una carretera de apertura, debido a la topografía accidentada a la que nos enfrentamos y a los factores que condicionan el diseño de la carretera. Se ha tratado en lo mayor posible de cumplir con las tangentes de diseño, bajando los radios hasta el mínimo que te permite la norma (25m), tratando de esta forma de dar mayor longitud a las tangentes que no cumplen con la norma en mención. La eficiencia de diseño en cuanto a cumplimiento de tramos en tangente es del 72.86%.

En la siguiente casilla nos da el número de curvas que necesitan de transición de espiral debido al ser menores que 55m. Para ello se diseñaron las espirales necesarias.

Finalmente se puede observar en la última casilla la verificación  $R1/R2 \leq 1.5$ , obteniendo que 30 tramos de curvas consecutivas cumplen, mientras 38 no cumplen. Se obtiene una eficiencia de diseño en cuánto a este parámetro de 44.12%, es baja debido a que, si aumento el radio que le sigue para que esto se cumpla, entonces los tramos en tangente no van a cumplir, se ha dado prioridad a los tramos en tangente.

DATOS DEL PERFIL LONGITUDINAL			VERIFICACIONES				
Tangente	PENDIENTE (%)	DISTANCIA (m)	Pendiente máx 10%	Pendiente mayores al 10% que no excedan los 180 m	Pendiente mín 0.5%	Diferencia Algebraica mayor que el 2%	Pendiente Ponderada
							Pendiente * Distancia
1	1.31 %	en 197.85 m	OK	-----	OK		259.184
2	0.76 %	en 114.85 m	OK	-----	OK	OK	87.286
3	7.83 %	en 54.29 m	OK	-----	OK	OK	425.091
4	3.66 %	en 55.19 m	OK	-----	OK	OK	201.995
5	5.73 %	en 151.41 m	OK	-----	OK	OK	867.579
6	2.93 %	en 112.08 m	OK	-----	OK	OK	328.394
7	7.68 %	en 131.07 m	OK	-----	OK	OK	1006.618
8	-4.92 %	en 74.20 m	OK	-----	OK	OK	365.064
9	-8.33 %	en 37.04 m	OK	-----	OK	OK	308.543
10	-0.85 %	en 60.74 m	OK	-----	OK	OK	51.629
11	-6.60 %	en 125.17 m	OK	-----	OK	OK	826.122
12	-5.00 %	en 75.61 m	OK	-----	OK	OK	378.050
13	-4.87 %	en 304.16 m	OK	-----	OK	OK	1481.259
14	-4.29 %	en 127.35 m	OK	-----	OK	OK	546.332
15	-5.76 %	en 89.07 m	OK	-----	OK	OK	513.043
16	-4.98 %	en 329.39 m	OK	-----	OK	OK	1640.362
17	-2.88 %	en 97.57 m	OK	-----	OK	OK	281.002
18	-6.74 %	en 239.58 m	OK	-----	OK	OK	1614.769
19	-3.48 %	en 147.22 m	OK	-----	OK	OK	512.326
20	-6.37 %	en 213.09 m	OK	-----	OK	OK	1357.383
21	-3.46 %	en 236.49 m	OK	-----	OK	OK	818.255
22	-6.15 %	en 263.51 m	OK	-----	OK	OK	1620.587
23	1.56 %	en 116.42 m	OK	-----	OK	OK	181.615
24	-5.67 %	en 69.20 m	OK	-----	OK	OK	392.364
25	-1.71 %	en 120.33 m	OK	-----	OK	OK	205.764
26	-5.65 %	en 232.83 m	OK	-----	OK	OK	1315.490
27	-4.20 %	en 170.95 m	OK	-----	OK	OK	717.990
28	-6.61 %	en 238.92 m	OK	-----	OK	OK	1579.261
29	-5.42 %	en 323.91 m	OK	-----	OK	OK	1755.592
30	-2.38 %	en 83.98 m	OK	-----	OK	OK	199.872
31	-7.72 %	en 132.86 m	OK	-----	OK	OK	1025.679
32	-3.85 %	en 388.86 m	OK	-----	OK	OK	1497.111
33	-7.10 %	en 72.79 m	OK	-----	OK	OK	516.809
34	-3.94 %	en 197.19 m	OK	-----	OK	OK	776.929
35	-1.49 %	en 106.19 m	OK	-----	OK	OK	158.223
36	3.56 %	en 62.92 m	OK	-----	OK	OK	223.995
37	-1.02 %	en 248.66 m	OK	-----	OK	OK	253.633
38	-3.61 %	en 111.78 m	OK	-----	OK	OK	403.526
39	-9.91 %	en 112.04 m	OK	-----	OK	OK	1110.316
40	-9.22 %	en 378.22 m	OK	-----	OK	OK	3487.188
41	-9.92 %	en 447.68 m	OK	-----	OK	OK	4440.986
42	-6.99 %	en 397.46 m	OK	-----	OK	OK	2778.245
43	-7.37 %	en 218.27 m	OK	-----	OK	OK	1608.650
44	-9.99 %	en 146.82 m	OK	-----	OK	OK	1466.732
45	-13.80 %	en 85.13 m	←----- Ver Distancia	OK	OK	OK	1174.794
46	-4.32 %	en 282.26 m	OK	-----	OK	OK	1219.363
47	-9.73 %	en 68.78 m	OK	-----	OK	OK	669.229
48	-6.00 %	en 106.52 m	OK	-----	OK	OK	639.120
49	-9.91 %	en 182.33 m	OK	-----	OK	OK	1806.890
<b>Longitud (m)</b>		<b>8340.23 m</b>					
						<b>Sumatoria</b>	<b>47096.241</b>
						<b>Pendiente Ponderada</b>	<b>5.65 % (OK)</b>

Tabla. 60. Verificaciones del diseño en perfil.

Se puede observar que en perfil no se ha tenido problema alguno en cuánto a cumplimiento con la norma DG 2018. Contando con las pendientes que sean máximo del 10%, en caso se excedan como una que tenemos que es -13.80% , éstas son tolerables según la norma DG 2018 que dice que cuando se excedan las pendientes del 10% para carreteras de tercera clase, estas no deberán sobrepasar los 180 m, de esta forma se verificó también dicha longitud. También se verifico que todas las pendientes sean mayores del 0.5% para asegurar el drenaje pluvial. Por otra parte, se verificó que la diferencia algebraica entre pendientes sea mayor al 2% para poder utilizar las curvas parabólicas. Y finalmente se sacó la pendiente ponderada de la carretera obteniendo un valor de 5.65% y cumpliendo con lo que la norma menciona que para carreteras mayores a 2000 m, la pendiente ponderada no debe superar el 6%.

## **Memoria de Cálculo**

En anexos N°06, se presentan toda la memoria de cálculo que se utilizó como el cálculo de los kilometrajes, el diseño de las espirales, las transiciones de peralte tanto para curvas horizontales como para espirales, las transiciones de los sobrecanchos en curvas horizontales, el replanteo de las curvas horizontales y verticales, el cálculo de los sobrecanchos y peraltes como también el cálculo de las longitudes de curva del perfil.

Cabe recalcar que en anexos la memoria de cálculo respecto a diseño de espirales, transiciones de peralte y replanteos de curvas horizontales y verticales, cuenta solo con el análisis de una sola curva, esto debido a la cantidad de hojas desmesuradas que se presentarían, para verificar el diseño completo ver CD e ir a la carpeta DISEÑO GEOMÉTRICO.

## **Diseño de Espirales**

A continuación, se muestra en la siguiente tabla los resultados del diseño de las espirales.

CURVA	RADIO	$\alpha$	Peralte	J	Le Calculada	Le min	Le máx	Le $\geq 30$ m	LTP	Le Considerada	R/3	A	$\alpha/2$	$\theta_e$
6	25	33.34 °	12.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	10.46 m	11.13 m	24.49 m	30.00 m	28.06 m	14.50 m	8.33 m	16.17 m	16.67 °	16.62 °
7	45	110.30 °	9.60 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	10.04 m	10.68 m	32.86 m	30.00 m	24.20 m	30.00 m	15.00 m	21.26 m	55.15 °	19.10 °
13	25	20.66 °	10.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	2.83 m	5.70 m	24.49 m	30.00 m	23.44 m	9.00 m	8.33 m	8.41 m	10.33 °	10.31 °
18	50	42.90 °	9.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	8.45 m	9.61 m	34.64 m	30.00 m	23.00 m	30.00 m	16.67 m	20.55 m	21.45 °	17.19 °
19	25	43.94 °	12.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	10.46 m	11.13 m	24.49 m	30.00 m	28.06 m	19.00 m	8.33 m	16.17 m	21.97 °	21.77 °
20	35	36.21 °	10.80 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	15.43 m	13.73 m	28.98 m	30.00 m	26.60 m	22.00 m	11.67 m	23.24 m	18.10 °	18.01 °
27	25	41.51 °	12.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	10.46 m	11.13 m	24.49 m	30.00 m	28.06 m	18.00 m	8.33 m	16.17 m	20.75 °	20.63 °
28	40	74.44 °	10.20 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	12.28 m	12.02 m	30.98 m	30.00 m	25.40 m	30.00 m	13.33 m	22.16 m	37.22 °	21.49 °
33	25	30.45 °	12.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	10.46 m	11.13 m	24.49 m	30.00 m	28.06 m	13.00 m	8.33 m	16.17 m	15.23 °	14.90 °
34	25	21.12 °	10.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	2.83 m	5.70 m	24.49 m	30.00 m	23.44 m	9.00 m	8.33 m	8.41 m	10.56 °	10.31 °
36	25	22.21 °	10.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	2.83 m	5.70 m	24.49 m	30.00 m	23.44 m	9.00 m	8.33 m	8.41 m	11.11 °	10.31 °
46	42	163.90 °	10.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	11.46 m	11.54 m	31.62 m	30.00 m	25.00 m	30.00 m	13.88 m	21.84 m	81.95 °	20.63 °
53	45	43.44 °	9.60 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	10.04 m	10.68 m	32.86 m	30.00 m	24.20 m	30.00 m	15.00 m	21.26 m	21.72 °	19.10 °
55	25	17.71 °	10.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	2.83 m	5.70 m	24.49 m	30.00 m	23.44 m	7.50 m	8.33 m	8.41 m	8.85 °	8.59 °
58	45	35.43 °	9.60 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	10.04 m	10.68 m	32.86 m	30.00 m	24.20 m	27.00 m	15.00 m	21.26 m	17.72 °	17.19 °
62	15	84.85 °	12.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	9.80 m	9.49 m	18.97 m	30.00 m	27.19 m	22.00 m	5.00 m	12.12 m	42.42 °	42.02 °
63	10	83.51 °	12.00 %	0.5 m/s <sup>3</sup>	4.67 m	6.01 m	15.49 m	30.00 m	26.36 m	14.50 m	3.33 m	6.83 m	41.75 °	41.54 °
64	25	47.25 °	12.00 %	0.7 m/s <sup>3</sup>	19.07 m	19.22 m	24.49 m	30.00 m	29.00 m	20.00 m	8.33 m	21.83 m	23.62 °	22.92 °

Tabla. 61. Resumen del diseño de espirales.

Partiendo desde los peraltes, estos han sido calculados según el ábaco que te brinda la norma DG 2018, no obstante, existen algunas excepciones en las que el peralte se reduce y no se considera el que resulta del ábaco como en el diseño de espiral de la curva 13, 34, 36 y 55 que se redujeron sus peraltes de 12% al 10%. Esto debido a motivos de que no cumple la condición que  $A$  sea mayor o igual a  $R/3$  si se usa ese peralte, en estos casos lo que se debe hacer es reducir el radio o el peralte, contando ya con los radios mínimos y no pudiendo reducirlo más, se procede a reducir el peralte con la finalidad de que la condición  $A \geq R/3$  cumpla, ya que es muy relevante para la seguridad de las personas que transitan la vía, debido a que esta condición nos permite asegurarnos que la curva de transición y la curva circular resulte fácilmente perceptible por el conductor.

Por otra parte, se utiliza el  $J$  máx en casos debidamente justificados, en este caso se utilizó el  $J = 0.7$  cuando el parámetro  $A$  es mayor que el radio no cumpliendo la condición  $A < R$  de la norma DG 2018. En estos casos se procede a aumentar el radio o diseñar con el  $J$  máx, ya contando con los radios más adecuados para el alineamiento y topografía a la que nos enfrentamos y no pudiendo hacer nada al respecto debido a que si aumento el radio dejaría de cumplirme los tramos en tangente, entonces se procede a darle una solución más factible en este caso gracias al uso del  $J$  máx que la norma te permite usar para casos excepcionales como este.

Otro factor que hay que tener presente al momento de discernir entre la longitud de espiral que la curva necesita es considerar que la longitud de espiral que se emplee cumpla con las condiciones geométricas de la curva que se está diseñando, porque existe algunas ocasiones en las que si consideras la longitud que debería ser según las condiciones de la norma DG-2018 la longitud de curva circular reducida comienza a salir negativa, queriendo decir que es prácticamente inviable diseñar esa longitud de espiral seleccionada para las condiciones geométricas que presenta dicha curva. Teniendo en claro esto, lo que se podría hacer es bien aumentar el radio de la curva, que en este caso por tratarse de una carretera totalmente nueva y tener una topografía accidentada no se puede, ya que si la aumentamos los tramos en tangente no cumplen o las pendientes crecen desmesuradamente, entre otros factores. Entonces la solución que se le dio fue optimizar el diseño y adaptar una longitud de espiral, de tal forma que sea la máxima longitud que se pueda utilizar antes de que la longitud de curva reducida comience a salir negativo.

Finalmente, en la parte subrayada de azul se puede observar las verificaciones del diseño de las espirales, donde claramente se puede ver que cumplen las siguientes condiciones:

$$A \geq R/3$$

$$A < R$$

$$\text{Teta} < \text{alfa medios.}$$

### **Despeje Lateral**

En el caso de nuestra carretera se realizó el cálculo de la longitud de despeje lateral para las curvas en la que la parte interna se encuentra en corte y se tienen los siguientes resultados.

CURVA	RADIO INICIAL (m)	DIST. VISIBILIDAD DE PARADA		LONG CURVA	CASO	DESPEJE LATERAL (m)	SOBREANCHO (m)	BERMA (m)	¿Se considera?
		Da	Dp						
1	55	104	35	55	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
3	120	104	35	31	CASO 2	1.274	1.30	0.50	No considerar
4	70	104	35	30	CASO 2	2.176	2.00	0.50	No considerar
6	25	104	35	3	CASO 2	5.879	5.10	0.50	No considerar
7	45	104	35	87	CASO 2	3.360	3.00	0.50	No considerar
11	55	104	35	37	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
14	55	104	35	29	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
16	80	104	35	50	CASO 2	1.906	1.80	0.50	No considerar
17	75	104	35	74	CASO 2	2.032	1.90	0.50	No considerar
19	25	104	35	19	CASO 2	5.879	5.10	0.50	No considerar
20	35	104	35	22	CASO 2	4.285	3.80	0.50	No considerar
23	140	104	35	31	CASO 2	1.092	1.10	0.50	No considerar
25	55	104	35	41	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
26	55	104	35	58	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
30	55	104	35	26	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
32	55	104	35	70	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
34	25	104	35	9	CASO 2	5.879	5.10	0.50	No considerar
35	55	104	35	29	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
37	55	104	35	41	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
38	80	104	35	11	CASO 2	1.906	1.70	0.50	No considerar
39	55	104	35	36	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
42	55	104	35	20	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
43	55	104	35	26	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
45	55	104	35	43	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
50	65	104	35	19	CASO 2	2.342	2.10	0.50	No considerar
51	134	104	35	80	CASO 2	1.141	1.10	0.50	No considerar
52	55	104	35	23	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
54	120	104	35	20	CASO 2	1.274	1.30	0.50	No considerar
56	240	104	35	105	CASO 1	0.638	0.70	0.50	No considerar
57	85	104	35	131	CASO 1	1.795	1.70	0.50	No considerar
59	55	104	35	16	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
60	55	104	35	49	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
65	55	104	35	19	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
66	90	104	35	14	CASO 2	1.696	1.60	0.50	No considerar
68	75	104	35	57	CASO 2	2.032	1.90	0.50	No considerar
69	105	104	35	45	CASO 2	1.455	1.40	0.50	No considerar

Tabla. 62. Cálculo de los despejes laterales y verificación si los necesita.

Se puede observar en el cálculo de los despejes laterales que no se considera en ningún caso, esto debido a que la longitud de la mitad del carril más la berma más el sobreebancho que necesita es mayor que la longitud de despeje lateral que necesita. Es por esta razón que ya no se ha realizado el análisis de envolventes visuales.

### **Diseño de las curvas verticales**

Una vez definido y diseñado todo en planta y trazada la rasante, se procede a realizar el diseño en el perfil longitudinal, en este caso el cálculo de la longitud de curva de la rasante trazada según visibilidad de parada y de adelantamiento.

Se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros de diseño obtenidos de acuerdo a nuestro tipo de carretera para el diseño de curvas verticales.

Dp =	35.00 m
Lestético (Vdiseño) =	30.00 m
Da=	200.00 m
% mín con visibilidad adecuada:	25.00 %

**Tabla. 63.** Parámetros de diseño de curvas verticales según DG 2018.

Numero	Pendiente			Tipo	ANÁLISIS POR VISIBILIDAD DE PARADA				ANÁLISIS POR VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO				Longitud para ingresar al Civil 3D	¿Se consideró en el Civil 3D?		
	Entrada	Salida	A		Escogida			Criterio Estético	LONGITUD CONSIDERADA	Escogida					Criterio Estético	LONGITUD CONSIDERADA
					Dp > L	Dp < L	Escogida			Da > L	Da < L	Escogida				
1		1.31 %	0.00 %													
2	1.31 %	0.76 %	0.55 %	Convexa	-664.55 m	1.67 m	1.67 m	30.00 m	30.00 m	1320.00 m	23.26 m	23.26 m	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
3	0.76 %	7.83 %	7.07 %	Concava	35.70 m	35.71 m	35.71 m	35.71 m	36.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	36.00 m	ok
4	7.83 %	3.66 %	4.17 %	Convexa	-26.88 m	12.64 m	12.64 m	30.00 m	30.00 m	173.14 m	176.32 m	176.32 m	176.32 m	177.00 m	177.00 m	NO ADELANTAR
5	3.66 %	5.73 %	2.07 %	Concava	-47.15 m	10.46 m	10.46 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
6	5.73 %	2.93 %	2.80 %	Convexa	-74.29 m	8.49 m	8.49 m	30.00 m	30.00 m	62.14 m	118.39 m	118.39 m	118.39 m	119.00 m	119.00 m	ok
7	2.93 %	7.68 %	4.75 %	Concava	18.95 m	23.99 m	23.99 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
8	7.68 %	-4.92 %	12.60 %	Convexa	37.94 m	38.21 m	38.21 m	38.21 m	39.00 m	324.92 m	532.77 m	532.77 m	532.77 m	533.00 m	533.00 m	NO ADELANTAR
9	-4.92 %	-8.33 %	3.41 %	Convexa	-48.48 m	10.34 m	10.34 m	30.00 m	30.00 m	122.58 m	144.19 m	144.19 m	144.19 m	145.00 m	145.00 m	NO ADELANTAR
10	-8.33 %	-0.85 %	7.48 %	Concava	37.58 m	37.79 m	37.79 m	37.79 m	38.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	38.00 m	ok
11	-0.85 %	-6.60 %	5.75 %	Convexa	-0.26 m	17.44 m	17.44 m	30.00 m	30.00 m	235.48 m	243.13 m	243.13 m	243.13 m	244.00 m	244.00 m	NO ADELANTAR
12	-6.60 %	-5.00 %	1.60 %	Concava	-81.56 m	8.08 m	8.08 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
13	-5.00 %	-4.87 %	0.13 %	Concava	-1795.38 m	0.66 m	0.66 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
14	-4.87 %	-4.29 %	0.58 %	Concava	-348.10 m	2.93 m	2.93 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
15	-4.29 %	-5.76 %	1.47 %	Convexa	-204.83 m	4.46 m	4.46 m	30.00 m	30.00 m	-243.54 m	62.16 m	62.16 m	62.16 m	63.00 m	63.00 m	ok
16	-5.76 %	-4.98 %	0.78 %	Concava	-240.90 m	3.94 m	3.94 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
17	-4.98 %	-2.88 %	2.10 %	Concava	-45.48 m	10.61 m	10.61 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
18	-2.88 %	-6.74 %	3.86 %	Convexa	-34.66 m	11.70 m	11.70 m	30.00 m	30.00 m	154.92 m	163.21 m	163.21 m	163.21 m	164.00 m	164.00 m	NO ADELANTAR
19	-6.74 %	-3.48 %	3.26 %	Concava	-4.39 m	16.47 m	16.47 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
20	-3.48 %	-6.37 %	2.89 %	Convexa	-69.79 m	8.76 m	8.76 m	30.00 m	30.00 m	72.66 m	122.20 m	122.20 m	122.20 m	123.00 m	123.00 m	ok

21	-6.37 %	-3.46 %	2.91 %	Concava	-13.33 m	14.70 m	14.70 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
22	-3.46 %	-6.15 %	2.69 %	Convexa	-80.19 m	8.16 m	8.16 m	30.00 m	30.00 m	48.33 m	113.74 m	113.74 m	113.74 m	114.00 m	114.00 m	ok
23	-6.15 %	1.56 %	7.71 %	Concava	38.55 m	38.95 m	38.95 m	38.95 m	39.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	39.00 m	ok
24	1.56 %	-5.67 %	7.23 %	Convexa	14.12 m	21.92 m	21.92 m	30.00 m	30.00 m	269.16 m	305.71 m	305.71 m	305.71 m	306.00 m	306.00 m	NO ADELANTAR
25	-5.67 %	-1.71 %	3.96 %	Concava	8.76 m	20.00 m	20.00 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
26	-1.71 %	-5.65 %	3.94 %	Convexa	-32.54 m	11.95 m	11.95 m	30.00 m	30.00 m	159.90 m	166.60 m	166.60 m	166.60 m	167.00 m	167.00 m	ok
27	-5.65 %	-4.20 %	1.45 %	Concava	-97.24 m	7.32 m	7.32 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
28	-4.20 %	-6.61 %	2.41 %	Convexa	-97.63 m	7.31 m	7.31 m	30.00 m	30.00 m	7.47 m	101.90 m	101.90 m	101.90 m	102.00 m	102.00 m	ok
29	-6.61 %	-5.42 %	1.19 %	Concava	-133.78 m	6.01 m	6.01 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
30	-5.42 %	-2.38 %	3.04 %	Concava	-9.77 m	15.36 m	15.36 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
31	-2.38 %	-7.72 %	5.34 %	Convexa	-5.66 m	16.19 m	16.19 m	30.00 m	30.00 m	222.85 m	225.79 m	225.79 m	225.79 m	226.00 m	226.00 m	NO ADELANTAR
32	-7.72 %	-3.85 %	3.87 %	Concava	7.34 m	19.55 m	19.55 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
33	-3.85 %	-7.10 %	3.25 %	Convexa	-54.31 m	9.85 m	9.85 m	30.00 m	30.00 m	108.92 m	137.42 m	137.42 m	137.42 m	138.00 m	138.00 m	NO ADELANTAR
34	-7.10 %	-3.94 %	3.16 %	Concava	-6.74 m	15.96 m	15.96 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
35	-3.94 %	-1.49 %	2.45 %	Concava	-28.98 m	12.38 m	12.38 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
36	-1.49 %	3.56 %	5.05 %	Concava	21.98 m	25.51 m	25.51 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
37	3.56 %	-1.02 %	4.58 %	Convexa	-18.21 m	13.89 m	13.89 m	30.00 m	30.00 m	193.45 m	193.66 m	193.66 m	193.66 m	194.00 m	194.00 m	NO ADELANTAR
38	-1.02 %	-3.61 %	2.59 %	Convexa	-85.98 m	7.85 m	7.85 m	30.00 m	30.00 m	34.75 m	109.51 m	109.51 m	109.51 m	110.00 m	110.00 m	ok
39	-3.61 %	-9.91 %	6.30 %	Convexa	5.87 m	19.10 m	19.10 m	30.00 m	30.00 m	249.84 m	266.38 m	266.38 m	266.38 m	267.00 m	267.00 m	NO ADELANTAR
40	-9.91 %	-9.22 %	0.69 %	Concava	-281.45 m	3.49 m	3.49 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
41	-9.22 %	-9.92 %	0.70 %	Convexa	-507.14 m	2.12 m	2.12 m	30.00 m	30.00 m	-951.43 m	29.60 m	29.60 m	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
42	-9.92 %	-6.99 %	2.93 %	Concava	-12.76 m	14.80 m	14.80 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
43	-6.99 %	-7.37 %	0.38 %	Convexa	-993.16 m	1.15 m	1.15 m	30.00 m	30.00 m	-2089.47 m	16.07 m	16.07 m	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok

44	-7.37 %	-9.99 %	2.62 %	Convexa	-84.20 m	7.94 m	7.94 m	30.00 m	30.00 m	38.93 m	110.78 m	110.78 m	110.78 m	111.00 m	111.00 m	ok
45	-9.99 %	-13.80 %	3.81 %	Convexa	-36.04 m	11.55 m	11.55 m	30.00 m	30.00 m	151.71 m	161.10 m	161.10 m	161.10 m	162.00 m	162.00 m	NO ADELANTAR
46	-13.80 %	-4.32 %	9.48 %	Concava	44.42 m	47.89 m	47.89 m	47.89 m	48.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	48.00 m	ok
47	-4.32 %	-9.73 %	5.41 %	Convexa	-4.68 m	16.40 m	16.40 m	30.00 m	30.00 m	225.14 m	228.75 m	228.75 m	228.75 m	229.00 m	229.00 m	NO ADELANTAR
48	-9.73 %	-6.00 %	3.73 %	Concava	4.99 m	18.84 m	18.84 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
49	-6.00 %	-9.91 %	3.91 %	Convexa	-33.32 m	11.86 m	11.86 m	30.00 m	30.00 m	158.06 m	165.33 m	165.33 m	165.33 m	166.00 m	166.00 m	ok
50	-9.91 %															
														VERIFICACIÓN DE VISIBILIDAD ADECUADA SEGÚN LA NORMA DG - 2018	Número de curvas con visibilidad adecuada	36
															Número de curvas sin visibilidad adecuada	12
															% con visibilidad adecuada	75.00 %

Tabla. 64. Diseño de curvas verticales.

Se puede observar el cálculo de la longitud de curva que necesita tanto por visibilidad de parada como por visibilidad de adelantamiento, el correcto proceso sería considerar la longitud mayor de ambas, en este caso se ve en la penúltima columna la longitud mayor de las dos, que siempre es la de adelantamiento, esta longitud se debe ingresar al diseño en el civil 3D, sin embargo no siempre la rasante del perfil lo va a permitir esto debido a que la longitud que necesita por visibilidad de adelantamiento no se adapta a la geometría de la rasante. En este caso se procede a considerar la longitud de curva que se necesita por visibilidad de parada. Cabe recalcar que la visibilidad de parada tiene que cumplir de todas maneras, en caso contrario se tendría que mover la rasante.

Se observa al final los resultados contando con 36 curvas que su longitud ha sido considerada en el civil 3D y cuenta con visibilidad de parada y adelantamiento, mientras se observa que 12 curvas cuentan sólo con visibilidad de parada, más no de adelantamiento.

## **4.6 Estudio de Cantera – Fuentes de Agua - Botadero**

### **4.6.1. Cantera 3 pisos**

#### **Ubicación**

Se ubica en la carretera 6N Chongoyape – Llama, en las coordenadas x: 704445 e y: 9281353, a 10 min del distrito de llama aproximadamente.

La carretera presenta un fácil acceso al localizarse al lado izquierdo de la carretera 6N.



**Fotografía. 51.** Cantera los 3 pisos.

#### **Uso**

Presenta uso tanto para los afirmados como para los agregados, ya que al realizar el tamizado en laboratorio y los ensayos requeridos, cumple para usarlas en ambas situaciones.

## **Evaluación**

Cumple con las especificaciones del Manual de Ensayos para Carreteras. Por lo que, luego de realizar los ensayos respectivos al material encontrado en la cantera se llegó a la conclusión que es un material apto para la utilización del proyecto.

## **Potencia**

El área aproximada de la cantera es de 10.67 has, según la estimación en campo tiene suficiente área como para abastecer los metros cúbicos que necesita de material la carretera en mención.

## **Procesamiento**

Para poder realizar el aprovechamiento del material, se debe realizar una limpieza del terreno de 0.10 metros con la finalidad de retirar material contaminado y/o poco graduado. Luego, la extracción y explotación se realizará con cargador frontal, tractor, volquetes y en caso de los agregados con una chancadora.

## **Muestra de cantera**

Se procedió a realizar un reconocimiento de la cantera y traer material para el estudio de esta en el laboratorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.



**Fotografía. 52.** Obtención de muestras de la cantera los 3 pisos.

## Resultados obtenidos de los ensayos

A continuación, se muestra el resumen de los resultados obtenidos en laboratorio, para observar el estudio completo (ver anexo 1: Ensayos de Laboratorio).

<b>CANTERA LOS 3 PISOS</b>		
<b>ENSAYO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>HUMEDAD</b>	N.T.P 339.185	3.60%
<b>DURABILIDAD DE ARENA</b>	N.T.P 400.016	6.60%
<b>EQUIVALENTE DE ARENA</b>	M.T.C E 111	59%
<b>IMPUREZAS ORGÁNICAS</b>	N.T.P 400.024 / ASTM C-40	Nº2 – No Presenta Impurezas orgánicas
<b>MALLA Nº 200</b>	N.T.P 400.018	3.50%
<b>P.U SUELTO HUMEDO DEL FINO</b>	ASTM C-29 ó N.T.P 400.017	1812 kg/m <sup>3</sup>
<b>P.U COMPACTADO HUMEDO DEL FINO</b>	ASTM C-29 ó N.T.P 400.017	1972 kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO ESPECÍFICO AGREGADO FINO</b>	N.T.P 400.022	
	De la arena	2.532 g/cm <sup>3</sup>
	De la masa	2.557 g/cm <sup>3</sup>
	Aparente	2.598 g/cm <sup>3</sup>
	% Absorción	1.01%
<b>SALES SOLUBLES TOTALES</b>	N.T.P 339.152 / USBRE E -8	1000 ppm
		0.10%
<b>LÍMITE LIQUIDO</b>	N.T.P 339.129	47.20%
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	N.T.P 339.129	31.10%
<b>RESISTENCIA A LA ABRASIÓN</b>	MTC E 207 / ASTM C-131	12.50%
<b>TERRONES DE ARCILLA</b>	MTC E 212	0.19 %

Tabla. 65. Resultados de los ensayos de Laboratorio – Cantera 3 Pisos.

GRANULOMETRÍA												LÍMITE DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N°40		CBRE 100%
% PASANDO LOS TAMICES												LL	LP	CBR
3"	2 ½"	2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	N°04	N° 10	N° 50	N°200	LL	LP	CBR
	100	95.3	88.9	73.5	65.6	55	49.5	41.3	29.2	12.6	7.8	47.20%	31.10%	47.00%

**Tabla. 66.** Granulometría del afirmado.

De acuerdo al Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales EG-2013” y analizando los resultados, el material que usará tanto para la superficie de rodadura como para las obras de arte, es de buena calidad y cumple los requisitos mínimos, tal como lo indica las siguientes tablas [7].

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:	
• Desgaste Los Ángeles:	50% máx. (MTC E 207)
• Límite Líquido:	35% máx. (MTC E 110)
• Índice de Plasticidad:	4-9% (MTC E 111)
• CBR (1):	40% mín. (MTC E 132)
(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0,1" (2,5 mm)	

**Tabla. 67.** Requisitos de calidad del afirmado.

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25.45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

**Tabla. 68.** Límites granulométricos del afirmado – EG 2013.

## Diseño de mezcla de concreto

Luego de haber obtenido los resultados se procedió a realizar los diseños de mezcla para los concretos de 175 y 210 f'c. Estos diseños servirán para las obras de concreto tales como: badenes, cajas recolectoras y aletas de alcantarillas.

### Diseño de mezcla de concreto f'c=175 kg/cm<sup>2</sup>

<b>DATOS GENERALES</b>	<b>A.FINO</b>	<b>A.GRUESO</b>
Peso específico de masa	2598	2386
Peso unitario suelto seco	1812	1442
Peso unitario suelto compactado seco	1972	1518
Contenido de humedad	3.60	1.46
Contenido de absorción	1.0	0.9
Módulo de fineza	2.09	-
Tamaño máximo nominal	-	3/4"

#### REQUERIMIENTOS

Resistencia específica		175 kg/cm <sup>2</sup>
1 Resistencia a compresión requerida		245 kg/cm <sup>2</sup>
2 Asentamiento		3 pulg
3 Volumen unitario del agua		205 lts/m <sup>3</sup>
4 Contenido de aire		2 %
5 Relación agua/ cemento		0.628
6 Contenido de cemento		326.43 kg/m <sup>3</sup>
7 Factor cemento		7.68 bls
8 Peso del Agregado grueso	b/b <sub>o</sub>	0.66
9 Peso del Agregado grueso		1001.888889 Kg/m <sup>3</sup>

#### CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS

Cemento	0.104	m <sup>3</sup>
Agua	0.205	m <sup>3</sup>
Aire	0.020	m <sup>3</sup>
A.grueso	0.420	m <sup>3</sup>
A.fino	0.251	m <sup>3</sup>
*Agua 146fecto.	150.44	lts/m <sup>3</sup>

#### VALORES DE DISEÑO

			Corregidos por humedad	
Cemento	326.433	m <sup>3</sup>	-----	326.433 m <sup>3</sup>
Agua	150.443	m <sup>3</sup>	-----	150.443 m <sup>3</sup>
A.grueso	1001.89	m <sup>3</sup>	-----	1016.48 m <sup>3</sup>
A.fino	653.38	m <sup>3</sup>	-----	676.901 m <sup>3</sup>

#### DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

Proporción en peso:	1.00 :	2.07 :	3.11 :	19.6
---------------------	--------	--------	--------	------

Proporción en volumen: 1.00 : 1.66 : 3.19 : 19.6

MATERIALES POR TANDA		Pesos unitarios húmedos	
Cemento	42.5	A. Fino	1877.23 kg /m3
Agua	19.6	A. Grueso	1463.02 kg /m3
A.grueso	132.3		
A.fino	88.1		
Suma =	282.6		

Rendimiento

$$= 0.11773 \text{ m}^3/\text{bls}$$

### Diseño de mezcla de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS GENERALES	A.FINO	A.GRUESO
Peso específico de masa	2598	2386
Peso unitario suelto seco	1812	1442
Peso unitario suelto compactado seco	1972	1518
Contenido de humedad	3.60	1.46
Contenido de absorción	1.0	0.9
Módulo de fineza	2.09	-
Tamaño máximo nominal	-	3/4''

#### REQUERIMIENTOS

Resistencia específica		210 kg/cm <sup>2</sup>
1 Resistencia a compresión requerida		294 kg/cm <sup>2</sup>
2 Asentamiento		3 pulg
3 Volumen unitario del agua		205 lts/m <sup>3</sup>
4 Contenido de aire		2 %
5 Relación agua/ cemento		0.5496
6 Contenido de cemento		373.00 kg/m <sup>3</sup>
7 Factor cemento		8.78 bls
8 Peso del Agregado grueso	b/b <sub>o</sub>	0.66
9 Peso del Agregado grueso		1001.889 Kg/m <sup>3</sup>

#### CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS

Cemento	0.118	m <sup>3</sup>
Agua	0.205	m <sup>3</sup>
Aire	0.020	m <sup>3</sup>
A.grueso	0.420	m <sup>3</sup>
A.fino	0.237	m <sup>3</sup>

\*Agua 148fecto.

150.44 lts/m3

VALORES DE DISEÑO			
-------------------	--	--	--

			Corregidos por humedad	
Cemento	372.999	m3	-----	372.999 m3
Agua	150.443	m3	-----	150.443 m3
A.grueso	1001.889	m3	-----	1016.477 m3
A.fino	614.9753	m3	-----	637.1144 m3

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN			
-------------------------	--	--	--

Proporción en peso:	1.00 :	1.71 :	2.73 :	17.1
Proporción en volumen:	1.00 :	1.37 :	2.80 :	17.1

MATERIALES POR TANDA		Pesos unitarios húmedos		
Cemento	42.5	A. Fino	1877.232	kg /m3
Agua	17.1	A. Grueso	1463.015	kg /m3
A.grueso	115.8			
A.fino	72.6			
Suma =	248.1			
Rendimiento=	0.103356	m3/bls		

#### 4.6.2. Estudio de fuentes de agua

Se han ubicado 2 fuentes de agua para que abastezcan a la obra:

OBRA DE ARTE	UBICACIÓN		
	Norte	Este	PROGR.
QUEBRADA 2	9280636	709088	1+854.00
QUEBRADA 6	9283218	710132	5+640.00

Tabla. 69. Fuentes de agua.



**Fotografía. 53.** Quebrada 2.



**Fotografía. 54.** Quebrada 6.

Se ha realizado ensayos a la muestra de agua sacada de las respectivas quebradas en laboratorio de la UNPG y los resultados son los siguientes:



## REPORTE ANALISIS N°45 - 2018 - UST-FIQIA

06 de noviembre del 2018

**SOLICITANTE** : PEDRO GUILLERMO RISCO GUTIERREZ  
**ASUNTO** : ANALISIS FISICO QUIMICO  
**NUESTRA 01** : AGUA – FUENTE 1  
**TIPO DE USO** : TESIS CARRETERAS  
**PROCEDENCIA** : CASERIO SAN ANTONIO-DISTRITO DE LLAMA  
**FECHA DE REPORTE** : 06-11-2018

### RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO QUIMICO

DETERMINACION	MEDIDA	RESULTADO
pH	Unidades	7.6
CLORUROS	ppm	28.4
SULFATOS	ppm	100.80

**CONCLUSIONES:** La muestra de agua analizada en este laboratorio traída por el usuario y cuyos resultados son los que se indican.



*Enrique Montejo Pinillos*  
**Ing. Enrique Montejo Pinillos**  
**Analista**



## REPORTE ANALISIS N°46 - 2018 - UST-FIQA

06 de noviembre del 2018

**SOLICITANTE** : PEDRO GUILLERMO RISCO GUTIERREZ  
**ASUNTO** : ANALISIS FISICO QUIMICO  
**NUESTRA 01** : AGUA – FUENTE 2  
**TIPO DE USO** : TESIS CARRETERAS  
**PROCEDENCIA** : CASERIO SAN ANTONIO-DISTRITO DE LLAMA  
**FECHA DE REPORTE** : 06-11-2018

### RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO QUIMICO

DETERMINACION	MEDIDA	RESULTADO
pH	Unidades	7.8
CLORUROS	ppm	35.5
SULFATOS	ppm	89.28

**CONCLUSIONES:** La muestra de agua analizada en este laboratorio traída por el usuario y cuyos resultados son los que se indican.

  
**Ing. Enrique Montejo Pinillos**  
Analista

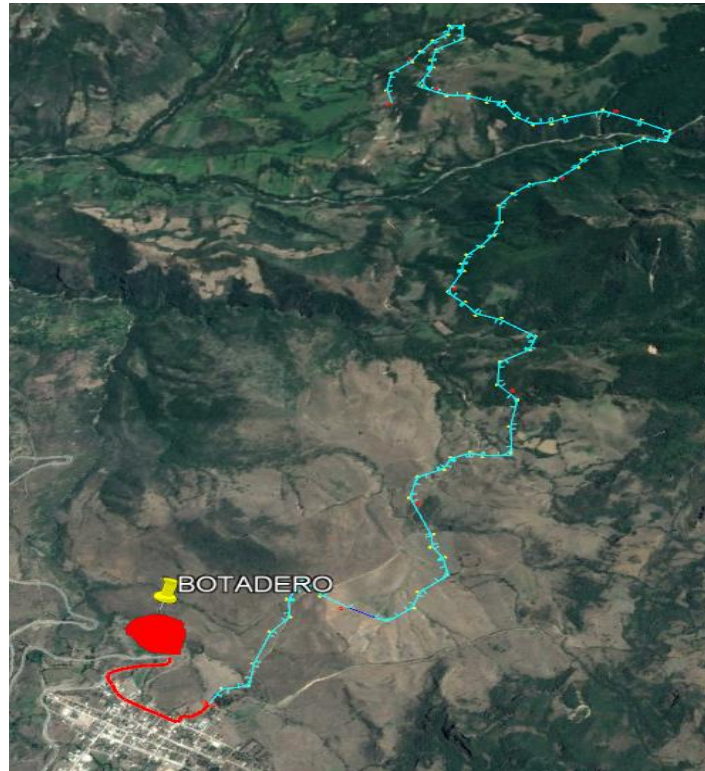
ENSAYOS	EXPRESION	TOLERANCIAS
Residuo Solido	ppm	5000 máx.
Sulfatos como ion SO <sub>4</sub>	ppm	600 máx.
Cloruros como ion Cl	ppm	1000 máx.
Materia Orgánica	ppm	3.00 máx.
Sólidos en Suspensión	ppm	1500 máx.
pH		5,5 - 8

**Tabla. 70.** Requisitos Mínimos Calidad del Agua – Tolerancias para estructuras de concreto – MTC E 716.

Se puede observar que los ensayos realizados a las muestras cumplen con los estándares de calidad, por lo que el agua es apta para ser utilizada en las obras de arte.

#### 4.6.3 Botaderos

Una vez realizado el diseño geométrico, los metrados y el presupuesto de la carretera en mención, se obtiene como resultado el volumen de material excedente a eliminar; y con esto se estableció considerar un botadero de material ubicado a 0.90 km aproximadamente del inicio de la carretera, que se encuentra en el distrito de Llama. Para ello se consideraron criterios de autorización de uso del terreno, disponibilidad de este y adecuada ubicación respecto a la distancia de ubicación de inicio del proyecto.



**Fig. 19.** Ubicación del botadero del material excedente.

### **Ubicación**

Se encuentra localizado a 0.90 km aproximadamente del inicio de la carretera, a unos cortos minutos del distrito de Llama.

### **Descripción**

El botadero seleccionado se encuentra a una distancia relativamente cercana del lugar de inicio del proyecto, el terreno elegido no es de uso agrícola ni mucho menos ganadero ya que cuenta con características físicas apropiadas para el depósito del material excedente, tratándose de un barranco.

### **Acceso**

El botadero en mención es de fácil acceso, se encuentra al costado derecho de la carretera asfaltada regional 6N.

## **Capacidad**

Cuenta con una extensión de 4.28 hectáreas aproximadamente.

### **4.7. Diseño del Pavimento**

#### **4.7.1. Tráfico previsto**

Los trabajos realizados para determinar el tráfico esperado al final del periodo de diseño adoptado para el pavimento, se detalló en el estudio básico respectivo, sin embargo, se desprenden informaciones que han servido para determinar los espesores finales.

Por lo general se debe establecer el primer año de servicio, teniendo en cuenta los años los años correspondientes a trámites administrativos, proceso de licitación y ejecución de obra. Cuando la vía esté concluida se considera como primer año de vida de la estructura y por lo tanto se deberá estimar los años respectivos que correspondan al año verdadero de estructura, tanto al inicio como al final del servicio.

Con respecto a la vida útil, se considera el primer año, como ya se explicó se ha proyectado el tráfico a 20 años para una determinada tasa de crecimiento obtenida del estudio de tráfico.

La proyección del tráfico, se elabora teniendo en cuenta el número acumulado de repeticiones por Eje equivalente de diseño, de 8.2 Tn y que esta circulará por el carril de diseño durante la vida útil prevista.

Es importante hacer notar que por lo general la composición de vehículos ligeros tiene menor implicancia en la degradación del pavimento. Según el estudio de tráfico que se ha realizado, el IMDA proyectado para un periodo de diseño de 20 años es de 146 vehículos, además, el vehículo de diseño para el proyecto es el Ómnibus B2, el cual representa un 5%, con estos datos se ha calculado el ESAL de diseño.

#### **4.7.2. Cálculo del ESAL de diseño**

El ESAL en el carril de diseño es 639,382.89 ejes equivalentes de 8.2 Ton para un periodo de diseño de 20 años.

Tipo de Vehículo	N° Veh/día (2 sent.)	N° Veh/día (1 sent.)	N° Veh/año	FEC	ESAL carril de diseño	Factor de crecimiento	ESAL diseño
Camioneta	9	4.5	1642.5	0.0009	1.462	21.81	31.88
Combi	10	5	1825	0.0791	144.331	21.81	3147.28
Bus	10	5	1825	4.5676	8,335.903	21.81	181772.50
Camión 2E	25	12.5	4562.5	4.5676	20,839.757	21.81	454431.24
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>27</b>	<b>9855</b>	<b>9.2152</b>	<b>29321.4525</b>	<b>87.2239</b>	<b>639,382.89</b>

**Tabla. 71.** Cálculo del Esal.

### 4.7.3. Espesor del pavimento

El suelo de la subrasante es la capa superficial de las explanaciones y sobre él se construye la estructura del pavimento. El diseño del espesor del pavimento se basa en el valor de resistencia mecánica de este suelo. El CBR de la subrasante que será utilizado en el diseño, se elegirá en base a criterios estadísticos. Un criterio recomendado por el Instituto del Asfalto para carreteras de primer orden, establece que debe tomarse como CBR de diseño aquel valor que sea el menor del total de valores de una sección determinada.

El CBRE mínimo de diseño es de 7.4% para todos los tramos, al 95% de la Máxima Densidad Seca – MDS.

De acuerdo al catálogo de capas de revestimiento granular, para un número de 639,382.89 EE y de acuerdo al CBR obtenido en el estudio de suelos. Los espesores de las capas de la estructura del pavimento calculado y adoptado para un periodo de 20 años es de 30 cm.

<b><math>E=[219-211x(\log_{10}CBR) + 58x(\log_{10}CBR)^2]x\log_{10}(Nrep/120)</math></b>					
219	211	0.8692317	58	0.7555638	5328.208333
79.41480653					3.726581197
295.9457248					

<b>CBR</b>	<b>7.4</b>
<b>Nrep</b>	<b>639385</b>

<b>e</b>	<b>0.30</b>
----------	-------------

## 4.8. Estudio Hidrológico

### 4.8.1. Identificación y características de las Sub Cuencas

#### 4.8.1.1 Generalidades

Una vez elegido el trazó más óptimo y realizado el diseño geométrico se realizó una visita a campo con la finalidad de reconocer el terreno y verificar si existe alguna quebrada que intercepte el trazó elegido.

Se realizó el reconocimiento del terreno, localizando 6 quebradas dentro del área de influencia, se toma las coordenadas para su posterior análisis de sub cuencas.

<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Descripción</b>
9279780	708390	Quebrada 1
9280644	709086	Quebrada 2
9281408	709442	Quebrada 3
9281764	709506	Quebrada 4
9282326	709167	Quebrada 5
9283223	710127	Quebrada 6

**Taba.** Coordenadas UTM de las quebradas que interceptan la carretera.

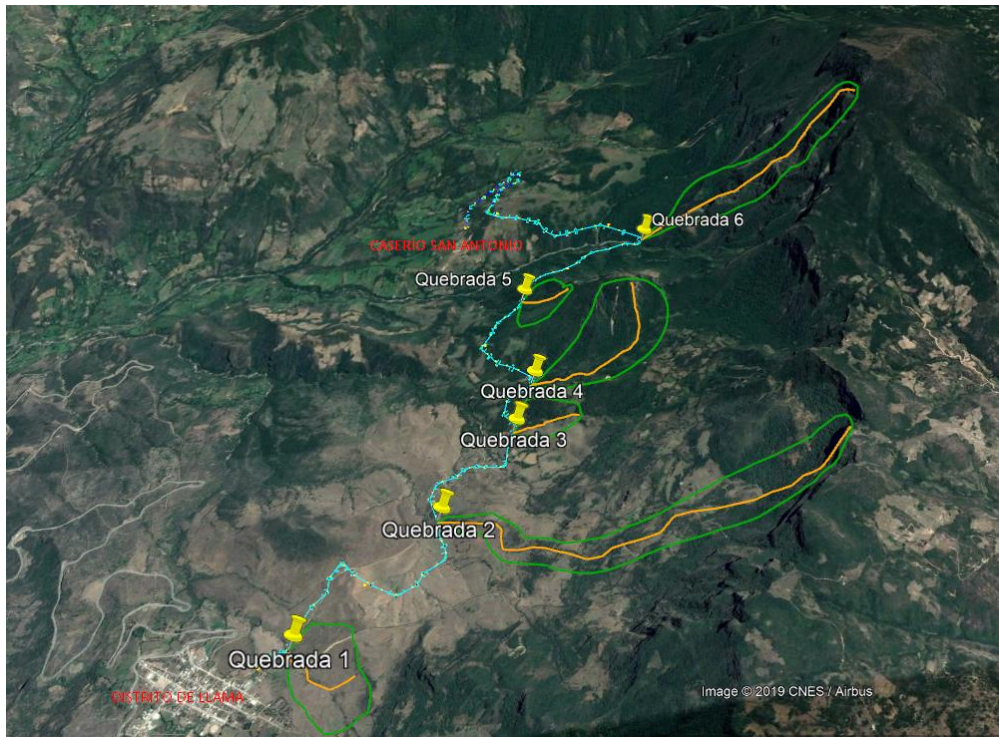


**Fig. 20.** Reconocimiento de las quebradas en el trazo de las carreteras.

#### 4.8.1.2 Características de la Sub Cuenca

##### **Cálculo del área – perímetro – longitud de cauce principal – pendientes promedios y coeficientes de escorrentía para cada sub cuenca**

Para determinar las características de la Sub Cuenca, se utilizó el programa de Google Earth, para su delimitación como para el trazo del cauce principal, de esta manera obtuvimos los resultados indispensables para el cálculo de las intensidades de diseño y los caudales máximos. Estos resultados se muestran a continuación.



**Fig. 21.** Delimitación de sub cuencas y trazos del cauce principal.

Una vez realizado la delimitación de sub cuencas guiándonos de los relieves del terreno y trazadas las longitudes de cauce principal de cada sub cuenca, se puede calcular gracias al Google earth, el valor numérico del área respectiva, la longitud de cauce principal, el perímetro y la pendiente promedio de cada sub cuenca.

Para los coeficientes de escorrentía se tuvo en consideración la siguiente tabla que nos muestra el valor de coeficiente de acuerdo al tipo de terreno al que afecta la delimitación de la sub cuenca en estudio.

COBERTURA VEGETAL	COBERTURA VEGETAL	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

**Tabla. 72.** Coeficientes de escorrentía método racional

El programa del Google Earth nos permitió observar el tipo de terreno al que nos enfrentamos, seleccionando de esta forma un coeficiente de escorrentía para cada sub cuenca en estudio.

Los resultados de todo este análisis se muestran a continuación:

SUB CUENCA	ÁREA	PERÍMETRO	LONGITUD CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE CAUCE PRINCIPAL	UBICACIÓN DE PUNTO DE INTERSECCIÓN EN EL ALINEAMIENTO			COBERTURA VEGETAL	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA ( C )
					Norte	Este	Descripción		
1	0.24 km <sup>2</sup>	1.94 km	0.58 km	13.60 %	9279780	708390	Quebrada 1	Sin vegetación	0.40
2	0.66 km <sup>2</sup>	5.66 km	3.04 km	27.30 %	9280644	709086	Quebrada 2	Pastos, Vegetación ligera	0.30
3	0.11 km <sup>2</sup>	1.28 km	0.51 km	25.68 %	9281408	709442	Quebrada 3	Pastos, Vegetación ligera	0.30
4	0.40 km <sup>2</sup>	2.55 km	1.28 km	36.25 %	9281764	709506	Quebrada 4	Densa vegetación	0.20
5	0.16 km <sup>2</sup>	1.56 km	0.71 km	54.17 %	9282326	709167	Quebrada 5	Densa vegetación	0.25
6	0.56 km <sup>2</sup>	3.66 km	2.22 km	59.19 %	9283223	710127	Quebrada 6	Densa vegetación	0.25

**Tabla. 73.** Resumen de las características físicas de las sub cuenca en estudio.

#### 4.8.1.3 Tiempo de concentración

Para el cálculo del tiempo de concentración se ha utilizado la fórmula empírica de Kripich que te brinda el Manual de Hidrología [9].

$$tc = 0.01947 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

L: máxima longitud del cauce principal m/m

S: pendiente media del cauce principal

En el acápite anterior hallamos la longitud del cauce principal y la pendiente promedio, por lo que tenemos todos los datos indispensables para el cálculo de los tiempos de concentración de cada sub cuenca en estudio. Los resultados se evidencian a continuación:

	Longitud. Cauce	S prom.	tc
Sub-cuenca N°01	0.58 km	13.60 %	5.64 min
Sub-cuenca N°02	3.04 km	27.30 %	15.43 min
Sub-cuenca N°03	0.51 km	25.68 %	4.02 min
Sub-cuenca N°04	1.28 km	36.25 %	7.11 min
Sub-cuenca N°05	0.71 km	54.17 %	3.85 min
Sub-cuenca N°06	2.22 km	59.19 %	8.99 min

Tabla. 74. Tiempos de concentración para las sub cuencas en estudio.

#### 4.8.2 Selección del periodo de retorno

El manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de tránsito, nos brinda los periodos de retorno recomendables de acuerdo al tipo de obra de drenaje que se quiere realizar [6].

Tipo de Obra	Periodo de Retorno (años)
Puentes y Pontones	100 (mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarillas de Alivio	10 - 20
Drenaje de la plataforma	10

Tabla. 75. Periodos de retorno para diseño de obras de drenaje – Fuente MTC.

Se tomaron los periodos de la tabla anterior, considerando los periodos de retorno según nuestra necesidad los siguientes:

<b>OBRA DE ARTE</b>	<b>T</b>
Badenes	50 años
Alcantarillas de Alivio	10 años
Cunetas:	10 años

**Tabla. 76.** Periodos de retorno para los cuales se hallarán las intensidades de diseño.

### **4.8.3. Análisis hidrológico**

#### **4.8.3.1. Generalidad**

En este acápite se analizará las precipitaciones históricas obtenidas del SENHAMI, por los diferentes métodos estadísticos que te recomienda el manual de Hidrología.

El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes periodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos [9].

En la estadística existen diversas funciones de distribución de probabilidad teóricas; recomendándose utilizar las siguientes: Distribución Normal, Log Normal 2 parámetros, Log Normal 3 parámetros, Gamma 2 parámetros, Gamma 3 parámetros, Log Pearson tipo III, Gumbel y finalmente Log Gumbel [9].

Se ha realizado en el presente proyecto el análisis de todos los métodos estadísticos recomendados por el manual de Hidrología del MTC mencionados en el párrafo anterior, para ello se ha empleado el programa Hidroesta2, que es una herramienta muy útil para calcular las precipitaciones para los diferentes periodos de retorno de interés y tiene en cuenta los diferentes métodos de distribución probabilística recomendados por la norma.

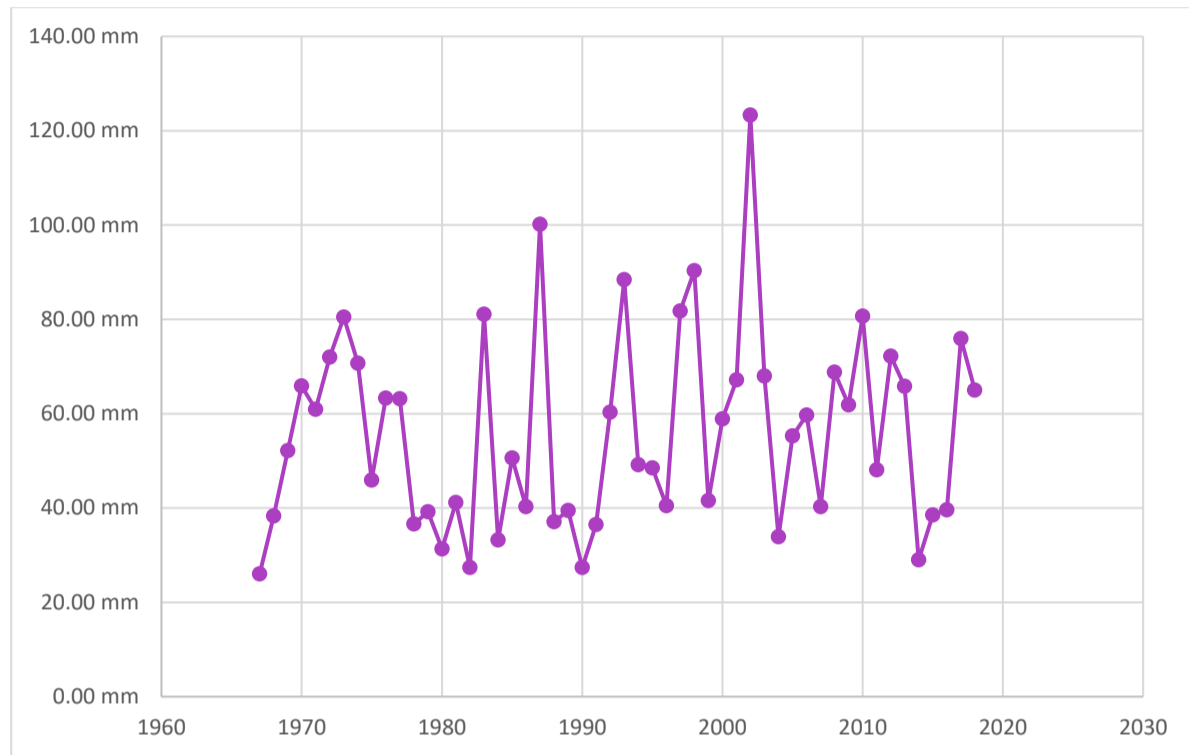
#### **4.8.3.2. Análisis estadístico de los datos de precipitaciones**

Para este análisis estadístico se consideraron los datos de la estación Meteorológica de Llama, que nos proporcionó las precipitaciones máximas en 24 horas desde el año 1967 hasta el año 2018, cabe recalcar que no se consideró el año 2019, ya que el estudio probabilístico

básicamente toma en cuenta las máximas precipitaciones obtenidas en un año y el presente proyecto ha sido culminado en el transcurso del año 2019.

A continuación, en la tabla se presentan las precipitaciones históricas brindadas por el SENHAMI:

AÑO	PRECIPITACIÓN MÁX.
1967	26.00 mm
1968	38.30 mm
1969	52.20 mm
1970	65.90 mm
1971	60.90 mm
1972	72.00 mm
1973	80.50 mm
1974	70.70 mm
1975	45.90 mm
1976	63.30 mm
1977	63.20 mm
1978	36.60 mm
1979	39.20 mm
1980	31.30 mm
1981	41.20 mm
1982	27.40 mm
1983	81.10 mm
1984	33.20 mm
1985	50.60 mm
1986	40.30 mm
1987	100.20 mm
1988	37.10 mm
1989	39.50 mm
1990	27.40 mm
1991	36.50 mm
1992	60.30 mm
1993	88.40 mm
1994	49.20 mm
1995	48.50 mm
1996	40.50 mm
1997	81.80 mm
1998	90.30 mm
1999	41.60 mm
2000	58.90 mm
2001	67.20 mm
2002	123.30 mm
2003	68.00 mm
2004	33.90 mm
2005	55.30 mm
2006	59.70 mm
2007	40.30 mm
2008	68.80 mm
2009	61.90 mm
2010	80.70 mm
2011	48.10 mm
2012	72.20 mm
2013	65.80 mm
2014	29.00 mm
2015	38.50 mm
2016	39.60 mm
2017	75.90 mm
2018	65.00 mm



**Gráfico. 6.** Precipitaciones máximas históricas desde el año 1967 al 2018 según estación de Llama.

**Tabla. 77.** Precipitaciones máximas históricas desde el año 1967 al 2018 según estación de Llama.

#### **4.8.3.2.1. Análisis pluviométrico**

Para el análisis pluviométrico se realizarán los 8 métodos probabilísticos que te brinda el manual de Hidrología, con la finalidad de llevar de llevar un análisis de las precipitaciones asociadas a distintos periodos de retorno. El resultado de las precipitaciones para los distintos periodos de retorno y de acuerdo a cada método probabilístico se ha llevado a cabo con el programa Hidroesta2, que nos da la facilidad de calcular las precipitaciones para un periodo de retorno que le asigne y de acuerdo al método que también lo incluye.

Es importante indicar que las precipitaciones calculadas con el Hidroesta2 para todos los métodos, se tienen que tener en consideración los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años, esto con la finalidad de tener información para el proceso de bondad de ajuste y selección del método que más se ajusta a nuestra estación meteorológica.

Otro factor relevante que no se puede pasar por alto es el nivel de significancia. Se ha utilizado un nivel de significancia para todos los métodos de 0.05.

#### **Programa Hidroesta2**

Los datos de las precipitaciones deben ser ordenados de acuerdo al método probabilístico que se utilice y guardados en una hoja de Excel, siendo la manera en la que hay que ordenar para cada método la siguiente.

Distribución Normal, Log Normal y Log Normal de 3 parámetros: Ordenar las precipitaciones de manera creciente.

Gamma 2 parámetros, Gamma 3 parámetros, Log Pearson tipo III, Gumbel y Log Gumbel: Colocar las precipitaciones tal y como están.

Para el cálculo de las precipitaciones por los distintos métodos probabilísticos utilizando el programa Hidroesta2 se deben seguir los siguientes pasos:

Ejecutar el programa Hidroesta2 y seleccionar Distribuciones.



Fig. 22. Hidroesta2 - Paso 1.

Seleccionar Método de interés.

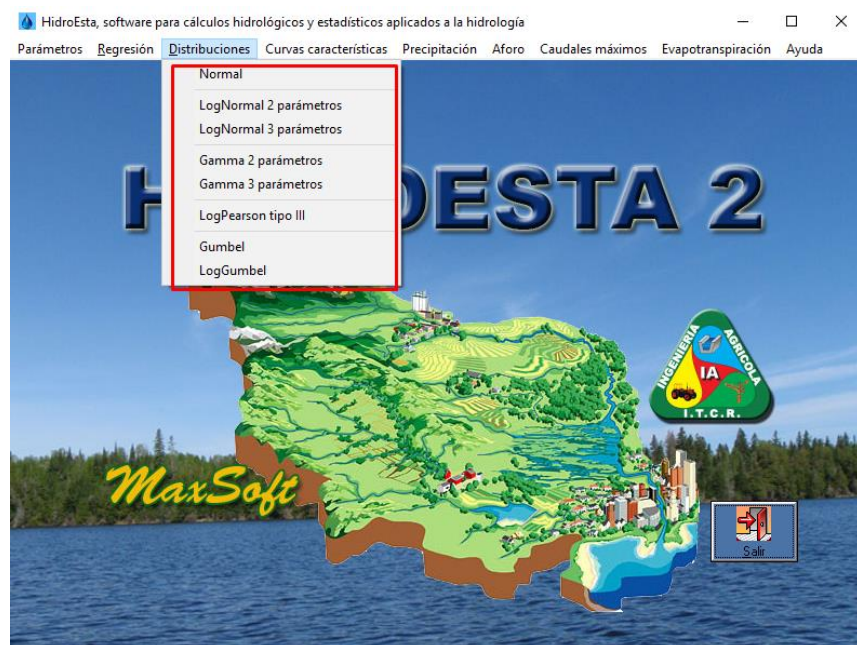


Fig. 23. Hidroesta2 - Paso 2.

Seleccionar Excel.

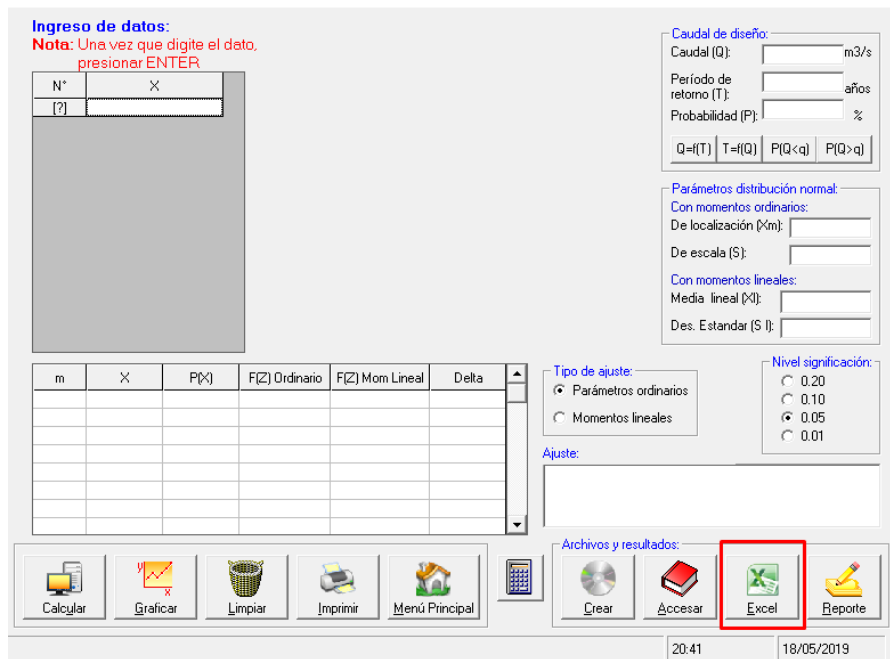


Fig. 24. Hidroesta2 – Paso 3.

Seleccionar el nivel de significancia y poner calcular.

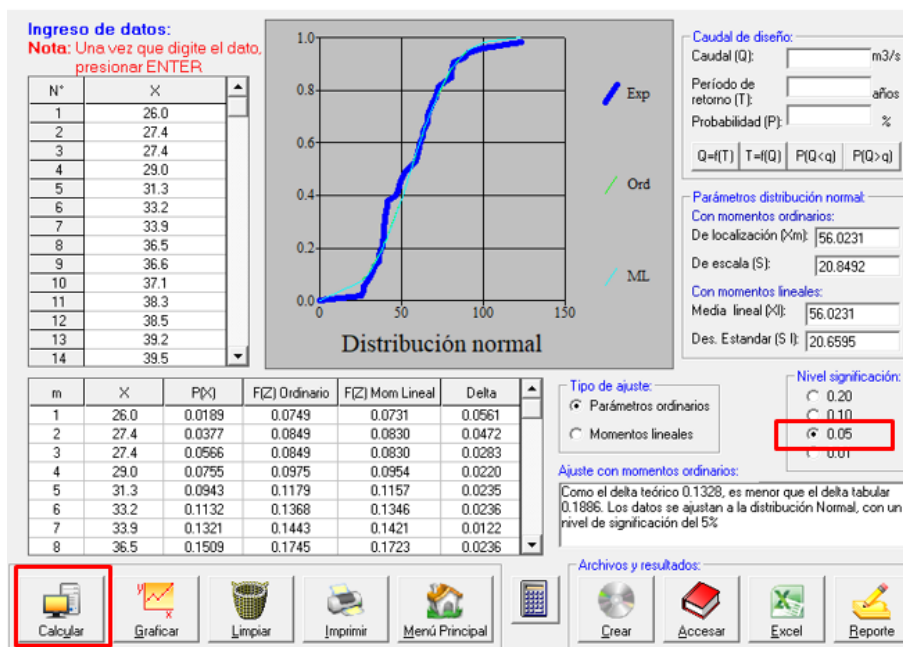


Fig. 25. Hidroesta2 – Paso 4.

Observar que el delta teórico sea menor que el delta calculado con la distribución seleccionada, para verificar de esta forma que las precipitaciones ingresadas se ajustan al nivel de significancia seleccionado y se pueda utilizar el método seleccionado.

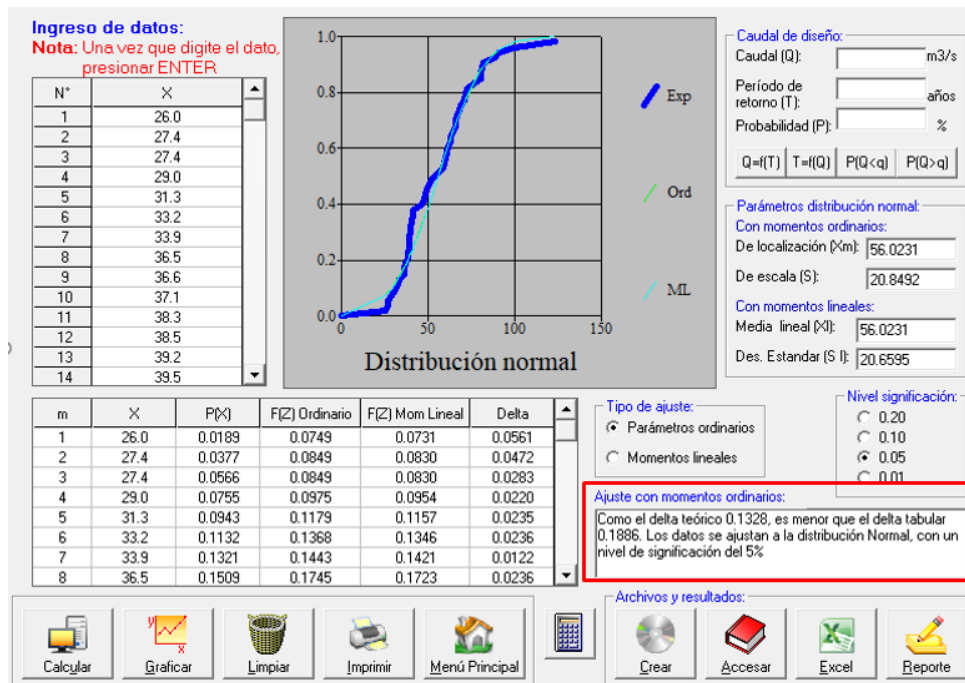


Fig. 26. Hidroesta2 – Paso 5.

Finalmente se calcula las precipitaciones para los diferentes periodos de retorno, para ello se debe poner en el casillero “Periodo de retorno (T)”, el periodo de retorno para el cual se desea hallar la precipitación. Lugo damos click en la opción  $Q=f(T)$  y finalmente copiamos el resultado.

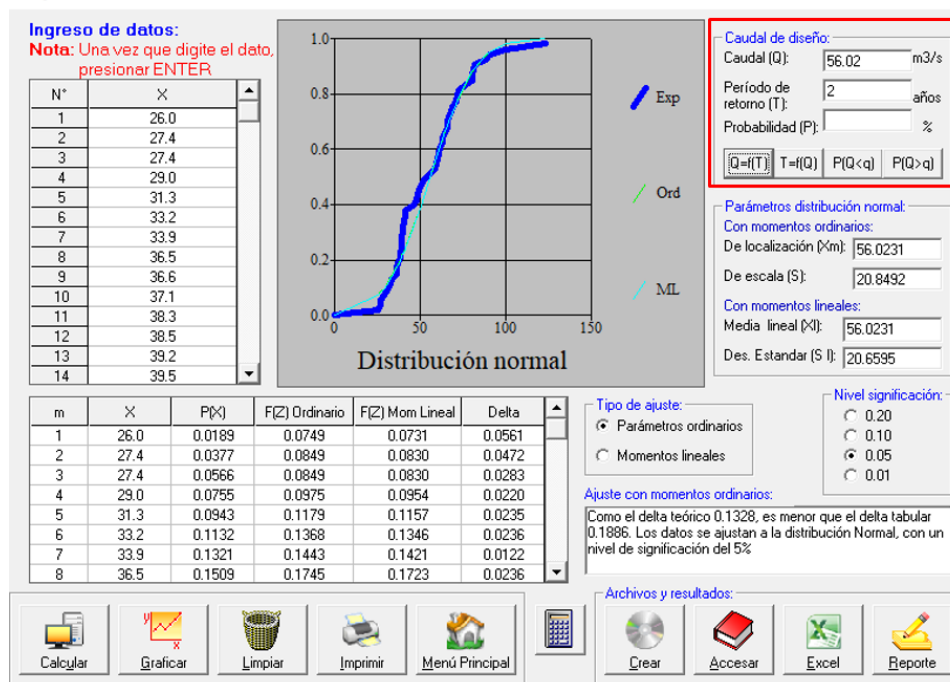


Fig. 27. Hidroesta2 – Paso 6.

Cabe recalcar que el Hidroesta2 tiene unidades de caudal, porque básicamente es una herramienta que trabaja con caudales, pero no hay nada de que preocuparse, ya que el software también trabaja con precipitaciones y la regla es sencilla, si le insertas datos de caudales te botará el caudal para el periodo de retorno que le indiques y si le insertas datos de precipitaciones te botará la precipitación para el periodo de retorno que le indiques, simple como eso.

### Resultado de las precipitaciones obtenidas utilizando el software Hidroesta2

Las precipitaciones obtenidas de la estación meteorológica de Llama, se analizaron con el software Hidroesta2, para los 8 métodos que te recomienda el manual de Hidrología. Estos fueron analizados de la manera que se explicó en el acápite anterior y los resultados se evidencian a continuación.

<b>PRECIPITACIONES PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN</b>									
	<b>T</b>	<b>2 años</b>	<b>5 años</b>	<b>10 años</b>	<b>20 años</b>	<b>25 años</b>	<b>50 años</b>	<b>100 años</b>	<b>200 años</b>
<b>DISTRIBUCIÓN NORMAL</b>	<b>P</b>	56.02 mm	73.57 mm	82.75 mm	90.32 mm	92.53 mm	98.85 mm	104.53 mm	109.74 mm
<b>DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL DE 2 PARÁMETROS</b>	<b>P</b>	52.42 mm	71.53 mm	84.15 mm	96.24 mm	100.08 mm	111.93 mm	123.78 mm	135.72 mm
<b>DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL DE 3 PARÁMETROS</b>	<b>P</b>	51.80 mm	71.22 mm	84.58 mm	97.69 mm	101.91 mm	115.13 mm	128.59 mm	142.38 mm
<b>DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 2 PARÁMETROS</b>	<b>P</b>	53.62 mm	71.94 mm	82.96 mm	92.83 mm	95.84 mm	104.80 mm	113.29 mm	121.39 mm
<b>DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 3 PARÁMETROS</b>	<b>P</b>	53.25 mm	72.27 mm	83.88 mm	94.38 mm	97.59 mm	107.19 mm	116.31 mm	125.06 mm
<b>DISTRIBUCIÓN DE LOG PEARSON TIPO III</b>	<b>P</b>	NO SE AJUSTA A LA DISTRIBUCIÓN, por ende, no se puede hallar precipitaciones con este método para los registros de precipitaciones obtenidos del SENHAMI.							
<b>DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL</b>	<b>P</b>	52.60 mm	71.02 mm	83.22 mm	94.92 mm	98.64 mm	110.07 mm	121.42 mm	132.73 mm
<b>DISTRIBUCIÓN DE LOG GUMBEL</b>	<b>P</b>	49.34 mm	68.38 mm	84.87 mm	104.41 mm	111.50 mm	136.53 mm	166.93 mm	203.94 mm

**Tabla. 78.** Precipitaciones para los distintos periodos de retorno según método de distribución.

#### 4.8.3.2.2 Pruebas de bondad de ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste son pruebas de hipótesis que se usan para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida [9].

El software Hidroesta2 utiliza la prueba de Kolmogorov – Smirnov para determinar si la muestra se ajusta al método seleccionado. A continuación se presenta una breve descripción de la prueba en mención.

##### Prueba Kolmogorov – Smirnov

Método por el cuál se comprueba la bondad de ajuste de las distribuciones, asimismo permite elegir la más representativa, es decir la de mejor ajuste. Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia  $D$  entre la función de distribución de probabilidad observada  $F_o(x_m)$  y la estimada  $F(x_m)$  [9].

Con un valor crítico “ $d$ ” que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado. Si  $D < d$ , se acepta la hipótesis nula. Esta prueba tiene la ventaja sobre la prueba de  $\chi^2$  de que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos [9].

A continuación, se muestran los resultados obtenidos con el programa Hidroesta2, dónde se observa el delta teórico y crítico para los diferentes métodos analizados en el software.

DISTRIBUCION	$\Delta$ tabular	$\Delta$ critico:	CONDICION
NORMAL	0.1328	0.1886	SE AJUSTA
LN 2P	0.1118	0.1886	SE AJUSTA
LN 3P	0.1063	0.1886	SE AJUSTA
GM 2P	0.1238	0.1886	SE AJUSTA
GM 3P	0.11333	0.1886	SE AJUSTA
GUMBEL	0.1216	0.1886	SE AJUSTA
LOG GUMBEL	0.1592	0.1886	SE AJUSTA

LN 3P	0.1063	LA QUE MAS SE AJUSTA
-------	--------	----------------------

**Tabla. 79.** Prueba de bondad de ajuste según resultados analizados en el Hidroesta2.

Se observa claramente que el método que más se ajusta, por ser el delta tabular menor que todos, es el Log Normal de 3 Parámetros.

Entonces nos quedamos con las precipitaciones para los diferentes periodos de retorno halladas por el método Log Normal de 3 Parámetros. Estas precipitaciones se muestran en la siguiente tabla.

Tr (años)	LN 3P
2	51.80 mm
5	71.22 mm
10	84.58 mm
20	97.69 mm
25	101.91 mm
50	115.13 mm
100	128.59 mm
200	142.38 mm

**Tabla. 80.** Precipitaciones según el método que más se ajusta – Log Normal de 3 parámetros.

#### 4.8.4. Cálculo de las intensidades máximas

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/hr). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. Comúnmente se utiliza la intensidad promedio, que puede expresarse como [9]:

$$i = \frac{P}{Td}$$

Dónde P es la profundidad de la lluvia (mm) y Td es la duración, dada usualmente en horas. La frecuencia se expresa en función del periodo de retorno, T, que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de precipitación que igualan o exceden la magnitud de diseño [9].

En nuestro país, debido a la escasa cantidad de información pluviográfica con que se cuenta, difícilmente pueden elaborarse las curvas de intensidad – duración – frecuencia. Ordinariamente solo se cuenta con lluvias máximas en 24 horas, por lo que el valor de la Intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración, en la tabla siguiente se muestran los coeficientes de duración, entre 1 hora y 48 horas, los mismos que podrán usarse, con criterio y cautela para el cálculo de la intensidad [9].

<b>Duración de la precipitación en horas</b>	<b>Coefficiente</b>
1	0.30
2	0.39
3	0.46
4	0.52
5	0.57
6	0.61
8	0.68
10	0.73
12	0.80
14	0.83
16	0.87
18	0.91
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

**Tabla. 81.** Coeficientes de duración lluvias entre 48 y una hora – Fuente Manual de Hidrología.

Dicho lo anterior, se procede a calcular las intensidades de diseño máximas, las mismas que nos permitirán realizar las curvas IDF, que nos serán de mucha utilidad para el hallar intensidades de diseño de acuerdo a los tiempos de concentración que se requieran.

### **Cálculo de las precipitaciones máximas por tiempo de duración**

En capítulo anterior se calcularon las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias y teniendo en cuenta los coeficientes mencionados en la tabla anterior, se procede a calcular las precipitaciones máximas por tiempo de duración. Para esto se multiplica la precipitación máxima para un periodo de retorno, por su coeficiente de duración. Los resultados se muestran a continuación:

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración							
		2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	100 años	200 años
24 hr	X24	51.8000	71.2200	84.5800	97.6900	101.9100	115.1300	128.5900	142.3800
18 hr	X18 = 91%	47.1380	64.8102	76.9678	88.8979	92.7381	104.7683	117.0169	129.5658
12 hr	X12 = 80%	41.4400	56.9760	67.6640	78.1520	81.5280	92.1040	102.8720	113.9040
8 hr	X8 = 68%	35.2240	48.4296	57.5144	66.4292	69.2988	78.2884	87.4412	96.8184
6 hr	X6 = 61%	31.5980	43.4442	51.5938	59.5909	62.1651	70.2293	78.4399	86.8518
5 hr	X5 = 57%	29.5260	40.5954	48.2106	55.6833	58.0887	65.6241	73.2963	81.1566
4 hr	X4 = 52%	26.9360	37.0344	43.9816	50.7988	52.9932	59.8676	66.8668	74.0376
3 hr	X3 = 46%	23.8280	32.7612	38.9068	44.9374	46.8786	52.9598	59.1514	65.4948
2 hr	X2 = 39%	20.2020	27.7758	32.9862	38.0991	39.7449	44.9007	50.1501	55.5282
1 hr	X1 = 30%	15.5400	21.3660	25.3740	29.3070	30.5730	34.5390	38.5770	42.7140

**Tabla. 82.** Precipitaciones máximas por tiempos de duración.

**Cálculo de las intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y frecuencia de la misma**

Teniendo calculada las precipitaciones para los diferentes tiempos de duración y frecuencia, se procede a calcular con la siguiente fórmula las intensidades de la lluvia según la frecuencia.

$$I = \frac{P(mm)}{tduración (hr)}$$

Los resultados se muestran a continuación en la siguiente hoja.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno							
Hr	min	2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	100 años	200 años
24 hr	1440	2.1583	2.9675	3.5242	4.0704	4.2463	4.7971	5.3579	5.9325
18 hr	1080	2.6188	3.6006	4.2760	4.9388	5.1521	5.8205	6.5009	7.1981
12 hr	720	3.4533	4.7480	5.6387	6.5127	6.7940	7.6753	8.5727	9.4920
8 hr	480	4.4030	6.0537	7.1893	8.3037	8.6624	9.7861	10.9302	12.1023
6 hr	360	5.2663	7.2407	8.5990	9.9318	10.3609	11.7049	13.0733	14.4753
5 hr	300	5.9052	8.1191	9.6421	11.1367	11.6177	13.1248	14.6593	16.2313
4 hr	240	6.7340	9.2586	10.9954	12.6997	13.2483	14.9669	16.7167	18.5094
3 hr	180	7.9427	10.9204	12.9689	14.9791	15.6262	17.6533	19.7171	21.8316
2 hr	120	10.1010	13.8879	16.4931	19.0496	19.8725	22.4504	25.0751	27.7641
1 hr	60	15.5400	21.3660	25.3740	29.3070	30.5730	34.5390	38.5770	42.7140

**Tabla. 83.** Intensidad de lluvia (mm/hr) según periodo de Retorno.

#### 4.8.5 Cálculo de las curvas de Intesidad – Duración – Frecuencia (IDF)

Las curvas de intensidad – duración – frecuencia también pueden expresarse como ecuaciones con el fin de evitar la lectura de la intensidad de lluvia de diseño en una gráfica [9].

Las curvas IDF, se han calculado mediante la siguiente relación [9]:

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

Donde

I: Intensidad máxima (mm/hr)

K,m,n: factores característicos de la zona de estudio.

T = período de retorno en años

t: duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Para calcular los factores característicos de la zona de estudio es que se ha hecho todo el análisis mencionado en el capítulo anterior.

#### Regresión Potencial

El análisis de regresión potencial es una técnica estadística de mucha utilidad para estudiar básicamente la asociación que existe entre variables. Esta técnica se adapta a una variedad de casos, en esta situación la aplicaremos con la finalidad de calcular los parámetros característicos del área de estudio “k”, “m” y “n”.

Dicho de otra forma, la regresión potencial relaciona los datos (en este caso intensidades) dispersos que existen en un diagrama con una relación potencial. Para de esta manera reducir todo a una ecuación, con la que nos facilite calcular las intensidades para los diferentes periodos de retorno y duración sin la necesidad de tener que estar observando el gráfico de curvas IDF.

Cabe recalcar que es de mucha utilidad reducir las curvas IDF a una ecuación con la finalidad de evitar la subjetividad de un gráfico.

Sabiendo que la representación matemática de las curvas IDF quedan reducidas a la siguiente expresión.

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

Se realiza un cambio de variable:  $d = k \cdot T^m$

Con lo que de la anterior expresión se obtiene:  $I = d \cdot t^{-n}$

Teniendo las diferentes intensidades máximas según la frecuencia y tiempo de duración hallados en el capítulo 4.8.4, se procede a calcular los parámetros “d” y “n” según el tiempo de retorno. Siendo X el tiempo de duración en minutos e Y la intensidad máxima para el periodo de retorno que se va analizar.

También hay que tener en cuenta las siguientes expresiones:

$$Ln(d) = \frac{[\sum(lnx * lny) * \sum(lnx)] - [\sum(lnx^2) * \sum(lny)]}{\sum(lnx^2) - [\sum(lnx^2) * m]}$$

$$d = e^{Ln(d)}$$

$$n = \frac{\sum(lny) - [m * Ln(d)]}{\sum(lnx)}$$

Siendo m: el número de datos.

Teniendo todos los conocimientos básicos claros y las fórmulas establecidas por el método de regresión potencial se presentan a continuación los resultados.

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.1583	7.2724	0.7693	5.5949	52.8878
2	1080	2.6188	6.9847	0.9627	6.7242	48.7863
3	720	3.4533	6.5793	1.2393	8.1539	43.2865
4	480	4.4030	6.1738	1.4823	9.1513	38.1156
5	360	5.2663	5.8861	1.6613	9.7788	34.6462
6	300	5.9052	5.7038	1.7758	10.1290	32.5331
7	240	6.7340	5.4806	1.9072	10.4525	30.0374
8	180	7.9427	5.1930	2.0722	10.7611	26.9668
9	120	10.1010	4.7875	2.3126	11.0717	22.9201
10	60	15.5400	4.0943	2.7434	11.2325	16.7637
10	4980	64.1226	58.1555	16.9263	93.0500	346.9435
Ln (d) =	5.2773	d =	195.8312	n =	-0.6164	

Tabla. 84. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 2 años.

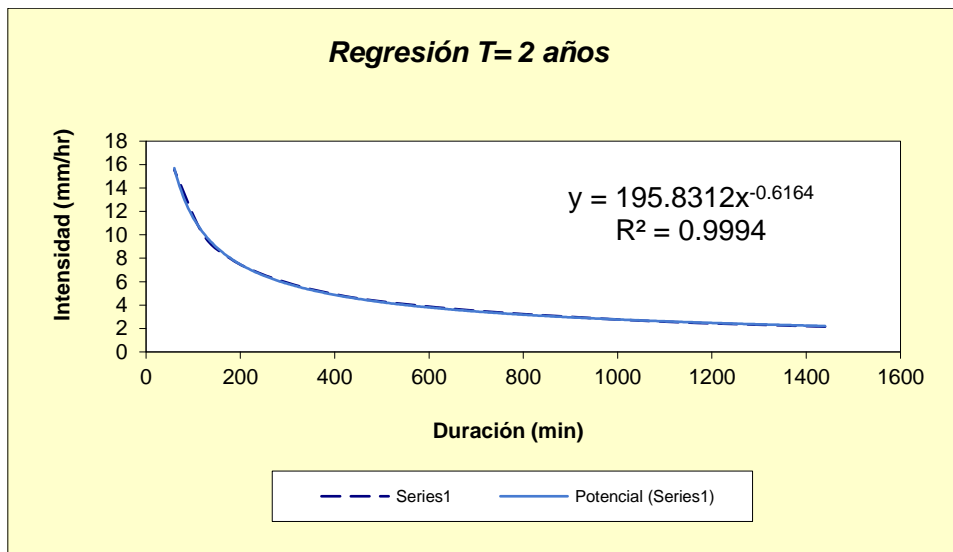


Gráfico. 7. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 2 años.

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.9675	7.2724	1.0877	7.9103	52.8878
2	1080	3.6006	6.9847	1.2811	8.9481	48.7863
3	720	4.7480	6.5793	1.5577	10.2487	43.2865
4	480	6.0537	6.1738	1.8007	11.1169	38.1156
5	360	7.2407	5.8861	1.9797	11.6528	34.6462
6	300	8.1191	5.7038	2.0942	11.9450	32.5331
7	240	9.2586	5.4806	2.2256	12.1975	30.0374
8	180	10.9204	5.1930	2.3906	12.4145	26.9668
9	120	13.8879	4.7875	2.6310	12.5960	22.9201
10	60	21.3660	4.0943	3.0618	12.5361	16.7637
10	4980	88.1624	58.1555	20.1101	111.5657	346.9435
Ln (d) =	5.5956	d =	269.2490	n =	-0.6164	

Tabla. 85. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 5 años.

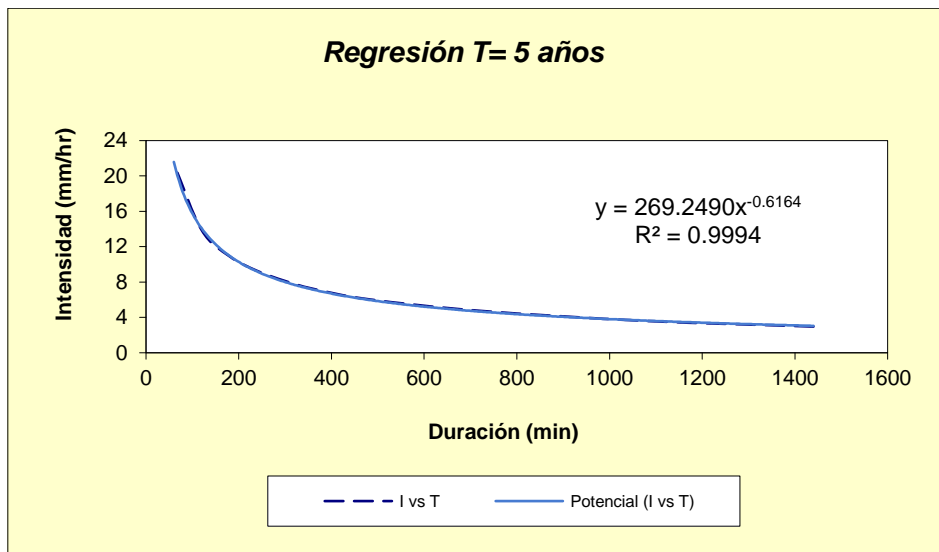


Gráfico. 8. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 5 años.

<b>Periodo de retorno para T = 10 años</b>						
<b>N°</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>ln x</b>	<b>ln y</b>	<b>ln x*ln y</b>	<b>(lnx)^2</b>
<b>1</b>	<b>1440</b>	<b>3.5242</b>	7.2724	1.2596	9.1606	52.8878
<b>2</b>	<b>1080</b>	<b>4.2760</b>	6.9847	1.4530	10.1489	48.7863
<b>3</b>	<b>720</b>	<b>5.6387</b>	6.5793	1.7296	11.3798	43.2865
<b>4</b>	<b>480</b>	<b>7.1893</b>	6.1738	1.9726	12.1784	38.1156
<b>5</b>	<b>360</b>	<b>8.5990</b>	5.8861	2.1516	12.6648	34.6462
<b>6</b>	<b>300</b>	<b>9.6421</b>	5.7038	2.2661	12.9256	32.5331
<b>7</b>	<b>240</b>	<b>10.9954</b>	5.4806	2.3975	13.1397	30.0374
<b>8</b>	<b>180</b>	<b>12.9689</b>	5.1930	2.5626	13.3072	26.9668
<b>9</b>	<b>120</b>	<b>16.4931</b>	4.7875	2.8029	13.4191	22.9201
<b>10</b>	<b>60</b>	<b>25.3740</b>	4.0943	3.2337	13.2400	16.7637
<b>10</b>	4980	104.7006	<b>58.1555</b>	<b>21.8294</b>	<b>121.5641</b>	<b>346.9435</b>
<b>Ln (d) =</b>	<b>5.7676</b>	<b>d =</b>	<b>319.7568</b>	<b>n =</b>	<b>-0.6164</b>	

Tabla. 86. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 10 años.

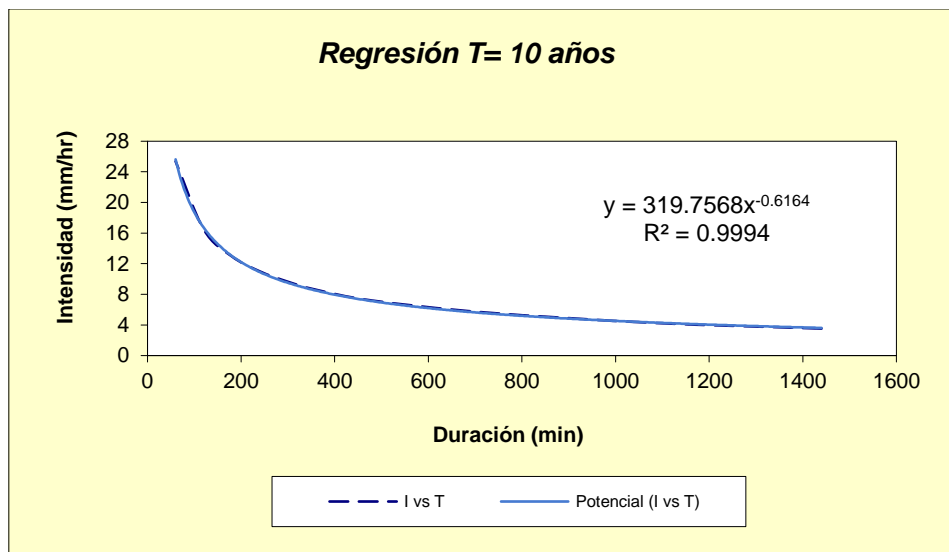


Gráfico. 9. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 10 años.

Periodo de retorno para T = 20 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.0704	7.2724	1.4037	10.2086	52.8878
2	1080	4.9388	6.9847	1.5971	11.1554	48.7863
3	720	6.5127	6.5793	1.8737	12.3279	43.2865
4	480	8.3037	6.1738	2.1167	13.0680	38.1156
5	360	9.9318	5.8861	2.2957	13.5130	34.6462
6	300	11.1367	5.7038	2.4102	13.7475	32.5331
7	240	12.6997	5.4806	2.5416	13.9295	30.0374
8	180	14.9791	5.1930	2.7067	14.0556	26.9668
9	120	19.0496	4.7875	2.9470	14.1089	22.9201
10	60	29.3070	4.0943	3.3778	13.8300	16.7637
10	4980	120.9294	58.1555	23.2704	129.9443	346.9435
Ln (d) =	5.9117	d =	369.3195	n =	-0.6164	

Tabla. 87. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 20 años.

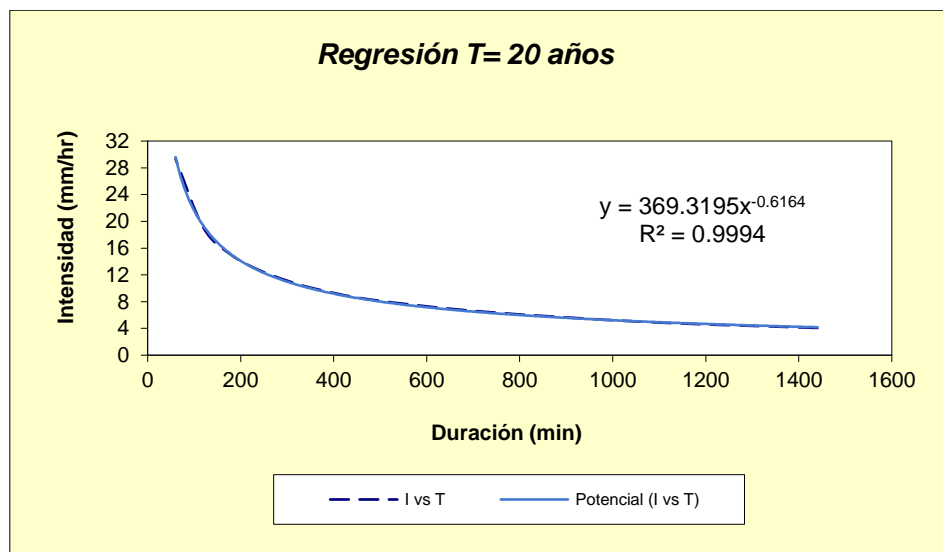


Gráfico. 10. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 20 años.

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.2463	7.2724	1.4460	10.5162	52.8878
2	1080	5.1521	6.9847	1.6394	11.4508	48.7863
3	720	6.7940	6.5793	1.9160	12.6061	43.2865
4	480	8.6624	6.1738	2.1590	13.3291	38.1156
5	360	10.3609	5.8861	2.3380	13.7619	34.6462
6	300	11.6177	5.7038	2.4525	13.9887	32.5331
7	240	13.2483	5.4806	2.5839	14.1613	30.0374
8	180	15.6262	5.1930	2.7489	14.2752	26.9668
9	120	19.8725	4.7875	2.9893	14.3114	22.9201
10	60	30.5730	4.0943	3.4201	14.0031	16.7637
10	4980	126.1533	58.1555	23.6933	132.4038	346.9435
Ln (d) =	5.9540	d =	385.2733	n =	-0.6164	

Tabla. 88. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 25 años.

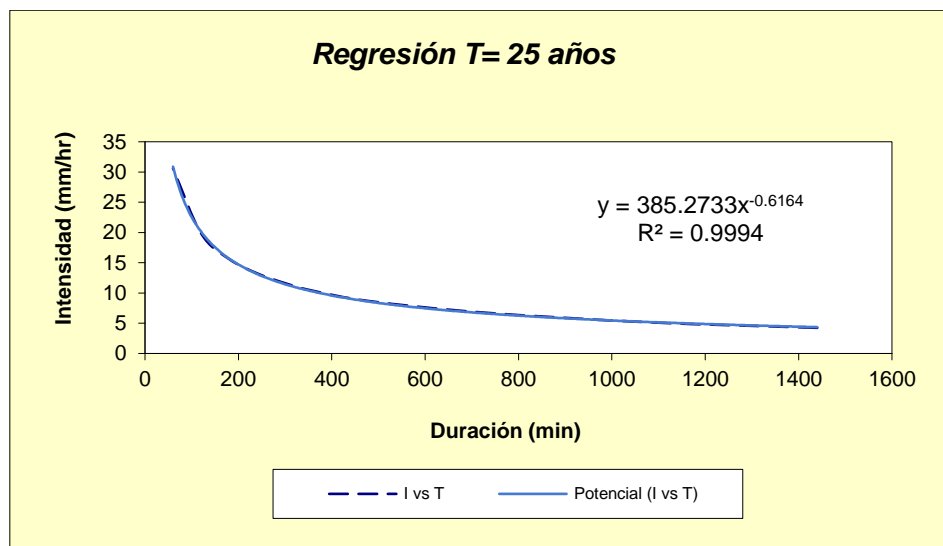


Gráfico. 11. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 25 años.

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.7971	7.2724	1.5680	11.4032	52.8878
2	1080	5.8205	6.9847	1.7614	12.3027	48.7863
3	720	7.6753	6.5793	2.0380	13.4086	43.2865
4	480	9.7861	6.1738	2.2810	14.0821	38.1156
5	360	11.7049	5.8861	2.4600	14.4799	34.6462
6	300	13.1248	5.7038	2.5745	14.6844	32.5331
7	240	14.9669	5.4806	2.7058	14.8297	30.0374
8	180	17.6533	5.1930	2.8709	14.9086	26.9668
9	120	22.4504	4.7875	3.1113	14.8954	22.9201
10	60	34.5390	4.0943	3.5421	14.5025	16.7637
10	4980	142.5181	58.1555	24.9130	139.4971	346.9435
Ln (d) =	6.0759	d =	435.2519	n =	-0.6164	

Tabla. 89. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 50 años.

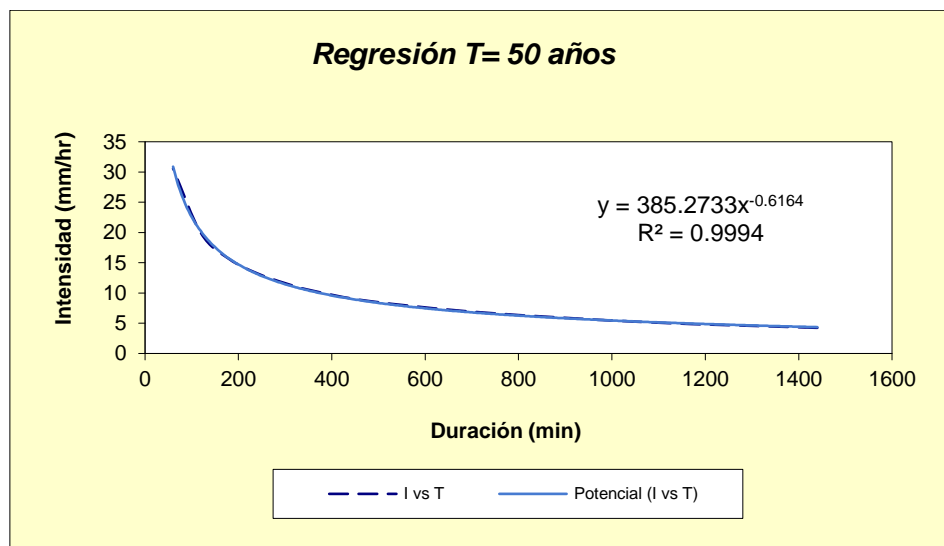


Gráfico. 12. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 50 años.

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	5.3579	7.2724	1.6786	12.2073	52.8878
2	1080	6.5009	6.9847	1.8719	13.0750	48.7863
3	720	8.5727	6.5793	2.1486	14.1360	43.2865
4	480	10.9302	6.1738	2.3915	14.7648	38.1156
5	360	13.0733	5.8861	2.5706	15.1307	34.6462
6	300	14.6593	5.7038	2.6851	15.3151	32.5331
7	240	16.7167	5.4806	2.8164	15.4357	30.0374
8	180	19.7171	5.1930	2.9815	15.4827	26.9668
9	120	25.0751	4.7875	3.2219	15.4247	22.9201
10	60	38.5770	4.0943	3.6527	14.9552	16.7637
10	4980	159.1801	58.1555	26.0187	145.9272	346.9435
Ln (d) =	6.1865	d =	486.1377	n =	-0.6164	

Tabla. 90. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 100 años.

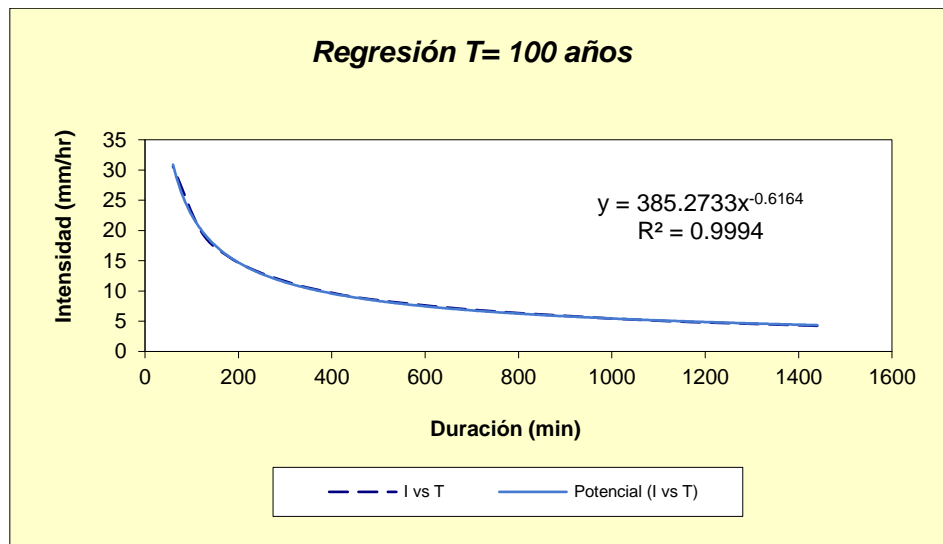


Gráfico. 13. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 100 años.

Periodo de retorno para T = 200 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	5.9325	7.2724	1.7804	12.9481	52.8878
2	1080	7.1981	6.9847	1.9738	13.7866	48.7863
3	720	9.4920	6.5793	2.2504	14.8063	43.2865
4	480	12.1023	6.1738	2.4934	15.3937	38.1156
5	360	14.4753	5.8861	2.6724	15.7303	34.6462
6	300	16.2313	5.7038	2.7869	15.8961	32.5331
7	240	18.5094	5.4806	2.9183	15.9940	30.0374
8	180	21.8316	5.1930	3.0834	16.0117	26.9668
9	120	27.7641	4.7875	3.3237	15.9124	22.9201
10	60	42.7140	4.0943	3.7545	15.3723	16.7637
10	4980	176.2506	58.1555	27.0374	151.8515	346.9435
Ln (d) =	6.2884	d =	538.2712	n =	-0.6164	

Tabla. 91. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 200 años.

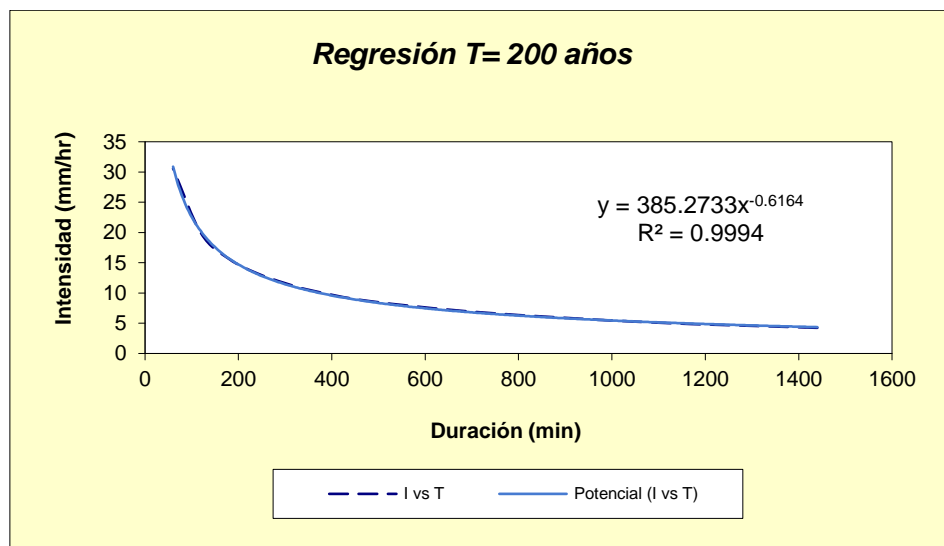


Gráfico. 14. Regresión Potencial para un periodo de retorno de 200 años.

Finalmente tenemos un resumen de los resultados obtenidos de la regresión lineal, sacando el promedio que se usará más adelante.

<b>Resumen de aplicación de regresión potencial</b>		
<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Término cte. de regresión (d)</b>	<b>Coef. de regresión [n]</b>
2	195.83120674217	-0.61638608809
5	269.24900664435	-0.61638608809
10	319.75682367284	-0.61638608809
20	369.31950939465	-0.61638608809
25	385.27332585126	-0.61638608809
50	435.25186934800	-0.61638608809
100	486.13773889916	-0.61638608809
200	538.27118177512	-0.61638608809
<b>Promedio =</b>	374.88633279094	-0.61638608809

**Tabla. 92.** Resumen de la aplicación de regresión potencial.

De la tabla se obtiene el valor n promedio igual a -0.61638608809, este valor irá con valor absoluto en la fórmula de intensidad.

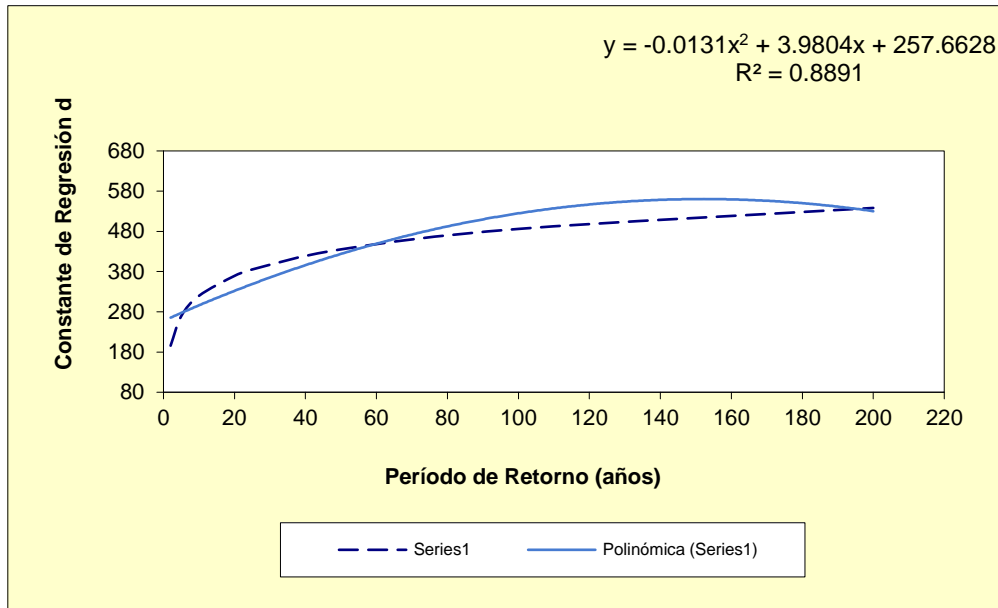
Seguidamente en función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener los valores “k” y “m” de la ecuación:

$$d = k * T^m$$

Siendo X esta vez los periodos de retorno e Y los valores “d” de la regresión potencial calculada anteriormente. Los resultados de la última regresión potencial se detallan a continuación.

<b>Regresión potencial para obtener los parámetros k y m</b>						
<b>Nº</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>ln x</b>	<b>ln y</b>	<b>ln x*ln y</b>	<b>(lnx)^2</b>
1	2	195.8312	0.6931	5.2773	3.6579	0.4805
2	5	269.2490	1.6094	5.5956	9.0058	2.5903
3	10	319.7568	2.3026	5.7676	13.2803	5.3019
4	20	369.3195	2.9957	5.9117	17.7098	8.9744
5	25	385.2733	3.2189	5.9540	19.1650	10.3612
6	50	435.2519	3.9120	6.0759	23.7692	15.3039
7	100	486.1377	4.6052	6.1865	28.4898	21.2076
8	200	538.2712	5.2983	6.2884	33.3177	28.0722
8	412	2999.0907	24.6353	47.0568	148.3956	92.2919
<b>Ln (K) =</b>	<b>5.2283</b>	<b>K =</b>	<b>186.4779</b>	<b>m =</b>	<b>0.2123</b>	

**Tabla. 93.** Regresión potencial para obtener los parámetros “k” y “m”.



**Gráfico. 15.** Regresión potencial para obtener los parámetros “k” y “m”.

Por último, se tiene la fórmula con la cual se hallarán las curvas IDF para los diferentes periodos de retorno. Recalcando que se puede trabajar directamente con la fórmula para calcular las diferentes intensidades de diseño.

$$I = \frac{186.4779 * T^{0.212311}}{t^{0.61639}}$$

### **Cálculo de las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia**

Con la formula empírica obtenida, se procede a calcular las Intensidades para los tiempos de duración de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 y 60 min y periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años. Una vez calculadas las intensidades, se tienen todos los datos necesarios para graficar las curvas IDF. Los resultados de dicho análisis se muestran a continuación.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración													
Frecuencia	Duración en minutos												
años	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	140.93	80.11	52.26	40.70	34.09	29.71	26.55	24.14	22.24	20.68	19.38	18.27	17.32
5	171.19	97.32	63.48	49.44	41.41	36.09	32.25	29.33	27.01	25.12	23.54	22.20	21.04
10	198.33	112.75	73.54	57.28	47.97	41.81	37.36	33.98	31.29	29.10	27.27	25.72	24.37
20	229.77	130.62	85.20	66.36	55.58	48.44	43.29	39.36	36.25	33.72	31.60	29.79	28.24
25	240.92	136.96	89.34	69.58	58.28	50.79	45.39	41.27	38.01	35.35	33.13	31.24	29.61
50	279.12	158.67	103.50	80.61	67.52	58.84	52.58	47.82	44.04	40.96	38.38	36.19	34.30
100	323.37	183.83	119.91	93.39	78.22	68.17	60.92	55.40	51.02	47.45	44.47	41.93	39.74
200	374.64	212.97	138.92	108.20	90.62	78.98	70.58	64.18	59.11	54.97	51.52	48.58	46.04

Tabla. 94. Intensidades – Duración – Frecuencia.

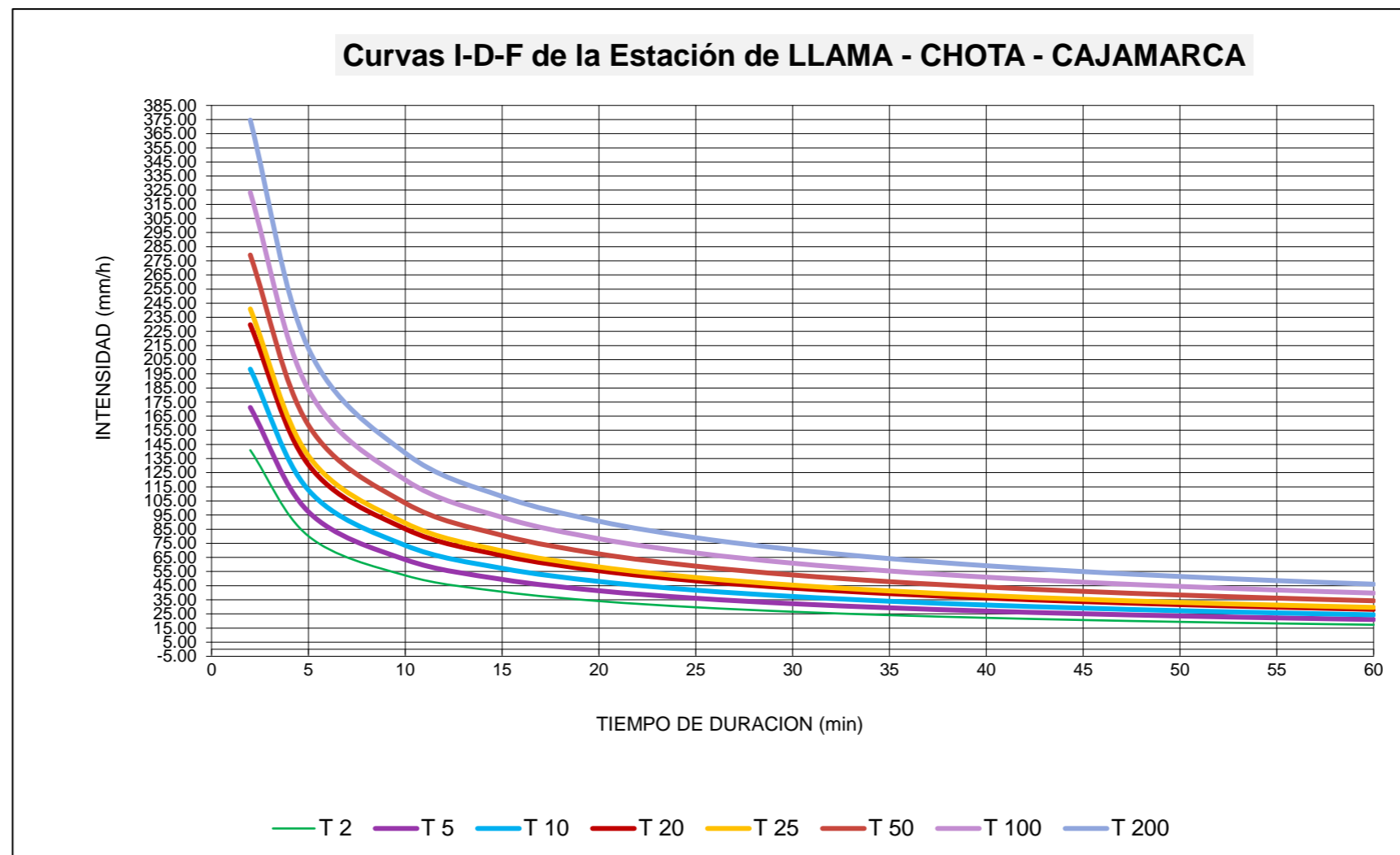


Fig. 28. Curvas I-D-F de la Estación de LLAMA – CHOTA – CAJAMARCA.

### **8.3.6 Cálculo de los caudales máximos que arrastran las sub cuencas en estudio**

#### **8.3.6.1 Generalidades**

Para cálculo de los caudales máximos se ha utilizado el método racional que recomienda el manual de Hidrología.

Este método estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente  $c$  (el coeficiente de escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas de  $A < 10 \text{ km}^2$ . Considerar que la duración de  $P$  es igual a  $t_c$  [9].

La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión [9]:

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

Donde

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

C: Coeficiente de escorrentía

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

A: Área de la cuenca ( $\text{km}^2$ )

#### **8.3.6.2 Cálculo de Intensidades máximas y Caudales máximos de cada sub cuenca**

Finalizamos el estudio hidrológico calculando las intensidades y caudales máximos de cada sub cuenca del proyecto en estudio. Teniendo la fórmula de intensidad hallada en el apartado 4.8.5, la fórmula del caudal según el método racional y los valores de las características de la cuenca halladas en el apartado 4.8.1.2, así como el tiempo de concentración hallado en el apartado 4.8.1.3, se procede a calcular las intensidades y caudales máximos para los diferentes periodos de retorno. Los resultados se presentan a continuación.

CÁLCULO DE INTENSIDADES Y CAUDALES MÁXIMOS POR PERIODO DE RETORNO DE CADA SUB CUENCA EN ESTUDIO							
SUB CUENCA 1				SUB CUENCA 2			
PERIODO DE RETORNO ( T )	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)	PERIODO DE RETORNO ( T )	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2	5.64 min	74.37 mm/hr	1.983 m3/seg	2	15.43 min	40.01 mm/hr	2.200 m3/seg
5	5.64 min	90.34 mm/hr	2.409 m3/seg	5	15.43 min	48.60 mm/hr	2.673 m3/seg
10	5.64 min	104.66 mm/hr	2.791 m3/seg	10	15.43 min	56.30 mm/hr	3.097 m3/seg
20	5.64 min	121.25 mm/hr	3.233 m3/seg	20	15.43 min	65.23 mm/hr	3.588 m3/seg
25	5.64 min	127.14 mm/hr	3.390 m3/seg	25	15.43 min	68.39 mm/hr	3.762 m3/seg
50	5.64 min	147.29 mm/hr	3.928 m3/seg	50	15.43 min	79.24 mm/hr	4.358 m3/seg
100	5.64 min	170.65 mm/hr	4.551 m3/seg	100	15.43 min	91.80 mm/hr	5.049 m3/seg
200	5.64 min	197.70 mm/hr	5.272 m3/seg	200	15.43 min	106.35 mm/hr	5.849 m3/seg
SUB CUENCA 3				SUB CUENCA 4			
PERIODO DE RETORNO ( T )	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)	PERIODO DE RETORNO ( T )	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2	4.02 min	91.66 mm/hr	0.840 m3/seg	2	7.11 min	64.51 mm/hr	1.434 m3/seg
5	4.02 min	111.34 mm/hr	1.021 m3/seg	5	7.11 min	78.36 mm/hr	1.741 m3/seg
10	4.02 min	129.00 mm/hr	1.182 m3/seg	10	7.11 min	90.79 mm/hr	2.018 m3/seg
20	4.02 min	149.45 mm/hr	1.370 m3/seg	20	7.11 min	105.18 mm/hr	2.337 m3/seg
25	4.02 min	156.70 mm/hr	1.436 m3/seg	25	7.11 min	110.29 mm/hr	2.451 m3/seg
50	4.02 min	181.54 mm/hr	1.664 m3/seg	50	7.11 min	127.77 mm/hr	2.839 m3/seg
100	4.02 min	210.32 mm/hr	1.928 m3/seg	100	7.11 min	148.03 mm/hr	3.290 m3/seg
200	4.02 min	243.67 mm/hr	2.234 m3/seg	200	7.11 min	171.50 mm/hr	3.811 m3/seg
SUB CUENCA 5				SUB CUENCA 6			
PERIODO DE RETORNO ( T )	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)	PERIODO DE RETORNO ( T )	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2	3.85 min	94.06 mm/hr	1.045 m3/seg	2	8.99 min	55.80 mm/hr	2.170 m3/seg
5	3.85 min	114.26 mm/hr	1.270 m3/seg	5	8.99 min	67.79 mm/hr	2.636 m3/seg
10	3.85 min	132.37 mm/hr	1.471 m3/seg	10	8.99 min	78.54 mm/hr	3.054 m3/seg
20	3.85 min	153.36 mm/hr	1.704 m3/seg	20	8.99 min	90.99 mm/hr	3.538 m3/seg
25	3.85 min	160.80 mm/hr	1.787 m3/seg	25	8.99 min	95.40 mm/hr	3.710 m3/seg
50	3.85 min	186.29 mm/hr	2.070 m3/seg	50	8.99 min	110.53 mm/hr	4.298 m3/seg
100	3.85 min	215.82 mm/hr	2.398 m3/seg	100	8.99 min	128.05 mm/hr	4.980 m3/seg
200	3.85 min	250.04 mm/hr	2.778 m3/seg	200	8.99 min	148.35 mm/hr	5.769 m3/seg

Tabla. 95. Cálculo de Intensidades y Caudales máximos por periodo de retorno de cada sub cuenca en estudio.

## 4.9 Diseño de Obras de Arte

### 4.9.1 Cunetas

#### Análisis de existencia de cunetas

Para diseñar las cunetas primero se debe realizar un análisis minucioso de las secciones transversales con la finalidad de ir marcando los tramos de kilometrajes que requieran cuneta y también con el propósito de despreciar algunas cunetas de las que se puede prescindir, como por ejemplo cuando la sección de la cuneta está casi al nivel del terreno natura y al otro lado existe terraplén.

El resumen de dicho análisis se presenta a continuación.

RESUMEN ANÁLISIS DE CUNETAS					
LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
DE PROGRESIVA	A PROGRESIVA	LONGITUD	DE PROGRESIVA	A PROGRESIVA	LONGITUD
0+080.00	0+180.00	100.00 m	0+000.00	7+680.00	7680.00 m
1+320.00	1+360.00	40.00 m	7+720.00	7+740.00	20.00 m
2+380.00	2+420.00	40.00 m			
6+020.00	6+080.00	60.00 m			
6+900.00	6+980.00	80.00 m			
7+140.00	7+220.00	80.00 m			
7+300.00	7+360.00	60.00 m			
7+600.00	7+640.00	40.00 m			
7+660.00	7+680.00	20.00 m			
7+700.00	8+340.00	640.00 m			
<b>TOTAL DE LONGITUD DE CUNETA</b>		<b>1160.00 m</b>	<b>TOTAL DE LONGITUD DE CUNETA</b>		<b>7700.00 m</b>

Tabla. 96. Resumen de análisis de existencia de cunetas.

#### Área de influencia de las cunetas

Para determinar el área de influencia de las cunetas, por lo general se considera lo que aporta la calzada y el talud de corte. Pero se deja a un lado lo que dice la norma DG 2018 que para el diseño de las cunetas se tiene que tener en cuenta también el área de influencia del terreno adyacente a este [4].

Una vez marcados los tramos dónde existen cunetas se realiza la ubicación de los kilometrajes de las quebradas que ya las tenemos exactamente determinadas en el estudio Hidrológico. Esto con la finalidad de saberlo y tenerlo en cuenta en el análisis de ubicación de alcantarillas de alivio para de esta manera evitar ubicar una alcantarilla de alivio innecesaria, ya que tranquilamente la obra de arte elegida para una quebrada, puede cumplir la misma función de esta.

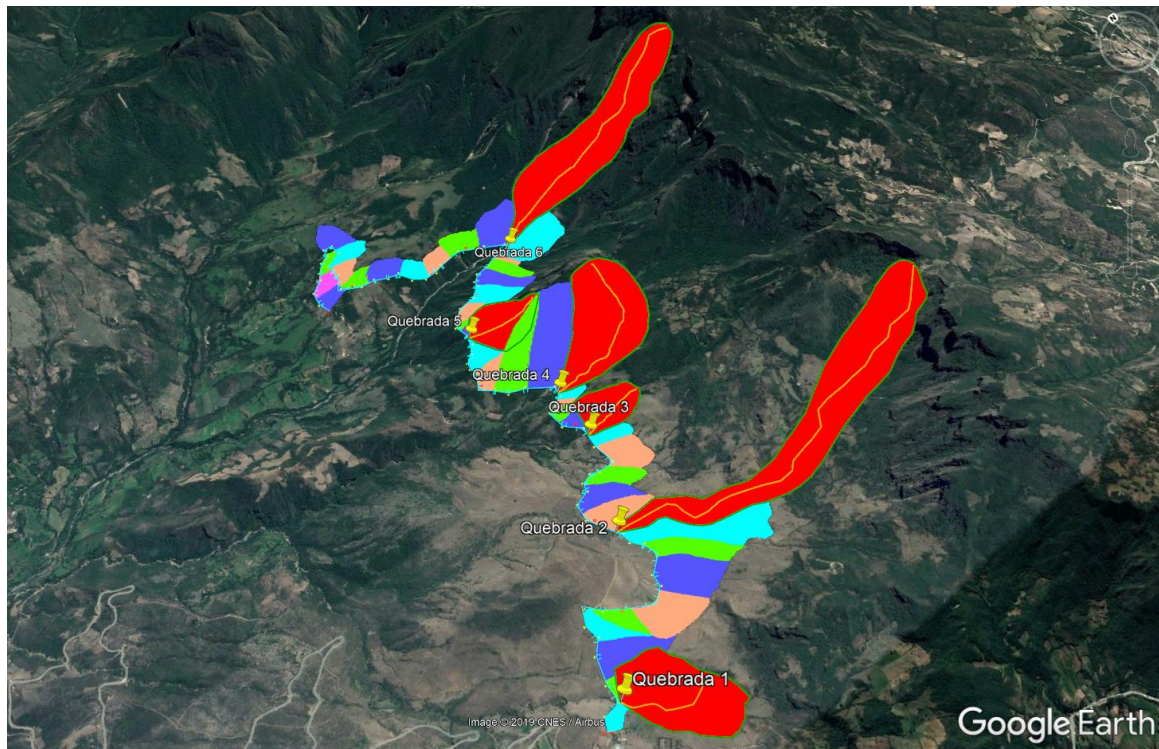
Después de haber ubicado los kilometrajes de las quebradas, se procede a ubicar el kilometraje de las alcantarillas de alivio, teniendo en cuenta que no pueden ir a más de 250 m de longitud de cuneta, según el manual de Hidrología y verificando el perfil para ver si la pendiente es positiva o negativa.

Los resultados se presentan a continuación.

<b>UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS DE ALIVIO Y ALCANTARILLAS DE PASO O BADENES</b>				
<b>OBRA DE ARTE</b>	<b>TIPO</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Longitud de cuneta que Alivia</b>	<b>Verificación @250 m</b>
1	ALC. ALIVIO	0+000.00	198.00 m	<b>OK</b>
2	QUEBRADA	0+198.00	142.00 m	<b>OK</b>
3	ALC. ALIVIO	0+340.00	240.00 m	<b>OK</b>
4	ALC. ALIVIO	0+580.00	240.00 m	<b>OK</b>
5	ALC. ALIVIO	1+060.00	240.00 m	<b>OK</b>
6	ALC. ALIVIO	1+300.00	240.00 m	<b>OK</b>
7	ALC. ALIVIO	1+540.00	240.00 m	<b>OK</b>
8	ALC. ALIVIO	1+680.00	140.00 m	<b>OK</b>
9	QUEBRADA	1+854.00	174.00 m	<b>OK</b>
10	ALC. ALIVIO	2+100.00	246.00 m	<b>OK</b>
11	ALC. ALIVIO	2+340.00	240.00 m	<b>OK</b>
12	ALC. ALIVIO	2+580.00	240.00 m	<b>OK</b>
13	ALC. ALIVIO	2+820.00	240.00 m	<b>OK</b>
14	QUEBRADA	2+940.00	120.00 m	<b>OK</b>
15	ALC. ALIVIO	3+120.00	180.00 m	<b>OK</b>
16	ALC. ALIVIO	3+246.00	226.00 m	<b>OK</b>
17	QUEBRADA	3+400.00	54.00 m	<b>OK</b>
18	ALC. ALIVIO	3+640.00	240.00 m	<b>OK</b>
19	ALC. ALIVIO	3+880.00	240.00 m	<b>OK</b>
20	ALC. ALIVIO	4+020.00	140.00 m	<b>OK</b>
21	QUEBRADA	4+178.00	158.00 m	<b>OK</b>
22	ALC. ALIVIO	4+420.00	242.00 m	<b>OK</b>
23	ALC. ALIVIO	4+660.00	240.00 m	<b>OK</b>
24	ALC. ALIVIO	4+900.00	240.00 m	<b>OK</b>
25	ALC. ALIVIO	5+140.00	240.00 m	<b>OK</b>
26	ALC. ALIVIO	5+340.00	200.00 m	<b>OK</b>
27	ALC. ALIVIO	5+487.00	223.00 m	<b>OK</b>
28	QUEBRADA	5+640.00	77.00 m	<b>OK</b>
29	ALC. ALIVIO	5+880.00	240.00 m	<b>OK</b>
30	ALC. ALIVIO	6+120.00	240.00 m	<b>OK</b>
31	ALC. ALIVIO	6+360.00	240.00 m	<b>OK</b>
32	ALC. ALIVIO	6+600.00	240.00 m	<b>OK</b>
33	ALC. ALIVIO	6+840.00	240.00 m	<b>OK</b>
34	ALC. ALIVIO	7+080.00	240.00 m	<b>OK</b>
35	ALC. ALIVIO	7+320.00	240.00 m	<b>OK</b>
36	ALC. ALIVIO	7+560.00	240.00 m	<b>OK</b>
37	ALC. ALIVIO	7+680.00	120.00 m	<b>OK</b>
38	ALC. ALIVIO	7+940.00	240.00 m	<b>OK</b>
39	ALC. ALIVIO	8+180.00	240.00 m	<b>OK</b>
40	ALC. ALIVIO	8+340.00	160.00 m	<b>OK</b>

**Tabla. 97.** Ubicación de alcantarillas de alivio y alcantarillas de paso o badenes y verificación que la ubicación no exceda los 250 m.

Ya teniendo ubicadas las alcantarillas de alivio y las quebradas correctamente, se procede a sacar las coordenadas UTM del Civil 3D de cada ubicación de estas, en los diferentes kilometrajes del alineamiento con la finalidad de ser exportados junto al alineamiento al programa Google Earth, que nos permitió a grosso modo guiándonos del relieve que presenta el terreno sacar el área adyacente del terreno que influye en los tramos de cuneta entre alcantarillas de alivio y/o badenes.



**Fig. 29.** Sectorización de las áreas de influencia de las cunetas.

En la figura anterior se observa la sectorización de áreas del terreno adyacente a los taludes, recalcando que las rojas son las sub cuencas que tienen su propio caudal de aporte calculado en el acápite de Hidrología.

Cabe recalcar también que si el área considerada en esta sectorización es menor a 1 Has se considera en el análisis, debido a que el método racional te permite calcular caudales para áreas menores a los 10 km<sup>2</sup>, en caso el área de esta sectorización sea mayor que 10 km<sup>2</sup> se descarta del análisis y se procede a calcular el área de influencia de la manera tradicional que se saca del aporte de la calzada más el aporte del talud, más una distancia relativa de terreno adyacente, en

este caso de 30 m porque si lo consideramos más también exceden los 10 km<sup>2</sup> en nuestro análisis.

Es bueno resaltar que la longitud de 30 m es subjetiva y puede variar de acuerdo al criterio del diseñador, en nuestro caso ha sido considerada 30 por tener longitudes largas de cuneta en las que sacando el aporte con más de 30 m el área resulta mayor de 10 km<sup>2</sup>, es por esta razón que se ha considerado 30 m.

Cabe recalcar que el área ha sido sacada de esta manera para las cunetas que están en corte, para las que se encuentran en terraplén se calculara sólo el área que aporta el carril.

### Tiempo de concentración para las cunetas (tc)

Una vez realizado las áreas de influencia de las cunetas, gracias a la variedad de herramientas con las que cuenta el programa Google Earth también se trazó una longitud transversal desde la cuneta hasta el punto más alto del área que se estudie, esta longitud se trazó de igual manera para todas las áreas de influencia de cunetas con la finalidad de obtener los parámetros necesarios para calcular el tiempo de concentración, que básicamente es lo que demora en llegar el agua de lluvia al terreno. Se empleo al igual que en el estudio Hidrológico de las sub cuencas la fórmula de Kirpich.

$$tc = 0.01947 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

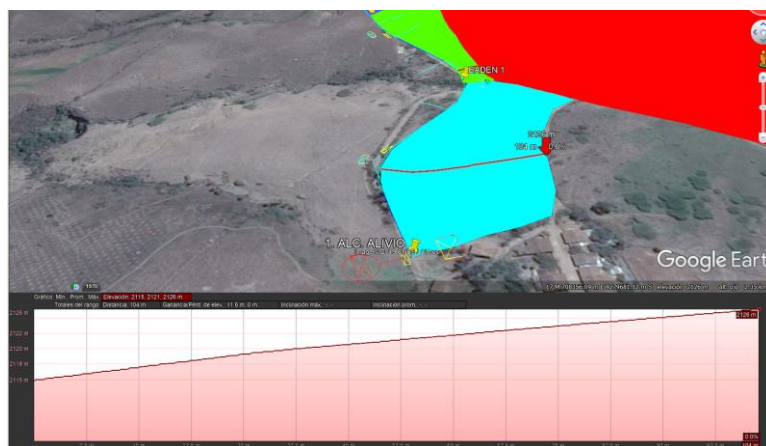


Fig. 30. Trazo de longitud transversal a la cuneta y pendiente promedio.

Cabe recalcar que en caso se descarten las áreas por ser mayores a los 10 km<sup>2</sup>, por lógica también quedarían descartados los tiempos de concentración calculados con la fórmula de Kirpich, debido a que está en relación a estas áreas trazadas. Pero para el presente proyecto no las descartamos debido a que el tiempo de concentración calculado con la fórmula Kirpich para estas áreas es mucho menor que el tiempo de concentración con el que se diseñan las cunetas de manera tradicional que es de 30 min. La justificación es sencilla, a menor tiempo de concentración mayor intensidad de diseño y a mayor intensidad de diseño, mayor caudal que aportan y si la cuneta es pre-dimensionada para resistir un caudal mayor, el caudal calculado con 30 min obviamente también lo va resistir. Esto te podría generar una sobre dimensión, pero en el caso de cunetas no suele pasar eso ya que a pesar de calcularlo con un menor tiempo de concentración el caudal sigue siendo bajo y fácilmente resistida por una sección de dimensiones típicas.

### **Coefficiente de escorrentía para las cunetas**

Para la determinación del coeficiente de escorrentía se asumió que el suelo del terreno es permeable, debido a que no toda el agua de las lluvias va llegar a las cunetas, por lo que se asumió un suelo Bosque de densa vegetación, que es de los más permeables de la tabla de coeficientes que te recomienda el manual de Hidrología. El único parámetro que nos permite discernir entre los valores de coeficiente de ese tipo de suelo son las pendientes promedio de las longitudes transversales trazadas para cada área, calculadas también con el programa del Google Earth.

### **Intensidades de diseño para las cunetas**

Las intensidades de diseño para las cunetas se calculan a raíz de la fórmula obtenida en los resultados del capítulo del estudio Hidrológico.

$$I = \frac{186.4779 * T^{0.212311}}{t^{0.61639}}$$

Siendo

T: Periodo de retorno, en este caso para las cunetas es de 10 años.

t: El tiempo de duración que es igual al tiempo de concentración ( $t_c$ ).

### Caudal de Aporte de las cunetas

El caudal de aporte para las cunetas se ha realizado mediante el método racional utilizando la siguiente fórmula.

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de diseño (mm/hr)

A: Área (has)

### Sección de la cuneta

La cuneta se ha diseñado con la siguiente sección típica.

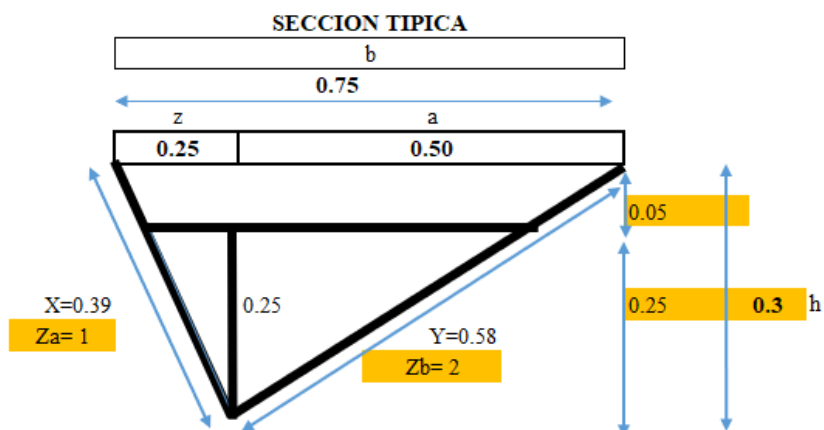


Fig. 31. Sección de la cuneta.

Se calculó el caudal que soporta esta sección con la fórmula de Manning y se verificó que sea mayor al caudal de aporte de las cunetas.

$$Q = AxV = \frac{AxR^{\frac{2}{3}}xS^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde

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

V: Velocidad media (m/s)

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

Pm: Perímetro mojado (m)

Rh: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

Las pendientes por lo general coinciden con el perfil longitudinal.

### **Resultados del Análisis**

Los resultados del análisis de áreas, tiempos de concentración, coeficientes de escorrentía e intensidades de diseño, caudales de aporte, así como la verificación de que las dimensiones de la cuneta seleccionada soportan el caudal de aporte se muestran a continuación.

ZONA DE INFLUENCIA	LADO	KILOMETRAJE		Long.(m)	S (m/m)	C	tc (min)	I (mm/hr)	Area Sectorizada Earth (Ha)	Área +30 m de talud	Qaporte (m3/s)	Qmax. Soporta (m3/s)	Verificación
		Inicia	Termina										
Área de influencia parte del talud	D	0+000.00	0+198.00	198.00	0.01	0.15	1.65	223.12	1.282	0.678	0.063	0.118	Ok
	D	0+198.00	0+340.00	142.00	0.01	0.15	0.96	312.12	0.523	0.486	0.068	0.090	Ok
	D	0+340.00	0+580.00	240.00	0.04	0.15	3.96	130.15	5.238	0.822	0.045	0.197	Ok
	D	0+580.00	0+820.00	240.00	0.03	0.15	3.45	141.83	2.959	0.822	0.049	0.176	Ok
	D	0+820.00	1+060.00	240.00	0.01	0.20	2.55	170.91	2.880	0.822	0.078	0.095	Ok
	D	1+060.00	1+300.00	240.00	0.05	0.20	2.78	161.79	8.808	0.822	0.074	0.227	Ok
	D	1+300.00	1+540.00	240.00	0.04	0.20	3.40	142.89	9.696	0.822	0.065	0.213	Ok
	D	1+540.00	1+680.00	140.00	0.04	0.20	4.09	127.62	6.450	0.480	0.034	0.213	Ok
	D	1+680.00	1+854.00	174.00	0.05	0.20	6.65	94.57	13.331	0.596	0.031	0.229	Ok
	D	1+854.00	2+100.00	246.00	0.03	0.15	4.17	126.15	5.684	0.843	0.044	0.174	Ok
	D	2+100.00	2+340.00	240.00	0.03	0.15	3.81	133.36	4.747	0.822	0.046	0.174	Ok
	D	2+340.00	2+580.00	240.00	0.03	0.20	3.31	145.49	5.111	0.822	0.066	0.192	Ok
	D	2+580.00	2+820.00	240.00	0.03	0.15	3.06	152.60	6.246	0.822	0.052	0.191	Ok
	D	2+820.00	2+940.00	120.00	0.03	0.20	2.71	164.56	2.304	0.411	0.038	0.191	Ok
	D	2+940.00	3+120.00	180.00	0.06	0.20	1.68	220.48	1.404	0.617	0.076	0.255	Ok
	D	3+120.00	3+246.00	126.00	0.06	0.20	1.77	214.02	1.294	0.432	0.051	0.255	Ok
	D	3+246.00	3+346.00	100.00	0.02	0.20	1.92	203.47	0.849	0.343	0.096	0.128	Ok
	D	3+346.00	3+400.00	54.00	0.06	0.20	2.09	193.07	1.436	0.185	0.020	0.245	Ok
	D	3+400.00	3+640.00	240.00	0.02	0.25	4.36	122.68	15.385	0.822	0.070	0.134	Ok
	D	3+640.00	3+880.00	240.00	0.04	0.20	4.52	85.23	9.368	0.822	0.039	0.211	Ok
	D	3+880.00	4+020.00	140.00	0.04	0.20	2.74	163.17	2.932	0.480	0.043	0.211	Ok
	D	4+020.00	4+178.00	158.00	0.07	0.15	2.48	173.49	3.574	0.541	0.039	0.264	Ok
	D	4+178.00	4+420.00	242.00	0.05	0.15	1.53	233.57	0.346	0.829	0.034	0.239	Ok
	D	4+420.00	4+660.00	240.00	0.02	0.20	1.61	227.07	0.476	0.822	0.060	0.159	Ok
	D	4+660.00	4+900.00	240.00	0.04	0.20	2.24	184.92	2.668	0.822	0.084	0.202	Ok
	D	4+900.00	5+140.00	240.00	0.04	0.20	3.44	141.94	9.204	0.822	0.065	0.202	Ok
	D	5+140.00	5+340.00	200.00	0.04	0.20	4.08	127.81	7.901	0.685	0.049	0.204	Ok
	D	5+340.00	5+487.00	147.00	0.01	0.20	3.81	133.34	4.767	0.503	0.037	0.126	Ok
	D	5+487.00	5+563.00	76.00	0.04	0.20	2.66	166.34	1.433	0.260	0.024	0.194	Ok
	D	5+563.00	5+640.00	77.00	0.01	0.20	3.67	136.50	13.906	0.264	0.020	0.104	Ok
	D	5+640.00	5+880.00	240.00	0.01	0.20	3.61	137.75	9.251	0.822	0.063	0.104	Ok
	D	5+880.00	6+120.00	240.00	0.04	0.15	2.17	188.47	4.755	0.822	0.065	0.195	Ok
	D	6+120.00	6+360.00	240.00	0.09	0.20	1.75	215.07	2.638	0.822	0.098	0.312	Ok
D	6+360.00	6+600.00	240.00	0.09	0.15	2.07	194.07	2.472	0.822	0.066	0.312	Ok	
D	6+600.00	6+840.00	240.00	0.10	0.15	1.99	199.07	3.865	0.822	0.068	0.324	Ok	
D	6+840.00	7+080.00	240.00	0.07	0.20	2.24	184.83	2.324	0.822	0.084	0.272	Ok	
D	7+080.00	7+320.00	240.00	0.07	0.20	2.29	182.39	3.427	0.822	0.083	0.272	Ok	
D	7+320.00	7+560.00	240.00	0.07	0.20	3.01	154.18	4.820	0.822	0.070	0.279	Ok	
D	7+560.00	7+680.00	120.00	0.10	0.20	2.30	181.93	5.055	0.411	0.042	0.325	Ok	
I	7+700.00	7+940.00	240.00	0.04	0.20	1.13	282.19	2.022	0.822	0.129	0.214	Ok	
I	7+940.00	8+180.00	240.00	0.04	0.20	2.31	181.63	3.042	0.822	0.083	0.214	Ok	
I	8+180.00	8+340.00	160.00	0.10	0.20	2.14	190.19	2.325	0.548	0.058	0.324	Ok	
Área de influencia parte de terraplen	I	0+080.00	0+180.00	100.00	0.01	0.35	0.21	792.40	0.043	-	0.033	0.118	Ok
	I	1+320.00	1+360.00	40.00	0.05	0.35	0.21	792.40	0.017	-	0.013	0.227	Ok
	I	2+380.00	2+420.00	40.00	0.03	0.35	0.21	792.40	0.017	-	0.013	0.192	Ok
	I	6+020.00	6+080.00	60.00	0.09	0.35	0.21	792.40	0.026	-	0.020	0.312	Ok
	I	6+900.00	6+980.00	80.00	0.07	0.35	0.21	792.40	0.034	-	0.026	0.272	Ok
	I	7+140.00	7+220.00	80.00	0.07	0.35	0.21	792.40	0.034	-	0.026	0.272	Ok
	I	7+300.00	7+360.00	60.00	0.07	0.35	0.21	792.40	0.026	-	0.020	0.279	Ok
	I	7+600.00	7+640.00	40.00	0.14	0.35	0.21	792.40	0.017	-	0.013	0.382	Ok
	I	7+660.00	7+680.00	20.00	0.14	0.35	0.21	792.40	0.009	-	0.007	0.382	Ok
	D	7+720.00	7+740.00	20.00	0.04	0.35	0.21	792.40	0.009	-	0.007	0.214	Ok

Tabla. 98. Diseño de cunetas.

#### 4.9.2 Alcantarillas de Alivio

Para el proyecto en mención se consideraron 34 alcantarillas de alivio, de material TMC, conformado por planchas de acero corrugado con un diámetro 24".

ALC-KM	D(Ø")	D(m)	S(%)	A(m2)	P(m)	Rh(m)	Qmax-soporta (m3/s)	Qcuneta(m3/s)	Qmin-resiste(m3/s)	Verificación de Q	Verificación de Diam.	Vmax(m/s)	Vmin (m/s)	Verificación de Vel
0+000.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0630	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
0+340.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0446	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
0+580.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0486	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
1+060.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0780	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
1+300.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0739	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
1+540.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0653	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
1+680.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0340	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
2+100.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0443	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
2+340.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0457	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
2+580.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0664	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
2+820.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0523	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
3+120.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0755	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
3+246.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.1473	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
3+640.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0700	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
3+880.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0389	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
4+020.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0435	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
4+420.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0336	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
4+660.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0600	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
4+900.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0844	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
5+140.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0648	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
5+340.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0486	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
5+487.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0614	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
5+880.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0629	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
6+120.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0646	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
6+360.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0982	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
6+600.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0665	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
6+840.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0682	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
7+080.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0844	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
7+320.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0833	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
7+560.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0704	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
7+680.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0415	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
7+940.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.1289	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
8+180.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0829	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK
8+340.00	24	0.61	0.02	0.29	3.83	0.479	1.20	0.0579	0.0730	OK	OK	4.12	0.25	OK

Tabla. 99. Diseño de alcantarillas de alivio.

## Cajas Colectoras

Para el dimensionamiento de las cajas colectoras se han usado las dimensiones mínimas establecidas en el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de tránsito.

### 4.9.3 Badenes

#### Generalidades

Se realizó el diseño de badenes de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con protección de emboquillado de piedra en la entrada y la salida de 2 m. Los datos necesarios son:

OBRA DE ARTE	PROGRESIVA	UBICACIÓN	TOPOGRAFÍA
BADÉN	0+198.00	Curva	Zona de Corte y relleno
BADÉN	1+854.00	Tangente	Zona de Corte
BADÉN	2+940.00	Curva	Zona de Corte y Relleno
BADÉN	3+400.00	Tangente	Zona de Corte y relleno
BADÉN	4+178.00	Curva	Zona de Corte y Relleno
BADÉN	5+640.00	Curva	Zona de Relleno

Tabla. 100. Características de los badenes.

	C	A (km <sup>2</sup> )	Periodo de Retorno (años)	Periodo de Retorno (años)
			50	50
Sub - Cuenca N°1	0.40	0.24	147.29	3.928
Sub - Cuenca N°2	0.30	0.66	79.24	4.358
Sub - Cuenca N°3	0.30	0.11	181.54	1.664
Sub - Cuenca N°4	0.20	0.40	127.77	2.839
Sub - Cuenca N°5	0.25	0.16	186.29	2.070
Sub - Cuenca N°6	0.25	0.56	110.53	4.298
			Intensidades (mm/hr)	Q (m <sup>3</sup> /seg)

Tabla. 101. Intensidades y caudales de diseño para los badenes.

## Diseño de Badén

Para el diseño de los badenes se sigue prácticamente el mismo procedimiento que para el diseño de un canal de cualquier tipo de sección. En este caso se ha diseñado el badén como un canal trapezoidal con un régimen uniforme el modelo del badén se presenta a continuación.

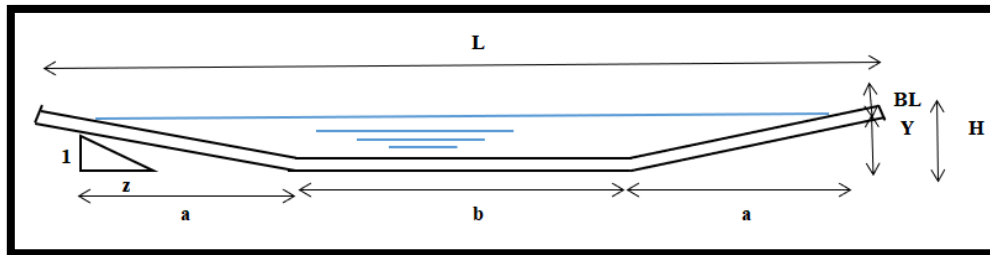


Fig. 32. Modelo de badén.

Utilizando la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * (A) \left( R^{\frac{2}{3}} \right) \left( S^{\frac{1}{2}} \right)$$

Dónde

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

V: Velocidad media de flujo (m/s)

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

P: Perímetro mojado (m)

R: Radio Hidráulico (m)

S: Pendiente de fondo (m/m)

n: Coeficiente de Manning.

Contando con todos los datos necesarios se procede a dimensionar las secciones de los badenes para las 6 quebradas en estudio. Contando finalmente con los siguientes resultados:

OBRA	PROGRESIV A	DIMENSIONES DEL BADÉN					DATOS DE LA SUB CUENCA				CAUDAL DE APORTE DE LA CUNETAS	CAUDAL DE APORTE TOTAL	DISEÑO DEL BÁDEN	
		a (m)	b (m)	Y (m)	BL (m)	Z	C	I (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Q aporte (m <sup>3</sup> /s)	Q aporte (m <sup>3</sup> /s)	Qtotal (m <sup>3</sup> /s)	Qmáx soporta (m <sup>3</sup> /s)	Verificaci ón
BADÉN 1:	KM 0+198	2.00	2.00	0.40	0.05	10	0.40	147.29	0.24	4.00	0.07	4.00	4.09	<b>OK</b>
BADÉN 2:	KM 1+854	2.00	2.00	0.45	0.05	10	0.30	79.24	0.66	4.36	0.03	4.39	5.33	<b>OK</b>
BADÉN 3:	KM 2+940	2.00	2.00	0.30	0.05	10	0.30	181.54	0.11	1.66	0.04	1.70	2.17	<b>OK</b>
BADÉN 4:	KM 3+400	2.00	2.00	0.35	0.05	10	0.20	127.77	0.40	2.84	0.02	2.86	3.03	<b>OK</b>
BADÉN 5:	KM 4+178	2.00	2.00	0.30	0.05	10	0.25	186.29	0.16	2.07	0.04	2.11	2.17	<b>OK</b>
BADÉN 6:	KM 5+640	2.00	2.00	0.45	0.05	10	0.25	110.53	0.56	4.30	0.02	4.32	5.33	<b>OK</b>

**Tabla. 102.** Resumen del diseño de Badenes.

Ver memoria de cálculo para más detalles acerca del diseño de los badenes. (Ver Anexo N°07: Memoria de Cálculo de Badenes)

#### **4.10 Estudio de Señalización**

En el proyecto de la carretera Llama – San Antonio se ha previsto utilizar las señales verticales, cuyo funcionamiento es básicamente la de prevenir, reglamentar o informar al conductor de la carretera.


En consecuencia, se ha creído conveniente tener en cuenta estos dispositivos de señalización para brindar una mayor seguridad de movimiento vehicular en la carretera y consecuentemente evitar o minimizar los accidentes de tránsito, para ver detalladamente las señales utilizadas ver plano de señalización (Ver anexo 09: Planos).

Se verificó que estas señales empleadas cumplan los criterios establecidos por la norma de Dispositivos de Control para Vehículos Automotores de calles y veredas, los criterios que brinda la norma son:

Para velocidades de 30 km/hr las señales preventivas deben ir a 60 m de lo que se quiere advertir o del peligro.

La distancia mínima entre señales debe ser de 30 m, esto con la finalidad de que el mensaje no sea distorsionado producto de una contaminación visual que ocasiona la cercanía de los carteles.

Las ubicaciones de las señales verticales consideradas en el plano del proyecto se presentan en las siguientes tablas.

SEÑALES DE PROHIBICIÓN				UBICACIÓN	
CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO	IDA (DERECHA)	VUELTA (IZQUIERDA)
R-16	Prohibido Adelantar	"Esta señal prohíbe al conductor efectuar la maniobra de adelantar a otro vehículo u otros que le antecedan traspasando el eje de la calzada [11]". "En vías pavimentadas se debe complementar con una línea amarilla doble continua al borde izquierdo del carril en donde se prohíbe la maniobra [11]".	 R-16	0+030.00	8+206.00
SEÑALES DE RESTRICCIÓN				UBICACIÓN	
CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO	IDA (DERECHA)	VUELTA (IZQUIERDA)
R-30	Señal de velocidad máxima permitida	"Esta señal establece la velocidad máxima de operación en kilómetros por hora (km/h) a la que puede circular un vehículo en determinado carril, tramo o sector de una vía [11]".	 R-30	0+000.00	8+340.00
R-30F	Señal de velocidad máxima permitida en curva	"Esta señal establece la velocidad máxima de operación en kilómetros por hora (km/h) a la que debe circular un vehículo en una curva. Esta señal es de fondo amarillo, orla roja y numeración de color negro [11]". "Los límites máximos de velocidad deben ser expresados en múltiplos de 10 km/h [11]".	 R-30F	7+577.56 7+645.89	7+674.97 7+621.77
R-33	Señal de Largo máximo permitido	"Esta señal establece el largo máximo permitido expresado en metros, con el que un vehículo debe circular por una vía, acorde al Reglamento Nacional de Vehículos, vigente [11]".	 R-33	0+000.00	8+316.00

**Tabla. 103.** Señales de Prohibición y restricción usadas en el proyecto.











SEÑALES DE PREVENTIVAS POR CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS HORIZONTALES DE LA VÍA				UBICACIÓN	
CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO	IDA (DERECHA)	VUELTA (IZQUIERDA)
P-1A	Señal de curva pronunciada a la derecha	"Esta señal advierte al Conductor la proximidad de una curva horizontal pronunciada hacia la derecha [11]".	 P-1A	0+703.06 3+877.00	7+698.93 7+645.89 3+549.00 2+720.00
P-1B	Señal de curva pronunciada a la izquierda	"Esta señal advierte al Conductor la proximidad de una curva horizontal pronunciada hacia la izquierda [11]".	 P-1B	2+508.00 3+396.50 7+530.60 7+621.77	4+068.00 0+873.80
P-2A	Señal de curva a la derecha	"Esta señal advierte al Conductor la proximidad de una curva horizontal hacia la derecha [11]".	 P-2A	0+232.84 0+407.00 1+959.00 2+703.00 2+996.00 3+128.00 3+697.00 4+206.00 4+559.00 4+672.00 4+763.00 5+183.56 5+426.00 6+303.09 6+426.74 7+270.23 7+922.58	8+316.00 8+206.00 7+967.00 7+577.56 6+129.00 5+899.00 5+451.00 5+045.00 4+577.00 3+933.00 3+726.00 3+403.50 3+044.00 1+642.04 1+298.36 0+961.00
P-2B	Señal de curva a la izquierda	"Esta señal advierte al Conductor la proximidad de una curva horizontal hacia la izquierda [11]".	 P-2B	0+846.44 1+089.00 1+446.00 2+843.00 3+290.00 3+575.00 3+800.00 4+438.00 4+880.00 5+305.00 5+761.00 5+937.00 7+408.37 7+832.00 8+028.00 8+150.00	8+064.00 7+440.00 6+560.00 6+476.53 5+559.93 5+324.00 4+920.00 4+804.00 4+721.00 4+313.00 3+844.00 3+307.00 3+159.00 2+856.00 2+127.11 0+558.00 0+383.00
P-4A	Señal de curva y contracurva a la derecha	"Esta señal advierte al Conductor la proximidad de una curva y contra curva horizontal hacia la derecha [11]".	 P-4A	0+030.00 2+374.30 7+674.97	7+871.00 2+567.00 0+291.98
P-4B	Señal de curva y contracurva a la izquierda	"Esta señal advierte al Conductor la proximidad de una curva y contra curva horizontal hacia la izquierda [11]".	 P-4B	0+509.00 1+248.04 4+044.00 5+039.00 6+157.00 6+514.00 6+725.00	7+000.85 6+759.00 6+346.99 5+238.46 4+210.25 1+489.00 0+729.81
P-61	Señal curva "CHEVRON"	"Esta señal guía al Conductor sobre el sentido de una curva pronunciada o que requiere atención por razones de seguridad vial [11]". "Debe usarse en grupos y al costado externo de la vía [11]".	 P-61	Del km 5+559.93 al km 5+709.07	
P-5-1	Señal de camino sinuoso a la derecha	"Esta señal advierte al Conductor la proximidad de un camino sinuoso con la primera curva horizontal hacia la derecha [11]".	 P-5-1	2+069.32 6+956.90	1+871.00
P-5-1A	Señal de camino sinuoso a la izquierda	"Esta señal advierte al Conductor la proximidad de un camino sinuoso con la primera curva horizontal hacia la izquierda [11]".	 P-5-1A	1+601.91	7+330.08 2+417.29
	Guardavías	El guardavías funciona como una barrera de seguridad ante la presencia de un abismo en las curvas.			De 5+559.93 a 5+709.07

Tabla. 104. Señales preventivas por características de curva horizontal usadas en el proyecto.





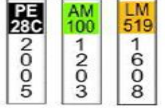

SEÑALES DE PREVENTIVAS POR CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VERTICALES DE LA VÍA				UBICACIÓN	
CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO	IDA (DERECHA)	VUELTA (IZQUIERDA)
P-35	Señal fuerte pendiente en descenso	"Esta señal advertir al Conductor de la proximidad de un tramo con fuerte pendiente en descenso [11]".	 P-35	5+854.70 7+408.37 7+922.58 8+097.88	
P-35C	Señal fuerte pendiente en ascenso	"Esta señal advertir al Conductor de la proximidad de un tramo con fuerte pendiente en ascenso [11]".	 P-35C		6+912.64 7+760.32 8+111.36 8+340.21
SEÑALES DE PREVENTIVAS POR CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE DE RODADURA				UBICACIÓN	
CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO	IDA (DERECHA)	VUELTA (IZQUIERDA)
P-34	Señal proximidad de Badén	"Esta señal advierte al Conductor la proximidad de un BADEN [11]". "Esta señal debe colocarse a una distancia mínima de 60 m antes de la ubicación del BADEN [11]".	 P-34	0+135.00 1+791.75 2+877.75 3+337.00 4+115.75 5+577.75	0+261.00 1+916.25 3+002.25 3+463.00 4+240.25 5+702.25
P-34A	Señal ubicación de Badén	"Esta señal indica al Conductor el inicio de un BADEN [11]".	 P-34A	0+194.50 1+851.25 2+937.25 3+396.50 4+175.25 5+637.25	0+201.50 1+856.75 2+942.75 3+403.50 4+180.75 5+642.75
SEÑALES INFORMATIVAS DE IDENTIFICACIÓN VIAL				UBICACIÓN	
CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO	IDA (DERECHA)	VUELTA (IZQUIERDA)
I-2A	Señal de postes de kilometrajés	"Los postes kilométricos tienen por finalidad indicar la distancia con respecto al punto de origen de la vía (km 0+000), de acuerdo a lo establecido en el Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), vigente [11]".	 I-2A	0+000.00 1+000.00 2+000.00 3+000.00 4+000.00 5+000.00 6+000.00 7+000.00 8+000.00 8+340.00	- - - - - - - - - -
SEÑALES INFORMATIVAS DE LOCALIZACIÓN				UBICACIÓN	
CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO	IDA (DERECHA)	VUELTA (IZQUIERDA)
-	Señal de localización	Indica el nombre y la altitud del lugar.		8+340.00	0+000.00

Tabla. 105. Señales informativas de identificación vial y de localización usadas en el proyecto.

Se verificó que todas las señales de advertencia cumplan que estén a 60 m de lo que se quiere advertir, pero para algunas ocasiones se tuvo que considerar a unos metros menos, esto debido a que, por ejemplo, las curvas estén separadas por una tangente menor de 60 m, entonces no se puede advertir al conductor que a 60 m existe una curva porque la señal se interceptaría con la curva anterior y el mensaje puede ser confuso. En estos casos la señal se trató de poner lo más cercano a los 60 m posible, ubicándolo en el PT de la curva anterior.

#### **4.11 Estudio de Impacto Ambiental**

La identificación y evaluación de impactos ambientales es parte fundamental del presente estudio, la cual sirve de punto de partida para establecer el Plan de Manejo Ambiental, donde se diseñarán instrumentos de estrategia para conservar y proteger el medio ambiente, durante la etapa de construcción; por ello, es importante la realización de un análisis exhaustivo y minucioso de las posibles implicancias ambientales que pudieran generarse en dicha etapa.

En la evaluación ambiental efectuada sobre el proyecto se han podido identificar los probables impactos ambientales directos e indirectos, negativos y positivos, dentro de su área de influencia.

Para evaluar el impacto ambiental se ha tomado en cuenta los factores ambientales como: Aire, Agua, Suelo, Paisaje, Vegetación, Fauna y Socio Economía, como susceptibles a ser afectados, y las propias actividades o acciones que conllevan a la ejecución del proyecto durante su etapa de construcción.

Para ello se identificarán los impactos negativos y positivos, describiéndolos, valorándolos e implementando a la vez un Plan de Manejo Ambiental que forme parte de la inversión del proyecto.

##### **4.11.1 Objetivos**

###### **Objetivo principal**

Identificar y desarrollar los elementos de la evaluación del impacto ambiental en el proyecto del diseño de la carretera para unir el caserío de San Antonio con el distrito de Llama.

## **Objetivos específicos**

Describir el entorno del proyecto a ejecutar.

Identificar las acciones y aspectos ambientales durante la ejecución del proyecto.

Reconocer los impactos ambientales generados durante la ejecución del proyecto.

Elegir la matriz más adecuada a utilizar para nuestra obra, con la finalidad de ver cuán vulnerable ambientalmente está siendo tras la construcción de la carretera.

Desarrollar el Plan de Manejo Ambiental.

### **4.11.2 Descripción del proyecto**

El proyecto involucra el diseño geométrico de la carretera y todo lo que conlleva al diseño de la misma como estudio de tráfico, rutas, estudio topográfico, estudio de suelos, estudio de canteras, fuentes de agua, botaderos, diseño del pavimento, estudio hidrológico, diseño de obras de arte, estudio de señalización y el impacto ambiental de la misma.

Los impactos potenciales originados por la carretera serán analizados respecto a los medios físicos – biológicos y aspectos socioeconómicos, con estos resultados se realiza la definición y predicción de impactos, ya sea positivos o negativos; se valoran y establecerán recomendaciones para potenciar los positivos y se proponen las medidas de mitigación o correctivas de los negativos.

### **Ubicación Geográfica del proyecto**

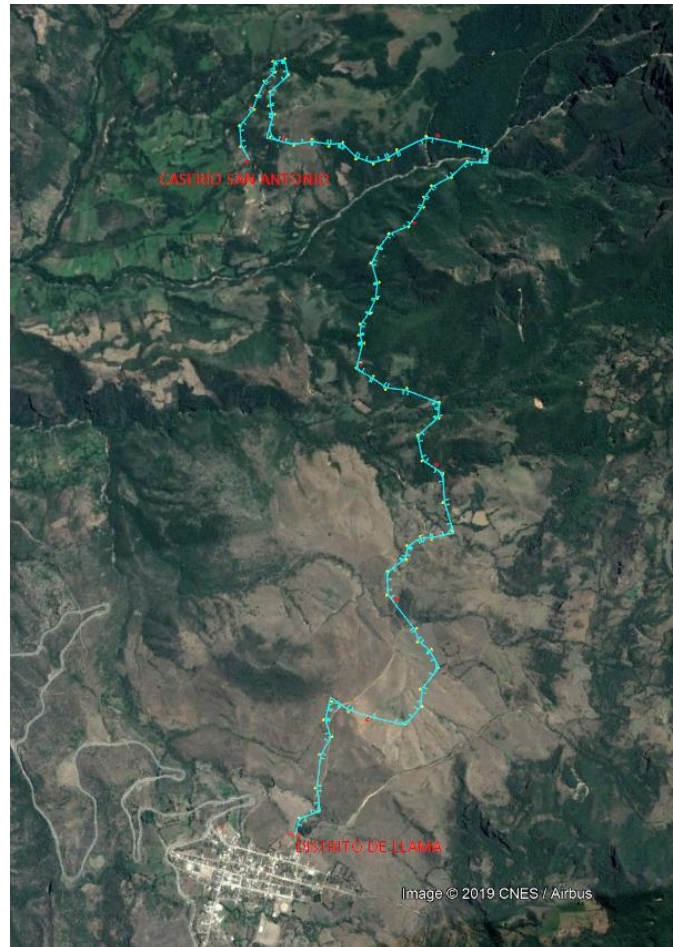
Llama, se encuentra ubicado a una distancia de 119.5km de la ciudad de Chiclayo con una extensión territorial de 494.94 km<sup>2</sup> aproximadamente, ocupando el 13.04% de la provincia de Chota. Se sitúa al noreste de la ciudad de Chiclayo, a una altitud de 2100 m.s.n.m, en las coordenadas geográficas 6°30'51" de Latitud Sur y 79°07'10" de latitud occidental.

Localidad: Llama – Caserío San Antonio.

Distrito: Llama.

Provincia: Chota.

Región: Cajamarca.



**Fig. 33.** Ubicación geográfica del proyecto – Fuente Google Earth.

### **Vías de acceso**

Al distrito de Llama se accede desde la ciudad de Chiclayo por medio de la carretera asfaltada que conduce al distrito de Llama, en una longitud de 119.5 km aproximadamente por la carretera 6N.

Chiclayo – Llama: 119+500 km. (Carretera Asfaltada)

Llama – San Antonio: 08+340 km. (Proyecto a construir)

Total: 127.840 km.

## **Límites**

Por el Norte: Con el distrito de Querocoto.

Por el Sur: Con los distritos de Oyotun y Catache.

Por el Este: Con los distritos de Huambos y Sexi.

Por el Oeste: Con los distritos de San Juan de Licupies, Miracosta y Chongoyape.

## **Área de influencia**

Lugar: Llama – San Antonio.

Longitud de vía: 8+340.20 km.

Trazo a proyectarse en la nueva vía: Carretera de tercera clase.

Superficie de rodadura: Utilizará afirmado.

Tipo de vegetación: Arbustiva, vegetación y pastizales.

Obras de drenaje: Cunetas, alcantarillas de alivio y badenes.

Encauzamientos: De cursos de agua natural.

### **4.11.3 Obras a ejecutar**

Dentro de las obras a ejecutar se encuentran las distintas partidas que describen las etapas de ejecución del diseño de la carretera Llama – San Antonio, éstas se pueden observar detalladas en las especificaciones técnicas del proyecto en mención.

### **4.11.4 Entorno**

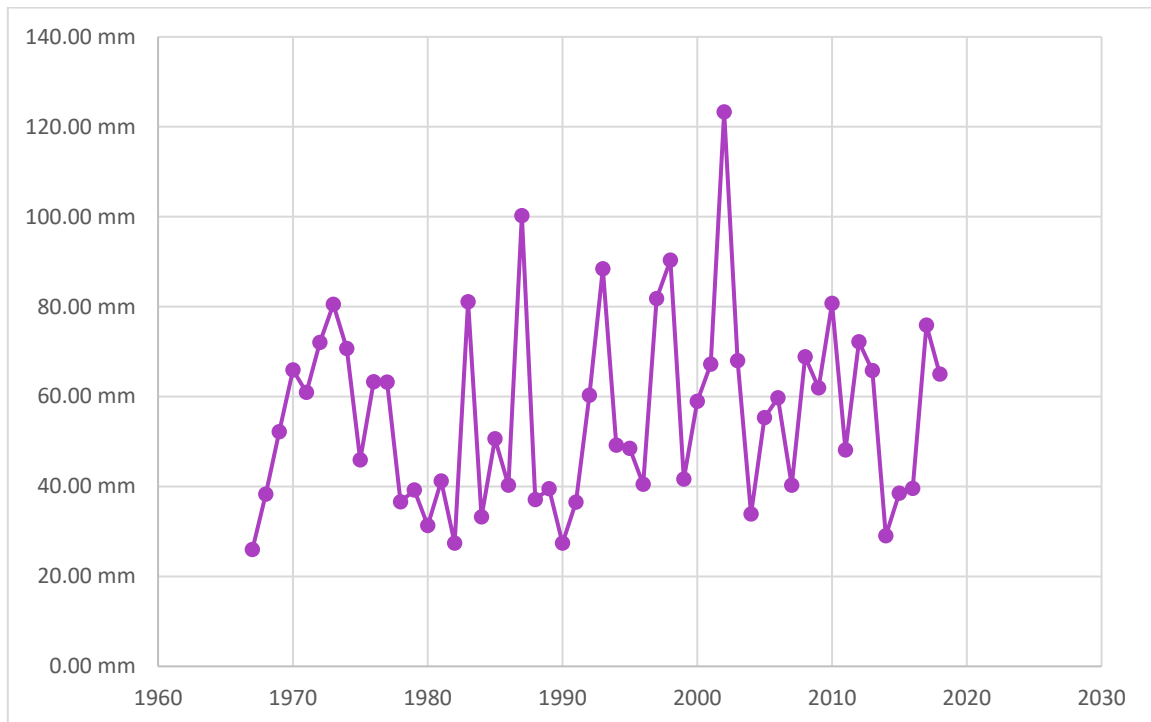
#### **4.11.4.1 Componentes físicos**

##### **Clima**

De acuerdo a su localización latitudinal, el área de estudio le corresponde un clima cálido y lluvioso. Las condiciones climáticas son variadas determinando diferentes condiciones ecológicas.

## Precipitación

De la estación meteorológica de Llama que nos brindó las precipitaciones desde el año 1967, se obtiene que las máximas precipitaciones se han dado en los meses entre Enero, Febrero, Marzo y Abril según los datos históricos obtenidos. También se puede apreciar el siguiente gráfico de precipitaciones desde el año 1967 a Enero del 2019 donde claramente se observa que la intensidad máxima se dio en el año 2002 con una precipitación máxima en el mes de febrero de 123.30 mm.



**Gráfico. 16.** Precipitaciones máximas históricas desde el año 1967 al 2018 según estación de Llama.

## Hidrografía e Hidrología

Las microcuencas de interés para el proyecto son 6 quebradas que se localizaron en el curso del trazo de la carretera, las cuales fueron delimitadas utilizando el programa Google Earth, de dónde se extrajo los datos principales del cauce como longitudes y tiempos de concentración de cada uno de ellos como se vio en el capítulo de Hidrología.

Actualmente estos cursos de agua natural no son aprovechados para irrigación. Los resultados del estudio de las micro cuencas se muestran a continuación.

SUB CUENCA	ÁREA	PERÍMETRO	LONGITUD CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE CAUCE PRINCIPAL	UBICACIÓN DE PUNTO DE INTERSECCIÓN EN EL ALINEAMIENTO			COBERTURA VEGETAL	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA ( C )
					Norte	Este	Descripción		
1	0.24 km <sup>2</sup>	1.94 km	0.58 km	13.60 %	9279780	708390	Quebrada 1	Sin vegetación	0.40
2	0.66 km <sup>2</sup>	5.66 km	3.04 km	27.30 %	9280644	709086	Quebrada 2	Pastos, Vegetación ligera	0.30
3	0.11 km <sup>2</sup>	1.28 km	0.51 km	25.68 %	9281408	709442	Quebrada 3	Pastos, Vegetación ligera	0.30
4	0.40 km <sup>2</sup>	2.55 km	1.28 km	36.25 %	9281764	709506	Quebrada 4	Densa vegetación	0.20
5	0.16 km <sup>2</sup>	1.56 km	0.71 km	54.17 %	9282326	709167	Quebrada 5	Densa vegetación	0.25
6	0.56 km <sup>2</sup>	3.66 km	2.22 km	59.19 %	9283223	710127	Quebrada 6	Densa vegetación	0.25

**Tabla. 106.** Resumen de las características físicas de las sub cuenca en estudio.

### Temperatura

La temperatura media máxima y mínima entre los años 1967 al 2015 según la estación meteorológica de Llama son de 20.38° y 12.14° respectivamente, alcanzando un promedio en general de todos los datos históricos comprendidos en el rango 1967 al 2015 de 16.23°.

### Calidad del aire

Por sus características fisiográficas y rurales, Llama y el Caserío de San Antonio presenta un bajo nivel de polución, manifestándose en el aire limpio por lo general con poca cantidad de partículas sólidas y líquidas. Las concentraciones de escasos contaminantes en el área de influencia del proyecto tienen como fuente principal las corrientes de aire, presentándose escasos niveles de contaminación especialmente en los meses de invierno, en los que los fuertes vientos generan dispersión de contaminantes en la atmosfera.

### Geología y Geomorfología

Según el instituto geológico minero y metalurgico del Perú, las zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos del distrito de Llama se encuentran en el sector Cumbil – Carrizal (Llama), que es un área susceptible a inundación del río Machín, presenta terrazas aluviales bajas, fácilmente pueden ser removidas por la erosión por estar desprotegidas, esto puede afectar a los terrenos de cultivo y se recomienda no eliminar la vegetación natural del cauce del

río y una canalización del río y enrocado. También nos menciona que la zona del puente Cumbil – Cirato (Llama – Catache) que es un área sujeta a derrumbes y deslizamientos [24].

Aunque no se ha encontrado información propiamente del área de influencia en estudio en fuentes confiables, lo mencionado en el párrafo anterior sirve como antecedentes de los peligros a los que podría estar sujeta nuestra área de influencia. Para identificar los peligros existentes en nuestra zona de influencia se procedió a realizar una encuesta sobre los principales peligros existentes en el distrito de Llama en cuanto a Geología y Geomorfología y los resultados se presentan a continuación.

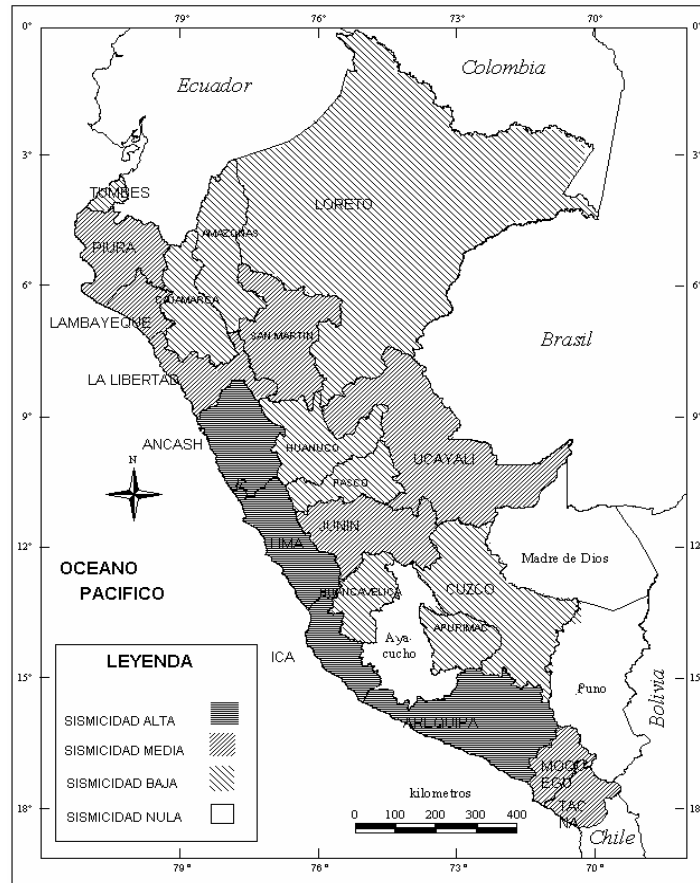
<b>1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto?</b>			
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>COMENTARIOS</b>
Inundaciones		X	
Lluvias Intensas	X		Determinadas zonas están expuestas
Heladas	X		
Friaje/Nevada		X	
Sismos	X		Intensidad leve
Sequías		X	
Huaycos	X		
Derrumbes / Deslizamientos	X		
Tsunami		X	
Incendios		X	
Derrames tóxicos		X	

**Tabla. 107.** Resultados de encuesta de peligros a los pobladores de la zona.

### **Sismicidad**

Para ver la sismicidad del área de estudio, se tuvo en cuenta el mapa que proporciona el instituto Geofísico del Perú, se puede observar en él que la zona dónde se ejecutara el proyecto cuenta con un riesgo sísmico bajo, cabe indicar también que históricamente no han ocurrido sismos de gran intensidad en la zona de estudio, solamente ha habido movimientos telúricos

leves, pero que esto no es motivo para descuidar la seguridad al momento de la construcción. La zona sísmica en la que se encuentra el proyecto es la zona 3.



**Fig. 34.** Riesgos de sismicidad según departamento – Fuente Instituto Geofísico del Perú.

## Suelo

La provincia de Chota cuenta con diecinueve distritos, sumando un área total de 376,043.40 hás, en cuya superficie predominan suelos con pendientes moderadamente empinada, cuantitativamente, abarca un área de 11,078.18 hás y se encuentra distribuido en la totalidad del territorio provincial, excepto en los distritos de Chota donde se observa un menor porcentaje; sigue en el orden los suelos con pendiente muy empinada abarcando un área de 90,185.90 hás; se distribuye notoriamente en la parte Nor Oeste y este de la provincia de Chota. Por su parte, los suelos con pendientes moderadamente empinada cubren un área de 60,797.92

hás y se encuentra distribuido mayormente en los distritos de Chota, Chalamarca, Conchan, Lajas San Juan de Licupis, Tocmoche y el distrito en estudio, Llama [25].

Después de haber realizado la topografía de la zona en estudio, se tiene que presenta una topografía accidentada en su mayor parte.

#### **4.11.4.2 Medio Biótico**

##### **Flora**

Se trata de una asociación muy importante de tierras con cultivos agrícolas y vegetación arbustiva, que en forma aislada cubre casi toda la superficie de la zona en estudio; se encuentra cubierta por cultivos agrícolas propios de la zona y vegetación arbustiva. Los cultivos agrícolas son propios de la zona y ambiente ecológico, mientras que la vegetación arbustiva esta constituida por arbustos diversos que se cubre de verde y tiene mayor densidad durante la época de lluvias [26].



**Fotografía N°.** Vegetación Arbustiva.



**Fotografía. 55.** Pastizales en la zona de estudio.

## **Fauna**

La siguiente descripción de animales que se mostrarán en un listado de especies de fauna en el área de influencia del proyecto y sus alrededores, elaborado principalmente en función de encuestas, visitas a campo y también en base a información bibliográfica.

Animales Domésticos: Tenemos en su mayoría, perro, gato, pollos, pavos, patos, conejo, cuyes, loros.



**Fotografía. 56.** Animales domésticos en la zona de estudio.

Ganadería: Podemos señalar que cierta parte de la población se dedica a la crianza de ganado, entre estos tenemos: vacuno, ovinos, porcinos, caprinos.



**Fotografía 57.** Animales de ganadería en la zona de estudio.

Animales Silvestres: En cuanto a animales que habitan en los valles interandinos se encuentran diversas especies como lagartijas que se fueron apreciando en el terreno de estudio y lo que concierne a las aves podemos encontrar tórtolas, gorriones, tordos y el cernícalo conocido como shingo, el búho y el águila serrana.



**Fotografía. 58.** Animales silvestres en la zona de estudio.

#### **4.11.4.3 Medio socioeconómico cultural**

El fin primordial de el estudio de este medio están básicamente destinadas a realizar una caracterización de la población de la zona de influencia de la carretera con la finalidad de descubrir y tener en cuenta su estructura en cuanto a sociedad y economía, obteniendo de esta manera una mejor percepción social de los puntos de vista en cuando al medio socioeconómico cultural.

#### **Población**

El distrito de Llama cuenta con una población total de 8163 habitantes, según la proyección estimada por el INEI y su densidad es de 16.49 hab por cada km<sup>2</sup> de superficie.

Departamento	Cajamarca
Provincia	Chota
Distrito	Llama
Altura (m.s.n.m)	2100
Extension Territorial (km2)	494.9 km <sup>2</sup>
Poblacion (hab.)	8,163 hab
Densidad Poblacional (hab/km2)	16.49 hab/km2

**Tabla. 108.** Datos generales del distrito de Llama – Fuente INEI, Censos 2007.

## Educación

Actualmente el caserío de San Antonio cuenta con PRONOEI los capullitos San Antonio (programa no escolarizado de educación inicial) e institución educativa primaria I.E. N°10550 SAN ANTONIO – LLAMA, y no cuenta con institución educativa hasta el distrito de Llama, teniendo que caminar 3 horas aproximadamente para llegar a su centro educativo si es que quieren seguir sus estudios secundarios.



**Fotografía. 59.** I.E. N°10550 San Antonio

Además, en el distrito de Llama existe una tasa de analfabetismo importante presentando un total de 26%, esto debido a que muchos pobladores de caseríos asilados no cuentan con instituciones educativas secundarias y muchas veces no asisten por la lejanía de estos lugares.

	Nº PERSONAS
<b>Distrito LLAMA</b>	8163
Sabe leer y escribir (001)	6041
No sabe leer y escribir (002)	2122

**Tabla. 109.** Población de 3 y más años de edad y su condición de analfabetismo del distrito de Llama – Fuente Censo Nacional 2007 de Población y vivienda (INEI).

## Salud

Los pobladores del caserío de San Antonio se encuentran restringidos al acceso de los servicios de salud, ya que el puesto de salud más cercano es el Distrito de Llama, siendo necesario que los pobladores se trasladen hasta el distrito de Llama ante cualquier emergencia. Y para llegar a él se tiene que transitar por el camino de herradura y perder valioso tiempo que podría salvar una vida. Cabe mencionar que el distrito de Llama y el caserío en estudio, cuentan con neblina a partir de las tardes, dificultando aún más la caminata y esto sin agregar las épocas de lluvia cuando el camino se hace barro.



**Fotografía. 60.** Centro de Salud de Llama.

Las enfermedades más frecuentes según el índice de morbilidad son las infecciones respiratorias con un 18% y con un 13% de síntomas y signos generales y un 9.29% de enfermedades de la cavidad bucal.

N°	CAUSAS DE MORBILIDAD	N°	%
1	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	100	18.21 %
2	Síntomas y signos generales	75	13.66 %
3	Enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxiliares	51	9.29 %
4	Otras enfermedades del sistema urinario	23	4.19 %
5	Desnutrición	19	3.46 %
6	Enfermedades infecciosas intestinales	39	7.10 %
7	Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno	28	5.10 %
8	Dematitis y eczema	47	8.56 %
9	Infecciones de la piel y del tejido subcutáneo	43	7.83 %
10	Dorsopatias	26	4.74 %
11	Todas las demás causas	98	17.85 %
<b>TOTAL</b>		549	100.00 %

**Tabla. 110.** Causas de Morbilidad General del caserío de San Antonio- Fuente Centro de Salud de Llama.

### Sector Social

La falta de una carretera hace que el caserío de esta zona se encuentre aislado y no puedan cubrir necesidades básicas en el menor tiempo posible, tales como: comprar víveres y alimentos frescos que no se producen ahí, herramientas de trabajo, vestimenta, medicina, bienes materiales, productos para la agricultura y ganado, etc.

Además, esta zona puede clasificarse como pobre o muy pobre por varios indicadores como que el material predominante de las paredes exteriores de las viviendas sean el adobe y tapial, sin contar con algún tipo de abastecimiento de agua, tampoco cuentan con los servicios de alcantarillado, utilizando únicamente letrinas, el 69% de los pobladores de la zona en estudio no cuentan con energía eléctrica, demostrando el nivel de pobreza de las comunidades.

SERVICIO	CASERÍOS Y/O CENTRO POBLADO	N° De Familias	SI	NO
Energía eléctrica	San Antonio	20	40 %	<b>60 %</b>
Agua Potable	San Antonio	20	0 %	<b>100 %</b>
Alcantarillado	San Antonio	20	0 %	<b>100 %</b>

**Tabla. 111.** Disponibilidad de servicios del caserío de San Antonio.

### Actividad económica

El proyecto creará accesos directos entre el distrito de Llama y el caserío de San Antonio, la cual impulsará el desarrollo económico y comercial haciéndolo más dinámico y rentable. Se obtuvo información acerca de la producción agrícola del área de estudio.

San Antonio	Cultivo	Producción (Tn)
<b>1</b>	maíz amarillo duro	1985.68
<b>2</b>	papa	1177.37
<b>3</b>	maíz choclo	72.77
<b>4</b>	camote	15.52

**Tabla. 112.** Información agrícola del área de estudio– Fuente Ministerio de Agricultura de Llama.

#### 4.11.5 Identificación de los aspectos e impactos ambientales

Para la identificación de los impactos que se pueden producir se plantea utilizar la metodología “Causa- Efecto”, en la cual se especifican puntualmente las actividades del proyecto, y su repercusión en los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos culturales.

Para ello se debe analizar las partidas que se van a ejecutar en el proyecto con la finalidad de determinar que recursos emplean estos, que aspectos producen y que impactos generan para después poder valorar a través de una matriz, la importancia y magnitud que tienen en los medios físicos, biológicos y socioeconómicos culturales. Para ver de manera detallada la identificación de aspectos e impactos por actividad ver anexos. (Ver Anexo N°08: EIA)

Como resultados de dicho análisis se tiene la siguiente tabla que nos muestra qué medios son afectados de acuerdo a las actividades del proyecto.



#### **4.11.6 Evaluación del Impacto Ambiental utilizando la Matriz de Leopold**

##### **Matriz de Leopold**

Existen muchas maneras de evaluar el impacto ambiental de un determinado conjunto de actividades y estos pueden ser: sistemas cartográficos, listas de chequeo, análisis matricial, etc. En nuestro caso, para la evaluación de impacto ambiental que genera el proyecto en mención, se usará la matriz de Leopold.

Básicamente consiste en una matriz de doble entrada en la que se disponen como columnas las acciones de un determinado proyecto y como filas los factores ambientales a los que podría afectar.

##### **Criterios**

Para desarrollar esta matriz se tuvieron en cuenta los siguientes criterios.

**Magnitud:** un número del 1 al 10, donde 10 hace referencia a la alteración máxima sobre un medio ambiental, siendo 1 la mínima. Consiste básicamente en evaluar si el impacto es localizado o tiene bastante extensión.

**Importancia:** Es un valor numérico que sirve para la ponderación y da el peso relativo al medio ambiental que afecta. También se colocan los valores del 1 al 10. Consiste básicamente en evaluar si el impacto es fuerte o leve.

Los valores de magnitud pueden ser negativos o positivos, estos de acuerdo al tipo de impacto que generen, mientras que los valores de importancia siempre son positivos.

Cabe recalcar que la evaluación de impacto ambiental por esta matriz tiene una pequeña desventaja ya que es de carácter subjetivo, es por esa razón que el evaluador debe tener la disciplina, criterio y cautela adecuada al momento de llenar los casilleros para que el resultado sea un aproximado a la realidad.

Para ver los resultados de la evaluación, ver la matriz de Leopold en anexos. (Ver Anexo N°08: EIA).

#### **4.11.7 Plan de Manejo Ambiental**

El estudio de la carretera Llama – San Antonio, después de haber realizado la evaluación respectiva, ha previsto que su ejecución podría ocasionar tanto impactos positivos como negativos dentro de su área de influencia.

Es por ello, que se necesita formular un Plan de Manejo Ambiental de tal manera que se reduzcan, se eviten o en todo caso se mitiguen estas implicancias negativas y claro está acentuar la presencia de los impactos positivos generados en la construcción.

La estrategia del Plan de Manejo Ambiental se encontrará orientada sobre todo a la prevención, tratando en lo mayor posible de evitar medidas mitigadoras, compensatorias o ya sea el caso correctivas.

El objetivo primordial de los dirigentes del PMA es el de incluir todas estas medidas y encargadas de planificarlas en su periodo de diseño, construcción, operación y mantenimiento de la vía en mención.

##### **4.11.7.1 Programa de seguimiento y monitoreo ambiental**

El programa de Monitoreo Ambiental permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de las variables ambientales, para lo cual se deberá contar con los parámetros correspondientes, con la finalidad de inyectar información exacta y actualizada para la toma de las decisiones, que están básicamente orientadas a la conservación del ambiente, durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

Este programa permitirá la verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y emitirá informes periódicos a la oficina correspondiente de la institución pública competente, recomendándose que sea la Municipalidad distrital de Llama, a través de su Gerencia de servicios Municipales y Gestión del Medio Ambiente, la que se encargue de verificar el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.

Se sugiere que esta entidad encargada lleve a cabo las siguientes actividades:

Elaboración de informes periódicos acerca de la operación y mantenimiento.

Evaluaciones periódicas y directas de las unidades.

Evaluación del desempeño del plan de manejo ambiental.

### **Monitoreo del Agua**

Se ha previsto hacer 3 monitoreos ambientales de monitoreo de agua durante la ejecución del proyecto: Diseño de la carretera Llama – San Antonio; posteriormente se sugieren monitoreos trimestrales durante la operación, considerando la medición de los siguientes parámetros:

Turbiedad (UNT)

Sulfatos (mg/l)

Cloruro (mg/l)

Metales (mg/l)

Demanda bioquímica de Oxígeno (mg/l)

Temperatura y PH

### **Monitoreo de Calidad del Aire**

Se comprobará la calidad del aire, en el área de patio de maquinaria, en las instalaciones de las plantas de chancado, canteras, concreto.

Se debe establecer 2 puntos de monitoreo uno en barlovento y el otro en sotavento.

Los parámetros para el caso de las plantas de chancado, solo se monitoreará la calidad de material particulado, generado por las actividades extractivas en las canteras y en la planta de chancado y la emisión de gases de combustión de característica tóxica provenientes de las plantas de concreto; estos son producidos en cantidades despreciables, por lo que su monitoreo se hace innecesario.

La frecuencia de monitoreo deberá darse de forma trimestral y se realizará según las formas y métodos de análisis según los Estándares Nacionales de Calidad del Aire.

## **Monitoreo de Nivel Sonoro**

Se realizarán puntos de monitoreo a nivel sonoro a fin de prevenir la emisión de altos niveles de ruido que puedan afectar la salud y la tranquilidad de los pobladores del caserío en el proyecto; como también a los trabajadores de la obra. Se monitorearán los niveles ambientales, uno de ellos en el área donde se realizan las actividades relacionadas a la construcción y el otro a una distancia entre 100 m y 200 m, según lo recomiende el Supervisor Ambiental. Las horas del día en que se debe hacerse el monitoreo se establecerá teniendo como base el cronograma de actividades.

Se realizarán mediciones trimestrales, siguiendo el cronograma de actividades y obras del ejecutor y al mismo tiempo que se realice el monitoreo de calidad de aire.

### **4.11.7.2 Programa de contingencias**

El Plan de Contingencias define las medidas a tomar para prevenir o mitigar cualquier emergencia, desastre natural o accidente ambiental que pudiera ocurrir durante la construcción, implementación u operación del proyecto. También tomará en consideración los accidentes que se pudiera dar por fallas humanas, las cuales no pudieron ser previstas en el PMA.

Durante la construcción del proyecto el ejecutor, a través de su unidad de Contingencia, será el responsable de ejecutar las acciones para hacer frente a las distintas contingencias que pudieran presentarse (accidentes laborales, incendios, sismos, etc). En esta etapa la unidad estará conformada por el personal de obra.

#### **4.11.7.2.1 Implementación del programa de contingencia**

El propósito de las directivas del Plan de Contingencia Ambiental es el proporcionar un control general e indicar las acciones de procedimiento durante cada una de las condiciones de emergencia ambiental detalladas a continuación, para mitigar los efectos de eventos peligrosos.

### **Capacitación del Personal**

En el proyecto, se deberá contar con un ingeniero de seguridad vial, quien brinda información al personal de construcción, operación y mantenimiento para que manejen las

situaciones de emergencia de una forma rápida, efectiva y eficiente. Se debe capacitar a los trabajadores para que puedan brindar primeros auxilios en el caso se requiera.

Asimismo, la capacitación que se les brinda debe incluir el reconocimiento e identificación y señalización de las áreas susceptibles de ocurrencia de fenómenos como huaycos, deslizamientos de roca u otros.

Se deberá asignar en cada brigada de trabajo a un encargado del Programa de Contingencia, quien estará a cargo del rescate o auxilio e informará a la centra del tipo y magnitud del desastre.

### **Equipos contra Incendios**

Se debe tomar las medidas adecuadas para prevenir cualquier tipo de desastre, se debe contar con equipos contra incendios (extintores), en todas las áreas del campamento, patio de máquinas, planta de chancado y canteras.

### **Instrumentos de Primeros Auxilios**

Se considera que se debe tener disponibles los medicamentos para poder brindar los primeros auxilios en caso que se presente algún accidente, camillas vendajes. Estos instrumentos deben estar en las diversas instalaciones provisionales que se acondicionen para el proyecto.

### **Implementos y Medios de Protección Personal**

La empresa contratista deberá entregar a cada obrero implementos y medios de protección personal, la cual deberán cumplir con las condiciones mínimas de calidad, es decir, resistencia, durabilidad, comodidad y otra.

#### **4.11.7.2.2 Medidas de contingencias por ocurrencia de derrumbes**

La zona de influencia del proyecto se caracteriza por la mayor frecuencia de lluvias en los periodos de enero hasta abril. Por ello, existen riesgos de derrumbes en algunos tramos de la construcción de la carretera-

Para prevenir, se deberá instruir al personal de obra sobre la identificación de las zonas vulnerables, información sobre posibles rutas de escape ante eventualidad de estos fenómenos.

Se debe señalar respectivamente estos lugares, siendo esta de preferencia de carácter visual, basándose en carteles con símbolos alusivos como una de las alternativas.

#### **4.11.7.3 Programa de información y participación ciudadana**

Como parte del proyecto, se llevarán a cabo actividades dedicadas a fomentar la participación de la población en la problemática ambiental y la aceptación del proyecto por parte de la población.

Con este programa se debe buscar además que los trabajadores que intervengan en el proyecto desarrollen hábitos de preservación del medio ambiente, demostrándoles que un manejo ambiental adecuado beneficiará la salud, el ambiente y la propiedad.

#### **4.11.7.4 Labores de capacitación**

##### **Al personal del proyecto**

El constructor planificará, organizará y conducirá talleres y charlas de capacitación al inicio y durante las actividades del proyecto dirigido a todo el personal de obra. Serán asistidos por los supervisores que enseñarán el funcionamiento y uso correcto de equipos y maquinarias, con énfasis en los procedimientos, riesgos y normas de seguridad para cada actividad.

##### **A la población**

La empresa a cargo del proyecto pondrá en marcha paralelamente al proyecto un programa de Educación para la población, el mismo que se detalla en la sección del Plan de Manejo Ambiental.

#### **4.11.7.5 Programa de prevención de accidentes y protección al medio ambiente**

El programa tiene como objetivo primordial la eliminación o reducción de los riesgos evitables relacionados con las operaciones que pudieran resultar en accidentes personales, enfermedades ocupacionales, daños a la propiedad y al medio ambiente.

##### **Reuniones de seguridad**

Las reuniones de seguridad son métodos probados para promover la prevención de accidentes y la seguridad personal. Las reuniones de seguridad tienen tres objetivos principales:

Proveer un medio abierto para la discusión de todas las inquietudes relacionadas con la prevención de accidentes y la seguridad personal que resulte en la participación activa de cada empleado.

Identificar planes de acción y determinar responsabilidades para corrección de riesgos identificados.

Proveer capacitación relacionada con los métodos usados para la prevención de accidentes y la seguridad personal.

### **Capacitación y entrenamiento**

Un trabajador competente se define como “calificado, adecuadamente entrenado y con suficiente experiencia para realizar un trabajo en forma segura”. El ejecutor deberá proveer capacitación y entrenamiento apropiado, relacionados con la prevención de accidentes y protección al medio ambiente para que cada uno de sus empleados pueda realizar en forma segura las tareas de trabajo asignadas.

### **Análisis seguro de trabajo**

Diariamente y previo inicio de las actividades se elaborará el análisis seguro del trabajo cuyo objetivo es pensar antes de actuar utilizando como técnica preventiva la de identificar, evaluar y controlar. La elaboración de la presente herramienta estará liderada por la supervisión participando todo el personal responsable de la ejecución de la tarea.

### **Inspecciones periódicas de Seguridad**

La dirección de obra y el personal del departamento de Seguridad, Salud y Medio Ambiente realizarán inspecciones en las distintas áreas de trabajo. El alcance, el método y la responsabilidad de dichas inspecciones responderán al procedimiento específico elaborado para tal fin. Los desvíos, correcciones, plazos y responsable de la ejecución.

En caso que se encuentren situaciones de alto potencial que pudiesen causar pérdida de vidas o daños al medio ambiente, es potestad de la dirección de obra y el personal de departamento de seguridad, salud y medio ambiente detener los trabajos hasta que esta situación se corrija.

#### **4.11.7.6 Programa de Abandono y Cierre**

Se debe tener en cuenta que, en un plan de cierre, toda obra o área intervenida por el proyecto debe ser restaurada, como una forma de evitar cual impacto negativo después de concluida la vida útil del proyecto.

Un plan de cierre contempla una restauración ecológica, morfológica y biológica de los recursos naturales afectados, tratando de devolverle la forma que tenía la zona antes de iniciarse el proyecto, o en todo caso mejorarla; una vez concluida la vida útil del proyecto.

El objetivo de este plan es proteger el ambiente frente a los posibles impactos que pudieran presentarse cuando se concluya la construcción de la carretera, cuando haya cumplido su vida útil o cuando la empresa de prestación de servicios decida cerrar las operaciones. Asimismo, restablecer como mínimo a las condiciones iniciales las áreas ocupadas por el proyecto.

Por lo tanto, el cierre y desmantelamiento de las instalaciones deberá realizarse, en lo posible, sin afectar al medio ambiente de las áreas de servidumbre e influencia de su recorrido y sobre todo una vez finalizada esta fase dejar el ambiente natural sin alteraciones notables y en lo posible como estaban momentos antes de iniciadas las obras de instalación.

#### **Obligaciones en el plan de cierre**

Informar oportunamente a las autoridades y poblaciones ubicadas en el área de influencia sobre el cierre de operaciones, y sobre las consecuencias positivas o negativas que ello acarreará. Desmantelar ordenadamente los componentes diversos de las instalaciones, pudiendo efectuar la venta para diversos usos y transferencia de equipo, locales y la liquidación final, cumpliendo con las disposiciones legales.

#### **Medidas de restauración**

Los trabajos para la protección y restauración comprenden:

Los escombros originados en la demolición deberán ser retirados totalmente y acondicionados para su posterior enterramiento en un relleno sanitario. De no ser posible, el traslado por estar ubicado en zonas inaccesibles este deberá ser adecuadamente enterrado en el mismo lugar.

Los vacíos creados por el retiro de los materiales demolidos deberán ser sustituidos con un material de préstamo con tierras aptas para actividades agrícolas o forestales según sea el caso.

Bloqueo y anulación de las vías de acceso. Si las vías de acceso no tuvieran uso por las comunidades, se tendrá que bloquear y anular para su posterior recuperación con actividades de reforestación.

Reforestación; una vez finalizada las obras se procederán las medidas restauradoras propuestas.

#### **4.12 Especificaciones técnicas**

Las presentes Especificaciones Técnicas se ajustarán a la parte constructiva y con carácter general donde sus términos no lo precisen será el Ingeniero Residente de Obra quién tendrá la decisión en las respectivas especificaciones.

Los materiales a emplearse en obra serán de buena calidad y antes de registrar su ingreso a obra deberán ser verificados cuidadosamente por el Ingeniero Supervisor de Obra.

El equipo mecánico a emplearse será el adecuado y en buen estado de operatividad.

### **OBRAS PRELIMINARES**

#### **CARTEL DE OBRA DE 2.40 X 3.60m**

##### **DESCRIPCIÓN**

Comprende la confección de un cartel de 2.40 x 3.60 m, con las dimensiones indicadas, alusivo a la obra. Se refuerza con madera de la zona, tornillo de 2" x 3". Soportado por cuartones de madera tornillo de 3 1/2" x 3 1/2", el diseño de la leyendo, colores y ubicación se considera en los detalles [7].

##### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por unidad (U) [7].

## **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será por unidad (U) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida [7].

## **MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN**

### **DESCRIPCIÓN**

La movilización y desmovilización de equipos y maquinarias consiste en el traslado del equipo y maquinaria que va a ser utilizada en la obra. El equipo pesado será transportado por medio de camiones cama baja de 40 Tn de capacidad. Los volquetes y cisternas se trasladarán por cuenta propia y además transportarán las herramientas y equipos livianos (martillo, neumático, vibradores, equipos menores, elementos de campamento, etc) [7].

El contratista, dentro de esta partida, deberá considerar todo el trabajo de suministrar, reunir, transportar y administrar su organización constructiva al lugar de la obra, incluyendo personal, equipo mecánico, materiales y todo lo necesario para instalar e iniciar el proceso constructivo, así como el oportuno cumplimiento del cronograma de avance. El sistema de movilización debe ser tal que no cause daño a terceros (vías, edificaciones, empresas de servicios, otros) [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá en forma global (GLB) [7].

## **BASE DE PAGO**

El pago por este concepto será en forma global (GLB) y se efectuará 50% cuando el equipo esté en obra y el 50% restante al término de los trabajos, dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida [7].

## **CAMPAMENTO**

### **DESCRIPCIÓN**

Comprende la confección de un campamento de 250 m2 para depósito y guardianía, de triplay Lupuna de 4x8x4mm de espesor, reforzado con bastidor de madera tornillo de 2"x3",

soportado por cuartones de madera tornillo de 3 1/2" x 3 1/2", la ubicación la proporciona la residencia de Obra [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por unidad (m2) [7].

### **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será por unidad (M2) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida [7].

### **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

### **TRAZO Y REPLANTEO**

### **DESCRIPCIÓN**

El ejecutor contará con una brigada de topografía completa y permanente hasta el final de la obra, la misma que se encargará de controlar la información indicada en los planos [7].

El replanteo del diseño geométrico consiste en llevar al terreno los ejes, niveles, progresivas, secciones establecidas en los planos, también incluye una nivelación cerrada de los BMs, Se recomienda primero emparejar el terreno antes del replanteo, eliminando montículos, plantas, arbustos y todo obstáculo que pueda interrumpir el trabajo continuo. Se marcarán los ejes y PI referenciado adecuadamente, para facilitar el trazado y estacado del camino con estacas de madera de 1" x 1" x 60 cm. Cada 20 m. y demás características geométricas, delimitación de bordes (izquierda y derecha) [7].

Los recursos a emplearse en esta partida es el yeso, madera de la zona, pintura esmalte c/color, herramientas manuales, estación total, prismas, GPS, etc [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medición de esta partida es en kilómetros (km) [7].

## **BASES DE PAGO**

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección. El pago del trazo y replanteo será de acuerdo con el avance de obra de la partida específica a – 30% (km) del total de la partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de trazo y replanteo de la obra. b.- El 70% (km) restante de la partida se pagará en forma repartida y uniforme en los meses que dura la ejecución de la obra [7].

## **CORTE DE MATERIAL SUELTO**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida consiste en la excavación y corte de material hasta alcanzar las profundidades exigidas en las especificadas de los planos de las secciones transversales de diseño de la Sub rasante, están establecidas cada 20 m [7].

Para la ejecución de estas partidas se empleará tractor de oruga, debiendo tener especial cuidado con los niveles de corte, a fin de no tener sobre excavación [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), de material excavado en su posición original (sin esponjar) [7].

## **BASES DE PAGO**

El pago se efectuará al precio unitario de Contrato por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de acuerdo a la partida: Corte en material suelto y este constituirá la 544 compensación total por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo descrito [7].

## **RELLENO CON MATERIAL PROPIO**

### **DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en el acondicionamiento del terreno natural que será cubierta por un relleno de material adecuado compactado por capas hasta alcanzar el nivel de subrasante. En el

terraplén, se distinguen tres zonas constitutivas: La inferior, consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno acondicionado en un espesor aproximado de 0.30m. La intermedia, que es el cuerpo principal del terraplén a construir por capas de 0.30 m compactadas: y la Superior que corona los últimos 0.30 m de espesor compactado y nivelado para soportar directamente el afirmado del camino [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medida para los volúmenes de terraplenes será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al metro cúbico completo, de material compactado, aceptado por el Supervisor, en su posición final. Todos los terraplenes serán medidos por los volúmenes, verificados por el Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos de terraplenes. Dichas áreas están limitadas por las siguientes líneas de pago: (a) Las líneas del terreno (resultante de la renovación de la capa vegetal). (b) Las líneas del proyecto (nivel de subrasante, cunetas y taludes proyectados) [7].

### **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será por unidad (M<sup>3</sup>) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida [7].

### **CONFORMACIÓN DE BANQUETAS DE RELLENO**

#### **DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en la ejecución de trabajos de conformación de terraplenes en zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de estos sobre terreno inclinado o a media ladera, mediante cortes escalonados (banquetas) que permitan asegurar la estabilidad del terraplén, evitando deslizamientos [7].

El trabajo incluye el corte de banquetas, el perfilado y compactado de zona de corte y la conformación del terraplén [7].

En el caso de banquetas de relleno se distinguirán dos partes o zonas constructivas [7]:

Cuerpo, parte del terraplén que conforma la banqueta por debajo de la corona [7].

Corona (capa subrasante), formada por la parte superior del terraplén o de la banquetta, construida en un espesor de treinta centímetros (30 cm). Esta última capa, será conformada, perfilada y compactada con el plantillado topográfico de las cotas de sub rasante.

## **MATERIALES**

Todos los materiales que se empleen en la construcción de banquetas de relleno, deben cumplir para su uso y según corresponda con las especificaciones técnicas de los materiales para la conformación de Terraplenes [7].

El material para conformación de rellenos en banquetas, deberá provenir de cantera siempre que resulte más económico para el proyecto, en caso de que el material producto de las excavaciones de explanaciones (compensación transversal o propia y longitudinal, dentro de la distancia libre de transporte de 120 m. y transportada). Cumpla con las especificaciones de terraplenes, se deberá usar dicho material para lo cual el contratista conjuntamente con el supervisor realizará los sustentos del caso mediante ensayos de laboratorio [7].

## **EQUIPO**

El equipo empleado para la construcción de banquetas (terraplenes), deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias técnicas ambientales tanto para la emisión de gases contaminantes como de ruidos [7].

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medida para los volúmenes de terraplenes será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximadamente al décimo de metro cúbico del material compactado, aceptado por el supervisor en su posición final y determinado mediante el método de las áreas medias [7].

Todos los terraplenes serán medidos por los volúmenes verificados por el Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos de terraplenes. Dichas áreas están limitadas por las siguientes líneas de pago [7].

Las líneas de terreno (terreno natural, con capa vegetal removida, afirmado existente, cunetas y taludes existentes) [7].

Las líneas de pago del proyecto (nivel de subrasante, cunetas y taludes proyectados) [7].

No habrá medida ni pago para los terraplenes por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Supervisor, efectuados por el contratista, ya sea por error o por conveniencia, para la operación de sus equipos [7].

No será motivo de medición del sobre ancho de compactación que ejecutara el contratista para obtener los niveles de compactación en los bordes del terraplén, los costos de dicho trabajo deben ser considerados en el precio unitario respectivo [7].

No se medirán los terraplenes que hay el contratista en sus caminos de acceso y obras auxiliares que no formen parte de la obra del proyecto [7].

## **BASES DE PAGO**

El precio unitario deberá cubrir los costos de excavación en forma escalonada, el perfilado y compactado del fondo de la banquetta, deberá cubrir además, la colocación, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación de los materiales utilizados en la construcción del terraplén en la banquetta; y en general todo costo relacionado con la correcta construcción de los terraplenes, de acuerdo con esta especificación, los planos y las instrucciones del supervisor [7].

El precio incluye los trabajos necesarios para el control y eliminación de aguas durante y después de los trabajos de excavación y conformación de las banquetas de relleno. El pago por este concepto será por unidad (M3) [7].

## **ELIMINACIÓN DE MATERIAL DE EXPLANACIONES**

### **DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en toda la excavación necesaria para la ampliación de las explanaciones en corte de materiales sueltos, roca suelta, roca fija, remoción de capa vegetal (es aquella capa compuesta por el top soil, en los taludes), excavación en zonas de mejoramientos de subrasante

y zonas de falsos rellenos. Con esta partida no se ejecutará el desbroce y la limpieza de terreno dentro de la zona de derecho de vía [7].

La ampliación de las explanaciones incluirá la conformación y perfilado de taludes. En cuanto al trabajo de perfilado y compactado en las zonas de corte, ya sea en material suelto y/o roca suelta y/o roca fija, éste está siendo reconocido mediante partida específica del contrato. En caso de encontrar capa vegetal en el área de subrasante, esta será tratada bajo las pautas de la partida como mejoramiento de subrasante [7].

El material producto de estas excavaciones se empleará en la construcción o ampliación de terraplenes o siguiendo las indicaciones del Supervisor, los materiales excedentes o inadecuados serán transportados a botaderos o donde indique el Supervisor. Las Normas y Especificaciones de Carreteras del MTC forman las bases para estas Especificaciones, así como las disposiciones especiales que las suplementan y adaptan a los requisitos de este Proyecto [7].

Las explanaciones serán efectuadas según el trazado, el perfil longitudinal, los taludes y las secciones transversales indicadas en los planos o como lo indique el Supervisor. El Supervisor podrá aumentar o disminuir el ancho de la fundación o las pendientes de los taludes y de efectuar cualquier otro cambio en las secciones de las explanaciones, si lo juzga necesario para obtener estructuras más seguras, emitiendo la orden de cambio correspondiente [7].

## **EXCAVACIÓN CALSIFICADA**

### **MATERIAL SUELTO**

Se clasifica como material suelto a aquellos que comprende a todos los suelos cuales quiera que sea su origen (residual, transportado y antrópico) en cualquier estado y cuya remoción requieren el empleo de maquinarias y/o mano de obra. No requiere previamente ser aflojado mediante el uso moderado de explosivos. Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes [7].

Para la clasificación inicial de estos materiales se considerará en primer lugar la clasificación de materiales presentado en el Estudio Geológico Geotécnico, así mismo las respectivas clasificaciones concordadas en el campo entre la supervisión y el Contratista; también como

alternativa de clasificación podrá recurrirse a mediciones de velocidad de propagación del sonido, practicadas sobre el material en las condiciones naturales en que se encuentre. Se considerará material suelto a aquel en que dicha velocidad sea menor a 2 000 m/s [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El método de medición será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de material medido en su posición original y computada por el método de áreas medias. todas las excavaciones para explanaciones, zanjas, acequias y préstamos serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, original o modificado, verificadas por el supervisor antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación. La medición no incluirá volumen de materiales que fueran empleadas con otros motivos que los ordenados [7].

### **BASES DE PAGO**

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de las partidas 205.C “excavación en material común”, 205.B2 “excavación en roca suelta” y 205.B1 “excavación en roca fija” del contrato, según corresponda, por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del supervisor, ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste, entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos para la partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, beneficios sociales, herramientas, equipos pesados, transporte gratuito dentro de la distancia libre, explosivos (que comprende el transporte a obra, almacenaje, seguridad en el viaje y durante su permanencia en obra, etc.) e imprevistos necesarios para completar la ejecución de la partida a entera satisfacción del supervisor [7].

### **PAVIMENTOS**

### **TRAZO Y REPLANTEO**

### **DESCRIPCIÓN**

El ejecutor contará con una brigada de topografía completa y permanente hasta el final de la obra, la misma que se encargará de controlar la información indicada en los planos [7].

El replanteo del afirmado consiste básicamente en medir las cotas y establecer las elevaciones para la conformación del afirmado [7].

Los recursos a emplearse en esta partida es el yeso, madera de la zona, pintura esmalte c/color, herramientas manuales, Estación Total, prismas, GPS etc [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medición de esta partida es en Kilómetros (km) [7].

### **BASES DE PAGO**

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección. El pago del trazo y replanteo será de acuerdo con el avance de obra de la partida específica. a.- 30% (km) del total de la partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de trazo y replanteo de la obra. b.- El 70% (km) restante de la partida se pagará en forma repartida y uniforme en los meses que dura la ejecución de la obra [7].

## **PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRSANTE EN ZONAS DE CORTE**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida consiste en preparar el terreno de fundación donde se apoyarán los sub drenes. El contratista deberá acondicionar el terreno de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos o establecidas por el Supervisor [7].

Luego del perfilado y acondicionado de la superficie de los subdrenes, se procederá a la eliminación del material mediante el empleo de herramientas manuales según indique el Supervisor [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El trabajo ejecutado se medirá en metros cuadrado (m<sup>2</sup>) de eliminación de material excedente, que cumpla con la especificación anterior y aceptada por el Ing. Supervisor [7].

## **BASES DE PAGO**

El área medida en la forma antes descrita será pagada al precio unitario del contrato por metro cuadrado (m<sup>2</sup>); entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total por toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo [7].

## **EXTRACCIÓN CON EQUIPO DE CANTERA**

### **DESCRIPCIÓN**

Consiste en la excavación y apilamiento del material de la cantera aprobada, para ser utilizado en la reposición de Afirmado, terraplenes o rellenos, previamente aprobada por la Supervisión [7].

Una vez que termine la explotación de la cantera temporal, el residente restaurará el lugar de la excavación hasta que recupere, en la medida de lo posible, sus originales características hidráulicas superficiales, que no constituya un peligro en el futuro de posibles accidentes [7].

Las canteras estarán ubicadas en los planos contenidos en el estudio de Suelos y Canteras. Esta información es de tipo referencial. Será responsabilidad del residente verificar calidad y cantidad de materiales en las canteras durante el proceso de preparación de su oferta [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El volumen a pagar será de número de metros cúbicos de material apilado y de acuerdo a los lineamientos de las presentes especificaciones, medidas en su posición final. El trabajo deberá contar con la conformidad del Ingeniero Supervisor [7].

## **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será por unidad (M<sup>3</sup>) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida [7].

## **ZARANDEO DE MATERIAL DE CANTERA**

### **DESCRIPCIÓN**

Es el volumen de material especial que va encima de la sub base para mejorar las condiciones de soporte y drenaje, por eso es necesario zarandear con el cargador frontal y la zaranda metálica con la finalidad de seleccionar el afirmado que será utilizado en la carretera. Esta partida comprende los trabajos exclusivamente mediante el empleo de cargador sobre llantas [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Para el cálculo de volúmenes de terraplenes se usará el método del promedio de áreas extremas, en base a la determinación de las áreas en secciones transversales consecutivas, su promedio y multiplicado por la longitud entre las secciones a lo largo del eje de la vía. Unidad de medida metro cúbico (m<sup>3</sup>) [7].

### **BASE DE PAGO**

El área medida en la forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario del contrato, por metro cúbico [7].

## **CARGUIO DE MATERIAL DE CANTERA**

### **DESCRIPCIÓN**

Consiste en cargar el material de lastre que resulte de la extracción y el seleccionado manual previo de los bolones. El material será cargado a las unidades de volquetes para ser transportados [7].

### **EJECUCIÓN**

Se utilizará un Cargador Frontal para el carguío del material a las unidades volquete para el traslado del material hacia la progresiva indicada previamente. Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuara los siguientes controles principales: Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista. Comprobar que los materiales cumplan con los requisitos de calidad Vigilar la regularidad en la producción de los agregados

de acuerdo con los programas de trabajo. Vigilar la ejecución de las consideraciones ambientales [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al metro cúbico completo de material cargado con fines de ser utilizados en el afirmado [7].

### **BASES DE PAGO**

El volumen medido será pagado a precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación completa por toda la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios [7].

### **TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA**

#### **DESCRIPCIÓN**

Es el volumen de material seleccionado que será transportado en volquete de 15 m<sup>3</sup> para ser colocado en todo el tramo de la carretera, según especificaciones técnicas, con una distancia de transporte de 8.340 km [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Para el cálculo de volúmenes de afirmado se usará el volumen de la tolva del volquete de 15 m<sup>3</sup> por viajes. Unidad de medida metro cúbico (m<sup>3</sup>) [7].

### **BASES DE PAGO**

El área medida en la forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario del contrato, por metro cúbico [7].

### **CONFORMACIÓN DE AFIRMADO E= 0.30**

#### **DESCRIPCIÓN**

Se deberá colocar y compactar en capas horizontales no mayores de 15 cm de espesor final. La compactación se hará con pisones apropiados o medios mecánicos apropiados y con la humedad óptima, a fin de obtener una compactación mínima del 95% del Próctor Modificado.

Este relleno se puede utilizar para mejorar el piso de fundación y en rellenos de zanjas para tuberías o ductos, para el mejoramiento de la sub-rasante de la estructura de cimentación y/o contrapisos, en una superficie debidamente preparada, en una ó más capas, de acuerdo con los alineamientos y dimensiones que se indiquen en los Planos Generales y Planos de Detalle del proyecto [7].

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La unidad de medida será metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de recibos compactados en el sitio. Serán calculados con base en los levantamientos topográficos realizados antes y después de realizada esta actividad, los cuales deben ser verificados por la Interventoría durante el proceso [7].

El pago se hará a los precios unitarios estipulados en el contrato e incluyen: materiales, equipos para el proceso de mezcla, extensión, compactación y acabado, mano de obra, transporte dentro y fuera de la obra [7].

### **TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE**

#### **DESCRIPCIÓN**

Comprende el traslado dentro de los límites de la obra de materiales procedente de las demoliciones y remoción de rellenos existentes. Deberá trasladarse del lugar en que originan a otro donde serán cargados para ser eliminados de la obra en forma definitiva con equipo [7].

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El método de medición será por m<sup>3</sup> eliminado de la obra medido antes del esponjamiento [7].

#### **BASE DE PAGO**

La forma de pago de las obras arriba descritas será por % (porcentaje) de avance de obra, el que será pagado según valorización cada fin de mes [7].

Dicha forma de; pago incluirá el costo de mano de obra, materiales, equipos herramientas por el suministro, transporte, almacenaje, manipuleo y todos los imprevistos surgidos en la ejecución de los trabajos indicados [7].

## **OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

### **ALCANTARILLAS**

#### **TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO**

##### **DESCRIPCIÓN**

El ejecutor contará con una brigada de topografía completa y permanente hasta el final de la obra, la misma que se encargará de controlar la información indicada en los planos [7].

El replanteo de las alcantarillas consiste en ubicar correctamente los puntos y elevaciones de las alcantarillas para su correcto proceso constructivo [7].

Los recursos a emplearse en esta partida es el yeso, madera de la zona, pintura esmalte c/color, herramientas manuales, Estación Total, prismas, GPS etc [7].

##### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medición de esta partida es en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) [7].

##### **BASES DE PAGO**

Las alcantarillas medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección [7].

### **EXCAVACIÓN NO CALSIFICADA PARA ESTRUCTURAS EN ALCANTARILLAS**

Esta partida consiste en la excavación manual donde se colocará las alcantarillas MTC que consiste en retirar el material existente hasta la cota de fondo de excavación. La selección de cual máquina se va usar depende de las dimensiones del tubo y la altura de la excavación [7].

##### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por (m<sup>3</sup>) [7].

## **BASE DE PAGO**

El trabajo ejecutado se medirá por (m3) de material excavado, aceptado de acuerdo a lo especificado en los planos, dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida [7].

## **RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS**

### **DESCRIPCIÓN**

Las alcantarillas deben colocarse sobre una base que permita una distribución uniforme, la cama de asiento estará constituida de una sub base granular de afirmado, conformada por una capa de 0.20 m de espesor de acuerdo a lo establecido en la sección [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El trabajo ejecutado se medirá en metros cuadrado (m2), que cumpla con la especificación anterior y aceptada por el Ing. Supervisor [7].

## **BASE DE PAGO**

El área medida en la forma antes descrita será pagada al precio unitario del contrato por metro cuadrado (m2), entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo [7].

## **ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCDENTE MANUAL**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida comprende los trabajos exclusivamente mediante el empleo de equipos, de mano de obra no calificada local y uso de herramientas manuales, tales como: palas, barretas, carretillas. La eliminación de todo el material generado como producto del perfilado. El contratista deberá acondicionar las alcantarillas de MTC [7].

Luego del perfilado y acondicionado de la superficie para las alcantarillas MTC, se procederá a la eliminación del material mediante el empleo de herramientas manuales según indique el Supervisor [7].

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El trabajo ejecutado se medirá en metros cuadrado (m<sup>2</sup>) de eliminación de material excedente, que cumpla con la especificación anterior y aceptada por el Ing. Supervisor [7].

## **BASE DE PAGO**

El área medida en la forma antes descrita será pagada al precio unitario del contrato por metro cuadrado (m<sup>2</sup>); entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo [7].

## **ENCOFRADO Y DESNCOFRADO NORMAL PARA ESTRUCTURAS DE ALCANTARILLAS**

### **DESCRIPCIÓN**

Los encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables las cargas impuestas por su propio peso, el peso o empuje del concreto. Los encofrados serán herméticos a fin de mantener su posición y forma. Los encofrados serán debidamente alineados y nivelados de tal manera que formen elementos de ubicación y de las dimensiones indicadas en los planos [7].

Con el objeto de facilitar el desencofrado, las formas podrán ser recubiertas con aceite soluble u otras sustancias aprobadas por el Supervisor [7].

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) total del encofrado, se obtiene sumando las superficies a dar forma de cada uno de los elementos estructurales [7].

La superficie de un elemento es igual al producto de la longitud por la altura. En tramos que se cruzan se medirá la intersección una sola vez [7].

## **FORMA DE PAGO**

El pago se efectuará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) con el precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total [7].

## **CONCRETO F'C=175 Kg/cm<sup>2</sup> PARA ESTRUCTURAS**

Comprende la construcción de las estructuras de un concreto  $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . Los materiales cumplirán los requerimientos dispuestos para agregados de concreto [7].

El concreto requerido y la selección de las proporciones resultarán de un balance adecuado entre la economía y los requisitos de colocación resistencia, durabilidad y buena apariencia [7].

El concreto deberá ser de calidad específica, capaz de ser colocado sin segregación y desarrollo durante el proceso de fraguado y endurecimiento, todas las propiedades o características indicadas se encuentran detallados en los planos y especificaciones de obra [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El trabajo ejecutado de acuerdo a las prescripciones antes dichas medirá el volumen (m<sup>3</sup>), multiplicando su longitud, ancho y altura total del vaciado [7].

### **BASE DE PAGO**

Esta partida será pagada según el Análisis de Precios Unitarios por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de concreto vaciado, entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total por toda la mano de obra incluyendo Leyes Sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo [7].

## **ALCANTARILLA METÁLICA CIRCULAR TMC D=24"**

### **DESCRIPCIÓN**

Las alcantarillas TMC circulares solucionan en forma eficiente y económica diferentes problemas de pasos de aguas de quebradas y lluvias. Están formadas por planchas circulares que son traslapadas y unidas por medio de pernos y tuercas, constituyéndose un producto de gran resistencia y hermeticidad [7].

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo, armado y colocación de tubos de acero corrugado galvanizado, para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales. La tubería tendrá los tamaños, tipos, diseños y dimensiones de acuerdo a los alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos y expediente técnico.

Comprende, además, el suministro de materiales, incluyendo todas sus conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos. Comprende también la construcción del solado a lo largo de la tubería, las conexiones de ésta a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición satisfactoria de los materiales sobrantes [7].

## **MATERIALES**

Los materiales para la instalación de tubería corrugada deben satisfacer los siguientes requerimientos [7]:

Tubos conformados estructuralmente de planchas o láminas corrugadas de acero galvanizado en caliente. Para los tubos, circulares o abovedados y sus accesorios (pernos y tuercas) entre el rango de doscientos milímetros (200 mm.) y un metro ochenta y tres (1.83 m.) de diámetro se seguirá la especificación AASHTO M-36 [7].

Las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-444. Los pernos deberán cumplir con la especificación ASTM A-307, A-449 y las tuercas con la especificación ASTM A-563 [7].

El corrugado, perforado y formación de las planchas deberán ser de acuerdo a AASHTO M-36 [7].

El galvanizado de las planchas o láminas deberá cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-123 ó ASTM A-444, y para pernos y tuercas con la especificación ASTM A-153 ó AASHTO M-232 [7].

## **EQUIPO**

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte de los tubos, para su colocación y ensamblaje, así como los requeridos para la obtención de materiales, transporte y construcción de una sub-base granular, según se indica en la partida afirmado. Cuando los planos exijan apuntalamiento de la tubería, se deberá disponer de gatas para dicha labor [7].

## **REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN**

Calidad de los tubos y del material.

Certificados de calidad y garantía del fabricante de los tubos.

Antes de comenzar los trabajos, el contratista deberá entregar al supervisor un certificado original de fábrica, indicando el nombre y marca del producto que suministrará y un análisis típico del mismo, para cada clase de tubería [7].

Además, le entregará el certificado de garantía del fabricante estableciendo que todo el material que suministrará satisface las especificaciones requeridas, que llevará marcas de identificación, y que reemplazará, sin costo alguno para la entidad contratante, cualquier metal que no esté de conformidad con el análisis, resistencia a la tracción, espesor y recubrimiento galvanizado especificados [7].

Ningún tubo será aceptado, sino hasta que los certificados de calidad de fábrica y de garantía del fabricante hayan sido recibidos y aprobados por el Supervisor [7].

## **MEDICIÓN**

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería metálica corrugada, suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y aceptada por el supervisor [7].

## **FORMAS DE PAGO**

El pago se hará al precio unitario del contrato, según el diámetro y espesor o calibre de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación, aceptada por el supervisor [7].

## **EMBOQUILLADO DE PIEDRA PARA ALCANTARILLAS**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida consiste en preparar una longitud de emboquillado o mampostería de piedra de 2 m en la salida de cada alcantarilla de alivio que contiene el proyecto [7].

Básicamente es la colocación de concreto f'c de 175 kg/cm<sup>2</sup> + P.M con la finalidad de dar protección al suelo y prevenir eventos como la socavación y erosión [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por (m<sup>3</sup>) [7].

### **BASE DE PAGO**

El material de concreto se medirá en (m<sup>3</sup>). Dicho precio y pago constituyen compensación total por todo el vaciado [7].

### **BADENES**

#### **TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO EN BADENES**

#### **DESCRIPCIÓN**

El ejecutor contará con una brigada de topografía completa y permanente hasta el final de la obra, la misma que se encargará de controlar la información indicada en los planos [7].

El replanteo de los badenes consiste en ubicar correctamente los puntos y elevaciones de estos para su correcto proceso constructivo [7].

Los recursos a emplearse en esta partida es el yeso, madera de la zona, pintura esmalte c/color, herramientas manuales, Estación Total, prismas, GPS etc [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medición de esta partida es en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) [7].

### **BASES DE PAGO**

Los badenes medidos y aceptados serán pagadas al precio de contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección [7].

## **EXCAVACIÓN MANUAL PARA ESTRUCTURAS**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida consiste en preparar el terreno realizando un estacado, tizado o marcado del área donde se construirá el badén. Se excavará la profundidad necesaria para colocar la capa de afirmado y capa de emboquillado o mampostería de piedra [7].

Alcanzado los niveles de excavación indicados en los planos o como lo indique el Ingeniero Supervisor se compactará la superficie suficientemente para alcanzar un grado de compactación de 90% [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por (m3) [7].

### **BASES DE PAGO**

El material de corte y todo material eliminado se medirán en (m3). Dicho precio y pago constituyen compensación total por toda la excavación [7].

## **ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL**

### **DESCRIPCIÓN**

Luego del perfilado y acondicionado de la superficie de los badenes, se procederá a la eliminación del material mediante el empleo de herramientas manuales según indique el Supervisor [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El trabajo ejecutado se medirá en metro cúbico (m3) de eliminación de material excedente, que cumpla con la especificación anterior y aceptada del Ingeniero Supervisor [7].

### **BASE DE PAGO**

El metro cúbico medido en la forma descrita será pagada al precio unitario del contrato por metro cúbico (m3); entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total por

toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo [7].

## **RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS DE BADENES**

### **DESCRIPCIÓN**

Las alcantarillas deben colocarse sobre una base que permita una distribución uniforme, la cama de asiento estará constituida de una sub base granular de afirmado, conformada por una capa de 0.20 m de espesor de acuerdo a lo establecido en la sección [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El trabajo ejecutado se medirá en metros cuadrado (m<sup>2</sup>), que cumpla con la especificación anterior y aceptada por el Ing. Supervisor [7].

### **BASE DE PAGO**

El área medida en la forma antes descrita será pagada al precio unitario del contrato por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo [7].

## **ENCOFRADO Y DESNCOFRADO NORMAL PARA ESTRUCTURAS DE BADENES**

### **DESCRIPCIÓN**

Los encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables las cargas impuestas por su propio peso, el peso o empuje del concreto. Los encofrados serán herméticos a fin de mantener su posición y forma. Los encofrados serán debidamente alineados y nivelados de tal manera que formen elementos de ubicación y de las dimensiones indicadas en los planos [7].

Con el objeto de facilitar el desencofrado, las formas podrán ser recubiertas con aceite soluble u otras sustancias aprobadas por el Supervisor [7].

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) total del encofrado, se obtiene sumando las superficies a dar forma de cada uno de los elementos estructurales [7].

La superficie de un elemento es igual al producto de la longitud por la altura. En tramos que se cruzan se medirá la intersección una sola vez [7].

## **FORMA DE PAGO**

El pago se efectuará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) con el precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total [7].

## **LOSA DE CONCRETO F'C=210 kg/cm<sup>2</sup> + 30% P.M**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida consistirá en la construcción de estructuras mediante el empleo de bloques de piedra asentadas con concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> en la losa de los badenes [7].

El trabajo consistirá en la colocación de los bloques de piedra adaptándose a las formas del diseño de las estructuras que se desee edificar, sin el empleo de encofrados y utilizando mezcla de mortero de cemento y arena como ligante de los elementos a fin de darle las condiciones menores a los 0.20 m por arista y pueden ser de forma irregular y preparados para su fácil acoplamiento. La mezcla será de concreto de una resistencia de f'c= 175 KG/CM<sup>2</sup> + 75% PG (6"MAX) [7].

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por (m<sup>3</sup>) [7].

## **BASE DE PAGO**

Esta partida será medida en m<sup>3</sup> y pagada al precio unitario de la partida "Losa de concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> + 30% P.M" y dicho pago constituirá compensación total por la mano de obra, equipo herramientas y materiales requeridos para la ejecución de la partida [7].

## **EMBOQUILLADO DE PIEDRA DE CONCRETO F'C= 175 KG/CM2**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida consiste en preparar una longitud de emboquillado o mampostería de piedra de 2 m en la salida y entrada de cada badén que contiene el proyecto [7].

Básicamente es la colocación de concreto f'c de 175 kg/cm<sup>2</sup> + P.M con la finalidad de dar protección al suelo y prevenir eventos como la socavación y erosión [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por (m<sup>3</sup>) [7].

### **BASE DE PAGO**

El material de concreto se medirá en (m<sup>3</sup>). Dicho precio y pago constituyen compensación total por todo el vaciado [7].

## **JUNTAS DE DILATACIÓN PARA BADENES**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida comprende la colocación del material para las juntas transversales, consistirá en mortero asfáltico (asfalto líquido RC-250), cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30 [7].

Se programará el suministro, elaboración y colocación del material en las juntas. Las mismas que no contendrán ningún tipo de residuo o material extraño en sus paredes que pueda alterar la composición del material asfáltico. La partida se desarrollará tomando en cuenta los aspectos indicados [7].

El ancho de junta deberá cumplir con lo especificado en el plano respectivo, según el tipo de junta a ejecutar [7].

La junta deberá estar exenta de polvos y material suelto; el concreto debe estar fraguado y presentar una superficie rugosa. Es conveniente eliminar la lechada superficial mediante un escobillado [7].

El imprimante asfáltico puede ser aplicado con brocha, rodillo, pistola o bomba pulverizadora, según sea el caso y lo recomiende el fabricante [7].

Inmediatamente después de terminada la colocación, se procederá a colocar una capa delgada de arena fina, encima del material, para evitar el ataque de los rayos ultra violeta. Se retirará el excedente de arena que no se adhiera [7].

No se calentará el sellante elástico al fuego directo. De encontrarse muy duro, se calentará al sol o “Baño María” (aprox. 60° C) [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medición para todos los tipos juntas en badenes será en metros lineales (ml), aprobados y aceptados por el Ing. Supervisor [7].

### **BASE DE PAGO**

El pago de esta partida se efectuará de acuerdo con el precio unitario del contrato y constituirá la compensación total por el equipo, materiales, herramientas, mano de obra (incluyendo leyes sociales), imprevistos y todo lo necesario para la realización de este trabajo a satisfacción de la Supervisión [7].

### **CUNETAS**

#### **TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO EN CUNETAS**

#### **DESCRIPCIÓN**

El ejecutor contará con una brigada de topografía completa y permanente hasta el final de la obra, la misma que se encargará de controlar la información indicada en los planos [7].

El replanteo de las cunetas consiste en ubicar correctamente los puntos y elevaciones de estos para su correcto proceso constructivo [7].

Los recursos a emplearse en esta partida es el yeso, madera de la zona, pintura esmalte c/color, herramientas manuales, Estación Total, prismas, GPS etc [7].

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medición de esta partida es en kilómetros (km) [7].

## **BASES DE PAGO**

Las cunetas medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección [7].

## **PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL PARA CUNETAS**

### **DESCRIPCIÓN**

El contratista deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos o establecidas por el Supervisor [7].

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El trabajo ejecutado se medirá en metros cuadrado (m<sup>2</sup>) de eliminación de material excedente, que cumpla con la especificación anterior y aceptada por el Ing. Supervisor [7].

### **BASE DE PAGO**

El área medida en la forma antes descrita será pagada al precio unitario del contrato por metro cuadrado (m<sup>2</sup>); entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo [7].

## **CONFORMACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C:A 1:5 + PIEDRA GRANDE**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida consiste en preparar en toda la zona perimetral un emboquillado o mampostería de piedra en todas las cunetas existentes en el proyecto [7].

Básicamente es la colocación de cemento arena 1:5 más piedra grande con la finalidad de dar protección al suelo y prevenir eventos como la socavación y erosión [7].

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por (m<sup>2</sup>) [7].

## **BASE DE PAGO**

El material de concreto se medirá en (m<sup>2</sup>). Dicho precio y pago constituyen compensación total por toda la conformación [7].

## **JUNTAS DE DILATACIÓN EN 1” EN CUNETAS**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida comprende la colocación del material para las juntas transversales la cual consistirá en mortero asfáltico (asfalto líquido RC-250), cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30 [7].

Se programará el suministro, elaboración y colocación del material en las juntas [7].

Las mismas que no contendrán ningún tipo de residuo o material extraño en sus paredes que pueda alterar la composición del material asfáltico. La partida se desarrollará tomando en cuenta los aspectos indicados [7].

El ancho de junta deberá cumplir con lo especificado en el plano respectivo, según el tipo de junta a ejecutar [7].

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medición para todos los tipos juntas en cunetas será en metros lineales (ml), aprobados y aceptados por el Ing. Supervisor [7].

## **BASE DE PAGO**

El pago de esta partida se efectuará de acuerdo con el precio unitario del Contrato y constituirá la compensación total por el equipo, materiales, herramientas, mano de obra (incluyendo leyes sociales), imprevistos y todo lo necesario para la realización de este trabajo a satisfacción de la Supervisión [7].

## **SEÑALIZACIÓN**

### **TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO EN SEÑALIZACIÓN**

#### **DESCRIPCIÓN**

El ejecutor contará con una brigada de topografía completa y permanente hasta el final de la obra, la misma que se encargará de controlar la información indicada en los planos [7].

El replanteo de la señalización consiste básicamente en ubicar correctamente los kilometrajes en los que el estudio de señalización manda existencia de señalización, con la finalidad de evitar la contaminación visual al hacerlo sin el replanteo respectivo [7].

Los recursos a emplearse en esta partida es el yeso, madera de la zona, pintura esmalte c/color, herramientas manuales, Estación Total, prismas, GPS etc [7].

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medición de esta partida es en kilómetros (km) [7].

#### **BASES DE PAGO**

Los kilometrajes avanzados, medidos y aceptados serán pagados al precio de contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección [7].

## **SEÑALES DE RESTRICCIÓN**

#### **DESCRIPCIÓN**

Se usan para restringir o limitar el tránsito vehicular debido a características particulares de la vía. En general, están compuestas por un círculo de fondo blanco y orla roja en el que se inscribe el símbolo que representa la restricción o limitación [21].

#### **MÉTODOS DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por unidad (UND).

## **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será por unidad (UND) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

## **SEÑALES PREVENTIVAS**

### **DESCRIPCIÓN**

Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal [21].

Estas señales ayudan a los conductores a tomar a las precauciones del caso, por ejemplo, reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la de otros vehículos y de los peatones. Su ubicación se establecerá de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente [21].

### **MÉTODOS DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por unidad (UND).

## **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será por unidad (UND) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

## **SEÑALES INFORMATIVAS**

### **DESCRIPCIÓN**

Tiene la función de informar a los usuarios, sobre los principales puntos notables, lugares de interés turístico, arqueológicos e históricos existentes en la vía y su área de influencia y orientarlos y/o guiarlos para llegar a sus destinos y a los principales servicios generales, en la forma más directa posible. De ser necesario las indicadas señales se complementarán con señales preventivas y/o reguladores [21].

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por unidad (Und).

## **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será por unidad (UND) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

## **POSTES KILOMÉTRICOS**

### **DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintado e instalación de postes indicativos del kilometraje en los sitios establecidos en los planos del Proyecto o indicados por el Supervisor [7].

El diseño del poste deberá estar de acuerdo con lo estipulado en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC y demás normas complementarias [7].

### **MATERIALES**

Concreto: Los postes serán de concreto armado prefabricado de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión [7].

Para el anclaje del poste (cimentación) podrá emplearse un concreto  $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$  [7].

Refuerzo; La armadura de refuerzo cumplirá lo indicado en planos y documentos del Proyecto y el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras". Los postes serán reforzados con acero que cumpla las exigencias de las especificaciones para Acero de Refuerzo [7].

Pintura: El color del poste será blanco y se pintará con esmalte sintético. Su contenido informativo en bajo relieve, se resaltará en esmalte negro y caracteres del alfabeto de la Serie "C" y letras de las dimensiones mostradas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC [7].

Equipo: El Contratista deberá disponer de todos los equipos necesarios para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados [7].

## **REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN**

### **Fabricación de Postes**

Los postes se fabricarán fuera del sitio de instalación, con un concreto y una armadura que satisfagan los requisitos de calidad definidos en las presentes especificaciones y con la forma y dimensiones establecidas para el poste de kilometraje en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC" [7].

La pintura del poste se realizará con productos indicados en la presente especificación y con los colores establecidos para el poste [7].

### **Ubicación de Postes**

Los postes se colocarán según lo indicado en los planos del Proyecto o las instrucciones del Supervisor, como resultado de mediciones efectuadas por el eje longitudinal de la vía [7].

Los postes de kilometraje se instalarán al lado derecho de la vía cuando se trate de kilómetros pares y al izquierdo de la misma en caso de kilómetros impares [7].

Los postes se colocarán a una distancia del borde de la berma de cuando menos 1.50m, debiendo quedar resguardado de impactos que puedan efectuar los vehículos [7].

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Los postes de kilometraje se medirán por unidad (und) instalada de acuerdo con los planos, documentos del Proyecto y las presentes especificaciones, debidamente aceptada por el Supervisor [7].

## **BASES DE PAGO**

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de materiales, fabricación, pintura, manejo, almacenamiento y transporte del poste hasta el sitio de instalación; la excavación y el concreto para el anclaje; carga, transporte y disposición en los sitios que defina el Supervisor de los

materiales excavados; la instalación del poste y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado [7].

## **GUARDAVÍAS**

### **DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de defensas o guardavías metálicas a lo largo de los bordes de la vía, en los tramos indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor [7].

### **MATERIALES**

#### **Lámina**

Las barandas de guardavías metálicas serán de lámina de acero. La lámina deberá cumplir todos los requisitos de calidad fijados en la norma M -180 de la AASHTO, en especial los siguientes [7]:

Las láminas deberán ser galvanizadas por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc mínima de 550 gr/m<sup>2</sup>, en cada cara de acuerdo a la especificación ASTM A-123 [7].

El zinc utilizado deberá cumplir las exigencias de la especificación AASHTO M-120 y deberá ser, por lo menos, igual al grado denominado “Prime Western”. Los espesores de las láminas con las cuales se fabricarán los guardavías serán de 2.50mm [7].

La forma del guardavía será curvada del tipo doble onda (perfil W) y sus dimensiones deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos del Proyecto [7].

#### **Postes de Fijación**

Serán perfiles de láminas de acero en forma de U formado en frío, de 6mm de espesor y sección conformada por el alma de 150mm, con lados de 60mm cada uno, que permita sujetar la baranda por medio de tornillos sin que los agujeros necesarios dejen secciones debilitadas. Su longitud deberá ser de 1.80m. Los postes de fijación deberán ser galvanizados por inmersión

en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc mínima de 550 gr/m<sup>2</sup>, de acuerdo a la especificación ASTM A-123 por cada lado [7].

### **Equipo**

El Contratista deberá disponer del equipo mínimo necesario para la correcta y oportuna ejecución del trabajo especificado, incluyendo barras de acero, palas, llaves fijas o de expansión y pisones manuales [7].

### **REQUERIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN**

Los guardavías que deban instalarse con un radio de 45 metros ó menor, deberán adquirirse con la curvatura aproximada de instalación [7].

Los guardavías tendrán revestimiento adicional de pintura que se efectuará de acuerdo a lo establecido en estas especificaciones y las indicaciones de los planos [7].

Para visualizar los guardavías en horas nocturnas, en cada poste se adosará un capta faro, el cual debe cumplir con los requisitos indicados en estas especificaciones [7].

### **Instalación de los Guardavías**

Los guardavías deberán ensamblarse de acuerdo con los detalles de los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina, cuidando que quede ubicada a la altura sobre la calzada especificada [7].

### **Empalmes**

Los empalmes de los diversos tramos de guardavía deberán efectuarse asegurando la suficiente rigidez estructural y con los traslapes en dirección del movimiento del tránsito del carril adyacente [7].

La unión de láminas se realizará con tornillos de dimensiones especificadas, teniendo precaución de que su cabeza redonda se coloque en la cara del guardavía que enfrenta el tránsito [7].

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medida para los guardavías metálicos será el metro lineal (m), aproximado al decímetro (dm), para todo guardavía instalada de acuerdo con los planos y esta especificación, que haya sido recibida a satisfacción por el Supervisor [7].

La medida se efectuará a lo largo de la línea central del guardavía entre los centros de los postes de fijación extremos. No se considera en la medida las secciones de amortiguación y final [7].

## **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será por metro lineal (m) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por partida [7].

## **MEDIO AMBIENTE**

### **PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL**

Esta medida buscará fomentar en la población la conservación de entorno físico y biológico de la zona, mediante el dictado de temas específicos los cuales estarán destinados a:

#### **Charlas al personal de obra**

Estas charlas estarán destinadas a todos los trabajadores que laboran en la construcción de la carretera, de manera que estos tomen conciencia de la importancia que tiene la protección de los recursos naturales, dando énfasis en difundir los valores, límites y prohibiciones en el uso de los mismos en la zona del proyecto, especialmente en zonas de escasa intervención humana.

Temas: “Normas elementales de comportamiento”, “Manejo de basuras y uso adecuado de combustibles y lubricantes”. Como un modo de control, en cada campamento se deberá instalar un cartel de cartulina con las normas de comportamiento y sus sanciones correspondientes en caso de incumplimiento.

#### **Charlas a Poblaciones beneficiarias**

Se prevé crear conciencia ambiental y la responsabilidad que tienen la comunidad beneficiaria en la conservación de los recursos naturales y en asegurar la vida útil.

Temas: “Ecología y medio ambiente”, “Manejo y conservación de los recursos naturales”, “Mantenimiento de Caminos Vecinales.

### **Boletines**

Se reforzará las acciones de capacitación, mediante el uso de boletines con temas de interés para las comunidades beneficiarias como son:

“Manejo y conservación del Medio Ambiente” 30und. “Ecología y Medio Ambiente” 30und. “Mantenimiento de Red de Agua y Alcantarillado” 30und. “Aprovechamiento adecuado del Agua”

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad es medida es por unidad (Glb) en el que se encuentran las charlas, entre las poblaciones rural, urbana, profesores, alumnos y las de los trabajadores.

### **BASES DE PAGO**

El pago de la partida es por unidad (Glb). El precio comprende todos los costos de mano de obra, herramientas, y otros necesarios para realizar dicho trabajo.

### **PROGRAMAS DE COBERTURA VEGETAL**

#### **REVEGETACIÓN**

#### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida consiste en trasplantar en toda el área distribuida, se programarán las actividades concernientes a la reforestación de zonas críticas donde la vegetación no se restablezca en forma natural. Entre los factores y actividades a tomar en cuenta en las labores de plantación se tiene: los productos generados del corte de la cobertura vegetal (troncos y ramas) serán fragmentados desde el inicio de la apertura. El material vegetal muerto se cortará en trozos para luego dispersarlo sobre la zona de corte. Esta práctica permitirá que no se tengan acumuladas ramas de vegetación, reduciendo el riesgo a incendios y además se favorece el establecimiento de vegetación nativa, evitando el pisoteo del ganado. Se promoverá de esta manera el establecimiento y crecimiento de vegetación autóctona.

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), y en él se incluyen los trabajos necesarios para el programa de revegetación en la forma especificada. Estos trabajos deberán ser aprobados por el supervisor, luego que hayan sido efectivamente recuperados cumpliendo las disposiciones que se dan en esta especificación.

## **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

## **RIEGO PERMANENTE**

### **DESCRIPCIÓN**

Luego que el material de afirmado haya sido esparcido sobre la superficie compactada del camino (sub rasante), será completamente mezclado por medio de la cuchilla de la motoniveladora, llevándolo alternadamente hacia el centro y hacia la orilla de la calzada.

Se regará el material durante la mezcla mediante camión cisterna, cuando la mezcla tenga el contenido óptimo de humedad será nuevamente esparcida y perfilada hasta obtener la sección transversal deseada.

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida considera el número de metros cuadrados regados, de acuerdo a los lineamientos de las presentes especificaciones, medidas en su posición final. El trabajo deberá contar con la conformidad del Ingeniero Supervisor.

## **BASES DE PAGO**

El pago será al precio unitario del contrato, por metro cuadrado, de la partida, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

## **MONITOREO PARA MITIGACION DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

### **DESCRIPCIÓN**

Se debe realizar un seguimiento de la calidad del agua, a fin de identificar si se está afectando la calidad de los cuerpos de agua colindante al proyecto y específicamente a los relacionados a las canteras fluviales requeridas por el proyecto, a fin de establecer las medidas para el control de cualquier fuente de contaminación.

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Para los efectos de medición, los puntos de monitoreo realizados y aceptados por el supervisor, se medirán por punto (pto).

### **BASES DE PAGO**

Las cantidades aceptadas y medidas tal como anteriormente se indica, serán pagadas a precio del contrato por unidad de medida según el caso de la partida de pago descrita.

## **MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE**

### **DESCRIPCIÓN**

El objeto de este programa es dar cumplimiento a los límites de emisiones de material particulado, gases y generación de ruido, exigidas por la normatividad ambiental vigente, y establecer las acciones tendientes a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse sobre la calidad del aire durante el proceso constructivo del proyecto.

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Para los efectos de medición, los puntos de monitoreo realizados y aceptados por el supervisor, se medirán por punto (pto).

### **BASES DE PAGO**

Las cantidades aceptadas y medidas tal como anteriormente se indica, serán pagadas a precio del contrato por unidad de medida según el caso de la partida de pago descrita.

## **MINITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA**

### **DESCRIPCIÓN**

Establecer las acciones tendientes a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse sobre la calidad del ambiente acústico durante el proceso constructivo del proyecto.

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Para los efectos de medición, los puntos de monitoreo realizados y aceptados por el supervisor, se medirán por punto (pto).

### **BASES DE PAGO**

Las cantidades aceptadas y medidas tal como anteriormente se indica, serán pagadas a precio del contrato por unidad de medida según el caso de la partida de pago descrita.

## **PROGRAMA DE ABANDONO**

### **RESTAURACIÓN DE ÁREA DE CAMPAMENTO**

#### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida consiste en restaurar las áreas ocupadas por los campamentos levantados, es obligación del contratista llevarlo a cabo, una vez concluida la obra mediante las siguientes acciones: Eliminación de desechos Clausura de silos y rellenos sanitarios Eliminación de pisos Recuperación de la morfología.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), luego que los campamentos hayan sido retirados y esté concluido el tratamiento ambiental del área.

#### **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

## **ACONDICIONAMIENTO DE CANTERAS**

### **DESCRIPCIÓN**

Estos trabajos consisten en la recuperación morfológica de las condiciones originales dentro de lo posible de las canteras que han sido explotadas por el Contratista para la construcción de carreteras.

Se incluye también el tratamiento adecuado de los taludes de corte de canteras, demoliciones de estructuras temporales, eliminación de rampas de acceso, materiales de desechos, mejoramiento de cauces si corresponde, y todo trabajo que permita recuperar la morfología de las zonas explotadas como canteras.

Mediante el uso de maquinaria se buscará dejar las canteras en condiciones que no provoquen riesgo ambiental alguno. No deberá quedar cortes pronunciados, ni zanjas o cauces profundos. Los accesos efectuados para su explotación serán disimulados. Esta partida contempla exclusivamente la reconfiguración de la morfología de las zonas de canteras.

### **CAMINOS DE ACCESO Y DESVÍOS**

Las áreas ocupadas por los caminos de acceso a las canteras también deben ser recuperadas, debiendo nivelarse. Los caminos de acceso y desvíos deberán quedar clausurados, exceptuando los que sirvan a canteras que serán usadas posteriormente, las que serán claramente delimitadas y señalizadas para evitar que se utilicen otras áreas para el acceso.

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La recuperación ambiental en canteras se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), y en él se incluye los trabajos necesarios para restaurar las canteras en la forma especificada. Estos trabajos deberán ser aprobados por el Supervisor y que hayan sido efectivamente recuperados cumpliendo las disposiciones que se dan en esta especificación.

### **BASES DE PAGO**

El pago se hará efectivo hasta el 50% del monto ofertado para la partida ACONDICIONAMIENTO DE CANTERAS cuando los trabajos de recomposición se hayan efectuado en las canteras explotadas según lo dispuesto. El 50% restante será cancelado al

término de todos los trabajos de construcción de la carretera, cuando a juicio del Supervisor las áreas de recomposición no serán afectadas por la presencia de equipos del Contratista en etapa de desmovilización y/o trabajos que deba realizar el Contratista para el levantamiento de observaciones en el proceso de recepción de las obras. El precio deberá cubrir todos los costos de transporte, rellenar y nivelar las áreas comprometidas en forma uniforme según lo dispuesto en el proyecto y por el Supervisor, así como la debida disposición de los desechos.

Incluye esta partida la demolición, remoción y posterior eliminación de demoliciones como rampas, muros, silos, etc, que deberá efectuar el Contratista en la zona de canteras.

## **ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida comprende la disposición y acondicionamiento de material excedente en la zona de los DME, para lo cual se deberá proceder a efectuar el trabajo de manera tal que no disturbe el ambiente natural y más bien se restituyan las condiciones originales con la finalidad de no introducir impactos ambientales negativos en la zona.

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida se medirá por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), y en él se incluyen los trabajos necesarios para restaurar las canteras en la forma especificada. Estos trabajos deberán ser aprobados por el supervisor y que hayan sido efectivamente recuperados cumpliendo las disposiciones que se dan en esta especificación.

### **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

## **SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

#### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida considera la utilización obligatoria de los trabajadores en obra los siguientes equipos de protección personal:

Casco de protección

Ropa de trabajo

Anteojos de seguridad

Botas de caucho

Protección de Nariz con Filtro

Protección de oídos tipo tapón

Guantes de caucho

Guantes de cuero

Sombrero de tela tipo safiri

#### **EJECICIÓN**

El personal involucrado en los trabajos utilizará permanentemente los equipos de protección personal específicos para cada labor como: botas, guantes, cascos, protectores de los ojos, tapones para oídos y los que adicionalmente se requiera, a criterio de la administración.

Los escombros que se produzcan por las demoliciones y remociones de concreto y otros materiales, serán desechados en los sitios previamente calificados para el efecto.

El manipuleo y desecho de productos químicos y sus envases, que serán utilizados en la ejecución de los trabajos serán realizado en los sitios dispuestos para el efecto.

Antes de empezar la jornada de trabajo el administrador inspeccionará la zona de trabajo para verificar: la señalización, barreras de protección y estado de andamios y plataformas

### **MÉTODO DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO**

La unidad de medida será global (Glb) de acuerdo a lo indicado y aceptada por el Supervisor.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

#### **DESCRIPCIÓN**

Constituye una herramienta de seguridad que tiene como finalidad la protección de varios trabajadores que se encuentran expuestos a un riesgo en particular. Este tipo de protección debe ser instalado con prioridad, de tal manera se evite o se pueda controlar el riesgo.

### **MÉTODO DE MEDICIÓN Y BASES DE PAGO**

El pago permitirá adquirir los equipos que garanticen la seguridad colectiva de los trabajadores. También se empleará para los pagos al personal que operará la difusión indicada y se pagará cada taller charla por unidad Global (GLB).

### **CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD**

#### **DESCRIPCIÓN**

La Capacitación en Seguridad y Salud está orientado a crear y lograr una conciencia en la seguridad y salud de parte de la población local y entidades involucradas en el proyecto, para los efectos de la conservación de seguridad existentes en el ámbito del proyecto.

En este sentido los lineamientos principales de la seguridad y salud logran un desarrollo armónico del proyecto.

### **MÉTODO DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO**

El pago permitirá adquirir los materiales de difusión y propaganda, así como permitirá editar e imprimir los mismos. También se empleará para los pagos al personal que operará la difusión indicada y se pagará cada taller charla por unidad Global (GLB)

## **RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS**

### **DESCRIPCIÓN**

Comprende los mecanismos Técnicos, Administrativos y Equipamiento necesario para atender un accidente de trabajo con daños personales o materiales producto de Ausencia/deficiente implementación de alguna medida de control de riesgos.

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Esta partida la unidad de medida considera es global (Glb), y en él se incluyen los recursos necesarios para prevenir o reducir cualquier riesgo ante una emergencia.

### **BASES DE PAGO**

Las cantidades aceptadas, serán pagadas a precio del contrato por unidad de medida según el caso de la partida de pago descrita.

### **COSTES DE CALIDAD**

### **ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO**

### **DESCRIPCIÓN**

El ensayo de densidad IN SITU permite obtener la densidad de terreno al cual sea aplicado el mismo, y así verificar los resultados obtenidos en trabajos de compactación de suelos y compararlos con las especificaciones en cuanto a la humedad, densidad y el grado de compactación del suelo evaluado.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Subsección 301.02 del manual de Especificaciones Técnicas del MTC. Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los materiales que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado

Las determinaciones de la densidad de la capa compactada se realizarán de acuerdo a lo indicado en la tabla 301-02 y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de 6 determinaciones de densidad. Los sitios se elegirán al azar, con la aprobación del

Supervisor. Las densidades individuales ( $D_i$ ) deberán ser, como mínimo el 100% de la densidad obtenida en el ensayo Próctor Modificado de referencia (MTC E 115)

$$D_i \geq D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en  $\pm 2,0\%$  con respecto del Óptimo Contenido de Humedad, obtenido con el Próctor Modificado. En caso de no cumplirse estos términos se rechazará el tramo. Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación. La densidad de las capas compactadas, podrá ser determinada por cualquier método aplicable, de los descritos en las normas de ensayo MTC E 117, MTC E 124.

### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medida para esta partida será global (Glb), todas las muestras deberán estar dentro de las tolerancias establecidas y los métodos aplicados estarán aprobados por el Supervisor.

### **BASES DE PAGO**

El pago se efectuará, según lo indicado anteriormente. Solo se considerarán las muestras que se encuentren dentro del tramo de la carretera, se excluye todas las que fueran obtenidas fuera de dicho tramo.

### **FLETE TERRESTRE**

### **FLETE TERRESTRE DE MATERIALES**

### **DESCRIPCIÓN**

Este ítem consiste en el transporte de combustible y lubricantes para el funcionamiento de la maquinaria pesada, materiales, mecánico y otros que sea aprobado por el Ing. Supervisor.

El flete se realizará en camioneta contratada para transportar todo lo concerniente a la obra, de acuerdo a lo estipulado en presupuesto.

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El flete se medirá como base lo descrito en análisis de costos unitarios.

## **BASES DE PAGO**

El flete será pagado por el traslado realizado de los materiales desde la ciudad de Chiclayo.

### **4.13 Metrados**

Se determinaron todas las partidas requeridas para la ejecución del proyecto, teniendo en cuenta las recomendaciones del Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para la construcción EG – 2013 del MTC; y del reglamento nacional de metrados.

## RESUMEN DE METRADOS

TESIS: "DISEÑO DE LA CARRETERA PARA UNIR EL DISTRITO DE LLAMA CON EL CASERÍO DE SAN ANTONIO, DISTRITO DE LLAMA, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018"

ITEM	PARTIDAS	Unidad	METRADO
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
1.1	CARTEL DE OBRA 2.40x3.60m.	und	1.00
1.2	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	GLB	1.00
1.3	CAMPAMENTO	GLB	1.00
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
2.1	TRAZO Y REPLANTEO	KM	8.34
2.2	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	221936.59
2.3	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	45154.34
2.4	PERFILADO Y COMPACTADO DE BANQUETAS DE CORTE	m2	4411.26
2.5	CONFORMACIÓN DE BANQUETAS DE RELLENO	m2	371.88
2.6	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DE EXPLANACIONES	m3	229816.93
<b>3</b>	<b>PAVIMENTOS</b>		
3.1	TRAZO Y REPLANTEO	KM	8.34
3.2	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE	m2	57539.77
3.3	EXTRACCIÓN CON EQUIPO DE CANTERA	m3	21088.72
3.4	ZARANDEO CON EQUIPO DE CANTERA	m3	21088.72
3.5	CARGUIO DE MATERIAL DE CANTERA	m3	21088.72
3.6	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA	m3	21088.72
3.7	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	m3	19090.74
3.8	CONFORMACIÓN DE AFIRMADO E= 0.30	m2	70295.73

**Tabla. 114.** Resumen de metrados.

## RESUMEN DE METRADOS

TESIS: "DISEÑO DE LA CARRETERA PARA UNIR EL DISTRITO DE LLAMA CON EL CASERÍO DE SAN ANTONIO, DISTRITO DE LLAMA, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018"

4	<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>		
4.1	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	229816.93
5	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
5.1	<b>ALCANTARILLAS</b>		
5.1.1	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	1998.72
5.1.2	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	756.25
5.1.3	RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS	m3	182.17
5.1.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	574.07
5.1.5	CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ PARA ESTRUCTURAS	m3	219.30
5.1.6	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	894.68
5.1.7	ALCANTARILLAS TMC D=24"	ml	334.53
5.1.8	EMBOQUILLADO DE PIEDRA DE CONCRETO $F'C= 175 \text{ KH/CM}^2$	m2	231.20
5.2	<b>BADENES</b>		
5.2.1	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	480.00
5.2.2	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	431.64
5.2.3	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	539.55
5.2.4	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	100.80
5.2.5	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	147.19
5.2.6	LOSA DE CONCRETO $F'_c= 210 \text{ kh/cm}^2 + 30 \text{ P.M.}$	m3	86.40
5.2.7	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO $F'C=175 \text{ KG/CM}^2$	m3	105.60
5.2.8	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	120.00
5.3	<b>CUNETAS REVESTIDAS CON EMBOQUILLADO DE PIEDRA</b>		
5.3.1	TRAZO Y REPLANTEO	KM	8.86
5.3.2	PERFILADO Y COMPACTACIÓN MANUAL	m2	8594.20
5.3.3	CONFORMACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C:A 1:5 +PIEDRA GRANDE	m2	8594.20
5.3.4	JUNTAS DE DILATACIÓN EN 1" EN CUNETAS (@ 3 m)	m	2865.38

**Tabla. 115.** Resumen de Metrados.

## RESUMEN DE METRADOS

TESIS: "DISEÑO DE LA CARRETERA PARA UNIR EL DISTRITO DE LLAMA CON EL CASERÍO DE SAN ANTONIO, DISTRITO DE LLAMA, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018"

5	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
5.1	<b>ALCANTARILLAS</b>		
5.1.1	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	1998.72
5.1.2	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	756.25
5.1.3	RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS	m3	182.17
5.1.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	574.07
5.1.5	CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ PARA ESTRUCTURAS	m3	219.30
5.1.6	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	m2	894.68
5.1.7	ALCANTARILLAS TMC D=24"	ml	334.53
5.1.8	EMBOQUILLADO DE PIEDRA DE CONCRETO $F'C = 175 \text{ KH/CM}^2$	m2	231.20
5.2	<b>BADENES</b>		
5.2.1	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	480.00
5.2.2	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	431.64
5.2.3	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	539.55
5.2.4	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	100.80
5.2.5	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	m2	147.19
5.2.6	LOSA DE CONCRETO $F'_c = 210 \text{ kh/cm}^2 + 30 \text{ P.M.}$	m3	86.40
5.2.7	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO $F'C = 175 \text{ KG/CM}^2$	m3	105.60
5.2.8	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	120.00
5.3	<b>CUNETAS REVESTIDAS CON EMBOQUILLADO DE PIEDRA</b>		
5.3.1	TRAZO Y REPLANTEO	KM	8.86
5.3.2	PERFILADO Y COMPACTACIÓN MANUAL	m2	8594.20
5.3.3	CONFORMACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C:A 1:5 +PIEDRA GRANDE	m2	8594.20
5.3.4	JUNTAS DE DILATACIÓN EN 1" EN CUNETAS (@ 3 m)	m	2865.38

**Tabla. 116.** Resumen de Metrados.

## RESUMEN DE METRADOS

TESIS: "DISEÑO DE LA CARRETERA PARA UNIR EL DISTRITO DE LLAMA CON EL CASERÍO DE SAN ANTONIO, DISTRITO DE LLAMA, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018"

<b>6</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>		
6.1	TRAZO Y REPLANTEO	KM	8.34
6.2	SEÑALES DE RESTRICCIÓN	und	10.00
6.3	SEÑALES PREVENTIVAS	und	141.00
6.4	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00
6.5	POSTES KILOMÉTRICOS	und	10.00
6.6	GUARDAVÍAS	m	149.14
<b>7</b>	<b>MEDIO AMBIENTE</b>		
7.1	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL		
7.1.1	PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	GLB	1.00
7.2	PROGRAMA DE COBERTURA VEGETAL		
7.2.1	REVEGETACIÓN	m2	33360.84
7.2.2	RIEGO PERMANENTE	m2	58381.47
7.3	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA	GLB	1.00
7.4	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE	GLB	1.00
7.5	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA	GLB	1.00
7.6	PROGRAMA DE ABANDONO		
7.6.1	RESTAURACIÓN DE AREA DE CAMPAMENTO	m2	250.00
7.6.2	ACONDICIONAMIENTO DE CANTERAS	m3	21163.31
7.6.3	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m2	42800.00
<b>8</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>		
8.1	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	GLB	1.00
8.2	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	GLB	1.00
8.3	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	1.00
8.4	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS	GLB	1.00
<b>9</b>	<b>COSTES DE CALIDAD</b>		
9.1	ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO	GLB	1.00
<b>10</b>	<b>FLETE TERRESTRE</b>		
10.1	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES	GLB	1.00

**Tabla. 117.** Resumen de Metrados.

## 4.14 Presupuesto

### 4.14.1 Cálculo de costos unitarios

En este apartado procedemos a calcular los costos unitarios para las diferentes partidas globales del presupuesto, así como el cálculo de rendimientos para las partidas eliminación de material excedente, transporte de material granular y transporte de agua, ya que estos deben ser calculados en función a la distancia media desde el punto de extracción y por ende el costo unitario del afirmado y del insumo agua. De igual manera calculamos el costo de la eliminación de material excedente en función a la distancia media.

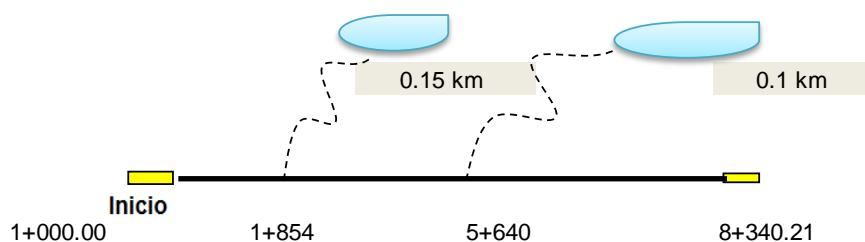
#### Cálculo del costo del insumo agua

Para determinar el costo del insumo se consideró 100 lts por m<sup>3</sup> de afirmado, el necesario para la obra. En la siguiente tabla podemos observar el volumen de agua necesario por tramos de acuerdo a su volumen de afirmado que necesita cada tramo.

TRAMO Inicio	TRAMO Fin	VOLUMEN AFIRMADO (m <sup>3</sup> )	Litros Agua por volumen afirmado (lts)	VOLUMEN AGUA (m <sup>3</sup> )
0+000.000	1+000.000	2567.61	256761.50	256.76
1+000.000	2+000.000	2493.39	249338.73	249.34
2+000.000	3+000.000	2570.99	257099.46	257.10
3+000.000	4+000.000	2533.52	253352.07	253.35
4+000.000	5+000.000	2452.57	245256.95	245.26
5+000.000	6+000.000	2528.69	252868.52	252.87
6+000.000	7+000.000	2421.66	242166.07	242.17
7+000.000	8+340.210	3520.29	352028.66	352.03

**Tabla. 118.** Cálculo del agua que necesitamos por volumen de afirmado.

Seguidamente calculamos la distancia media del agua de acuerdo a nuestras fuentes ubicadas a 0.15 km de la progresiva 1+854 y a 0.10 km de la progresiva 5+640, a continuación se muestran los resultados del cálculo de distancia media.



TRAMO Fin	VOLUMEN AGUA (m3)	LONGITUD DE TRAMO (Km)	DISTANCIA MEDIA DEL TRAMO	DIST. DE FUENTE AGUA	ACCESO A FUENTE	DISTANCIA MEDIA TOTAL	LITROS X DIST. MEDIA
1+000.000	256.76	1.00	0.50	0.15	0.00	0.65	166.89
2+000.000	249.34	1.00	0.50	0.15	0.00	0.65	162.07
3+000.000	257.10	1.00	0.50	0.15	0.00	0.65	167.11
4+000.000	253.35	1.00	0.50	0.15	0.00	0.65	164.68
5+000.000	245.26	1.00	0.50	0.10	0.00	0.60	147.15
6+000.000	252.87	1.00	0.50	0.10	0.00	0.60	151.72
7+000.000	242.17	1.00	0.50	0.10	0.00	0.60	145.30
8+340.210	352.03	1.34	0.67	0.10	0.00	0.77	271.10
	2108.87					Sumatoria:	1376.03

$$D_m = \frac{1376.03}{2108.87}$$

$$D_m = 0.65$$

**Tabla. 119.** Cálculo de la distancia media para el transporte del agua.

Ya teniendo la distancia media, procedemos a calcular el rendimiento para el transporte del agua desde las fuentes que se considero más relevantes en el proyecto. Para ello se tuvo en cuenta el ciclo de trabajo de un camión cisterna. Los resultados se detallan a continuación:

**Ciclo Cisterna** 7.57 m3 (2000 gln)  
**Distancia media** 0.650 Km

**Velocidad cargado:** 30 Km./H  
**Velocidad descargado:** 40 Km./H

**Tiempo Recorrido Cargado** 1.30 '  
**Tiempo Recorrido Descargado** 0.98 '  
**Tiempo de llenado y Descarga** 25 ' ... (Tiempo de maniobra)  
**Tiempo total de un ciclo de trabajo** 27.28 '

**Tiempo Efectivo (90%) 8hx60'** 432.00 Min. Netos diarios

**Número de Ciclos por Día:** 15.84 **Número de viajes**

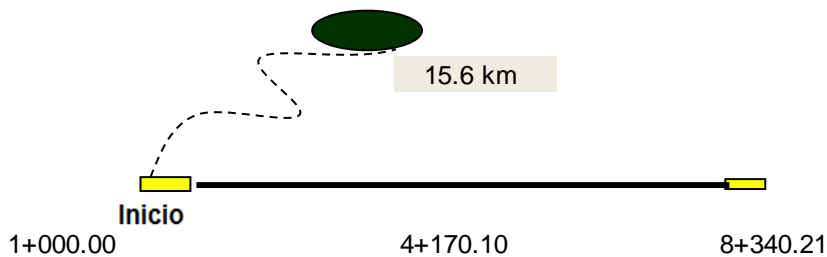
**Vol. Transportado x día -->** Nro. ciclos x Cap.Cisterna **Rdmtó:** 119.91 m3/día  
 15.8386801099908 x 7.57082

Finalmente calculamos el costo del agua transportado por m3, teniendo en cuenta el rendimiento y los resultados se detallan a continuación.

COSTO:		TRANSPORTE DE AGUA DESDE LAS FUENTES			RDMTO:	119.91	m3/día
RECURSOS	CUADRILLA	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL	
Peon	1	HH	0.06672	15.79	1.053		
Cisterna 2000 gln (7.57 m3) 145 - 165 HP	2	HM	0.13343	165.87	22.132		
						22.132	
						<b>COSTO DIRECTO:</b>	<b>22.132</b>

### Cálculo del costo del insumo afirmado

Para determinar el costo del insumo afirmado primero calculamos la distancia media en función a la distancia de la cantera a explotar y a los tramos de kilometrajes y sus volúmenes respectivos, los resultados se muestran a continuación.



TRAMO	TRAMO	VOLUME N AFIRMAD O	LONGITU D DE TRAMO	DISTANCI A MEDIA DEL TRAMO	DIST. DE CANTER A	ACCESO A CANTER A	DISTANCI A MEDIA TOTAL	VOLUME N X DIST. MEDIA
Inicio	Fin	(m3)	(Km)					
0+000.000	1+000.000	2567.61	1.00	0.50	15.6	0.10	16.20	41595.36
1+000.000	2+000.000	2493.39	1.00	0.50	15.6	0.10	16.20	40392.87
2+000.000	3+000.000	2570.99	1.00	0.50	15.6	0.10	16.20	41650.11
3+000.000	4+000.000	2533.52	1.00	0.50	15.6	0.10	16.20	41043.04
4+000.000	5+000.000	2452.57	1.00	0.50	15.6	0.10	16.20	39731.63
5+000.000	6+000.000	2528.69	1.00	0.50	15.6	0.10	16.20	40964.70
6+000.000	7+000.000	2421.66	1.00	0.50	15.6	0.10	16.20	39230.90
7+000.000	8+340.210	3520.29	1.34	0.67	15.6	0.10	16.37	57627.46
Sumatoria:		21088.72					Sumatoria :	342236.08

$$Dm = \frac{342236.0}{21088.72}$$

$$Dm = 16.23$$

**Tabla. 120.** Cálculo de la distancia media para el transporte del afirmado.

Ya teniendo la distancia media, se procede a calcular el rendimiento para el transporte del afirmado en función a la capacidad de un volquete de 15 m3. Los resultados se detallan a continuación.

Cap. Volquete: 15 m3  
 Distancia media 16.230 Km

Velocidad cargado: 30 Km./H  
 Velocidad descargado: 40 Km./H

Tiempo Recorrido Cargado 32.46 '  
 Tiempo Recorrido Descargado 24.35 '  
 Tiempo de Carga y Descarga 4.61 ' ... (Tiempo de maniobra)  
 Tiempo total de un ciclo de trabajo 61.42 '

Tiempo Efectivo (90%) 8hx60' 432.00 Min. Netos diarios

Número de Ciclos por Día: 7.03 Número de viajes

Vol. Transportado x día --> Nro. ciclos 7.0341121875763 x Cap. Volq 15 **Rdmtó: 105.51** m3/día

Seguidamente procedemos a calcular el costo del afirmado por m3, para ello se tuvo en cuenta la extracción con equipo de cantera, el zarandeo con equipo, el carguío de material de cantera y el transporte del material desde la cantera, para el cual debemos tener en cuenta el rendimiento calculado anteriormente.

SUB PARTIDA:		A) EXTRACCION C/EQUIPO CANTERA				RDMTO:	400.000	M3
RECURSOS	CUADRILLA	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	284.79	SUBTOTAL	TOTAL	
TRACTOR SOBRE ORUGAS D6 -D	1	HM	0.02000			5.696		
PEON	2	HH	0.04000	15.79		0.632	5.696	
HERRAMIENTAS (% MANO DE OBRA )		%	0.03000	0.63		0.019	0.632	
							<b>COSTO DIRECTO:</b>	<b>6.346</b>

SUB PARTIDA		B) ZARANDEO C/EQUIPO				RDMTO:	620.000	M3
RECURSOS	CUADRILLA	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	52.05	SUBTOTAL	TOTAL	
ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"X14 (MOTOR ELÉCTRICO 15 HP)	1	HM	0.01290			0.672		
CARGADOR FRONTAL S/LL 2.50Y3 100-125HP	1	HM	0.01290	172.02		2.220	2.891	
PEON	2	HH	0.02581	15.79		0.407	0.407	
HERRAMIENTAS (% MANO DE OBRA )		%	0.03000	0.41		0.012	0.012	
							<b>COSTO DIRECTO:</b>	<b>3.311</b>

SUB PARTIDA:		C) CARGUIO MATERIAL DE CANTERA				RDMTO:	600.000	M3
RECURSOS	CUADRILLA	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	172.02	SUBTOTAL	TOTAL	
CARGADOR FRONTAL S/LL 2.50Y3 100-125HP	1	HM	0.01333			2.294		
Peon	1	HH	0.01333	15.79		0.211	2.504	
							<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>2.504</b>

SUB PARTIDA:

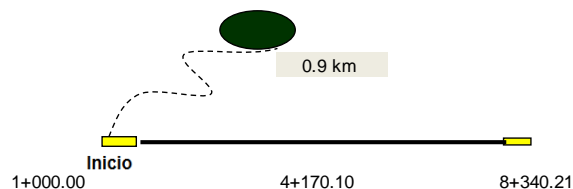
**D) TRANSPORTE MATERIAL DE CANTERA**

RECURSOS	CUADRILLA	UNIDAD	CANTIDAD	RDMTO:	105.512	M3
CAMION VOLQUETE 15 M3 (6x4) 330HP	5	HM	0.37910	P. UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
				120.00	45.493	45.493
<b>COSTO DIRECTO:</b>						<b>45.493</b>
<b>TOTAL:</b>						<b>57.654</b>

PARTIDA: 03.01.00	AFIRMADO e=0.30M.	Agua: 100 lt x m3	Rendimiento: 450 m3/día	Esponjamiento: 20%	RDMTO:	450.000	M3
RECURSOS	CUADRILLA	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL	
CAMION CISTERNA 2000GL. 145-165 HP	1	HM	0.01778	165.87	2.949		
MOTONIVELADORA 125 HP	1	HM	0.01778	181.91	3.234		
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 70 - 100 HP (7-9 Tn)	1	HM	0.01778	110.40	1.963		
OFICIAL	1	HH	0.01778	17.52	0.311	8.145	
PEON	6	HH	0.10667	15.79	1.684		
HERRAMIENTAS (% MANO DE OBRA)		%	0.03000	2.00	0.060	1.996	
AFIRMADO		M3	1.20000	57.65	69.185	0.060	
Agua		M3	0.10000	22.13	2.213		
<b>COSTO DIRECTO:</b>						<b>81.599</b>	

### Cálculo del costo del Botadero

Para determinar el costo de eliminación de material excedente primero calculamos la distancia media en función a la distancia del botadero a utilizar y a los tramos de kilometrajes y sus volúmenes respectivos, los resultados se muestran a continuación.



TRAMO	TRAMO	VOLUMEN EXCEDENTE (m3)	LONGITUD DE TRAMO (Km)	DISTANCIA MEDIA DEL TRAMO	DIST. DE BOTADERO	ACCESO A BOTADERO	DISTANCIA MEDIA TOTAL	VOLUMEN X DIST. MEDIA
Inicio	Fin							
0+000.000	1+000.000	8758.52	1.00	0.50	0.9	0.09	1.49	13050.20
1+000.000	2+000.000	8068.42	1.00	0.50	0.9	0.09	1.49	12021.94
2+000.000	3+000.000	18843.71	1.00	0.50	0.9	0.09	1.49	28077.12
3+000.000	4+000.000	31911.29	1.00	0.50	0.9	0.09	1.49	47547.82
4+000.000	5+000.000	39865.20	1.00	0.50	0.9	0.09	1.49	59399.15
5+000.000	6+000.000	19162.84	1.00	0.50	0.9	0.09	1.49	28552.63
6+000.000	7+000.000	53033.12	1.00	0.50	0.9	0.09	1.49	79019.35
7+000.000	8+340.210	32495.60	1.34	0.67	0.9	0.09	1.66	53946.11
Sumatoria:		212138.70					Sumatoria:	321614.33

$$Dm = \frac{321614.33}{212138.70}$$

**Dm = 1.52**

Ya teniendo la distancia media, se procede a calcular el rendimiento para el transporte del material excedente en función a la capacidad de un volquete de 15 m<sup>3</sup>. Los resultados se detallan a continuación.

<b>Cap. Volquete:</b>	15	m <sup>3</sup>
<b>Distancia media:</b>	1.520	Km
<b>Velocidad cargado:</b>	30	Km./H
<b>Velocidad descargado:</b>	40	Km./H
<b>Tiempo Recorrido Cargado</b>	3.04	'
<b>Tiempo Recorrido Descargado</b>	2.28	'
<b>Tiempo de Carga y Descarga</b>	4.61	'
<b>Tiempo total de un ciclo de trabajo</b>	9.93	'
		... (Tiempo de maniobra)
<b>Tiempo Efectivo (90%) 8hx60'</b>	432.00	Min. Netos diarios
<b>Número de Ciclos por Día:</b>	43.50	Número de viajes
<b>Vol. Transportado x día --&gt;</b>	Nro. ciclos 43.5045317220544	x Cap.Volq 15
		<b>Rdmtó:</b> 652.57 m <sup>3</sup> /día

Seguidamente procedemos a calcular el costo de la eliminación del material excedente, para ello se tuvo en cuenta el carguío de material excedente y el transporte del material excedente al botadero, para el cual debemos tener en cuenta el rendimiento calculado anteriormente.

SUB PARTIDA:		A) CARGUIO MATERIAL EXCEDENTE				RDMTO:	600.000	M3
RECURSOS	CUADRILLA	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL		
CARGADOR FRONTAL S/LL 2.50Y3 100-125HP	1	HM	0.01333	172.02	2.294			
Peon	1	HH	0.01333	15.79	0.211	2.504		
						<b>COSTO DIRECTO:</b>	<b>2.504</b>	
SUB PARTIDA:		B) TRANSPORTE MATERIAL EXCEDENTE				RDMTO:	652.568	M3
RECURSOS	CUADRILLA	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL		
CAMION VOLQUETE 15 M3.	4	HM	0.04904	120.00	5.884			
						<b>COSTO DIRECTO:</b>	<b>5.884</b>	
						<b>TOTAL:</b>	<b>8.389</b>	

Rendimiento: 700 m3/día

RECURSOS	CUADRILLA	UNIDAD	CANTIDAD	RDMTO: P. UNIT.	700.000 SUBTOTAL	M3 TOTAL
OFICIAL	1	HH	0.01143	17.52	0.200	
PEON	4	HH	0.04571	15.79	0.722	
HERRAMIENTAS (% MANO DE OBRA )		%	0.03000	0.92	0.028	0.922
MATERIAL EXCEDENTE		M3	1.00000	8.39	8.389	0.028
					<b>COSTO DIRECTO:</b>	<b>9.338</b>

## DESAGREGADO DE MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN

UND	TIPO DE VEHICULO		PESO KG.	DISTRIBUCION DE PESOS		
	A MOVILIZAR Y DESMOVILIZAR			EN	EN	EN EQUIPO
				TRAYLER	PLATAFORMA	PROPIO
1	Cargadores Sobre LLantas		18,585		18.59	
1	Rodillo Vib.Liso Autop.		7,300		7.30	
1	Motoniveladora	ok	13,540		13.54	
1	Tractor de Orugas 190-240 HP		20,520		20.52	
1	Compresora Neumática		2,000			2.00
1	Martillo Neumático		24			0.02
1	Compactador Vibratorio		95			0.10
1	Motobomba de 4"		135			0.14
1	Mezcladora de Concreto		2,200			2.20
1	Equipo de Soldar		90			0.09
1	Retroexcavadora s/llantas	ok	9,000			9.00
	<b>TOTALES</b>			<b>0.00</b>	<b>60.00</b>	<b>14.00</b>

Tabla. 121. Determinación de la distribución por pesos del equipo a utilizar.

TIPO DE VEHICULO DE CARGA	CAPACIDAD	PESO CARGA	Nº DE
	EFEC. PESO	EQUIPOS	VIAJES
SEMI - TRAYLER ( 6 x 4 - 330 HP - 40 Ton )	40	0.00	0
PLATAFORMA ( 6 x 4 - 300 HP - 19 Ton )	19	60.00	4
VOLQUETE ( 6 x 4 - 330 HP - 15 m3 )	22	14.00	1

Tabla. 122. Número de viajes por tipo de vehículo de carga.

TIPO DE VEHICULO	DISTANCIA (Km)	VELOCIDAD (km/hr)	Nº DE HORAS DE VIAJE
CISTERNA	119.00	30.00	4.00
VOLQUETE	119.00	30.00	4.00
PLATAFORMA	119.00	30.00	4.00

Tabla. 123. Cálculo del tiempo en función a la distancia.

Nº VIAJES	TIPO DE VEHICULO	Nº DE HORAS/ VIAJE	COSTO EN SOLES		COSTO EN DOLARES	
			ALQUILER / HORA	SUB_TOTAL	ALQUILER / DIA	SUB_TOTAL
1	CISTERNA	4.00	163.00	652.00	0.00	0.00
1	VOLQUETE	4.00	163.00	652.00	0.00	0.00
4	PLATAFORMA	4.00	250.00	4,000.00	0.00	0.00
<b>TOTAL=</b>				<b>5,304.00</b>		<b>0.00</b>

**Tabla. 124.** Costo de la movilización y desmovilización de equipos.

MONTO MOVILIZACION	S/.	5,304.00
MONTO DESMOVILIZACION	S/.	5,304.00
SEGUROS ( 5.00 % )	S/.	530.00
<b>TOTAL DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION</b>		<b>11,138.00</b>

**Tabla. 125.** Movilización y desmovilización de equipos.

#### 4.14.2 Desagregado de gastos generales

MONTO DEL COSTO DIRECTO DEL PRESUPUESTO BASE: S/.

7,090,561.10

PORCENTAJE CD 100%

RESUMEN DE ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES					
Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio unitario S/.	Valor total S/.
<b>I</b>	<b>GASTOS GENERALES FIJOS</b>				
1	Análisis de gastos generales fijos	Glb.	1.00	87759.79	87,759.79
<b>II</b>	<b>GASTOS GENERALES VARIABLES</b>				
1	Análisis de gastos generales variables	Glb.	1.00	597,020.10	597,020.10
<b>TOTAL GASTOS GENERALES S/.</b>					<b>684,779.89</b>

RELACIÓN DE COSTO DIRECTO Y COSTO INDIRECTO			9.66%
* Costo directo	S/.	7,090,561.10	
* Costo indirecto	S/.	684,779.89	
<b>Relación de costo directo/costo indirecto</b>	<b>%</b>	<b>9.66%</b>	

**ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES  
GASTOS GENERALES FIJOS**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD DESCRIPCIÓN	DURACIÓN DEL PROYECTO	PRECIO UNITARIO S/.	VALOR TOTAL S/.
<b>1.00</b>	<b>Campamento, oficina y almacén</b>					
1	Construcción de campamento	m2	250.00	1.00	165.00	41,250.00
2	Compra de mobiliario	Glb.	1.00	1.00	800.00	800.00
3	Alquiler de vivienda para ingenieros y técnicos.	Glb.	1.00	8.00	500.00	4,000.00
<b>2.00</b>	<b>Liquidación de obra</b>					
1	Copias varias	est.	1.00	1.00	400.00	400.00
2	Copias de planos	est.	1.00	1.00	500.00	500.00
3	Embalajes	est.	1.00	1.00	1,000.00	1,000.00
4	Servicios para oficina	Glb.	1.00	1.00	500.00	500.00
6	Llamadas telefónicas y servicios, liquidación de obra	Glb.	1.00	1.00	400.00	400.00
<b>3.00</b>	<b>Seguros</b>					
1	Riesgo de ingeniería (0.20% del presupuesto referencial)	Glb.	1.00	0.20%	7,090,561.10	14,181.12
2	Responsabilidad frente a terceros (0.20% del monto asegurado)	Glb.	1.00	0.20%	1,418,112.22	2,836.22
3	Emisión de la póliza	Glb.	1.00	100.00%	1,500.00	1,500.00
<b>4.00</b>	<b>Impuestos</b>					
1	Impuesto a las transacciones financieras I.T.F.	Glb.	1.00	0.08%	7,090,561.10	5,672.45
2	Sencico (Del total sin IGV)	Glb.	1.00	0.20%	7,090,561.10	14,181.12
<b>5.00</b>	<b>Gastos diversos</b>					
1	Gastos legales	Glb.	1.00	1.00	538.88	538.88
<b>Total de gastos generales fijos S/.</b>						<b>87,759.79</b>

**ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES  
GASTOS GENERALES VARIABLES**

Item	Descripción	Und.	Cant.	Descripción	Cant. Unidad	Precio unitario S/.	Valor total S/.
<b>1.00</b>	<b>Mano de obra indirecta</b>						
<b>A</b>	<b>Personal profesional</b>						
1	Ing. Residente de obra	Mes	1.00		8.50	5,500.00	46,750.00
3	Ing. De mantenimiento de equipo mecánico	Mes	1.00		8.00	4,000.00	32,000.00
2	Ing. Asistente de obra	Mes	1.00		8.50	3,500.00	29,750.00
<b>B</b>	<b>Personal Técnico</b>						
1	Topógrafo seguimiento y control topográfico	Mes	1.00		8.00	1,500.00	12,000.00
2	Técnico laboratorista	Mes	1.00		8.00	1,500.00	12,000.00
3	Ayudante de topografía	Mes	2.00		8.00	1,200.00	19,200.00
<b>C</b>	<b>Personal auxiliar</b>						
1	Administrador - contador	Mes	1.00		8.00	4,000.00	32,000.00
2	Electricista	Mes	1.00		8.00	1,500.00	12,000.00
3	Secretaria	Mes	1.00		8.00	1,200.00	9,600.00
4	Almacenero	Mes	1.00		8.00	1,200.00	9,600.00
5	Guardián	Mes	2.00		8.00	700.00	11,200.00
<b>2.00</b>	<b>Pago de beneficios</b>						
1	Asignación familiar (10% de RMV)	Glb.	1.00		1.00	12,741.00	12,741.00
2	ESSALUD (9% P. Unit. - Aporta el empleador)	Glb.	1.00		1.00	20,349.00	20,349.00
4	S.C.T.R. (3.0% P. Unit.+IGV - Aporta el empleador)	Glb.	1.00		1.00	8,071.77	8,071.77
5	C.T.S. (12.00% P. Unit.)	Glb.	1.00		1.00	34,689.79	34,689.79
6	Vacaciones (11.54% de (P. Unit.+ Asig. Fam.))	Glb.	1.00		1.00	27,561.95	27,561.95
7	Gratificación (22.22% PUnit.)	Glb.	1.00		1.00	50,239.42	50,239.42
<b>3.00</b>	<b>Movilización de personal</b>						
1	Personal profesional	Vje	1.00		8.00	20.00	160.00
2	Personal técnico	Vje	1.00		14.00	20.00	280.00
<b>4.00</b>	<b>Vestuario e implementos de seguridad</b>						
1	Seguridad en la construcción (cascos, respiradores, mamelucos, guantes, etc.)	Est.	1.00		8.00	1,000.00	8,000.00
<b>5.00</b>	<b>Alimentación</b>						
1	Empleados (uniformizado para las obras por administración directa)	Und	11.00		8.00	184.00	16,192.00
<b>6.00</b>	<b>Vehículos</b>						
1	Camioneta 4x2 para la obra	Mes	1.00		8.00	3,500.00	28,000.00
2	Combustible	Glb	1.00		8.00	2,500.00	20,000.00
<b>7.00</b>	<b>Otros</b>						
1	Provisionales p/eventualidades	Glb	1.00		8.00	1,500.00	12,000.00
2	Otros servicios de terceros	Glb	1.00		1.00	1,500.00	1,500.00
3	Estación, nivel y otros	Glb.	1.00		8.00	1,500.00	12,000.00
<b>8.00</b>	<b>Materiales de limpieza</b>						
1	Materiales de limpieza	Mes	1.00		8.00	100.00	800.00
<b>9.00</b>	<b>Asistencia médica</b>						
1	Asistencia médica externa y medicina en el campamento	Glb	1.00		8.00	500.00	4,000.00
<b>10.00</b>	<b>Servicios públicos</b>						
1	servicio de energía eléctrica	Mes	1.00		8.00	150.00	1,200.00
2	Servicio de agua	Mes	1.00		8.00	25.00	200.00
3	Teléfono y fax	Mes	1.00		8.00	600.00	4,800.00
4	Servicio de internet	Mes	1.00		8.00	120.00	960.00
<b>11.00</b>	<b>Materiales, equipos y servicios</b>						
1	Alquiler de computadoras e impresora	Und	2.00		8.00	500.00	8,000.00
2	Materiales de escritorio	Mes	1.00		8.00	400.00	3,200.00
3	Estación, nivel y otros	Glb.	1.00		8.00	1,500.00	12,000.00
4	Fotocopias, fotos y revelados	Mes	1.00		8.00	250.00	2,000.00
5	Servicios de control de calidad	Mes	1.00		8.00	2,000.00	16,000.00
6	Alquiler de oficina de enlace	Mes	1.00		9.00	500.00	4,500.00
<b>12.00</b>	<b>Gastos financieros</b>						
1	Garantía de la seriedad de la propuesta (Carta Fianza MC= 1% MC)	Global	1.00			319.08	319.08
2	Garantía de fiel cumplimiento de contrato (Carta Fianza MC=10% MC)	Global	1.00			9,572.26	9,572.26
3	Garantía del Adelanto en efectivo (Carta fianza=20% MC)	Global	1.00			17,017.35	17,017.35
4	Garantía del adelanto por materiales (Carta fianza=fp% MC)	Global	1.00			34,034.69	34,034.69
5	Garantía por beneficios sociales (Carta fianza=MO)	Global	1.00			531.79	531.79
<b>Total de gastos generales variables S/:</b>							<b>597,020.10</b>

## CÁLCULO DE REMUNERACIONES POR TRABAJADOR

PERSONAL TÉCNICO ADMINISTRATIVO	Meses	Precio unitario	Asignación familiar	ESSALUD	SCTR	CTS	Vacaciones	Gratificaciones	Total a pagar por mes
Ing. Residente de obra	8.50	5,500.00	93.00	495.00	196.35	817.81	645.43	1,222.10	8,969.69 (**)
Ing. De mantenimiento de equipo mecánico	8.00	4,000.00	93.00	360.00	142.80	597.82	472.33	888.80	6,554.75 (**)
Ing. Asistente de obra	8.50	3,500.00	93.00	315.00	124.95	524.48	414.63	777.70	5,749.76 (**)
Topógrafo seguimiento y control topográfico	8.00	1,500.00	93.00	135.00	53.55	231.16	183.83	333.30	2,529.84 (**)
Técnico laboratorista	8.00	1,500.00	93.00	135.00	53.55	231.16	183.83	333.30	2,529.84 (**)
Ayudantes de topografía(02x1000)	8.00	1,200.00	186.00	108.00	42.84	198.32	159.94	266.64	2,161.74 (**)
Administrador - contador	8.00	4,000.00	93.00	360.00	142.80	597.82	472.33	888.80	6,554.75 (**)
Electricista	8.00	1,500.00	93.00	135.00	53.55	231.16	183.83	333.30	2,529.84 (**)
Secretaria	8.00	1,200.00	93.00	108.00	42.84	187.16	149.21	266.64	2,046.85 (**)
Almacenero	8.00	1,200.00	93.00	108.00	42.84	187.16	149.21	266.64	2,046.85 (**)
Guardián (02x700)	8.00	700.00	186.00	63.00	24.99	124.98	102.24	155.54	1,356.75 (**)
	<b>MENSUAL</b>	25,800.00	1,209.00	2,322.00	921.06	3,929.03	3,116.81	5,732.76	
	<b>TOTAL</b>	226,100.00	12,741.00	20,349.00	8,071.77	34,689.79	27,561.95	50,239.42	

**GASTOS FINANCIEROS**

**1 GARANTIA DE LA SERIEDAD DE LA PROPUESTA**

Tasa:	1.00% MC	Comisión del Banco :	0.15%	
		Período (Meses) :	3.00	
		Monto de la Carta Fianza		70,905.61
		Comisión del Banco		319.08
Monto contrato:	S/.	7,090,561.10		<b>Costo Financiero : 319.08</b>

**2 GARANTIA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO**

Tasa:	10.00% MC	Comisión del Banco :	0.15%	
		Período (Meses) :	9.00	
		Monto de la Carta Fianza		709,056.11
		Comisión del Banco		9,572.26
Monto contrato:	S/.	7,090,561.10		<b>Costo Financiero : 9,572.26</b>

**3 GARANTIA DEL ADELANTO DIRECTO**

Tasa:	20.00% MC	Comisión del Banco :	0.15%	
		Período Neto :	8.00 Meses	
		Monto de la Carta Fianza		1,418,112.22
		Comisión del Banco		17,017.35
		Carta Fianza renovable cada :	3 Meses	
Monto contrato:	S/.	7,090,561.10		<b>Costo Financiero : 17,017.35</b>

**4 GARANTIA DEL ADELANTO MATERIALES**

Tasa:	40.00% MC	Comisión del Banco :	0.15%	
		Período Neto :	8.00 Meses	
		Monto de la Carta Fianza		2,836,224.44
		Comisión del Banco		34,034.69
		Carta Fianza renovable cada :	3 Meses	
Monto contrato:	S/.	7,090,561.10		<b>Costo Financiero : 34,034.69</b>

**5 GARANTIA DE LOS BENEFICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES**

Porc:	2.50%	Comisión del Banco :	0.15%	
		Período (Meses) :	2.00	
		Monto de la Carta Fianza		177,264.03
		Comisión del Banco		531.79
Monto contrato:	S/.	7,090,561.10		<b>Costo Financiero : 531.79</b>

**Sub-Total : S/ 61,475.16**

## 4.14.3 Resumen del Presupuesto

S10

Página

1

### Presupuesto

Presupuesto	0201001	DISEÑO DE LA CARRETERA PARA UNIR EL DISTRITO DE LLAMA CON EL CASERÍO DE SAN ANTONIO, DISTRITO DE LLAMA, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018		
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE LA CARRETERA PARA UNIR EL DISTRITO DE LLAMA CON EL CASERÍO DE SAN ANTONIO, DISTRITO DE LLAMA, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018		
Cliente	Risco Gutiérrez, Pedro Guillermo		Costo al	23/05/2018
Lugar	CAJAMARCA - CHOTA - LLAMA			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>55,232.37</b>
01.01	CARTEL DE OBRA 2.40 x 4.80	und	1.00	956.74	956.74
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION MAQUINARIA	glb	1.00	12,902.00	12,902.00
01.03	CAMPAMENTO	glb	1.00	2,100.00	2,100.00
01.04	LIMPIEZA y DEFORESTACIÓN	ha	13.34	2,944.05	39,273.63
02	<b>EXPLANACIONES</b>				<b>3,172,070.83</b>
02.01	TRAZO Y REPLANTEO CARRETERA LLAMA- SAN ANTONIO	km	8.34	1,298.44	10,828.99
02.02	CORTE DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO	m3	221,936.59	3.74	830,042.85
02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	45,154.34	7.32	330,529.77
02.04	PERFILADO Y COMPACTADO DE BANQUETAS DE CORTE	m2	4,411.26	3.83	16,895.13
02.05	CONFORMACIÓN DE BANQUETAS DE RELLENO	m2	371.88	6.45	2,398.63
02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	212,138.70	9.34	1,981,375.46
03	<b>PAVIMENTO</b>				<b>2,541,178.24</b>
03.01	TRAZO Y REPLANTEO CARRETERA LLAMA- SAN ANTONIO	km	8.34	1,298.44	10,828.99
03.02	PERFILADO Y COMPACTACION SUB-RASANTES ZONAS CORTE	m2	57,539.77	1.66	95,516.02
03.03	AFIRMADO PUESTO EN OBRA Y CONFORMACIÓN E= 0.30 m	m3	21,088.72	81.60	1,720,839.55
03.04	TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON ADITIVO TERRAZyme	m3	19,090.74	37.40	713,993.68
04	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>892,141.13</b>
04.01	<b>ALCANTARILLAS TMC 24"</b>				<b>249,251.45</b>
04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	1,998.72	5.52	11,032.93
04.01.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	756.25	5.98	4,522.38
04.01.03	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	182.17	39.56	7,206.65
04.01.04	ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	574.07	28.00	16,073.96
04.01.05	CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ PARA ESTRUCTURAS	m3	219.30	367.66	80,627.84
04.01.06	ENCOFRADA Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	894.68	38.73	34,650.96
04.01.07	ALCANTARILLA DE TUBERIA TMC $\phi=24"$	m	334.53	243.24	81,371.08
04.01.08	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.10m	m2	231.20	59.54	13,765.65

04.02	<b>BADENES DE CONCRETO <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>				<b>88,091.69</b>
04.02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	480.00	5.52	2,649.60
04.02.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	431.64	5.98	2,581.21
04.02.03	ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	539.55	28.00	15,107.40
04.02.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	100.80	57.54	5,800.03
04.02.05	ENCOFRADA Y DESENCOFRAO NORMAL	m2	147.19	38.73	5,700.67
04.02.06	LOSA DE CONCRETO $f_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ 30% P.M.	m3	86.40	397.53	34,346.59
04.02.07	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO $f_c = 175 \text{ KG/CM}^2$	m3	105.60	194.32	20,520.19
04.02.08	JUNTAS DE DILATACION	m	120.00	11.55	1,386.00
04.03	<b>CUNETAS REVESTIDAS CON EMBOQUILLADO DE PIEDRA</b>				<b>564,797.99</b>
04.03.01	TRAZO Y REPLANTEO CARRETERA LLAMA- SAN ANTONIO	km	8.86	1,298.44	11,504.18
04.03.02	PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL	m	8,860.00	5.35	47,401.00
04.03.03	COLOCACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C:A 1:5 + PIEDRA GRANDE	m2	8,594.20	53.85	462,797.67
04.03.04	JUNTAS DE DILATACION	m	2,865.38	11.55	33,095.14
05	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>188,688.81</b>
05.01	TRAZO Y REPLANTEO CARRETERA LLAMA- SAN ANTONIO	km	8.34	1,298.44	10,828.99
05.01.01	<b>SEÑALIZACION DE RESTRICCIÓN</b>				<b>10,231.50</b>
05.01.01.01	SEÑALES DE RESTRICCIÓN	und	10.00	228.39	2,283.90
05.01.01.02	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SEÑALES	und	10.00	665.07	6,650.70
05.01.01.03	BASE DE CONCRETO 175 Kg/cm2 PARA SOPORTE DE SEÑALES	und	10.00	129.69	1,296.90
05.01.02	<b>SEÑALES PREVENTIVAS</b>				<b>144,080.85</b>
05.01.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	141.00	227.09	32,019.69
05.01.02.02	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SEÑALES	und	141.00	665.07	93,774.87

Fecha : 25/06/2019 02:14:57

## Presupuesto

Presupuesto	0201001	DISEÑO DE LA CARRETERA PARA UNIR EL DISTRITO DE LLAMA CON EL CASERÍO DE SAN ANTONIO, DISTRITO DE LLAMA, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018		
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE LA CARRETERA PARA UNIR EL DISTRITO DE LLAMA CON EL CASERÍO DE SAN ANTONIO, DISTRITO DE LLAMA, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018		
Cliente	Risco Gutiérrez, Pedro Guillermo		Costo al	23/05/2018
Lugar	CAJAMARCA - CHOTA - LLAMA			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.01.02.03	BASE DE CONCRETO 175 Kg/cm2 PARA SOPORTE DE SEÑALES	und	141.00	129.69	18,286.29
05.01.03	<b>SEÑALES INFORMATIVAS</b>				<b>2,007.74</b>
05.01.03.01	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00	209.11	418.22
05.01.03.02	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SEÑALES	und	2.00	665.07	1,330.14
05.01.03.03	BASE DE CONCRETO 175 Kg/cm2 PARA SOPORTE DE SEÑALES	und	2.00	129.69	259.38
05.01.04	<b>POSTES KILOMETRICOS</b>				<b>2,278.30</b>
05.01.04.01	POSTES KILOMETRICOS	und	10.00	227.83	2,278.30
05.01.05	<b>GUARDAVIAS EN CURVAS</b>				<b>19,261.43</b>
05.01.05.01	GUARDAVIAS DE FIERRO GALVANIZADO (Incluye terminal)	mll	149.14	129.15	19,261.43
06	<b>MEDIO AMBIENTE</b>				<b>175,435.90</b>
06.01	<b>PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL</b>				<b>27,147.20</b>
06.01.01	PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	gib	1.00	27,147.20	27,147.20
06.02	<b>PROGRAMAS DE MITIGACIÓN</b>				<b>59,369.14</b>
06.02.01	REVEGETACIÓN	ha	3.34	2,456.83	8,205.81
06.02.02	RIEGO PERMANENTE	m2	58,381.47	0.63	36,780.33
06.02.03	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE	gib	1.00	4,788.00	4,788.00
06.02.04	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA	gib	1.00	4,560.00	4,560.00
06.02.05	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA	gib	1.00	5,035.00	5,035.00

06.03	<b>PROGRAMAS DE ABANDONO</b>				<b>88,919.56</b>
06.03.01	RESTAURACIÓN DE ÁREAS DE CAMPAMENTO	m2	250.00	3.27	817.50
06.03.02	ACONDICIONAMIENTO DE CANTERAS	m3	21,189.52	1.33	28,182.06
06.03.03	READECUACIÓN AMBIENTAL DE AREAS DE BOTADERO	m2	42,800.00	1.40	59,920.00
07	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA</b>				<b>56,965.50</b>
07.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	gib	1.00	13,888.50	13,888.50
07.02	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	gib	1.00	27,147.20	27,147.20
07.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	m	8,340.21	1.91	15,929.80
08	<b>CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN</b>				<b>2,420.00</b>
08.01	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	gib	1.00	2,420.00	2,420.00
09	<b>FLETE TERRESTRE</b>				<b>6,428.32</b>
09.01	FLETE TERRESTRE	gib	1.00	6,428.32	6,428.32
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>7,090,561.10</b>
	<b>GASTOS GENERALES (9.75%)</b>				<b>691,329.71</b>
	<b>UTILIDAD (10%)</b>				<b>709,056.11</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>8,490,946.92</b>
	<b>IGV</b>				<b>1,528,370.45</b>
	<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>				<b>10,019,317.37</b>

SON : DIEZ MILLONES DIECINUEVE MIL TRESCIENTOS DIECISIETE Y 37/100 NUEVOS SOLES

#### 4.14.4 Análisis de Costos Unitarios

Se presentan en la sección de anexos los análisis de costos unitarios correspondientes a todas las partidas contempladas dentro del presupuesto del proyecto. Cabe resaltar que se trabajó con los cotos de insumos según la revista de costos, los rendimientos de mano de obra siguiendo las recomendaciones de CAPECO, los rendimientos de maquinaria de acuerdo con las especificaciones de la maquinaria a emplear en dichos trabajos y los costos de mano de obra teniendo en consideración del sindicato de trabajadores de construcción civil vigentes a la fecha del presupuesto.

#### 4.14.5 Fórmula polinómica

Fórmula Polinómica					
Ubicación Geográfica		060701 CARRETERA LLAMA - SAN ANTONIO			
K = $0.120*(Mr / Mo) + 0.374*(Mr / Mo) + 0.052*(Ar / Ao) + 0.233*(Ar / Ao) + 0.056*(Mr / Mo) + 0.165*(Ir / Io)$					
Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.120	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.374	100.000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
3	0.052	100.000	A	09	ALCANTARILLA METALICA
4	0.233	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
5	0.056	100.000	M	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.
6	0.165	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

#### 4.15 Programación de obra

A continuación, se presentan los tiempos de duración de obra, para ver el cronograma revisar en anexos.

ITEM	PARTIDAS	Unidad	METRADO	RENDIMIENTO	DURACIÓN (Días)
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
01.01	CARTEL DE OBRA 2.40x 4.80m.	und	1.00	2.00	0.50
01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	GLB	1.00	1.00	1.00
01.03	CAMPAMENTO	GLB	1.00	1.00	1.00
01.04	LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN	Ha	13.34	1.00	13.34
<b>02</b>	<b>EXPLANACIONES</b>				
02.01	TRAZO Y REPLANTEO	KM	8.34	1.20	6.95
02.02	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	221936.59	700.00	317.05
02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	45154.34	1071.00	42.16
02.04	PERFILADO Y COMPACTADO DE BANQUETAS DE CORTE	m2	4411.26	1200.00	3.68
02.05	CONFORMACIÓN DE BANQUETAS DE RELLENO	m2	371.88	1100.00	0.34
02.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DE EXPLANACIONES	m3	212138.70	700.00	303.06
<b>03</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				
03.01	TRAZO Y REPLANTEO	KM	8.34	1.20	6.95
03.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE	m2	57539.77	3200.00	17.98
03.03	AFIRMADO PUESTO EN OBRA Y CONFORMACIÓN E=0.30m	m3	21088.72	450.00	46.86
03.04	TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON ADITIVO TERRAZZYME	m3	19090.74	180.00	106.06
<b>04</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				
<b>04.01</b>	<b>ALCANTARILLAS TMC D=24"</b>				
04.01.01	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	1998.72	450.00	4.44
04.01.02	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	756.25	386.00	1.96
04.01.03	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	182.17	60.00	3.04
04.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	574.07	10.00	57.41
04.01.05	CONCRETO f <sub>c</sub> = 175 kg/cm <sup>2</sup> PARA ESTRUCTURAS	m3	219.30	15.00	14.62
04.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	894.68	15.00	59.65
04.01.07	ALCANTARILLAS TMC D=24"	ml	334.53	14.00	23.90
04.01.08	EMBOQUILLADO DE PIEDRA DE CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 E=0.10 m	m2	231.20	30.00	7.71
<b>04.02</b>	<b>BADENES</b>				
04.02.01	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	480.00	450.00	1.07
04.02.02	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	431.64	386.00	1.12
04.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	539.55	10.00	53.96
04.02.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	100.80	10.00	10.08
04.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	147.19	15.00	9.81
04.02.06	LOSA DE CONCRETO F'C= 210 kh/cm <sup>2</sup> + 30 P.M.	m3	86.40	20.00	4.32
04.02.07	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3	105.60	16.00	6.60
04.02.08	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	120.00	400.00	0.30
<b>04.03</b>	<b>CUNETAS REVESTIDAS CON EMBOQUILLADO DE PIEDRA</b>				
04.03.01	TRAZO Y REPLANTEO	KM	8.86	1.20	7.38
04.03.02	PERFILADO Y COMPACTACIÓN MANUAL	m	8860.00	100.00	88.60
04.03.03	COLOCACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C:A 1:5 +PIEDRA GRANDE	m2	8594.20	30.00	286.47
04.03.04	JUNTAS DE DILATACIÓN EN 1" EN CUNETAS (@ 3 m)	m	2865.38	400.00	7.16
<b>05</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				
05.01	TRAZO Y REPLANTEO	KM	8.34	1.20	6.95
<b>05.01.01</b>	<b>SEÑALES DE RESTRICCIÓN</b>				
05.01.01.01	SEÑALES DE RESTRICCIÓN	und	10.00	6.00	1.67
05.01.01.02	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SEÑALES	und	10.00	2.00	5.00
05.01.01.03	BASE DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA SOPORTE DE SEÑALES	und	10.00	18.00	0.56
<b>05.01.02</b>	<b>SEÑALES PREVENTIVAS</b>				
05.01.02.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	141.00	6.00	23.50
05.01.02.02	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SEÑALES	und	141.00	2.00	70.50
05.01.02.03	BASE DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA SOPORTE DE SEÑALES	und	141.00	18.00	7.83
<b>05.01.03</b>	<b>SEÑALES INFORMATIVAS</b>				
05.01.03.01	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00	6.00	0.33
05.01.03.02	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SEÑALES	und	2.00	2.00	1.00
05.01.03.03	BASE DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA SOPORTE DE SEÑALES	und	2.00	18.00	0.11
<b>05.01.04</b>	<b>POSTES KILOMÉTRICOS</b>				
05.01.04.01	POSTES KILOMÉTRICOS	und	10.00	10.00	1.00
<b>05.01.05</b>	<b>GUARDAVÍAS EN CURVAS</b>				
05.01.05.01	GUARDAVÍAS	m	149.14	40.00	3.73
<b>06</b>	<b>MEDIO AMBIENTE</b>				
<b>06.01</b>	<b>PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL</b>				
06.01.01	PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	GLB	1.00	1.00	1.00
<b>06.02</b>	<b>PROGRAMAS DE MITIGACIÓN</b>				
06.02.01	REVEGETACIÓN	Ha	3.34	0.80	4.17
06.02.02	RIEGO PERMANENTE	m2	58381.47	2500.00	23.35
06.02.03	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA	GLB	1.00	1.00	1.00
06.02.04	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE	GLB	1.00	1.00	1.00
06.02.05	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA	GLB	1.00	1.00	1.00
<b>06.03</b>	<b>PROGRAMAS DE ABANDONO</b>				
06.03.01	RESTAURACIÓN DE ÁREA DE CAMPAMENTO	m2	250.00	2500.00	0.10
06.03.02	ACONDICIONAMIENTO DE CANTERAS	m3	21189.52	1200.00	17.66
06.03.03	READECUACIÓN AMBIENTAL DE ÁREAS DE BOTADERO	m2	42800.00	1800.00	23.78
<b>07</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>				
07.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	GLB	1.00	1.00	1.00
07.02	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	1.00	1.00	1.00
07.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	m	8340.21	2500.00	3.34
<b>08</b>	<b>COSTES DE CALIDAD</b>				
08.01	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	GLB	1.00	1.00	1.00
<b>09</b>	<b>FLETE TERRESTRE</b>				
09.01	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	1.00	1.00

## V. CONCLUSIONES

La presente tesis concluye con el diseño de 8.340 km de carretera, uniendo de esta manera al distrito de Llama con el caserío San Antonio.

El IMDa que demandará la carretera es de 146 veh/día, siendo considerada un tráfico de bajo volumen de tránsito.

Se realizó la evaluación de rutas, teniendo como ruta óptima elegida la ruta 2, esto debido a que cumple con la mayor cantidad de radios mínimos establecidos por la norma, cuenta con mejores pendientes en el perfil longitudinal realizado para ambas rutas, cuenta con menor movimiento de tierras por kilómetro, por ende, con menor presupuesto, de igual manera cuenta con menor impacto ambiental.

El levantamiento topográfico de la ruta más óptima cuenta con 6177 puntos entre los cuales tenemos 103 estaciones y 16 BMs, se obtiene como resultado luego del procesamiento y compensación de los datos, curvas de nivel menores cada 2 m y mayores cada 10 m.

El tipo de carretera según el IMDa de 146 veh/día, según el Manual de Diseño de Carreteras, se clasificaría como una trocha carrozable, cabe recalcar que se ha considerado realizar el diseño geométrico como una carretera de tercera clase para mejor beneficio de la población y exista un servicio que brinde mayor seguridad a la comunidad.

Se llevó a cabo el diseño geométrico, dónde podemos concluir que en una carretera totalmente nueva y de topografía accidentada, no siempre cumplen los parámetros establecidos por la norma DG 2018, contando con diferentes inconvenientes inesperados, no obstante, se trató de optimizar el diseño máximo posible, tratando de acoplarse en lo máximo que se pueda con la norma vigente.

Se llevó a cabo el estudio de suelos de 10 calicatas a cielo abierto, realizadas cada 1 km aproximadamente, con profundidades hasta de 3.10 m. Se concluye del estudio de suelos que contamos con un terreno de CBR regular, siendo el mínimo de 7.40 y máximo de 9.40 al 95% de la máxima densidad seca.

El diseño del pavimento concluye con el cálculo del espesor de afirmado, contando con un espesor de 0.30 m de afirmado para el proyecto.

Se realizó el estudio hidrológico de las 06 sub cuencas que interceptan la carretera, dicho estudio nos brindó como resultados los caudales de aporte para los badenes, cunetas y alcantarillas de alivio existentes en el proyecto. Contando con un caudal mínimo de 1.664 m<sup>3</sup>/seg y un caudal máximo de 4.358 m<sup>3</sup>/seg para un periodo de retorno de 50 años.

Para el proyecto contamos con la cantera los 3 pisos ubicada a 10 min del distrito de Llama aproximadamente, cuenta con una potencia de 10.67 has, según la estimación en campo y tiene suficiente área como para abastecer los metros cúbicos que necesita de material la carretera en mención.

Se llevo a cabo el estudio de dos fuentes de agua en los laboratorios de la UNPRG, se concluye que ambas fuentes están en condiciones para ser usada en la construcción de la carretera, cumpliendo los requerimientos de PH, cloruros y sulfatos permitidos para su uso.

Para el proyecto contamos con un botadero ubicado a 0.90 km del inicio de la carretera con una extensión de 4.28 hectáreas aproximadamente, contando con suficiente capacidad para la eliminación del material excedente.

Se diseñaron las obras de arte necesarias para el proyecto, contando con un total de 40 obras de arte, entre las cuales tenemos 6 badenes y 34 alcantarillas de alivio.

Se llevo a cabo el estudio de señalización, contando con un total de 159 señales, entre las cuales tenemos señales de prohibición, restricción, preventivas por las características geométricas, preventivas por características de la superficie, informativas de identificación vial e informativas de localización.

La evaluación de impacto ambiental da como resultado que el proyecto es ambientalmente viable, presentando impactos negativos de alta mitigabilidad e impactos positivos para la población beneficiaria.

El presupuesto del proyecto equivale a un costo directo de S/.7'090,561.10, gastos generales equivalentes a 9.66% del costo directo que ascienden a S/.684,779.89, utilidades del 10% del costo directo que ascienden a S/.709,056.11, así como el 19% del IGV correspondiente que asciende a S/.1'612,035.45. Teniendo un total de costo de obra de S/.10'096,432.55.

Se realizó la programación de obra, obteniéndose un plazo de 240 días calendario para la construcción de la carretera en mención, equivalente a 8 meses aproximadamente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda dar prioridad a las pendientes, aun teniendo en consideración que la longitud puede ser mayor, tratando obviamente de no alejarse demasiado del punto de llegada. Para ello es recomendable realizar un reconocimiento del terreno para medir las pendientes utilizando el eclímetro antes de realizar el levantamiento topográfico definitivo.

En cuanto al estudio de tráfico, teniendo en cuenta que es una carretera totalmente nueva, se recomienda contabilizar únicamente los vehículos que ingresan de la carretera Chiclayo – Chota, al distrito de Llama. Son estos vehículos los que nos darán como resultado el tráfico que demandará la carretera en mención y proyectarlo a 20 años.

En cuanto al estudio de rutas, se recomienda realizar diagramas de masa de ambas rutas, pero debido a que las dos alternativas cuentan con diferentes cantidades de kilómetros, sería erróneo comparar sus volúmenes acumulados totales, puesto que esto puede dar una percepción equivocada de que ruta genera más movimientos de tierra (una ruta más larga que puede que tenga un volumen acumulado mayor, pero no quiere decir que su costo será mayor). Para ello se recomienda dividir el volumen acumulado entre la longitud total de la vía. Resultando el movimiento de tierras promedio por kilómetro para tener una apreciación más asertiva de cuál de las dos rutas es la más adecuada, teniendo en cuenta que es la partida de movimiento de tierras es en lo que se basa el 70% del presupuesto de una carretera.

En cuanto al estudio topográfico, se recomienda la ubicación de los BMs en objetos fijos en el tiempo, que garanticen su continuidad hasta el replanteo en obra. También se recomienda realizar la compensación de los datos obtenidos en campo, tanto en coordenadas como en cotas, una vez se cuente con los datos compensados, recién procesarlos.

En cuanto al tipo de carretera considerada para el diseño, claro está que no todos los parámetros básicos establecidos para una carretera de tercera clase van a cumplir, y eso debido al terreno accidentado y escarpado que se observó en el reconocimiento del terreno y en el estudio topográfico. Se recomienda cumplir lo mayor posible con dichos parámetros y optimizar el diseño.

En cuanto al diseño geométrico, se recomienda cumplir en lo mayor posible con las tangentes de diseño, bajando los radios hasta el mínimo que te permite la norma (25 m), tratando de esta forma de dar mayor longitud a las tangentes que no cumplen con la norma en mención. También se puede observar que en la verificación  $R1/R2 \leq 1.5$ , existirán tramos en los que no va cumplir, esto debido a que, si aumentamos el radio que le sigue para que esto cumpla, entonces los tramos en tangente no van a cumplir, o si disminuimos un radio para que esto cumpla, los radios mínimos no cumplirían, se recomienda dar prioridad a los radios mínimos y a los tramos en tangente.

En cuanto al estudio de suelos, de los estratos encontrados en cada una de las calicatas, se recomienda ser descrita e identificadas mediante tarjetas con la ubicación de la calicata, número de muestra y profundidad. También se recomienda tomar el punto con GPS de la calicata realizada.

En cuanto al diseño del pavimento, se recomienda calcular el espesor para una proyección de 20 años.

En cuanto al estudio Hidrológico, utilizamos los registros históricos brindados por el SENHAMI, pero se recomienda realizar el análisis pluviométrico utilizando el software Hidroesta2 para realizar las ocho distribuciones recomendadas por el manual de Hidrología, con la finalidad de ver el método que más se ajusta con los datos históricos del SENHAMI de la zona, también se recomienda realizar una regresión potencial para obtener los parámetros K, m y n de la fórmula Intensidad que nos brinda el manual de Hidrología para evitar la subjetividad del gráfico de curvas I-D-F.

En cuanto al estudio de canteras, se recomienda identificar que la cantera cuente con las características adecuadas para la obra mediante estudios de laboratorio, así como la capacidad suficiente para el abastecimiento, también se recomienda sacar las coordenadas utilizando GPS para ver a cuántos kilómetros aproximadamente del inicio de la obra se encuentra la cantera.

En cuanto al estudio de fuentes de agua, se recomienda su inmediato análisis en laboratorio, debido a que, si lo dejas pasar días, esto puede generar una variación en el resultado.

En cuanto al estudio de botadero, se recomienda tomar las coordenadas con un GPS para saber la ubicación respecto al inicio de la obra. También se recomienda calcular el volumen

estimado para saber si cuenta con la capacidad suficiente para la eliminación del material excedente.

En cuanto al diseño de obras de arte, para ubicar las alcantarillas de alivio se recomienda primero ubicar los badenes o alcantarillas de paso existentes en el proyecto producto de las quebradas, debido a que estos también funcionarán como alcantarillas de alivio para las cunetas, a su vez también se recomienda verificar que la separación entre las alcantarillas de alivio no excedan los 250 metros permitidos por el manual de Hidrología y revisar el perfil longitudinal para su correcta ubicación.

En cuanto al estudio de señalización, se recomienda incluir una tabla de las señales en el plano, la cual indique el tipo de señal, el símbolo y la ubicación en el kilometraje, as u vez si es al lado izquierdo o derecho.

En cuanto a la evaluación de impacto ambiental, se recomienda tener en cuenta los aspectos (recursos, procesos y salidas) de todas las partidas de la obra, con la finalidad de identificar los impactos del proyecto antes de realizar la matriz de Leopold.

En cuanto al presupuesto, se recomienda uniformizar la misma capacidad de volquete para todas las partidas, uniformizar los nombres exactos de todos los insumos que representan lo mismo, presentar el detalle de gastos generales, así como el desagregado de los globales. También se recomienda calcular el costo y/o rendimientos en función a distancias medias en los siguientes casos: movilización y desmovilización, eliminación de material excedente, transporte de material granular y transporte de agua. También se recomienda calcular el costo del afirmado en función a la extracción, carguío y transporte a obra. Finalmente se recomienda incluir costes de calidad para la construcción.

En cuanto a la programación de la obra, se recomienda en base a la experiencia de ingenieros contratistas, un plazo como máximo de un mes por kilómetro.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Mahmoud Mohieldin , «El futuro del transporte,» s.f. [En línea]. Available: <https://blogs.worldbank.org/voices/es/el-futuro-del-transporte>.
- [2] World Economic Forum , «Índice de competitividad global,» [En línea]. Available: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018>.
- [3] Instituto Nacional de Estadística e Informática , [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/>. [Último acceso: Mayo 2018].
- [4] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018, Lima: MTC, 2018.
- [5] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, «Manual de Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos,» 2014.
- [6] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, «Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito,» 2008.
- [7] Ministerio de Transportes y Comunicaciones , «Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras,» 2013.
- [8] Ministerio del Ambiente , Ley General del Ambiente - Ley n° 28611, Lima, 2005.
- [9] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Lima, 2008.
- [10] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras, Lima, 2014.

- [11] Ministerio de Transportes y Comunicaciones , "Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial", Lima: Aprobada por Resolución Directorial N° 18-2013-MTC/14, 2013.
- [12] M. Villón, Hidrología, Lima: Villón, 2002.
- [13] Norma Técnica Peruana , NTP, Lima, 2016.
- [14] Congreso de la República , Constitución Política del Perú, Lima: Diario Oficial , 1993.
- [15] Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Código Penal, Lima , 2016.
- [16] Congreso de la República, Ley N° 26631, Lima : Diario Oficial , 1996.
- [17] Congreso de la República , Ley N° 26786, Lima : Diario Oficial , 1997.
- [18] Ministerio del Ambiente , Ley N° 27446: Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento, Lima, 2011.
- [19] Municipalidades , Ley N°23853, Lima: Diario Oficial , 1984.
- [20] Congreso de la República, Ley N° 27314: Ley General de los Residuos Sólidos, Lima : Diario Oficial , 2000.
- [21] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para calles y carreteras, Lima, 2016.
- [22] MTC, Guía simplificada de caminos, Lima, 2010.
- [23] MTC , Red Vial Nacional, 2016.
- [24] B. Zavala y R. Barrantes, «Zonas Críticas por Peligros Geológicos y Geohidrológicos en la Región Cajamarca,» Instituto Geológico Minero y Metalúrgico , Lima, 2007.

- [25] G. Alcántara, «Pendiente de los Suelos del Departamento de Cajamarca,» Gobierno Regional de Cajamarca, Cajamarca, 2010-2011.
- [26] G. Alcántara, «Cobertura Vegetal y Uso Actual Departamento de Cajamarca,» Gobierno Regional de Cajamarca, Cajamarca, 2010-2011.
- [27] American Society of Testing and Materials , Normas Técnicas sobre materiales.
- [28] MTC, Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras.
- [29] E. Rivva López, Naturaleza y materiales del concreto, Primera Edición ed., Lima, 2000.
- [30] M. d. T. y. Comunicaciones, Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.
- [31] MINAM, «Ministerio Nacional del Ambiente,» [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/minam>.

# **ANEXO N° 1: ENSAYOS DE LABORATORIO**

## **ANEXO N° 2: TABLAS**

RANKING DE INFRAESTRUCTURA PERÚ			Nº PAISES
2008-2009	Ranking	83	134
	Puntos	3.95	
2009-2010	Ranking	78	133
	Puntos	4.01	
2010-2011	Ranking	73	139
	Puntos	4.11	
2011-2012	Ranking	67	142
	Puntos	4.21	
2012-2013	Ranking	61	144
	Puntos	4.28	
2013-2014	Ranking	61	148
	Puntos	4.25	
2014-2015	Ranking	69	144
	Puntos	4.2	
2015-2016	Ranking	89	140
	Puntos	3.5	
2016-2017	Ranking	89	138
	Puntos	3.6	
2017-2018	Ranking	86	138
	Puntos	4.23	

**Tabla. 126.** Ranking de infraestructura Perú – Fuente Foro económico Mundial (WEF).

Departamento	Cajamarca
Provincia	Chota
Distrito	Llama
Altura (m.s.n.m)	2100
Extension Territorial (km <sup>2</sup> )	494.9 km <sup>2</sup>
Poblacion (hab.)	8,163 hab
Densidad Poblacional (hab/km <sup>2</sup> )	16.49 hab/km <sup>2</sup>

**Tabla. 127.** Densidad Poblacional del distrito de Llama – Fuente INEI, Censos 2007.

	Nº PERSONAS
<b>Distrito LLAMA</b>	8163
Sabe leer y escribir (001)	6041
No sabe leer y escribir (002)	2122

**Tabla. 128.** Población de 3 años y más y su condición de analfabetismo – Fuente Censo Nacional 2007 de Población y Vivienda (INEI).

CULTIVOS	SUPERFICIE (Has.)	PRODUCCION N (Tn)	AUTOCONSUMO (Tn)	SEMILLA (Tn)	EXCEDENTE DEL PRODUCTOR(Tn )
Maiz Amarillo Duro	567.34	5673.36	1134.67	283.67	4255.02
Maiz Amilaceo	468.57	4685.72	937.14	234.29	3514.29
Maiz Choclo	90.97	909.67	181.93	45.48	682.25
Frijol Grano Seco	334.53	669.07	133.81	33.45	501.80
Frijol Grano verde	75.00	150.00	30.00	7.50	112.50
Arveja Grano Seco	341.40	3414.04	409.68	170.70	2833.65
Arveja Grano Verde	240.41	2404.12	288.49	120.21	1995.42
Haba Grano Seco	85.03	170.05	20.41	8.50	141.14
Cebada	82.61	165.23	19.83	8.26	137.14
trigo	723.84	1447.67	173.72	72.38	1201.57
Papa	280.33	9811.42	1962.28	490.57	7358.56
Camote	155.20	310.40	46.56	15.52	248.32
Alfalfa	23.67	47.34	4.73	2.37	40.24
Yuca	497.27	994.55	99.45	49.73	845.36
Zanahoria	13.74	27.48	2.75	1.37	23.35
Zapallo	25.43	50.87	5.09	2.54	43.24
Otros pastos	473.40	473.40	71.01	23.67	378.72
<b>TOTAL</b>	<b>4478.74</b>	<b>31404.37</b>	<b>5521.57</b>	<b>1570.22</b>	<b>24312.58</b>

**Tabla. 129.** Demanda excedente exportable de producción agrícola año 2017 – Fuente Ministerio de Agricultura de Llama.

San Antonio	Cultivo	Producción (Tn)
1	maíz amarillo duro	1985.68
2	papa	1177.37
3	maíz choclo	72.77
4	camote	15.52

**Tabla. 130.** Información Agrícola del caserío de San Antonio – Fuente Ministerio de Agricultura de Llama.

SERVICIO	CASERÍOS Y/O CENTRO POBLADO	N° De Familias	SI	NO
Energía eléctrica	San Antonio	20	40 %	60 %
Agua Potable	San Antonio	20	0 %	100 %
Alcantarillado	San Antonio	20	0 %	100 %

**Tabla. 131.** Disponibilidad de servicios del caserío San Antonio 2018 – Datos de Campo.

GRADIENTE RUTA 1					
TRAMO	DISTANCIA (m)	PENDIENTE (%)	COTA INICIAL	COTA FINAL	DESNIVEL
1	0.00 m				
2	142.79 m	-0.44%	2119.37 msnm	2120.00 msnm	-0.63 m
3	40.00 m	0.00%	2120.00 msnm	2120.00 msnm	0.00 m
4	40.00 m	5.00%	2120.00 msnm	2118.00 msnm	2.00 m
5	80.00 m	5.00%	2118.00 msnm	2114.00 msnm	4.00 m
6	40.00 m	-5.00%	2114.00 msnm	2116.00 msnm	-2.00 m
7	40.00 m	0.00%	2116.00 msnm	2116.00 msnm	0.00 m
8	320.00 m	-5.00%	2116.00 msnm	2132.00 msnm	-16.00 m
9	40.00 m	0.00%	2132.00 msnm	2132.00 msnm	0.00 m
10	240.00 m	-5.00%	2132.00 msnm	2144.00 msnm	-12.00 m
11	83.84 m	0.00%	2144.00 msnm	2144.00 msnm	0.00 m
12	1560.00 m	5.00%	2144.00 msnm	2066.00 msnm	78.00 m
13	40.00 m	10.00%	2066.00 msnm	2062.00 msnm	4.00 m
14	200.00 m	5.00%	2062.00 msnm	2052.00 msnm	10.00 m
15	40.00 m	15.00%	2052.00 msnm	2046.00 msnm	6.00 m
16	40.00 m	10.00%	2046.00 msnm	2042.00 msnm	4.00 m
17	40.00 m	5.00%	2042.00 msnm	2040.00 msnm	2.00 m
18	160.00 m	13.75%	2040.00 msnm	2018.00 msnm	22.00 m
19	360.00 m	10.00%	2018.00 msnm	1982.00 msnm	36.00 m
20	80.00 m	7.50%	1982.00 msnm	1976.00 msnm	6.00 m
21	520.00 m	10.38%	1976.00 msnm	1922.00 msnm	54.00 m
22	40.00 m	15.00%	1922.00 msnm	1916.00 msnm	6.00 m
23	40.00 m	10.00%	1916.00 msnm	1912.00 msnm	4.00 m
24	120.00 m	0.00%	1912.00 msnm	1912.00 msnm	0.00 m
25	40.00 m	5.00%	1912.00 msnm	1910.00 msnm	2.00 m
26	80.00 m	10.00%	1910.00 msnm	1902.00 msnm	8.00 m
27	160.00 m	5.00%	1902.00 msnm	1894.00 msnm	8.00 m
28	40.00 m	15.00%	1894.00 msnm	1888.00 msnm	6.00 m
29	40.00 m	10.00%	1888.00 msnm	1884.00 msnm	4.00 m
30	40.00 m	15.00%	1884.00 msnm	1878.00 msnm	6.00 m
31	40.00 m	5.00%	1878.00 msnm	1876.00 msnm	2.00 m
32	40.00 m	10.00%	1876.00 msnm	1872.00 msnm	4.00 m
33	40.00 m	5.00%	1872.00 msnm	1870.00 msnm	2.00 m
34	40.00 m	10.00%	1870.00 msnm	1866.00 msnm	4.00 m
35	40.00 m	5.00%	1866.00 msnm	1864.00 msnm	2.00 m
36	40.00 m	10.00%	1864.00 msnm	1860.00 msnm	4.00 m
37	40.00 m	15.00%	1860.00 msnm	1854.00 msnm	6.00 m
38	40.00 m	10.00%	1854.00 msnm	1850.00 msnm	4.00 m
39	40.00 m	15.00%	1850.00 msnm	1844.00 msnm	6.00 m
40	720.00 m	10.00%	1844.00 msnm	1772.00 msnm	72.00 m
41	40.00 m	0.00%	1772.00 msnm	1772.00 msnm	0.00 m
42	40.00 m	15.00%	1772.00 msnm	1766.00 msnm	6.00 m
43	240.00 m	10.00%	1766.00 msnm	1742.00 msnm	24.00 m
44	400.00 m	5.00%	1742.00 msnm	1722.00 msnm	20.00 m
45	40.00 m	2.90%	1722.00 msnm	1720.84 msnm	1.16 m
46	40.00 m	2.10%	1720.84 msnm	1720.00 msnm	0.84 m
47	40.00 m	10.00%	1720.00 msnm	1716.00 msnm	4.00 m
48	160.00 m	5.00%	1716.00 msnm	1708.00 msnm	8.00 m
49	40.00 m	-5.00%	1708.00 msnm	1710.00 msnm	-2.00 m
50	40.00 m	-10.00%	1710.00 msnm	1714.00 msnm	-4.00 m
51	80.00 m	-5.00%	1714.00 msnm	1718.00 msnm	-4.00 m
52	72.25 m	-6.27%	1718.00 msnm	1722.53 msnm	-4.53 m
<b>TOTAL</b>	<b>7018.88 m</b>				

Tabla. 132. Resultados de línea gradiente de la primera alternativa.

GRADIENTE RUTA 2 (VERDE)					
TRAMO	DISTANCIA (m)	PENDIENTE (%)	COTA INICIAL	COTA FINAL	DESNIVEL
1	0.00 m				
2	142.79 m	-0.44%	2119.37 msnm	2120.00 msnm	-0.63 m
3	40.00 m	0.00%	2120.00 msnm	2120.00 msnm	0.00 m
4	120.00 m	5.00%	2120.00 msnm	2114.00 msnm	6.00 m
5	40.00 m	-5.00%	2114.00 msnm	2116.00 msnm	-2.00 m
6	40.00 m	0.00%	2116.00 msnm	2116.00 msnm	0.00 m
7	320.00 m	-5.00%	2116.00 msnm	2132.00 msnm	-16.00 m
8	40.00 m	0.00%	2132.00 msnm	2132.00 msnm	0.00 m
9	240.00 m	-5.00%	2132.00 msnm	2144.00 msnm	-12.00 m
10	83.84 m	0.00%	2144.00 msnm	2144.00 msnm	0.00 m
11	4680.00 m	4.91%	2144.00 msnm	1914.00 msnm	230.00 m
12	40.00 m	15.00%	1914.00 msnm	1908.00 msnm	6.00 m
13	41.53 m	-4.82%	1908.00 msnm	1910.00 msnm	-2.00 m
14	40.00 m	5.00%	1910.00 msnm	1908.00 msnm	2.00 m
15	40.00 m	0.00%	1908.00 msnm	1908.00 msnm	0.00 m
16	360.00 m	5.00%	1908.00 msnm	1890.00 msnm	18.00 m
17	40.00 m	10.00%	1890.00 msnm	1886.00 msnm	4.00 m
18	80.00 m	5.00%	1886.00 msnm	1882.00 msnm	4.00 m
19	40.00 m	15.00%	1882.00 msnm	1876.00 msnm	6.00 m
20	80.00 m	7.50%	1876.00 msnm	1870.00 msnm	6.00 m
21	800.00 m	10.00%	1870.00 msnm	1790.00 msnm	80.00 m
22	40.00 m	0.00%	1790.00 msnm	1790.00 msnm	0.00 m
23	160.00 m	5.00%	1790.00 msnm	1782.00 msnm	8.00 m
24	40.00 m	15.00%	1782.00 msnm	1776.00 msnm	6.00 m
25	280.00 m	5.00%	1776.00 msnm	1762.00 msnm	14.00 m
26	80.00 m	2.50%	1762.00 msnm	1760.00 msnm	2.00 m
27	40.00 m	10.00%	1760.00 msnm	1756.00 msnm	4.00 m
<b>TOTAL</b>	<b>7948.15 m</b>				

**Tabla. 133.** Resultados de línea gradiente de la segunda alternativa.

PENDIENTES RUTA 1			PENDIENTES RUTA 2			RUTA 1	RUTA 2
TRAMO	DISTANCIA (m)	PENDIENTE (%)	TRAMO	DISTANCIA (m)	PENDIENTE (%)	Distancia x Pendiente	Distancia x Pendiente
1	0.00 m	0.00 %	1	0.00 m	0.00 %	0	0
2	142.79 m	-0.44 %	2	142.79 m	-0.44 %	63	63
3	40.00 m	0.00 %	3	40.00 m	0.00 %	0	0
4	40.00 m	5.00 %	4	120.00 m	5.00 %	200	600
5	80.00 m	5.00 %	5	40.00 m	-5.00 %	400	200
6	40.00 m	-5.00 %	6	40.00 m	0.00 %	200	0
7	40.00 m	0.00 %	7	320.00 m	-5.00 %	0	1600
8	320.00 m	-5.00 %	8	40.00 m	0.00 %	1600	0
9	40.00 m	0.00 %	9	240.00 m	-5.00 %	0	1200
10	240.00 m	-5.00 %	10	83.84 m	0.00 %	1200	0
11	83.84 m	0.00 %	11	4680.00 m	4.91 %	0	23000
12	1560.00 m	5.00 %	12	40.00 m	15.00 %	7800	600
13	40.00 m	10.00 %	13	41.53 m	-4.82 %	400	200
14	200.00 m	5.00 %	14	40.00 m	5.00 %	1000	200
15	40.00 m	15.00 %	15	40.00 m	0.00 %	600	0
16	40.00 m	10.00 %	16	360.00 m	5.00 %	400	1800
17	40.00 m	5.00 %	17	40.00 m	10.00 %	200	400
18	160.00 m	13.75 %	18	80.00 m	5.00 %	2200	400
19	360.00 m	10.00 %	19	40.00 m	15.00 %	3600	600
20	80.00 m	7.50 %	20	80.00 m	7.50 %	600	600
21	520.00 m	10.38 %	21	800.00 m	10.00 %	5400	8000
22	40.00 m	15.00 %	22	40.00 m	0.00 %	600	0
23	40.00 m	10.00 %	23	160.00 m	5.00 %	400	800
24	120.00 m	0.00 %	24	40.00 m	15.00 %	0	600
25	40.00 m	5.00 %	25	280.00 m	5.00 %	200	1400
26	80.00 m	10.00 %	26	80.00 m	2.50 %	800	200
27	160.00 m	5.00 %	27	40.00 m	10.00 %	800	400
28	40.00 m	15.00 %				600	0
29	40.00 m	10.00 %				400	0
30	40.00 m	15.00 %				600	0
31	40.00 m	5.00 %				200	0
32	40.00 m	10.00 %				400	0
33	40.00 m	5.00 %				200	0
34	40.00 m	10.00 %				400	0
35	40.00 m	5.00 %				200	0
36	40.00 m	10.00 %				400	0
37	40.00 m	15.00 %				600	0
38	40.00 m	10.00 %				400	0
39	40.00 m	15.00 %				600	0
40	720.00 m	10.00 %				7200	0
41	40.00 m	0.00 %				0	0
42	40.00 m	15.00 %				600	0
43	240.00 m	10.00 %				2400	0
44	400.00 m	5.00 %				2000	0
45	40.00 m	2.90 %				116	0
46	40.00 m	2.10 %				84	0
47	40.00 m	10.00 %				400	0
48	160.00 m	5.00 %				800	0
49	40.00 m	-5.00 %				200	0
50	40.00 m	-10.00 %				400	0
51	80.00 m	-5.00 %				400	0
52	72.25 m	-6.27 %				453	0
<b>TOTAL</b>	<b>7018.88 m</b>		<b>TOTAL</b>	<b>7948.15 m</b>		48716	42863
					<b>Pendiente Ponderada (%)</b>	<b>6.94 %</b>	<b>5.39 %</b>

Tabla. 134. Resultado de pendientes de la línea gradiente de ambas rutas.

RADIOS RUTA 1			RADIOS RUTA 2		
N° PI	RADIO (m)	P.I. (km)	N° PI	RADIO (m)	P.I. (km)
PI-1	33.35 m	0+163.52	PI-1	34.662m	0+148.63m
PI-2	24.55 m	0+248.31	PI-2	24.803m	0+247.87m
PI-3	25.00 m	0+344.02	PI-3	28.334m	0+340.85m
PI-4	90.75 m	0+463.41	PI-4	133.769m	0+494.28m
PI-5	42.31 m	0+622.01	PI-5	82.571m	0+617.60m
PI-6	28.65 m	0+733.68	PI-6	63.091m	0+718.44m
PI-7	25.26 m	0+949.69	PI-7	61.317m	0+958.60m
PI-8	241.06 m	1+110.93	PI-8	38.348m	1+054.29m
PI-9	25.12 m	1+377.51	PI-9	202.738m	1+134.16m
PI-10	27.67 m	1+726.90	PI-10	42.968m	1+293.79m
PI-11	329.26 m	2+162.51	PI-11	44.289m	1+404.26m
PI-12	26.22 m	2+326.78	PI-12	57.221m	1+534.66m
PI-13	24.41 m	2+591.92	PI-13	36.957m	1+646.60m
PI-14	51.31 m	2+772.46	PI-14	30.000m	1+714.97m
PI-15	25.96 m	2+885.98	PI-15	25.000m	1+856.90m
PI-16	26.59 m	2+996.51	PI-16	49.291m	1+949.15m
PI-17	31.41 m	3+115.95	PI-17	141.105m	2+223.72m
PI-18	37.06 m	3+171.83	PI-18	79.500m	2+511.63m
PI-19	22.76 m	3+420.10	PI-19	37.159m	2+701.99m
PI-20	6.34 m	3+459.12	PI-20	43.940m	2+779.72m
PI-21	35.05 m	3+607.52	PI-21	63.550m	2+901.95m
PI-22	32.18 m	3+725.62	PI-22	73.731m	3+041.77m
PI-23	61.56 m	3+833.42	PI-23	129.797m	3+188.56m
PI-24	57.22 m	3+944.14	PI-24	51.791m	3+311.81m
PI-25	31.85 m	4+103.95	PI-25	58.588m	3+490.44m
PI-26	35.31 m	4+206.77	PI-26	27.630m	3+574.26m
PI-27	36.94 m	4+423.07	PI-27	183.289m	3+752.98m
PI-28	17.25 m	4+543.52	PI-28	67.891m	3+880.73m
PI-29	12.18 m	4+574.00	PI-29	55.854m	4+077.10m
PI-30	28.11 m	4+670.13	PI-30	95.902m	4+213.20m
PI-31	22.00 m	4+736.81	PI-31	64.978m	4+356.55m
PI-32	27.24 m	4+822.48	PI-32	69.155m	4+533.72m
PI-33	27.96 m	4+971.25	PI-33	91.583m	4+630.87m
PI-34	42.57 m	5+134.73	PI-34	59.750m	4+724.04m
PI-35	39.44 m	5+218.82	PI-35	152.970m	4+799.18m
PI-36	24.79 m	5+375.28	PI-36	121.273m	4+928.19m
PI-37	27.75 m	5+432.93	PI-37	67.587m	5+054.36m
PI-38	6.61 m	5+513.35	PI-38	59.681m	5+196.98m
PI-39	64.48 m	5+559.31	PI-39	38.623m	5+272.01m
PI-40	40.78 m	5+681.51	PI-40	72.600m	5+357.93m
PI-41	95.81 m	5+803.59	PI-41	41.056m	5+470.36m
PI-42	118.55 m	5+912.53	PI-42	39.773m	5+588.14m
PI-43	32.93 m	5+995.76	PI-43	24.299m	5+696.06m
PI-44	26.35 m	6+148.60	PI-44	102.059m	5+754.00m
PI-45	71.74 m	6+353.22	PI-45	63.662m	5+931.66m
PI-46	38.31 m	6+472.23	PI-46	219.957m	6+037.67m
PI-47	44.66 m	6+552.07	PI-47	63.013m	6+273.47m
			PI-48	51.078m	6+359.17m
			PI-49	42.667m	6+433.01m
			PI-50	45.773m	6+554.38m
			PI-51	50.156m	6+632.00m
			PI-52	55.326m	6+752.76m
			PI-53	36.562m	6+871.98m
			PI-54	13.736m	6+966.10m
			PI-55	57.982m	7+042.34m
			PI-56	292.054m	7+101.14m
			PI-57	69.975m	7+207.76m
			PI-58	52.147m	7+316.35m
			PI-59	10.599m	7+410.25m
			PI-60	25.679m	7+453.61m
			PI-61	48.591m	7+586.96m
			PI-62	80.438m	7+733.29m

Tabla. 135. Radios obtenidos del Civil 3D de ambas rutas y radios marcados que no cumplen norma.

RADIOS RUTA 1			RADIOS RUTA 2		
N° PI	RADIO (m)	P.I. (km)	N° PI	RADIO (m)	P.I. (km)
PI-1	33.35 m	0+163.52	PI-1	34.662m	0+148.63m
PI-2	24.55 m	0+248.31	PI-2	24.803m	0+247.87m
PI-3	25.00 m	0+344.02	PI-3	28.334m	0+340.85m
PI-4	90.75 m	0+463.41	PI-4	133.769m	0+494.28m
PI-5	42.31 m	0+622.01	PI-5	82.571m	0+617.60m
PI-6	28.65 m	0+733.68	PI-6	63.091m	0+718.44m
PI-7	25.26 m	0+949.69	PI-7	61.317m	0+958.60m
PI-8	241.06 m	1+110.93	PI-8	38.348m	1+054.29m
PI-9	25.12 m	1+377.51	PI-9	202.738m	1+134.16m
PI-10	27.67 m	1+726.90	PI-10	42.968m	1+293.79m
PI-11	329.26 m	2+162.51	PI-11	44.289m	1+404.26m
PI-12	26.22 m	2+326.78	PI-12	57.221m	1+534.66m
PI-13	24.41 m	2+591.92	PI-13	36.957m	1+646.60m
PI-14	51.31 m	2+772.46	PI-14	30.000m	1+714.97m
PI-15	25.96 m	2+885.98	PI-15	25.000m	1+856.90m
PI-16	26.59 m	2+996.51	PI-16	49.291m	1+949.15m
PI-17	31.41 m	3+115.95	PI-17	141.105m	2+223.72m
PI-18	37.06 m	3+171.83	PI-18	79.500m	2+511.63m
PI-19	22.76 m	3+420.10	PI-19	37.159m	2+701.99m
PI-20	6.34 m	3+459.12	PI-20	43.940m	2+779.72m
PI-21	35.05 m	3+607.52	PI-21	63.550m	2+901.95m
PI-22	32.18 m	3+725.62	PI-22	73.731m	3+041.77m
PI-23	61.56 m	3+833.42	PI-23	129.797m	3+188.56m
PI-24	57.22 m	3+944.14	PI-24	51.791m	3+311.81m
PI-25	31.85 m	4+103.95	PI-25	58.588m	3+490.44m
PI-26	35.31 m	4+206.77	PI-26	27.630m	3+574.26m
PI-27	36.94 m	4+423.07	PI-27	183.289m	3+752.98m
PI-28	17.25 m	4+543.52	PI-28	67.891m	3+880.73m
PI-29	12.18 m	4+574.00	PI-29	55.854m	4+077.10m
PI-30	28.11 m	4+670.13	PI-30	95.902m	4+213.20m
PI-31	22.00 m	4+736.81	PI-31	64.978m	4+356.55m
PI-32	27.24 m	4+822.48	PI-32	69.155m	4+533.72m
PI-33	27.96 m	4+971.25	PI-33	91.583m	4+630.87m
PI-34	42.57 m	5+134.73	PI-34	59.750m	4+724.04m
PI-35	39.44 m	5+218.82	PI-35	152.970m	4+799.18m
PI-36	24.79 m	5+375.28	PI-36	121.273m	4+928.19m
PI-37	27.75 m	5+432.93	PI-37	67.587m	5+054.36m
PI-38	6.61 m	5+513.35	PI-38	59.681m	5+196.98m
PI-39	64.48 m	5+559.31	PI-39	38.623m	5+272.01m
PI-40	40.78 m	5+681.51	PI-40	72.600m	5+357.93m
PI-41	95.81 m	5+803.59	PI-41	41.056m	5+470.36m
PI-42	118.55 m	5+912.53	PI-42	39.773m	5+588.14m
PI-43	32.93 m	5+995.76	PI-43	24.299m	5+696.06m
PI-44	26.35 m	6+148.60	PI-44	102.059m	5+754.00m
PI-45	71.74 m	6+353.22	PI-45	63.662m	5+931.66m
PI-46	38.31 m	6+472.23	PI-46	219.957m	6+037.67m
PI-47	44.66 m	6+552.07	PI-47	63.013m	6+273.47m
			PI-48	51.078m	6+359.17m
			PI-49	42.667m	6+433.01m
			PI-50	45.773m	6+554.38m
			PI-51	50.156m	6+632.00m
			PI-52	55.326m	6+752.76m
			PI-53	36.562m	6+871.98m
			PI-54	13.736m	6+966.10m
			PI-55	57.982m	7+042.34m
			PI-56	292.054m	7+101.14m
			PI-57	69.975m	7+207.76m
			PI-58	52.147m	7+316.35m
			PI-59	10.599m	7+410.25m
			PI-60	25.679m	7+453.61m
			PI-61	48.591m	7+586.96m
			PI-62	80.438m	7+733.29m

Tabla. 136. Radios que necesitan de espiral.

CURVAS RUTA 1				CURVAS RUTA 2			
N° PI	SENTIDOS	Distancia entre curvas (m)	VERIFICACIÓN	N° PI	SENTIDOS	Distancia entre curvas (m)	VERIFICACIÓN
PI-1				PI-1			
PI-2	Contrario	45.6383	OK	PI-2	Contrario	65.1428	OK
PI-3	Contrario	66.1866	OK	PI-3	Contrario	62.3804	OK
PI-4	Contrario	97.1279	OK	PI-4	Contrario	126.3318	OK
PI-5	Mismo	140.4589	OK	PI-5	Mismo	98.2394	OK
PI-6	Contrario	91.332	OK	PI-6	Contrario	68.8507	OK
PI-7	Contrario	152.9261	OK	PI-7	Contrario	93.5818	OK
PI-8	Contrario	139.0066	OK	PI-8	Contrario	78.859	OK
PI-9	Mismo	230.061	OK	PI-9	Contrario	59.5291	OK
PI-10	Mismo	318.3657	OK	PI-10	Contrario	128.3939	OK
PI-11	Contrario	372.8869	OK	PI-11	Mismo	72.5386	No Cumple
PI-12	Mismo	98.3765	OK	PI-12	Contrario	95.3347	OK
PI-13	Contrario	143.9995	OK	PI-13	Contrario	84.8497	OK
PI-14	Contrario	210.1577	OK	PI-14	Mismo	43.9887	No Cumple
PI-15	Mismo	62.2587	No Cumple	PI-15	Contrario	125.1392	OK
PI-16	Contrario	25.0993	No Cumple	PI-16	Contrario	78.9909	OK
PI-17	Contrario	55.9477	OK	PI-17	Contrario	159.2424	OK
PI-18	Mismo	36.7701	No Cumple	PI-18	Mismo	179.0836	OK
PI-19	Contrario	157.0425	OK	PI-19	Contrario	132.5989	OK
PI-20	Contrario	37.7707	No Cumple	PI-20	Mismo	49.1326	No Cumple
PI-21	Contrario	131.7133	OK	PI-21	Contrario	107.0064	OK
PI-22	Mismo	93.6701	OK	PI-22	Contrario	94.4859	OK
PI-23	Mismo	83.8264	No Cumple	PI-23	Contrario	43.8432	OK
PI-24	Contrario	82.0309	OK	PI-24	Mismo	43.9727	No Cumple
PI-25	Contrario	138.4068	OK	PI-25	Contrario	129.2351	OK
PI-26	Mismo	86.4108	OK	PI-26	Mismo	42.03	No Cumple
PI-27	Contrario	198.7848	OK	PI-27	Mismo	160.8157	OK
PI-28	Contrario	61.8283	OK	PI-28	Contrario	109.7796	OK
PI-29	Contrario	18.0277	No Cumple	PI-29	Mismo	144.4626	OK
PI-30	Mismo	53.2931	No Cumple	PI-30	Contrario	91.7702	OK
PI-31	Contrario	21.0014	No Cumple	PI-31	Contrario	108.0056	OK
PI-32	Contrario	31.773	No Cumple	PI-32	Contrario	138.4849	OK
PI-33	Contrario	123.3154	OK	PI-33	Mismo	63.6209	No Cumple
PI-34	Contrario	143.3448	OK	PI-34	Contrario	58.0585	OK
PI-35	Mismo	66.2883	No Cumple	PI-35	Mismo	43.7398	No Cumple
PI-36	Contrario	64.2895	OK	PI-36	Mismo	71.3967	No Cumple
PI-37	Mismo	66.3265	No Cumple	PI-37	Contrario	62.8885	OK
PI-38	Contrario	26.3758	No Cumple	PI-38	Mismo	112.8755	OK
PI-39	Mismo	44.7836	No Cumple	PI-39	Contrario	57.9484	OK
PI-40	Contrario	71.2634	OK	PI-40	Mismo	63.4611	No Cumple
PI-41	Contrario	87.1143	OK	PI-41	Contrario	91.6844	OK
PI-42	Contrario	87.8174	OK	PI-42	Contrario	101.7794	OK
PI-43	Contrario	67.5078	OK	PI-43	Contrario	42.8426	OK
PI-44	Contrario	97.9357	OK	PI-44	Mismo	43.9354	No Cumple
PI-45	Contrario	183.0334	OK	PI-45	Mismo	160.2772	OK
PI-46	Contrario	100.3556	OK	PI-46	Mismo	45.1345	No Cumple
PI-47	Contrario	67.4113	OK	PI-47	Contrario	168.2532	OK
				PI-48	Mismo	61.5383	No Cumple
				PI-49	Mismo	57.1885	No Cumple
				PI-50	Contrario	99.5811	OK
				PI-51	Contrario	58.0906	OK
				PI-52	Contrario	106.3371	OK
				PI-53	Contrario	101.1287	OK
				PI-54	Contrario	42.9919	OK
				PI-55	Mismo	75.4769	No Cumple
				PI-56	Contrario	43.6999	OK
				PI-57	Contrario	74.2741	OK
				PI-58	Contrario	75.4278	OK
				PI-59	Mismo	50.0312	No Cumple
				PI-60	Contrario	39.4586	No Cumple
				PI-61	Contrario	65.54	OK
				PI-62	Contrario	81.3044	OK

Tabla. 137. Verificación de tramos tangentes de ambas rutas.

PENDIENTES RUTA 1			PENDIENTES RUTA 2			RUTA 1	RUTA 2	
TRAMO	PENDIENTE (%)	DISTANCIA (m)	TRAMO	PENDIENTE (%)	DISTANCIA (m)	Pendiente x Distancia	Pendiente x distancia	
1	-0.86 %	en 161.40 m	1	-0.44 %	en 161.03 m	138.804	70.8532	
2	0.28 %	en 327.15 m	2	-1.21 %	en 103.89 m	91.602	125.70569	
3	5.71 %	en 158.99 m	3	-0.82 %	en 172.23 m	907.8329	141.2286	
4	4.75 %	en 229.28 m	4	6.74 %	en 167.34 m	1089.08	1127.8716	
5	2.65 %	en 190.15 m	5	4.60 %	en 195.52 m	503.8975	899.392	
6	-5.43 %	en 525.55 m	6	5.67 %	en 138.76 m	2853.7365	786.7692	
7	-7.09 %	en 237.63 m	7	-3.02 %	en 84.74 m	1684.7967	255.9148	
8	-3.59 %	en 432.28 m	8	-5.49 %	en 98.75 m	1551.8852	542.1375	
9	-7.68 %	en 474.09 m	9	-8.19 %	en 95.67 m	3641.0112	783.5373	
10	-6.16 %	en 284.28 m	10	-3.28 %	en 164.07 m	1751.1648	538.1496	
11	-18.67 %	en 162.14 m	11	-10.88 %	en 77.41 m	3027.1538	842.2208	
12	-6.30 %	en 367.89 m	12	-2.59 %	en 175.49 m	2317.707	454.5191	
13	-9.70 %	en 672.34 m	13	-4.67 %	en 309.61 m	6521.698	1445.8787	
14	-10.40 %	en 576.84 m	14	-3.99 %	en 140.54 m	5999.136	560.7546	
15	-11.95 %	en 778.81 m	15	-6.45 %	en 104.56 m	9306.7795	674.412	
16	-6.93 %	en 533.17 m	16	-4.04 %	en 108.77 m	3694.8681	439.4308	
17	0.49 %	en 512.40 m	17	-11.02 %	en 90.28 m	251.076	994.8856	
			18	-2.02 %	en 141.14 m	0	285.1028	
			19	-5.94 %	en 295.65 m	0	1756.161	
			20	-5.50 %	en 327.40 m	0	1800.7	
			21	-3.91 %	en 194.12 m	0	759.0092	
			22	-2.59 %	en 491.78 m	0	1273.7102	
			23	-6.91 %	en 460.97 m	0	3185.3027	
			24	-4.25 %	en 414.95 m	0	1763.5375	
			25	-5.03 %	en 902.69 m	0	4540.5307	
			26	-4.10 %	en 646.42 m	0	2650.322	
			27	-12.95 %	en 190.49 m	0	2466.8455	
			28	-6.92 %	en 211.82 m	0	1465.7944	
			29	-12.54 %	en 249.03 m	0	3122.8362	
			30	-9.69 %	en 306.67 m	0	2971.6323	
			31	-5.65 %	en 210.62 m	0	1190.003	
			32	-9.17 %	en 99.88 m	0	915.8996	
			33	-3.78 %	en 276.78 m	0	1046.2284	
<b>km</b>		<b>6624.39 m</b>	<b>km</b>		<b>7809.07 m</b>	45332.229	41877.277	
						<b>Pendiente ponderada</b>	<b>6.84 %</b>	<b>5.36 %</b>

Tabla. 138. Comparación de pendientes ponderadas de la rasante de ambas alternativas.

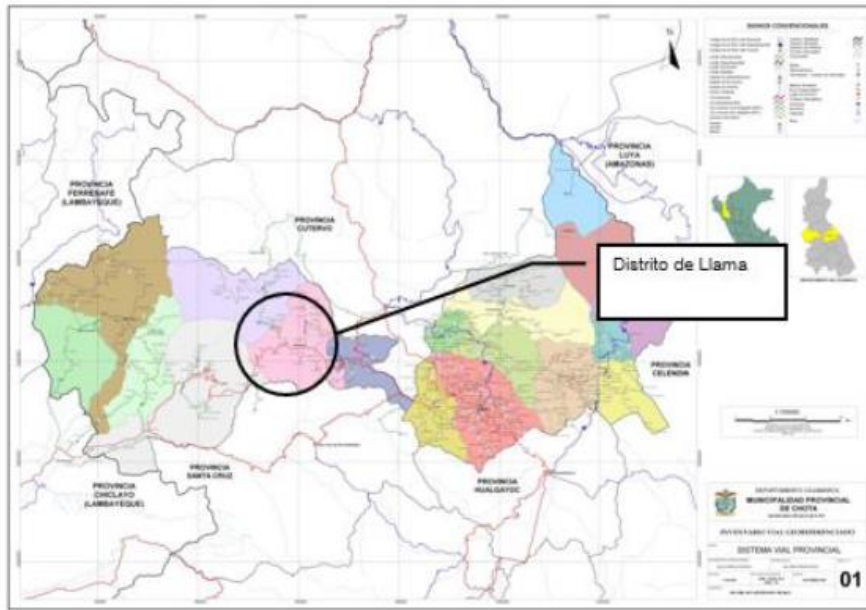
RUTA 1																			
MEDIO	COMPONENTE (MEDIO O CUERPO AFECTADO)	IMPACTO	IMPACTOS QUE GENERARÍA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRTERA PARA UNIR EL DISTRITO DE LLAMA CON EL CASERÍO DE SAN ANTONIO															SUMA DE IMPACTOS POR COMPONENTE AFECTADO	
			OBRAS PRELIMINARES				MOVIMIENTO DE TIERRAS			PAVIMENTOS		TRANSPORTE DE MATERIAL				OBRAS DE ARTE Y DRENAJE			
			Cartel de Obra	Movilización y desmovilización	Campamento	Trazo y Replanteo	Corte en Roca Suelta	Relleno con material propio	Eliminación de material	Perfilado y compactado de la Subrasante	Base e=0.20m	TRANSPORTE DE AFIRMADO D<1KM	TRANSPORTE DE AFIRMADO D>1KM	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D<1KM	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D>1KM	Alcantarillas	Badenes		Cunetas sin revestir
FISICO	AGUA	Afectación cuerpos de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUELO	Afectación calidad del suelo	0	0	0	0	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	-1	-16
	PAISAJE	Alteración del paisaje	0	0	-2	0	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	0	-17
		Pérdida de hábitat	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4
	AIRE	Afectación calidad del aire por particulados	0	-4	0	0	-8	-8	-2	-4	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-36
		Afectación calidad del aire gases combustión	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-8
Afectación calidad del aire por ruidos		0	-4	0	0	-8	-4	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-26	
BIOLOGICO	FLORA	Afectación a la flora	0	-1	-2	0	-8	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-15
	FAUNA	Afectación a la fauna	0	-1	-2	0	-8	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-15
SOCIO - CULTURAL	SALUD	Afectación a la salud del trabajador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Afectación a la salud de la población	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CULTURAL	Generación de empleo	1	8	2	8	8	8	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	79
		Afectación de restos arqueológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUMA DE IMPORTANCIA GLOBAL DE LOS IMPACTOS POR ACTIVIDAD PRODUCTIVA</b>			<b>1</b>	<b>-6</b>	<b>-4</b>	<b>8</b>	<b>-52</b>	<b>-12</b>	<b>4</b>	<b>-2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>-2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	

Tabla. 139. Evaluación de impactos que genera la ruta 1.

RUTA 2																			
MEDIO	COMPONENTE (MEDIO O CUERPO AFECTADO)	IMPACTO	IMPACTOS QUE GENERARÍA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRTERA PARA UNIR EL DISTRITO DE LLAMA CON EL CASERÍO DE SAN ANTONIO															SUMA DE IMPACTOS POR COMPONENTE AFECTADO	
			OBRAS PRELIMINARES				MOVIMIENTO DE TIERRAS			PAVIMENTOS		TRANSPORTE DE MATERIAL				OBRAS DE ARTE Y DRENAJE			
			Cartel de Obra	Movilización y desmovilización	Campamento	Trazo y Replanteo	Corte en Roca Suelta	Relleno con material propio	Eliminación de material	Perfilado y compactado de la Subrasante	Base e=0.20m	TRANSPORTE DE AFIRMADO D<1KM	TRANSPORTE DE AFIRMADO D>1KM	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D<1KM	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D>1KM	Alcantarillas	Badenes		Cunetas sin revestir
FISICO	AGUA	Afectación cuerpos de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUELO	Afectación calidad del suelo	0	0	0	0	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-1	-1	-14
	PAISAJE	Alteración del paisaje	0	0	-2	0	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-1	0	-15
		Pérdida de hábitat	0	0	0	0	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-8
	AIRE	Afectación calidad del aire por particulados	0	-4	0	0	-8	-8	-2	-4	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-36
		Afectación calidad del aire gases combustión	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-8
Afectación calidad del aire por ruidos		0	-4	0	0	-8	-4	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-26	
BIOLOGICO	FLORA	Afectación a la flora	0	-1	-2	0	-12	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23
	FAUNA	Afectación a la fauna	0	-1	-2	0	-12	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23
SOCIO - CULTURAL	SALUD	Afectación a la salud del trabajador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Afectación a la salud de la población	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CULTURAL	Generación de empleo	1	8	2	8	12	12	12	8	8	4	4	4	4	8	8	4	107
		Afectación de restos arqueológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUMA DE IMPORTANCIA GLOBAL DE LOS IMPACTOS POR ACTIVIDAD PRODUCTIVA</b>			<b>1</b>	<b>-6</b>	<b>-4</b>	<b>8</b>	<b>-52</b>	<b>-16</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>-2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	

Tabla. 140. Evaluación de impactos que genera la ruta 2.

## **ANEXO N° 3: FIGURAS**



**Fig. 35.** Ubicación del Distrito de Llama



**Fig. 36.** Ubicación de la estación de conteo vehicular en la entrada del distrito de Llama.

## **ANEXO N° 4: FOTOGRAFÍAS**



**Fotografía. 1.** Centro de Salud de Llama en las Mañanas.



**Fotografía. 2.** Centro de Salud de Llama en las tardes.



**Fotografía. 3.** Camino de herradura en épocas de Lluvia.



**Fotografía. 4.** Esguerrimiento superficial que afectan el camino en estudio.



**Fotografía. 5.** Pendientes que afectan el camino en estudio.



**Fotografía. 6.** Zona de carácter ganadero.



**Fotografía. 7.** Reconocimiento de áreas verdes en zona del proyecto.



**Fotografía. 8.** Zona de cultivo.



**Fotografía. 9.** Zona de vegetación



**Fotografía. 10.** Pobladores del caserío San Antonio Transportándose.



**Fotografía. 11.** Pobladores trasladando bebe al Distrito de Llama.



**Fotografía. 12.** Estación 01 km 0+000.00.



**Fotografía. 13.** Trabajo de campo.



**Fotografía. 14.** Trabajo de campo, Caserío San Antonio.



**Fotografía. 15.** Trabajo de campo.



**Fotografía. 16.** Trabajo de campo.



**Fotografía. 17. BM 01.**



**Fotografía. 18. BM 02.**



**Fotografía. 19. BM 03**



**Fotografía. 20. BM 04.**



**Fotografía. 21. BM 05.**



**Fotografía. 22. BM 06.**



**Fotografía. 23. BM 07.**



**Fotografía. 24. BM 08.**



**Fotografía. 25. BM 09.**



**Fotografía. 26. BM 10.**



**Fotografía N°27. BM 11.**



**Fotografía N°28. BM 12.**



**Fotografía. 29. BM 13.**



**Fotografía N°30. BM 14.**



**Fotografía. 31. BM 15.**



**Fotografía. 32. BM 16.**



**Fotografía. 33.** Extracción de las muestras de suelo.



**Fotografía. 34.** Extracción de muestras de suelo.



**Fotografía. 35.** Extracción de las muestras de suelo.



**Fotografía. 36.** Extracción de las muestras de suelo.



**Fotografía. 37.** Extracción de las muestras de suelo.



**Fotografía. 38.** Extracción de las muestras de suelo.



**Fotografía. 39.** Extracción de las muestras de suelo.



**Fotografía. 40.** Preparando la muestra para el Proctor.



**Fotografía. 41.** Cantera los 3 pisos.



**Fotografía. 42.** Muestreo en la cantera los 3 pisos.



**Fotografía. 43.** Muestra para laboratorio de la Cantera los 3 pisos.



**Fotografía. 44.** Coordenadas UTM de la cantera los 3 pisos.



**Fotografía. 45.** Cantera los 3 pisos.



**Fotografía. 46.** Estudio de tráfico.



**Fotografía. 47.** Estación de conteo en la entrada del distrito de Llama.



**Fotografía. 48.** Estación de conteo en la entrada del distrito de Llama.



**Fotografía. 49.** Toma de muestras en la fuente de agua 01.



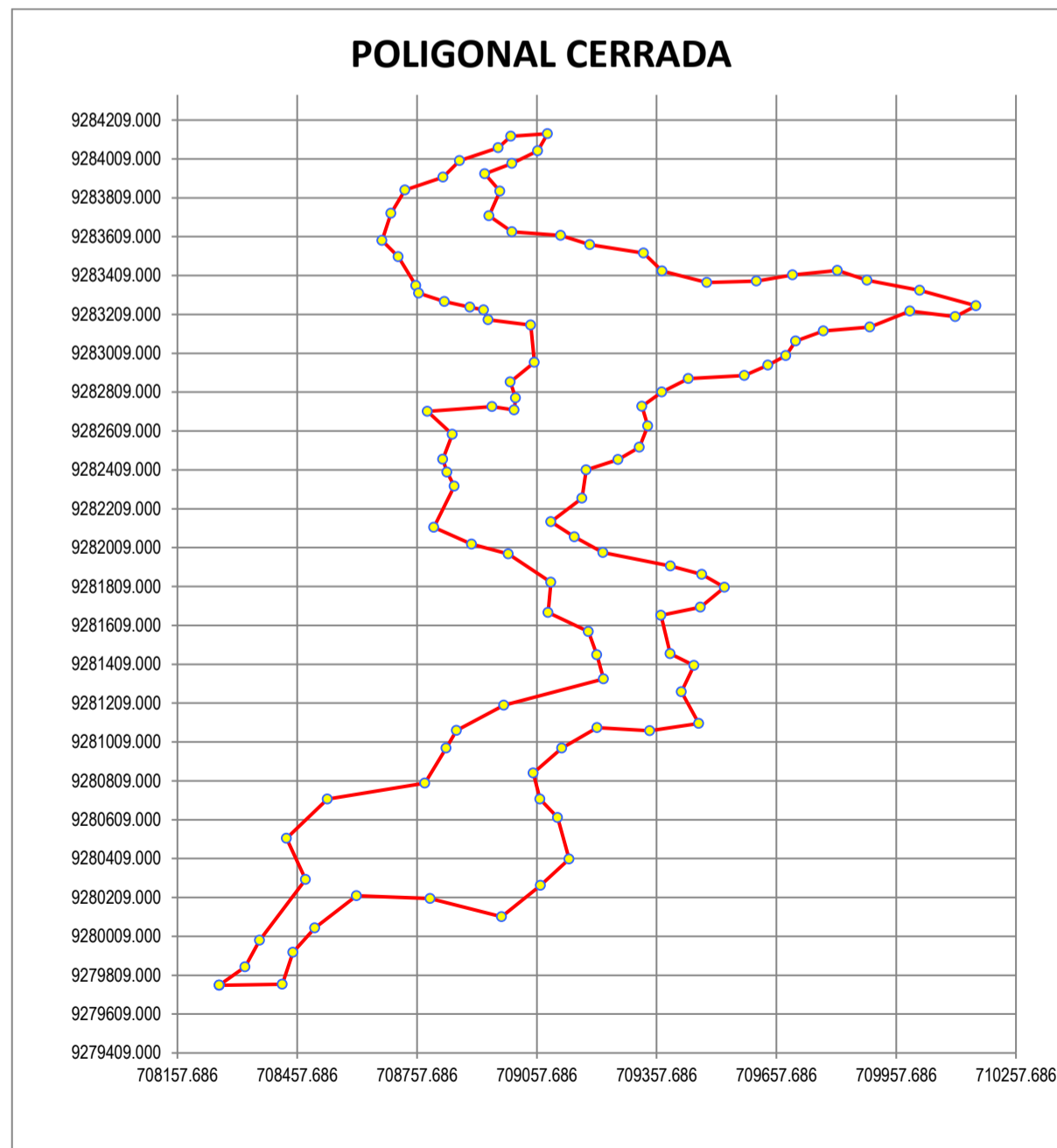
**Fotografía. 50.** Fuente de agua N°02.

**ANEXO N°5: MEMORIA DE  
CÁLCULO DE LA TOPOGRAFÍA**

**COMPENSACIÓN DE LAS  
COORDENADAS UTM MEDIANTE  
POLIGONAL CERRADA  
PLANIMÉTRICA POR EL MÉTODO  
DE LAS PROYECCIONES**

EST	LADO	Coordenadas		Dist	Proyec. Iniciales		Proyec. Iniciales		Proyec. Corregidas		Coordenadas UTM Corregidas	
		X	Y		PX	PY	ABS (PX)	ABS (PY)	PX	PY	Este (X)	Norte (Y)
E1	E1-E2	708262.661	9279757.233	158.044	157.942	5.702	157.942	5.702	157.934	5.701	708,262.661	9,279,757.233
E2	E2-E3	708420.603	9279762.935	165.644	26.686	163.481	26.686	163.481	26.685	163.474	708,420.596	9,279,762.935
E3	E3-E4	708447.289	9279926.416	136.574	54.644	125.166	54.644	125.166	54.642	125.161	708,447.280	9,279,926.409
E4	E4-E5	708501.933	9280051.582	196.629	104.353	166.653	104.353	166.653	104.348	166.647	708,501.922	9,280,051.570
E5	E5-E6	708606.286	9280218.235	184.824	184.195	-15.229	184.195	15.229	184.187	-15.230	708,606.270	9,280,218.217
E6	E6-E7	708790.481	9280203.006	202.252	179.483	-93.229	179.483	93.229	179.475	-93.233	708,790.458	9,280,202.987
E7	E7-E8	708969.964	9280109.776	189.051	97.414	162.021	97.414	162.021	97.410	162.014	708,969.932	9,280,109.754
E8	E8-E9	709067.378	9280271.797	152.143	71.189	134.461	71.189	134.461	71.186	134.456	709,067.343	9,280,271.768
E9	E9-E10	709138.567	9280406.258	215.509	-28.926	213.559	28.926	213.559	-28.927	213.551	709,138.528	9,280,406.224
E10	E10-E11	709109.641	9280619.817	104.310	-43.780	94.677	43.780	94.677	-43.782	94.673	709,109.601	9,280,619.775
E11	E11-E12	709065.861	9280714.494	135.498	-17.097	134.415	17.097	134.415	-17.098	134.410	709,065.819	9,280,714.448
E12	E12-E13	709048.764	9280848.910	147.433	71.873	128.728	71.873	128.728	71.870	128.722	709,048.721	9,280,848.858
E13	E13-E14	709120.637	9280977.637	137.531	88.521	105.256	88.521	105.256	88.517	105.252	709,120.591	9,280,977.580
E14	E14-E15	709209.158	9281082.894	132.696	131.755	-15.778	131.755	15.778	131.749	-15.779	709,209.108	9,281,082.833
E15	E15-E16	709340.913	9281067.116	127.557	122.190	36.610	122.190	36.610	122.185	36.609	709,340.857	9,281,067.054
E16	E16-E17	709463.103	9281103.726	169.466	-43.234	163.858	43.234	163.858	-43.236	163.851	709,463.042	9,281,103.662
E17	E17-E18	709419.869	9281267.583	139.372	31.624	135.736	31.624	135.736	31.623	135.731	709,419.806	9,281,267.514
E18	E18-E19	709451.493	9281403.320	83.914	-59.420	59.252	59.420	59.252	-59.422	59.250	709,451.428	9,281,403.245
E19	E19-E20	709392.073	9281462.572	199.901	-23.305	198.538	23.305	198.538	-23.306	198.530	709,392.006	9,281,462.494
E20	E20-E21	709368.769	9281661.109	107.266	98.682	42.046	98.682	42.046	98.678	42.044	709,368.700	9,281,661.024
E21	E21-E22	709467.451	9281703.155	117.985	60.216	101.462	60.216	101.462	60.213	101.458	709,467.378	9,281,703.068
E22	E22-E23	709527.667	9281804.617	87.752	-56.660	67.008	56.660	67.008	-56.662	67.006	709,527.591	9,281,804.526
E23	E23-E24	709471.007	9281871.625	89.262	-78.289	42.878	78.289	42.878	-78.293	42.877	709,470.929	9,281,871.532
E24	E24-E25	709392.718	9281914.504	182.231	-168.853	68.532	168.853	68.532	-168.861	68.530	709,392.637	9,281,914.408
E25	E25-E26	709223.865	9281983.036	108.324	-72.043	80.894	72.043	80.894	-72.046	80.891	709,223.776	9,281,982.938
E26	E26-E27	709151.821	9282063.930	97.640	-58.750	77.987	58.750	77.987	-58.753	77.984	709,151.729	9,282,063.829
E27	E27-E28	709093.071	9282141.917	144.044	77.808	121.221	77.808	121.221	77.805	121.216	709,092.976	9,282,141.812
E28	E28-E29	709170.880	9282263.138	146.494	10.707	146.102	10.707	146.102	10.706	146.097	709,170.781	9,282,263.028
E29	E29-E30	709181.586	9282409.240	95.519	80.006	52.181	80.006	52.181	80.003	52.179	709,181.487	9,282,409.125
E30	E30-E31	709261.593	9282461.421	83.585	52.898	64.717	52.898	64.717	52.895	64.715	709,261.490	9,282,461.304
E31	E31-E32	709314.490	9282526.138	111.360	21.296	109.305	21.296	109.305	21.295	109.301	709,314.386	9,282,526.018
E32	E32-E33	709335.786	9282635.443	101.789	-14.911	100.690	14.911	100.690	-14.912	100.687	709,335.681	9,282,635.319
E33	E33-E34	709320.875	9282736.133	88.834	49.692	73.636	49.692	73.636	49.689	73.633	709,320.769	9,282,736.005
E34	E34-E35	709370.566	9282809.770	96.648	67.016	69.640	67.016	69.640	67.013	69.637	709,370.458	9,282,809.639
E35	E35-E36	709437.582	9282879.410	140.985	140.128	15.517	140.128	15.517	140.122	15.516	709,437.471	9,282,879.276
E36	E36-E37	709577.710	9282894.926	79.252	58.886	53.040	58.886	53.040	58.883	53.038	709,577.593	9,282,894.792
E37	E37-E38	709636.596	9282947.967	66.115	44.874	48.554	44.874	48.554	44.872	48.553	709,636.476	9,282,947.830
E38	E38-E39	709681.470	9282996.521	78.967	24.689	75.008	24.689	75.008	24.688	75.005	709,681.348	9,282,996.383
E39	E39-E40	709706.160	9283071.529	86.667	69.575	51.676	69.575	51.676	69.572	51.674	709,706.037	9,283,071.388
E40	E40-E41	709775.735	9283123.206	118.405	116.487	21.228	116.487	21.228	116.481	21.228	709,775.609	9,283,123.062
E41	E41-E42	709892.222	9283144.434	129.746	100.370	82.219	100.370	82.219	100.365	82.216	709,892.090	9,283,144.290
E42	E42-E43	709992.591	9283226.653	116.839	113.192	-28.964	113.192	28.964	113.187	-28.965	709,992.455	9,283,226.506
E43	E43-E44	710105.783	9283197.689	75.813	51.903	55.261	51.903	55.261	51.901	55.259	710,105.642	9,283,197.541
E44	E44-E45	710157.686	9283252.950	161.695	-140.694	79.692	140.694	79.692	-140.700	79.689	710,157.543	9,283,252.799
E45	E45-E46	710016.993	9283332.642	142.002	-131.863	52.693	131.863	52.693	-131.869	52.691	710,016.843	9,283,332.488
E46	E46-E47	709885.130	9283385.335	89.785	-74.810	49.648	74.810	49.648	-74.813	49.646	709,884.974	9,283,385.179
E47	E47-E48	709810.320	9283434.982	114.424	-112.055	-23.165	112.055	23.165	-112.060	-23.166	709,810.161	9,283,434.824
E48	E48-E49	709698.265	9283411.817	95.996	-90.677	-31.509	90.677	31.509	-90.682	-31.511	709,698.101	9,283,411.658
E49	E49-E50	709607.588	9283380.308	123.761	-123.585	-6.612	123.585	6.612	-123.590	-6.612	709,607.420	9,283,380.148
E50	E50-E51	709484.003	9283373.696	126.327	-112.273	57.907	112.273	57.907	-112.278	57.905	709,483.830	9,283,373.535
E51	E51-E52	709371.730	9283431.603	103.462	-46.277	92.535	46.277	92.535	-46.279	92.532	709,371.552	9,283,431.440
E52	E52-E53	709325.453	9283524.138	141.625	-134.629	43.960	134.629	43.960	-134.635	43.958	709,325.273	9,283,523.972
E53	E53-E54	709190.824	9283568.098	86.716	-73.011	46.787	73.011	46.787	-73.015	46.785	709,190.637	9,283,567.930
E54	E54-E55	709117.812	9283614.885	123.417	-121.972	18.835	121.972	18.835	-121.977	18.834	709,117.623	9,283,614.715
E55	E55-E56	708995.841	9283633.720	101.001	-57.463	83.061	57.463	83.061	-57.466	83.057	708,995.646	9,283,633.549
E56	E56-E57	708938.377	9283716.780	128.750	26.982	125.891	26.982	125.891	26.981	125.886	708,938.180	9,283,716.606
E57	E57-E58	708965.359	9283842.671	96.584	-37.449	89.029	37.449	89.029	-37.451	89.025	708,965.161	9,283,842.492
E58	E58-E59	708927.910	9283931.700	86.448	67.398	54.137	67.398	54.137	67.395	54.134	708,927.710	9,283,931.518
E59	E59-E60	708995.308	9283985.837	91.833	64.739	65.131	64.739	65.131	64.736	65.129	708,995.104	9,283,985.652
E60	E60-E61	709060.047	9284050.968	91.093	24.782	87.657	24.782	87.657	24.780	87.653	709,059.841	9,284,050.780
E61	E61-E62	709084.828	9284138.625	93.203	-92.289	-13.020	92.289	13.020	-92.294	-13.021	709,084.621	9,284,138.434
E62	E62-E63	708992.539	9284125.604	67.185	-30.976	-59.618	30.976	59.618	-30.977	-59.620	708,992.327	9,284,125.413
E63	E63-E64	708961.563	9284065.987	117.249	-97.240	-65.511	97.240	65.511	-97.245	-65.514	708,961.350	9,284,065.793
E64	E64-E65	708864.323	9284000.476	94.941	-41.132	-85.569	41.132	85.569	-41.134	-85.572	708,864.106	9,284,000.279
E65	E65-E66	708823.191	9283914.907	116.506	-95.692	-66.458	95.692	66.458	-95.696	-66.461	708,822.972	9,283,914.707
E66	E66-E67	708727.499	9283848.449	124.218	-34.662	-119.284	34.662	119.284	-34.663	-119.288	708,727.276	9,283,848.247
E67	E67-E68	708692.837	9283729.165	142.120	-22.402	-140.343	22.402	140.343	-22.403	-140.349	708,692.612	9,283,728.958
E68	E68-E69	708670.435	9283588.822	92.697	40.324	-83.466	40.324	83.466	40.323	-83.470	708,670.209	9,283,588.609
E69	E69-E70	708710.760	9283505.355	154.141	43.957	-147.740	43.957	147.740	43.955	-147.746	708,710.532	9,283,505.139
E70	E70-E71	708754.717	9283357.615	39.637	7.094	-38.997	7.094	38.997	7.094	-38.999	708,754.488	9,283,357.393

E71	E71-E72	708761.811	9283318.618	78.488	65.051	-43.918	65.051	43.918	65.048	-43.919	708,761.581	9,283,318.394
E72	E72-E73	708826.862	9283274.700	69.541	63.491	-28.371	63.491	28.371	63.488	-28.372	708,826.629	9,283,274.475
E73	E73-E74	708890.352	9283246.329	37.210	34.553	-13.806	34.553	13.806	34.552	-13.807	708,890.117	9,283,246.103
E74	E74-E75	708924.906	9283232.523	52.577	10.809	-51.454	10.809	51.454	10.808	-51.456	708,924.669	9,283,232.297
E75	E75-E76	708935.715	9283181.069	110.155	106.665	-27.510	106.665	27.510	106.660	-27.511	708,935.477	9,283,180.841
E76	E76-E77	709042.380	9283153.560	190.985	9.345	-190.756	9.345	190.756	9.345	-190.764	709,042.137	9,283,153.330
E77	E77-E78	709051.725	9282962.803	118.412	-60.350	-101.879	60.350	101.879	-60.353	-101.883	709,051.482	9,282,962.566
E78	E78-E79	708991.375	9282860.924	82.402	13.557	-81.279	13.557	81.279	13.556	-81.282	708,991.129	9,282,860.683
E79	E79-E80	709004.932	9282779.645	62.922	-4.029	-62.793	4.029	62.793	-4.029	-62.795	709,004.686	9,282,779.401
E80	E80-E81	709000.903	9282716.853	58.107	-55.284	17.893	55.284	17.893	-55.286	17.892	709,000.657	9,282,716.606
E81	E81-E82	708945.620	9282734.746	163.544	-161.731	-24.290	161.731	24.290	-161.738	-24.291	708,945.371	9,282,734.498
E82	E82-E83	708783.889	9282710.456	133.394	62.185	-118.012	62.185	118.012	62.182	-118.017	708,783.633	9,282,710.207
E83	E83-E84	708846.074	9282592.444	131.412	-23.375	-129.316	23.375	129.316	-23.376	-129.321	708,845.815	9,282,592.190
E84	E84-E85	708822.699	9282463.128	66.563	10.255	-65.768	10.255	65.768	10.255	-65.771	708,822.440	9,282,462.869
E85	E85-E86	708832.955	9282397.359	73.955	18.434	-71.621	18.434	71.621	18.433	-71.623	708,832.695	9,282,397.098
E86	E86-E87	708851.389	9282325.739	218.622	-51.119	-212.561	51.119	212.561	-51.121	-212.570	708,851.128	9,282,325.475
E87	E87-E88	708800.270	9282113.178	127.720	94.151	-86.302	94.151	86.302	94.146	-86.306	708,800.006	9,282,112.905
E88	E88-E89	708894.420	9282026.875	104.843	91.731	-50.768	91.731	50.768	91.727	-50.770	708,894.153	9,282,026.600
E89	E89-E90	708986.151	9281976.108	180.626	107.238	-145.347	107.238	145.347	107.233	-145.353	708,985.880	9,281,975.830
E90	E90-E91	709093.389	9281830.760	155.328	-7.522	-155.145	7.522	155.145	-7.523	-155.152	709,093.113	9,281,830.477
E91	E91-E92	709085.866	9281675.615	141.009	101.436	-97.950	101.436	97.950	101.432	-97.953	709,085.590	9,281,675.325
E92	E92-E93	709187.303	9281577.665	122.579	20.663	-120.825	20.663	120.825	20.662	-120.829	709,187.022	9,281,577.372
E93	E93-E94	709207.966	9281456.841	124.277	17.169	-123.085	17.169	123.085	17.168	-123.090	709,207.684	9,281,456.542
E94	E94-E95	709225.135	9281333.756	284.766	-250.167	-136.045	250.167	136.045	-250.178	-136.050	709,224.853	9,281,333.453
E95	E95-E96	708974.969	9281197.711	175.821	-118.417	-129.963	118.417	129.963	-118.422	-129.968	708,974.675	9,281,197.402
E96	E96-E97	708856.551	9281067.748	93.171	-25.586	-89.589	25.586	89.589	-25.587	-89.592	708,856.252	9,281,067.434
E97	E97-E98	708830.965	9280978.159	188.051	-53.740	-180.209	53.740	180.209	-53.742	-180.216	708,830.665	9,280,977.841
E98	E98-E99	708777.225	9280797.950	257.410	-243.776	-82.664	243.776	82.664	-243.787	-82.667	708,776.923	9,280,797.626
E99	E99-E100	708533.450	9280715.286	226.426	-102.127	-202.086	102.127	202.086	-102.132	-202.094	708,533.136	9,280,714.958
E100	E100-E101	708431.322	9280513.200	217.358	47.192	-212.173	47.192	212.173	47.190	-212.182	708,431.004	9,280,512.864
E101	E101-E102	708478.514	9280301.027	332.593	-114.983	-312.085	114.983	312.085	-114.988	-312.097	708,478.194	9,280,300.683
E102	E102-E103	708363.531	9279988.942	142.400	-36.279	-137.701	36.279	137.701	-36.280	-137.707	708,363.206	9,279,988.585
E103	E103-E1	708327.253	9279851.241	113.571	-64.262	-93.642	64.262	93.642	-64.264	-93.645	708,326.926	9,279,850.879
E1'		708262.991	9279757.599								708,262.661	9,279,757.233
E1'		708262.991	9279757.599	13112.9218			7,418.662	9,227.178	0.000	0.000		



# **COMPENSACIÓN DE ALTIMÉTRICA**

E	N	Z	DESCRIPCION	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	COMPENSACION	COTAS CORREGIDAS
708262.661	9279757.233	2113.8095	E-1				2113.8095
				158.044			
708420.603	9279762.935	2122.5938	E-2		158.044	-0.00026	2122.594
				165.644			
708447.289	9279926.416	2127.0633	E-3		323.689	-0.00052	2127.063
				136.574			
708501.933	9280051.582	2134.8845	E-4		460.263	-0.00074	2134.884
				196.629			
708606.286	9280218.235	2152.6346	E-5		656.892	-0.00106	2152.634
				184.824			
708790.481	9280203.006	2132.837	E-6		841.716	-0.00136	2132.836
				202.252			
708969.964	9280109.776	2130.8189	E-7		1043.967	-0.00169	2130.817
				189.051			
709067.378	9280271.797	2114.8234	E-8		1233.018	-0.00199	2114.821
				152.143			
709138.567	9280406.258	2100.6977	E-9		1385.162	-0.00224	2100.695
				215.509			
709109.641	9280619.817	2097.2972	E-10		1600.671	-0.00259	2097.295
				104.310			
709065.861	9280714.494	2093.6739	E-11		1704.981	-0.00276	2093.671
				135.498			
709048.764	9280848.91	2088.7145	E-12		1840.479	-0.00298	2088.712
				147.433			
709120.637	9280977.637	2074.7604	E-13		1987.912	-0.00321	2074.757
				137.531			
709209.158	9281082.894	2064.8053	E-14		2125.443	-0.00344	2064.802
				132.696			
709340.913	9281067.116	2062.9936	E-15		2258.140	-0.00365	2062.990
				127.557			
709463.103	9281103.726	2058.723	E-16		2385.696	-0.00386	2058.719
				169.466			
709419.869	9281267.583	2042.3683	E-17		2555.162	-0.00413	2042.364
				139.372			
709451.493	9281403.32	2044	E-18		2694.534	-0.00436	2043.996
				83.914			
709392.073	9281462.572	2033.064	E-19		2778.447	-0.00449	2033.060
				199.901			
709368.769	9281661.109	2023.1943	E-20		2978.348	-0.00482	2023.189
				107.266			
709467.451	9281703.155	2034	E-21		3085.614	-0.00499	2033.995
				117.985			
709527.667	9281804.617	2026	E-22		3203.599	-0.00518	2025.995
				87.752			
709471.007	9281871.625	2027.4811	E-23		3291.351	-0.00532	2027.476
				89.262			
709392.718	9281914.504	2018	E-24		3380.613	-0.00547	2017.995
				182.231			
709223.865	9281983.036	1998	E-25		3562.845	-0.00576	1997.994
				108.324			
709151.821	9282063.93	1992	E-26		3671.169	-0.00594	1991.994
				97.640			
709093.071	9282141.917	1989.405	E-27		3768.808	-0.00609	1989.399
				144.044			
709170.88	9282263.138	1991.258	E-28		3912.852	-0.00633	1991.252
				146.494			
709181.586	9282409.24	1965.5414	E-29		4059.346	-0.00656	1965.535
				95.519			
709261.593	9282461.421	1974	E-30		4154.865	-0.00672	1973.993
				83.585			

IDA

709314.49	9282526.138	1976	E-31		4238.450	-0.00685	<b>1975.993</b>
				111.360			
709335.786	9282635.443	1967.4388	E-32		4349.810	-0.00703	<b>1967.432</b>
				101.789			
709320.875	9282736.133	1958	E-33		4451.599	-0.00720	<b>1957.993</b>
				88.834			
709370.566	9282809.77	1948.7766	E-34		4540.434	-0.00734	<b>1948.769</b>
				96.648			
709437.582	9282879.41	1944	E-35		4637.082	-0.00750	<b>1943.993</b>
				140.985			
709577.71	9282894.926	1950	E-36		4778.067	-0.00772	<b>1949.992</b>
				79.252			
709636.596	9282947.967	1944	E-37		4857.318	-0.00785	<b>1943.992</b>
				66.115			
709681.47	9282996.521	1940	E-38		4923.433	-0.00796	<b>1939.992</b>
				78.967			
709706.16	9283071.529	1926.4592	E-39		5002.400	-0.00809	<b>1926.451</b>
				86.667			
709775.735	9283123.206	1924	E-40		5089.067	-0.00823	<b>1923.992</b>
				118.405			
709892.222	9283144.434	1928	E-41		5207.472	-0.00842	<b>1927.992</b>
				129.746			
709992.591	9283226.653	1914.7204	E-42		5337.218	-0.00863	<b>1914.712</b>
				116.839			
710105.783	9283197.689	1924.4477	E-43		5454.057	-0.00882	<b>1924.439</b>
				75.813			
710157.686	9283252.95	1934.7434	E-44		5529.871	-0.00894	<b>1934.734</b>
				161.695			
710016.993	9283332.642	1924	E-45		5691.566	-0.00920	<b>1923.991</b>
				142.002			
709885.13	9283385.335	1911.798	E-46		5833.568	-0.00943	<b>1911.789</b>
				89.785			
709810.32	9283434.982	1913.0024	E-47		5923.353	-0.00958	<b>1912.993</b>
				114.424			
709698.265	9283411.817	1901.1033	E-48		6037.778	-0.00976	<b>1901.094</b>
				95.996			
709607.588	9283380.308	1885.1423	E-49		6133.774	-0.00992	<b>1885.132</b>
				123.761			
709484.003	9283373.696	1882	E-50		6257.535	-0.01012	<b>1881.990</b>
				126.327			
709371.73	9283431.603	1863.3109	E-51		6383.862	-0.01032	<b>1863.301</b>
				103.462			
709325.453	9283524.138	1862.716	E-52		6487.323	-0.01049	<b>1862.706</b>
				141.625			
709190.824	9283568.098	1842.609	E-53		6628.948	-0.01072	<b>1842.598</b>
				86.716			
709117.812	9283614.885	1840.5087	E-54		6715.664	-0.01086	<b>1840.498</b>
				123.417			
708995.841	9283633.72	1829.1967	E-55		6839.082	-0.01106	<b>1829.186</b>
				101.001			
708938.377	9283716.78	1831.3758	E-56		6940.082	-0.01122	<b>1831.365</b>
				128.750			
708965.359	9283842.671	1814	E-57		7068.832	-0.01143	<b>1813.989</b>
				96.584			
708927.91	9283931.7	1796.7359	E-58		7165.416	-0.01158	<b>1796.724</b>
				86.448			
708995.308	9283985.837	1799.2648	E-59		7251.864	-0.01172	<b>1799.253</b>
				91.833			
709060.047	9284050.968	1782.8777	E-60		7343.697	-0.01187	<b>1782.866</b>
				91.093			
709084.828	9284138.625	1776	E-61		7434.789	-0.01202	<b>1775.988</b>
				93.203			

	708992.539	9284125.604	1756.3017	E-62		7527.993	-0.01217	<b>1756.290</b>
					67.185			
	708961.563	9284065.987	1762.9428	E-63		7595.177	-0.01228	<b>1762.931</b>
					117.249			
	708864.323	9284000.476	1744	E-64		7712.427	-0.01247	<b>1743.988</b>
					94.941			
	708823.191	9283914.907	1744	E-65		7807.368	-0.01262	<b>1743.987</b>
					116.506			
708727.499	9283848.449	1730.7339	E-66		7923.874	-0.01281	<b>1730.721</b>	
				124.218				
708692.837	9283729.165	1720	E-67		8048.091	-0.01301	<b>1719.987</b>	
				142.120				
708670.435	9283588.822	1695.1815	E-68		8190.212	-0.01324	<b>1695.168</b>	
				92.697				
708710.76	9283505.355	1706.4293	E-69		8282.908	-0.01339	<b>1706.416</b>	
				154.141				
708754.717	9283357.615	1727.076	E-70		8437.049	-0.01364	<b>1727.062</b>	
				39.637				
708761.811	9283318.618	1723.0612	E-71		8476.687	-0.01370	<b>1723.047</b>	
				78.488				
708826.862	9283274.7	1713.3752	E-72		8555.175	-0.01383	<b>1713.361</b>	
				69.541				
708890.352	9283246.329	1707.3131	E-73		8624.716	-0.01394	<b>1707.299</b>	
				37.210				
708924.906	9283232.523	1708.9519	E-74		8661.925	-0.01400	<b>1708.938</b>	
				52.577				
708935.715	9283181.069	1701.1383	E-75		8714.502	-0.01409	<b>1701.124</b>	
				110.155				
709042.38	9283153.56	1705.1282	E-76		8824.657	-0.01427	<b>1705.114</b>	
				190.985				
709051.725	9282962.803	1730	E-77		9015.643	-0.01458	<b>1729.985</b>	
				118.412				
708991.375	9282860.924	1727.1092	E-78		9134.055	-0.01477	<b>1727.094</b>	
				82.402				
709004.932	9282779.645	1742.6337	E-79		9216.457	-0.01490	<b>1742.619</b>	
				62.922				
709000.903	9282716.853	1754.5074	E-80		9279.378	-0.01500	<b>1754.492</b>	
				58.107				
708945.62	9282734.746	1742.991	E-81		9337.485	-0.01510	<b>1742.976</b>	
				163.544				
708783.889	9282710.456	1743.5674	E-82		9501.030	-0.01536	<b>1743.552</b>	
				133.394				
708846.074	9282592.444	1775.244	E-83		9634.423	-0.01558	<b>1775.228</b>	
				131.412				
708822.699	9282463.128	1797.047	E-84		9765.835	-0.01579	<b>1797.031</b>	
				66.563				
708832.955	9282397.359	1812.9717	E-85		9832.398	-0.01590	<b>1812.956</b>	
				73.955				
708851.389	9282325.739	1831.0799	E-86		9906.353	-0.01602	<b>1831.064</b>	
				218.622				
708800.27	9282113.178	1879.3182	E-87		10124.975	-0.01637	<b>1879.302</b>	
				127.720				
708894.42	9282026.875	1898.6585	E-88		10252.695	-0.01658	<b>1898.642</b>	
				104.843				
708986.151	9281976.108	1906.4304	E-89		10357.537	-0.01675	<b>1906.414</b>	
				180.626				
709093.389	9281830.76	1906.6862	E-90		10538.163	-0.01704	<b>1906.669</b>	
				155.328				
709085.866	9281675.615	1910	E-91		10693.491	-0.01729	<b>1909.983</b>	
				141.009				
709187.303	9281577.665	1944.92	E-92		10834.500	-0.01752	<b>1944.902</b>	
				122.579				

709207.966	9281456.841	1960.6604	E-93		10957.078	-0.01771	<b>1960.643</b>
				124.277			
709225.135	9281333.756	1982.6643	E-94		11081.355	-0.01792	<b>1982.646</b>
				284.766			
708974.969	9281197.711	2022	E-95		11366.121	-0.01838	<b>2021.982</b>
				175.821			
708856.551	9281067.748	2044	E-96		11541.942	-0.01866	<b>2043.981</b>
				93.171			
708830.965	9280978.159	2042.522	E-97		11635.113	-0.01881	<b>2042.503</b>
				188.051			
708777.225	9280797.95	2072.3873	E-98		11823.164	-0.01911	<b>2072.368</b>
				257.410			
708533.45	9280715.286	2068.6906	E-99		12080.574	-0.01953	<b>2068.671</b>
				226.426			
708431.322	9280513.2	2180.0246	E-100		12307.000	-0.01990	<b>2180.005</b>
				217.358			
708478.514	9280301.027	2132	E-101		12524.358	-0.02025	<b>2131.980</b>
				332.593			
708363.531	9279988.942	2106	E-102		12856.951	-0.02079	<b>2105.979</b>
				142.400			
708327.253	9279851.241	2099.1398	E-103		12999.351	-0.02102	<b>2099.119</b>
				113.571			
708262.991	9279757.599	2113.8307	E-1'		13112.922	-0.02120	<b>2113.810</b>

**ANEXO N°6: MEMORIA DE  
CÁLCULO DEL DISEÑO  
GEOMÉTRICO**

# **VERIFICACIONES DE DISEÑO EN PLANTA**

DATOS DEL DISEÑO EN PLANTA													VERIFICACIONES					
N° PI	SENTIDO	DELTA	TANGENTE	RADIO (m)	TIPO	L.C.	EXTERNA	P.C.	P.I. (km)	P.T.	ESTE	NORTE	Entre curvas	Radio Mínimo	Prescindir de Curva	Tramos en Tangente	Prescindir de curva de transición	Curvas compuestas (R1/R2 <= 1.5)
PI - 0	I								0+000.00		708241.844	9279673.698	0.00 m					
PI - 1	D	57.76°	30.34 m	55.00 m	Curva	55.44 m	7.81 m	0+056.56	0+086.89	0+112	708279.806	9279751.861	56.56 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 2	I	79.73°	45.93 m	55.00 m	Curva	76.54 m	16.66 m	0+156.30	0+202.23	0+232.84	708399.632	9279765.167	44.29 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 3	D	14.66°	15.44 m	120.00 m	Curva	30.71 m	0.99 m	0+291.98	0+307.41	0+322.68	708407.894	9279885.394	59.14 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 4	D	24.51°	15.21 m	70.00 m	Curva	29.95 m	1.63 m	0+467.96	0+483.16	0+497.90	708463.98	9280052.129	145.27 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 5	I	49.44°	25.32 m	55.00 m	Curva	47.46 m	5.55 m	0+569.20	0+594.52	0+616.66	708540.392	9280133.778	71.30 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 6	D	33.34°	7.49 m	25.00 m	Curva	14.55 m	1.10 m	0+681.35	0+688.83	0+695.90	708529.634	9280230.676	64.69 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 7	D	110.30°	64.62 m	45.00 m	Curva	86.63 m	33.75 m	0+746.12	0+810.74	0+832.75	708585.18	9280339.67	50.22 m	OK	----	CORREGIR	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 8	I	17.23°	13.64 m	90.00 m	Curva	27.07 m	1.03 m	0+876.25	0+889.88	0+903.32	708667.751	9280250.184	43.50 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 9	I	62.50°	54.61 m	90.00 m	Curva	98.17 m	15.27 m	1+152.31	1+206.93	1+250.49	708949.428	9280104.846	248.71 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 10	I	38.89°	24.71 m	70.00 m	Curva	47.51 m	4.23 m	1+300.81	1+325.52	1+348.32	709052.508	9280183.47	50.32 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 11	D	38.29°	19.10 m	55.00 m	Curva	36.76 m	3.22 m	1+393.83	1+412.92	1+430.59	709073.779	9280270.218	45.51 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 12	I	68.14°	54.11 m	80.00 m	Curva	95.15 m	16.58 m	1+509.20	1+563.31	1+604.35	709193.529	9280363.542	78.62 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 13	I	20.66°	4.56 m	25.00 m	Curva	9.02 m	0.41 m	1+649	1+653.55	1+658.01	709164.924	9280462.813	44.65 m	OK	----	CORREGIR	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 14	D	30.37°	14.93 m	55.00 m	Curva	29.15 m	1.99 m	1+720.28	1+735.21	1+749.43	709116.026	9280528.328	62.27 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 15	I	18.91°	9.16 m	55.00 m	Curva	18.15 m	0.76 m	1+795.04	1+804.19	1+813.18	709108.297	9280597.586	45.60 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 16	D	35.49°	25.60 m	80.00 m	Curva	49.56 m	4.00 m	2+022.24	2+047.85	2+071.80	709004.202	9280818.068	209.06 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 17	D	56.68°	40.45 m	75.00 m	Curva	74.19 m	10.21 m	2+129.59	2+170.04	2+203.78	709026.17	9280939.943	57.79 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 18	I	42.90°	19.65 m	50.00 m	Curva	37.44 m	3.72 m	2+268.52	2+288.17	2+305.96	709140.994	9280988.936	64.75 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 19	D	43.94°	10.09 m	25.00 m	Curva	19.17 m	1.96 m	2+348.80	2+358.89	2+367.97	709170.501	9281055.237	42.84 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	OK
PI - 20	D	36.21°	11.44 m	35.00 m	Curva	22.12 m	1.82 m	2+431.81	2+443.26	2+453.93	709249.612	9281087.311	63.84 m	OK	----	CORREGIR	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 21	I	13.27°	6.40 m	55.00 m	Curva	12.74 m	0.37 m	2+497.36	2+503.76	2+510.10	709309.029	9281072.347	43.43 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 22	I	94.81°	59.83 m	55.00 m	Curva	91.02 m	26.27 m	2+572.42	2+663.43	2+704.24	709437.554	9281070.413	62.31 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 23	D	12.88°	15.81 m	140.00 m	Curva	31.48 m	0.89 m	2+767.53	2+783.34	2+799.01	709425.163	9281249.721	104.10 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 24	I	51.35°	43.27 m	90.00 m	Curva	80.66 m	9.86 m	2+907.01	2+950.28	2+987.67	709451.102	9281414.767	108.00 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 25	D	43.13°	21.74 m	55.00 m	Curva	41.40 m	4.14 m	3+060.58	3+082.32	3+101.98	709358.077	9281516.577	72.91 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 26	D	60.76°	32.24 m	55.00 m	Curva	58.33 m	8.75 m	3+192.15	3+224.39	3+250.47	709359.866	9281660.715	90.17 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 27	I	41.51°	9.47 m	25.00 m	Curva	18.11 m	1.74 m	3+363.68	3+373.15	3+381.79	709495.977	9281734.703	113.20 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 28	I	74.44°	30.38 m	40.00 m	Curva	51.97 m	10.23 m	3+426.01	3+456.39	3+477.98	709524.688	9281813.727	44.22 m	OK	----	CORREGIR	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 29	I	13.32°	15.18 m	130.00 m	Curva	30.23 m	0.88 m	3+640.35	3+655.53	3+670.58	709355.474	9281934.566	162.37 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 30	D	27.58°	13.50 m	55.00 m	Curva	26.48 m	1.63 m	3+762.49	3+775.99	3+788.97	709243.825	9281980.148	91.91 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 31	I	5.83°	6.11 m	120.00 m	Curva	12.21 m	0.16 m	3+865.45	3+871.56	3+877.66	709181.79	9282053.534	76.48 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 32	D	72.81°	40.56 m	55.00 m	Curva	69.90 m	13.34 m	3+942.70	3+983.26	4+012.59	709101.382	9282131.079	65.04 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 33	I	30.45°	6.80 m	25.00 m	Curva	13.29 m	0.91 m	4+116.22	4+123.02	4+129.51	709169.404	9282265.882	103.63 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	OK
PI - 34	D	21.12°	4.66 m	25.00 m	Curva	9.22 m	0.43 m	4+174.38	4+179.04	4+183.60	709165.792	9282322.108	44.88 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 35	D	30.26°	14.87 m	55.00 m	Curva	29.05 m	1.98 m	4+229.29	4+244.16	4+258.34	709185.349	9282384.331	45.69 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 36	I	22.21°	4.91 m	25.00 m	Curva	9.69 m	0.48 m	4+508.13	4+513.03	4+517.82	709330.832	9282604.519	244.13 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 37	D	42.24°	21.24 m	55.00 m	Curva	40.54 m	3.96 m	4+625.38	4+646.63	4+665.93	709322.936	9282738	107.56 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 38	D	7.81°	5.46 m	80.00 m	Curva	10.91 m	0.19 m	4+737.99	4+743.45	4+748.90	709384.893	9282814.918	72.06 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 39	D	36.99°	18.40 m	55.00 m	Curva	35.51 m	3.00 m	4+829.26	4+847.66	4+864.77	709460.701	9282886.447	80.37 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 40	I	38.70°	22.83 m	65.00 m	Curva	43.91 m	3.89 m	4+945.88	4+968.71	4+989.79	709582.289	9282899.966	81.11 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 41	I	18.77°	9.92 m	60.00 m	Curva	19.65 m	0.81 m	5+105.41	5+115.33	5+125.07	709687.113	9283004.965	115.62 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 42	D	21.08°	10.23 m	55.00 m	Curva	20.23 m	0.94 m	5+168.81	5+179.05	5+189.05	709715.308	9283062.303	43.75 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 43	D	26.57°	12.99 m	55.00 m	Curva	25.50 m	1.51 m	5+243.95	5+256.93	5+269.45	709772.685	9283115.317	54.90 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 44	I	12.33°	12.97 m	120.00 m	Curva	25.83 m	0.70 m	5+370.60	5+383.57	5+396.43	709894.756	9283150.713	101.15 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 45	D	44.44°	22.47 m	55.00 m	Curva	42.66 m	4.41 m	5+491.65	5+514.12	5+534.31	710009.571	9283213.06	95.22 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 46	I	163.90°	294.41 m	41.65 m	Curva	119.14 m	255.69 m	5+586.69	5+881.10	5+705.83	710364.629	9283111.654	52.38 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 47	I	6.85°	8.38 m	140.00 m	Curva	16.74 m	0.25 m	5+839.45	5+847.83	5+856.19	709994.716	9283343.2	133.62 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 48	I	37.02°	36.83 m	110.00 m	Curva	71.08 m	6.00 m	6+015.20	6+052.03	6+086.28	709809.923	9283430.135	159.01 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 49	I	5.30°	6.94 m	150.00 m	Curva	13.86 m	0.16 m	6+235.27	6+242.20	6+249.13	709621.258	9283390.628	148.99 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 50	D	16.48°	9.41 m	65.00 m	Curva	18.70 m	0.68 m	6+302.42	6+311.83	6+321.11	709554.707	9283370.127	53.29 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 51	D	34.10°	41.09 m	134.00 m	Curva	79.75 m	6.16 m	6+365.02	6+406.12	6+444.77	709460.298	9283369.069	43.91 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 52	D	24.19°	11.79 m	55.00 m	Curva	23.22 m	1.25 m	6+494.56	6+506.34	6+517.77	709374.644	9283425.668	49.79 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 53	I	43.44°	17.93 m	45.00 m	Curva	34.12 m	3.44 m	6+608.21	6+626.14	6+642.33	709310.343	9283527.161	90.44 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 54	D	9.64°	10.12 m	120.00 m	Curva	20.20 m	0.43 m	6+696.67	6+706.79	6+716.87	709230.473	9283547.375	54.34 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 55	I	17.71°	3.90 m	25.00 m	Curva	7.73 m	0.30 m	6+807.52	6+811.41	6+815.25	709134.738	9283589.693	90.65 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	CORREGIR
PI - 56	D	25.15°	53.54 m	240.00 m	Curva	105.35 m	5.90 m	6+870.15	6+923.69	6+975.50	709023.048	9283601.703	54.90 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 57	D	88.09°	82.21 m	85.00 m	Curva	130.68 m	33.25 m	7+019.45	7+016.66	7+150.13	708869.481	9283695.031	43.96 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 58	I	35.43°	14.38 m	45.00 m	Curva	27.83 m	2.24 m	7+197.11	7+211.49	7+224.94	708939.903	9283820.136	46.98 m	OK	----	OK	USAR TRANSICIÓN	OK
PI - 59	D	16.51°	7.98 m	55.00 m	Curva	15.85 m	0.58 m	7+273.34	7+281.32	7+289.19	708932.436	9283890.491	48.40 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	OK
PI - 60	D	51.18°	26.34 m	55.00 m	Curva	49.13 m	5.98 m	7+349.03	7+375.37	7+398.16	708949.515	9283983.093	59.84 m	OK	----	CORREGIR	PRESCINDIR	OK
PI - 61	I	62.24°	37.43 m	62.00 m	Curva	67.35 m	10.42 m	7+482.20	7+519.63	7+549.55	709079.574	9284053.324	84.04 m	OK	----	OK	PRESCINDIR	CORREGIR
PI - 62	I	84.85°	13.71 m	15.00 m														

# **VERIFICACIONES EN PERFIL LONGITUDINAL**

DATOS DEL PERFIL LONGITUDINAL			VERIFICACIONES				
Tangente	PENDIENTE (%)	DISTANCIA (m)	Pendiente máx 10%	Pendiente mayores al 10% que no excedan los 180 m	Pendiente mín 0.5%	Diferencia Algebraica mayor que el 2%	Pendiente Ponderada
							Pendiente * Distancia
1	1.31 %	en 197.85 m	OK	----	OK		259.184
2	0.76 %	en 114.85 m	OK	----	OK	OK	87.286
3	7.83 %	en 54.29 m	OK	----	OK	OK	425.091
4	3.66 %	en 55.19 m	OK	----	OK	OK	201.995
5	5.73 %	en 151.41 m	OK	----	OK	OK	867.579
6	2.93 %	en 112.08 m	OK	----	OK	OK	328.394
7	7.68 %	en 131.07 m	OK	----	OK	OK	1006.618
8	-4.92 %	en 74.20 m	OK	----	OK	OK	365.064
9	-8.33 %	en 37.04 m	OK	----	OK	OK	308.543
10	-0.85 %	en 60.74 m	OK	----	OK	OK	51.629
11	-6.60 %	en 125.17 m	OK	----	OK	OK	826.122
12	-5.00 %	en 75.61 m	OK	----	OK	OK	378.050
13	-4.87 %	en 304.16 m	OK	----	OK	OK	1481.259
14	-4.29 %	en 127.35 m	OK	----	OK	OK	546.332
15	-5.76 %	en 89.07 m	OK	----	OK	OK	513.043
16	-4.98 %	en 329.39 m	OK	----	OK	OK	1640.362
17	-2.88 %	en 97.57 m	OK	----	OK	OK	281.002
18	-6.74 %	en 239.58 m	OK	----	OK	OK	1614.769
19	-3.48 %	en 147.22 m	OK	----	OK	OK	512.326
20	-6.37 %	en 213.09 m	OK	----	OK	OK	1357.383
21	-3.46 %	en 236.49 m	OK	----	OK	OK	818.255
22	-6.15 %	en 263.51 m	OK	----	OK	OK	1620.587
23	1.56 %	en 116.42 m	OK	----	OK	OK	181.615
24	-5.67 %	en 69.20 m	OK	----	OK	OK	392.364
25	-1.71 %	en 120.33 m	OK	----	OK	OK	205.764
26	-5.65 %	en 232.83 m	OK	----	OK	OK	1315.490
27	-4.20 %	en 170.95 m	OK	----	OK	OK	717.990
28	-6.61 %	en 238.92 m	OK	----	OK	OK	1579.261
29	-5.42 %	en 323.91 m	OK	----	OK	OK	1755.592
30	-2.38 %	en 83.98 m	OK	----	OK	OK	199.872
31	-7.72 %	en 132.86 m	OK	----	OK	OK	1025.679
32	-3.85 %	en 388.86 m	OK	----	OK	OK	1497.111
33	-7.10 %	en 72.79 m	OK	----	OK	OK	516.809
34	-3.94 %	en 197.19 m	OK	----	OK	OK	776.929
35	-1.49 %	en 106.19 m	OK	----	OK	OK	158.223
36	3.56 %	en 62.92 m	OK	----	OK	OK	223.995
37	-1.02 %	en 248.66 m	OK	----	OK	OK	253.633
38	-3.61 %	en 111.78 m	OK	----	OK	OK	403.526
39	-9.91 %	en 112.04 m	OK	----	OK	OK	1110.316
40	-9.22 %	en 378.22 m	OK	----	OK	OK	3487.188
41	-9.92 %	en 447.68 m	OK	----	OK	OK	4440.986
42	-6.99 %	en 397.46 m	OK	----	OK	OK	2778.245
43	-7.37 %	en 218.27 m	OK	----	OK	OK	1608.650
44	-9.99 %	en 146.82 m	OK	----	OK	OK	1466.732
45	-13.80 %	en 85.13 m	<----- Ver Distancia	OK	OK	OK	1174.794
46	-4.32 %	en 282.26 m	OK	----	OK	OK	1219.363
47	-9.73 %	en 68.78 m	OK	----	OK	OK	669.229
48	-6.00 %	en 106.52 m	OK	----	OK	OK	639.120
49	-9.91 %	en 182.33 m	OK	----	OK	OK	1806.890
Longitud (m)		<b>8340.23 m</b>					
						Sumatoria	<b>47096.241</b>
						Pendiente Ponderada	<b>5.65 % (OK)</b>

# **DISEÑO DE ESPIRALES**

DISEÑO DE ESPIRAL - CURVA 7

		Datos		Elementos de Espiral			Elementos de Curva reducida		Kilometraje	
Elementos Geométricos del Espiral	IMDA	146	Vehi/día	A	21.26	OK	Lc	56.63 m	TE	0 + 729.813
	Orografía	3				Ok	Tc	32.75 m	EC	0 + 759.813
	Velocidad	30	Km/h	Considerar Le:	30.00 m	Le >= Lmin	Cc	52.96 m	CE	0 + 816.440
	Radio	45	m	Le calculada	10.04 m	Le >= 30	Ec	10.66 m	ET	0 + 846.440
	P	9.60	%			Le >= LTP				
	J	0.5		Le min	10.68 m		P	9.60 %		
	Km PI	0 + 810.572		Le max	32.86 m		B	2.50 %	ip max	LTP
	α	110.2972222	°	X	29.67		V	30 km/hr	1.5	24.20
	Giro	Derecha		Y	3.31		Ancho de carril	6 m		
				θe	19.10	OK				
			θc	72.10						
			P	0.83						
			K	14.94						
			TL	20.12 m						
			TC	10.11 m						
			Ts	80.76 m						
			Es	35.20 m						

REPLANTEO DE ESPIRAL 7							
Estacas cada	2	Kilometraje	L1	X1	Y1	C1	Ø1
	C1	730	0.19	0.19	0.00	0.19	0.00
	C2	732	2.19	2.19	0.00	2.19	0.03
	C3	734	4.19	4.19	0.01	4.19	0.12
	C4	736	6.19	6.19	0.03	6.19	0.27
	C5	738	8.19	8.19	0.07	8.19	0.47
	C6	740	10.19	10.19	0.13	10.19	0.73
	C7	742	12.19	12.18	0.22	12.19	1.05
	C8	744	14.19	14.18	0.35	14.18	1.42
	C9	746	16.19	16.17	0.52	16.18	1.85
	C10	748	18.19	18.16	0.74	18.18	2.34
	C11	750	20.19	20.14	1.01	20.17	2.88
	C12	752	22.19	22.11	1.35	22.15	3.48
	C13	754	24.19	24.07	1.74	24.14	4.14
	C14	756	26.19	26.02	2.21	26.11	4.85
	C15	758	28.19	27.94	2.75	28.08	5.62
	EC	759.81	30.00	29.67	3.31	29.85	6.36
Replanteo		Kilometraje	L1	X1	Y1	C1	Ø1
	C1	846	0.44	0.44	0.00	0.44	0.00
	C2	844	2.44	2.44	0.00	2.44	0.04
	C3	842	4.44	4.44	0.01	4.44	0.14
	C4	840	6.44	6.44	0.03	6.44	0.29
	C5	838	8.44	8.44	0.07	8.44	0.50
	C6	836	10.44	10.44	0.14	10.44	0.77
	C7	834	12.44	12.44	0.24	12.44	1.09
	C8	832	14.44	14.43	0.37	14.44	1.47
	C9	830	16.44	16.42	0.55	16.43	1.91
	C10	828	18.44	18.41	0.77	18.43	2.40
	C11	826	20.44	20.39	1.05	20.42	2.95
	C12	824	22.44	22.36	1.39	22.41	3.56
	C13	822	24.44	24.32	1.80	24.39	4.22
	C14	820	26.44	26.26	2.27	26.36	4.94
	C15	818	28.44	28.19	2.82	28.33	5.72
	CE	816.44	30.00	29.67	3.31	29.85	6.36

### REPLANTEO CURVA CIRCULAR REDUCIDA 7

**Estacado:** 5.00 m      **Radio:** 45.00 m

Pi(0)	Kilom	Arco	$\phi$	Cuerda ( C )	Arco Parcial (Arcop)	Cuerda Parcial (Cp)
<b>EC=</b>	0 + 759.813	.....	.....	.....	.....	.....
	0 + 760.000	0.187	0.119°	0.19 m	0.19 m	0.187 m
	0 + 765.000	5.187	3.302°	5.18 m	5.00 m	4.997 m
	0 + 770.000	10.187	6.485°	10.17 m	5.00 m	4.997 m
	0 + 775.000	15.187	9.669°	15.12 m	5.00 m	4.997 m
	0 + 780.000	20.187	12.852°	20.02 m	5.00 m	4.997 m
	0 + 785.000	25.187	16.035°	24.86 m	5.00 m	4.997 m
	0 + 790.000	30.187	19.218°	29.62 m	5.00 m	4.997 m
	0 + 795.000	35.187	22.401°	34.30 m	5.00 m	4.997 m
	0 + 800.000	40.187	25.584°	38.87 m	5.00 m	4.997 m
	0 + 805.000	45.187	28.767°	43.31 m	5.00 m	4.997 m
	0 + 810.000	50.187	31.950°	47.63 m	5.00 m	4.997 m
	0 + 815.000	55.187	35.133°	51.79 m	5.00 m	4.997 m
<b>CE=</b>	0 + 816.440	56.627	36.050°	52.96 m	1.44 m	1.440 m

# **RESUMEN DEL DISEÑO DE ESPIRALES**

CURVA	RADIO	$\alpha$	Peralte	J	Le Calculada	Le min	Le máx	Le $\geq 30$ m	LTP	Le Considerada	R/3	A	$\alpha/2$	$\theta_e$
6	25	33.34 °	12.00 %	0.5 m/s3	10.46 m	11.13 m	24.49 m	30.00 m	28.06 m	14.50 m	8.33 m	16.17 m	16.67 °	16.62 °
7	45	110.30 °	9.60 %	0.5 m/s3	10.04 m	10.68 m	32.86 m	30.00 m	24.20 m	30.00 m	15.00 m	21.26 m	55.15 °	19.10 °
13	25	20.66 °	10.00 %	0.5 m/s3	2.83 m	5.70 m	24.49 m	30.00 m	23.44 m	9.00 m	8.33 m	8.41 m	10.33 °	10.31 °
18	50	42.90 °	9.00 %	0.5 m/s3	8.45 m	9.61 m	34.64 m	30.00 m	23.00 m	30.00 m	16.67 m	20.55 m	21.45 °	17.19 °
19	25	43.94 °	12.00 %	0.5 m/s3	10.46 m	11.13 m	24.49 m	30.00 m	28.06 m	19.00 m	8.33 m	16.17 m	21.97 °	21.77 °
20	35	36.21 °	10.80 %	0.5 m/s3	15.43 m	13.73 m	28.98 m	30.00 m	26.60 m	22.00 m	11.67 m	23.24 m	18.10 °	18.01 °
27	25	41.51 °	12.00 %	0.5 m/s3	10.46 m	11.13 m	24.49 m	30.00 m	28.06 m	18.00 m	8.33 m	16.17 m	20.75 °	20.63 °
28	40	74.44 °	10.20 %	0.5 m/s3	12.28 m	12.02 m	30.98 m	30.00 m	25.40 m	30.00 m	13.33 m	22.16 m	37.22 °	21.49 °
33	25	30.45 °	12.00 %	0.5 m/s3	10.46 m	11.13 m	24.49 m	30.00 m	28.06 m	13.00 m	8.33 m	16.17 m	15.23 °	14.90 °
34	25	21.12 °	10.00 %	0.5 m/s3	2.83 m	5.70 m	24.49 m	30.00 m	23.44 m	9.00 m	8.33 m	8.41 m	10.56 °	10.31 °
36	25	22.21 °	10.00 %	0.5 m/s3	2.83 m	5.70 m	24.49 m	30.00 m	23.44 m	9.00 m	8.33 m	8.41 m	11.11 °	10.31 °
46	42	163.90 °	10.00 %	0.5 m/s3	11.46 m	11.54 m	31.62 m	30.00 m	25.00 m	30.00 m	13.88 m	21.84 m	81.95 °	20.63 °
53	45	43.44 °	9.60 %	0.5 m/s3	10.04 m	10.68 m	32.86 m	30.00 m	24.20 m	30.00 m	15.00 m	21.26 m	21.72 °	19.10 °
55	25	17.71 °	10.00 %	0.5 m/s3	2.83 m	5.70 m	24.49 m	30.00 m	23.44 m	7.50 m	8.33 m	8.41 m	8.85 °	8.59 °
58	45	35.43 °	9.60 %	0.5 m/s3	10.04 m	10.68 m	32.86 m	30.00 m	24.20 m	27.00 m	15.00 m	21.26 m	17.72 °	17.19 °
62	15	84.85 °	12.00 %	0.5 m/s3	9.80 m	9.49 m	18.97 m	30.00 m	27.19 m	22.00 m	5.00 m	12.12 m	42.42 °	42.02 °
63	10	83.51 °	12.00 %	0.5 m/s3	4.67 m	6.01 m	15.49 m	30.00 m	26.36 m	14.50 m	3.33 m	6.83 m	41.75 °	41.54 °
64	25	47.25 °	12.00 %	0.7 m/s3	19.07 m	19.22 m	24.49 m	30.00 m	29.00 m	20.00 m	8.33 m	21.83 m	23.62 °	22.92 °

**CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS  
GEOMÉTRICOS DEL  
ALINEAMIENTO Y LOS  
KILOMETRAJES DEPUÉS DE  
DISEÑAR LAS ESPIRALES**

PI	SENTIDO	COORDENADAS		Radio	ANGULO DE DEFLEXIÓN				Distancia entre PIS	E	T	LC	C	KILOMETRAJE			DATOS DE ESPIRAL		
		X	Y		Grados	Minutos	Segundos	Radianes						PI	PC o EC	PT o CE	Ts	Le	Lc (reducida)
PI-0		708241.844	9279673.698						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0 + 000.000	0 + 000.000	0 + 000.000			
PI-1	D	708279.806	9279751.861	55.000 m	57"	45'	31"	1.01 rad	86.89 m	7.81 m	30.34 m	55.44 m	53.13 m	0 + 086.894	0 + 056.558	0 + 112.003			
PI-2	I	708399.632	9279765.167	55.000 m	79"	43'	58"	1.39 rad	120.56 m	16.66 m	45.93 m	76.54 m	70.51 m	0 + 202.229	0 + 156.297	0 + 232.835			
PI-3	D	708407.894	9279885.394	120.000 m	14"	39'	40"	0.26 rad	120.51 m	0.99 m	15.44 m	30.71 m	30.62 m	0 + 307.413	0 + 291.976	0 + 322.682			
PI-4	D	708463.980	9280052.129	70.000 m	24"	30'	37"	0.43 rad	175.92 m	1.63 m	15.21 m	29.94 m	29.72 m	0 + 483.160	0 + 467.955	0 + 497.900			
PI-5	I	708540.392	9280133.778	55.000 m	49"	26'	16"	0.86 rad	111.83 m	5.55 m	25.32 m	47.46 m	46.00 m	0 + 594.522	0 + 569.203	0 + 616.660			
PI-6	D	708529.634	9280230.676	25.000 m	33"	20'	24"	0.58 rad	97.49 m	1.10 m	7.49 m	3.20 m	14.34 m	0 + 688.834	0 + 688.513	0 + 688.561	14.82 m	14.50 m	0.05 m
PI-7	D	708585.180	9280339.670	45.000 m	110"	17'	50"	1.93 rad	122.33 m	33.75 m	64.62 m	86.63 m	73.86 m	0 + 810.572	0 + 759.813	0 + 816.440	80.76 m	30.00 m	56.63 m
PI-8	I	708667.751	9280250.184	90.000 m	17"	14'	3"	0.30 rad	121.76 m	1.03 m	13.64 m	27.07 m	26.97 m	0 + 887.441	0 + 873.803	0 + 900.874			
PI-9	I	708949.428	9280104.846	90.000 m	62"	29'	55"	1.09 rad	317.25 m	15.27 m	54.61 m	98.17 m	93.38 m	1 + 204.483	1 + 149.871	1 + 248.043			
PI-10	I	709052.508	9280183.470	70.000 m	38"	53'	20"	0.68 rad	129.64 m	4.23 m	24.71 m	47.51 m	46.60 m	1 + 323.074	1 + 298.362	1 + 345.874			
PI-11	D	709073.779	9280270.218	55.000 m	38"	34'	34"	0.67 rad	89.32 m	3.22 m	19.10 m	36.76 m	36.08 m	1 + 410.480	1 + 391.384	1 + 428.143			
PI-12	I	709193.529	9280363.542	80.000 m	68"	8'	40"	1.19 rad	151.82 m	16.58 m	54.11 m	95.15 m	89.64 m	1 + 560.868	1 + 506.760	1 + 601.908			
PI-13	I	709164.924	9280462.813	25.000 m	20"	39'	43"	0.36 rad	103.31 m	0.41 m	4.56 m	9.02 m	8.97 m	1 + 651.110	1 + 651.033	1 + 651.049	9.08 m	9.00 m	0.02 m
PI-14	D	709116.026	9280528.328	55.000 m	30"	22'	6"	0.53 rad	81.75 m	1.99 m	14.93 m	29.15 m	28.81 m	1 + 732.723	1 + 717.796	1 + 746.948			
PI-15	I	709108.297	9280597.586	55.000 m	18"	54'	18"	0.33 rad	69.69 m	0.76 m	9.16 m	18.15 m	18.07 m	1 + 801.709	1 + 792.552	1 + 810.699			
PI-16	D	709004.202	9280818.068	80.000 m	35"	29'	27"	0.62 rad	243.82 m	4.00 m	25.60 m	49.55 m	48.77 m	2 + 045.362	2 + 019.761	2 + 069.315			
PI-17	D	709026.170	9280939.943	75.000 m	56"	20'	32"	0.99 rad	123.84 m	10.21 m	40.45 m	74.19 m	71.20 m	2 + 127.106	2 + 127.106	2 + 201.294			
PI-18	I	709140.994	9280988.936	50.000 m	42"	54'	8"	0.75 rad	124.84 m	3.72 m	19.65 m	37.44 m	36.57 m	2 + 285.686	2 + 280.791	2 + 288.231	34.90 m	30.00 m	7.44 m
PI-19	D	709170.501	9281055.237	25.000 m	43"	56'	22"	0.77 rad	72.57 m	1.96 m	10.09 m	19.17 m	18.71 m	2 + 355.906	2 + 355.125	2 + 355.297	19.78 m	19.00 m	0.17 m
PI-20	D	709249.612	9281087.311	35.000 m	36"	12'	21"	0.63 rad	85.37 m	1.82 m	11.44 m	22.12 m	21.75 m	2 + 439.881	2 + 439.288	2 + 439.405	22.59 m	22.00 m	0.12 m
PI-21	I	709309.029	9281072.347	55.000 m	13"	16'	28"	0.23 rad	61.27 m	0.37 m	6.40 m	12.74 m	12.71 m	2 + 500.084	2 + 493.684	2 + 506.427			
PI-22	I	709437.554	9281070.413	55.000 m	94"	48'	53"	1.65 rad	128.54 m	26.27 m	59.83 m	91.02 m	80.98 m	2 + 628.566	2 + 568.739	2 + 659.754			
PI-23	D	709425.163	9281249.721	140.000 m	12"	53'	5"	0.22 rad	179.74 m	0.89 m	15.81 m	31.48 m	31.42 m	2 + 779.662	2 + 763.854	2 + 795.337			
PI-24	I	709451.102	9281414.767	90.000 m	51"	21'	0"	0.90 rad	167.07 m	9.86 m	43.27 m	80.66 m	77.99 m	2 + 946.601	2 + 903.335	2 + 983.996			
PI-25	D	709358.077	9281516.577	55.000 m	43"	7'	47"	0.75 rad	137.91 m	4.14 m	21.74 m	41.40 m	40.43 m	3 + 078.639	3 + 056.902	3 + 098.304			
PI-26	D	709359.866	9281660.715	55.000 m	60"	34'	39"	1.06 rad	144.15 m	8.75 m	32.24 m	58.33 m	55.63 m	3 + 220.716	3 + 188.473	3 + 246.799			
PI-27	I	709495.977	9281734.703	25.000 m	41"	45'	20"	0.72 rad	154.92 m	1.73 m	9.47 m	18.11 m	17.72 m	3 + 369.476	3 + 368.838	3 + 368.949	18.64 m	18.00 m	0.11 m
PI-28	I	709524.688	9281813.727	40.000 m	74"	26'	6"	1.30 rad	84.08 m	10.23 m	30.38 m	51.97 m	48.39 m	3 + 452.389	3 + 436.369	3 + 458.335	46.02 m	30.00 m	21.97 m
PI-29	I	709355.474	9281934.566	130.000 m	13"	19'	24"	0.23 rad	207.93 m	0.88 m	15.18 m	30.23 m	30.16 m	3 + 650.247	3 + 635.063	3 + 665.293			
PI-30	D	709243.825	9281980.148	55.000 m	27"	34'	59"	0.48 rad	120.60 m	1.63 m	13.50 m	26.48 m	26.22 m	3 + 770.705	3 + 757.204	3 + 783.682			
PI-31	I	709181.790	9282053.534	120.000 m	5"	49'	46"	0.10 rad	96.09 m	0.16 m	6.11 m	12.21 m	12.20 m	3 + 866.274	3 + 860.165	3 + 872.374			
PI-32	D	709101.382	9282131.079	55.000 m	72"	27'	50"	1.27 rad	111.71 m	13.34 m	40.56 m	69.90 m	65.29 m	3 + 977.972	3 + 937.412	4 + 007.308			
PI-33	I	709169.404	9282265.882	25.000 m	30"	6'	6"	0.53 rad	150.99 m	0.91 m	6.80 m	13.29 m	13.13 m	4 + 117.741	4 + 117.375	4 + 117.662	13.37 m	13.00 m	0.29 m
PI-34	D	709165.792	9282322.108	25.000 m	21"	7'	26"	0.37 rad	56.34 m	0.43 m	4.66 m	9.22 m	9.16 m	4 + 173.638	4 + 173.456	4 + 173.673	9.18 m	9.00 m	0.22 m
PI-35	D	709185.349	9282384.331	55.000 m	30"	15'	29"	0.53 rad	65.22 m	1.97 m	14.87 m	29.05 m	28.71 m	4 + 238.715	4 + 223.845	4 + 252.891			
PI-36	I	709330.832	9282604.519	25.000 m	22"	12'	52"	0.39 rad	269.57 m	0.48 m	4.91 m	9.69 m	9.63 m	4 + 507.587	4 + 507.157	4 + 507.850	9.43 m	9.00 m	0.69 m
PI-37	D	709322.936	9282738.000	55.000 m	42"	14'	10"	0.74 rad	133.71 m	3.96 m	21.24 m	40.54 m	39.63 m	4 + 641.134	4 + 619.892	4 + 660.436			
PI-38	D	709384.893	9282814.918	80.000 m	7"	48'	45"	0.14 rad	98.77 m	0.19 m	5.46 m	10.91 m	10.90 m	4 + 737.961	4 + 732.498	4 + 743.406			
PI-39	D	709460.701	9282886.447	55.000 m	36"	59'	30"	0.65 rad	104.23 m	3.00 m	18.40 m	35.51 m	34.90 m	4 + 842.170	4 + 823.772	4 + 859.282			
PI-40	I	709582.289	9282899.966	65.000 m	38"	12'	12"	0.68 rad	122.34 m	3.89 m	22.83 m	43.08 m	43.08 m	4 + 963.221	4 + 940.392	4 + 984.300			
PI-41	I	709687.113	9283004.965	60.000 m	18"	46'	1"	0.33 rad	148.37 m	0.81 m	9.92 m	19.65 m	19.56 m	5 + 109.838	5 + 099.923	5 + 119.576			
PI-42	D	709715.308	9283062.303	55.000 m	21"	4'	41"	0.37 rad	63.90 m	0.94 m	10.23 m	20.23 m	20.12 m	5 + 173.556	5 + 163.324	5 + 183.557			
PI-43	D	709772.685	9283115.317	55.000 m	26"	34'	0"	0.46 rad	78.12 m	1.51 m	12.98 m	25.50 m	25.27 m	5 + 251.444	5 + 238.459	5 + 263.962			
PI-44	I	709894.756	9283150.713	120.000 m	12"	19'	59"	0.22 rad	127.10 m	0.70 m	12.97 m	25.83 m	25.78 m	5 + 378.076	5 + 365.111	5 + 390.941			
PI-45	D	710009.571	9283213.060	55.000 m	44"	26'	34"	0.78 rad	130.65 m	4.41 m	22.47 m	42.66 m	41.60 m	5 + 508.627	5 + 486.158	5 + 528.820			
PI-46	I	710364.629	9283111.654	42 m	163"	53'	43"	2.86 rad	369.26 m	255.69 m	294.41 m	119.14 m	82.48 m	5 + 875.606	5 + 859.926	5 + 879.069	315.68 m	30.00 m	89.14 m
PI-47	I	709994.716	9283343.200	140.000 m	6"	51'	0"	0.12 rad	436.40 m	0.25 m	8.38 m	16.74 m	16.73 m	5 + 829.794	5 + 821.415	5 + 838.153			
PI-48	I	709809.923	9283430.135	110.000 m	37"	1'	17"	0.65 rad	204.22 m	6.00 m	36.83 m	71.08 m	69.85 m	6 + 033.995	6 + 028.243	6 + 068.243			
PI-49	I	709621.258	9283390.628	150.000 m	5"	17'	43"	0.09 rad	192.76 m	0.16 m	6.94 m	13.86 m	13.86 m	6 + 224.171	6 + 217.235	6 + 231.098			
PI-50	D	709554.707	9283370.127	65.000 m	16"	28'	49"	0.29 rad	69.64 m	0.68 m	9.41 m	18.70 m	18.63 m	6 + 293.799	6 + 284.386	6 + 303.082			
PI-51	D	709460.298	9283369.069	134.000 m	34"	5'	52"	0.60 rad	94.41 m	6.16 m	41.09 m	79.75 m	78.57 m	6 + 388.084	6 + 346.991	6 + 426.736			
PI-52	D	709374.644	9283425.668	55.000 m	24"	11'	15"	0.42 rad	102.66 m	1.25 m	11.78 m	23.22 m	23.05 m	6 + 488.308	6 + 476.524	6 + 499.742			
PI-53	I	709310.343	9283527.161	45.000 m	43"	26'	27"	0.76 rad	120.15 m	3.44 m	17.93 m	34.12 m	33.31 m	6 + 608.105	6 + 604.903	6 + 609.022	33.20 m	30.00 m	4.12 m
PI-54	D	709230.473	9283547.375	120.000 m	9"	38'	38"	0.17 rad	82.39 m	0.43 m	10.12 m	20.20 m	20.17 m	6 + 688.208	6 + 678.085	6 + 698.283			
PI-55	I	709134.738	9283589.693	25.000 m	17"	42'	32"	0.31 rad	104.67 m	0.30 m	3.89 m	7.73 m	7.70 m	6 + 792.831	6 + 792.675	6 + 792.902	7.66 m	7.50 m	0.23 m
PI-56	D	709023.048	9283601.703	240.000 m	25"	9'	2"	0.44 rad	112.33 m	5.90 m	53.54 m	105.35 m	104.51 m	6 + 905.080	6 + 851.542	6 + 956.892			
PI-57	D	708869.481	9283695.031	85.000 m	88"	5'	13"	1.54 rad	179.70 m	33.25 m	82.21 m	130.68 m	118.18 m	7 + 083.057	7 + 000.849	7 + 131.528			
PI-5																			

# **REPLANTEO DE CURVAS CIRCULARES**

**Estacado:**

5.00 m

**Radio:**

55.00 m

**REPLANTEO PARA LA CURVA 2**

<b>Pi(0)</b>	<b>Kilom</b>	<b>Arco</b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>Cuerda ( C )</b>	<b>Arco Parcial (Arcop)</b>	<b>Cuerda Parcial (Cp)</b>
<b>PC=</b>	0 + 156.297	.....	.....	.....	.....	.....
	0 + 160.000	3.703	1.929°	3.70 m	3.70 m	3.702 m
	0 + 165.000	8.703	4.533°	8.69 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 170.000	13.703	7.138°	13.67 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 175.000	18.703	9.742°	18.61 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 180.000	23.703	12.346°	23.52 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 185.000	28.703	14.951°	28.38 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 190.000	33.703	17.555°	33.18 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 195.000	38.703	20.159°	37.91 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 200.000	43.703	22.764°	42.56 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 205.000	48.703	25.368°	47.13 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 210.000	53.703	27.972°	51.59 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 215.000	58.703	30.577°	55.96 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 220.000	63.703	33.181°	60.20 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 225.000	68.703	35.785°	64.32 m	5.00 m	4.998 m
	0 + 230.000	73.703	38.390°	68.31 m	5.00 m	4.998 m
<b>PT=</b>	0 + 232.835	76.538	39.866°	70.51 m	2.83 m	2.835 m

# **REPLANTEO DE LA TRANSICIÓN DE PERALTE Y SOBREALCHO DE CURVAS**

**REPLANTEO DE LA TRANSICIÓN DE PERALTE Y SOBREALCHO DE LA CURVA 2**

**DATOS:**

PI	0 +202.23
α	79.73277778 °
Sentido	Izquierda
P	8.6 %
B	2.50 %
V	30 km/h
Ancho de carril	6.0 m
R	55 m
N	2
L	10.55 m

**ELEMENTOS:**

T	LC	Distancia Parcial	KILOMETRAJE		
			PI	PC	PT
45.93 m	76.54 m	0	0+202.23	0+156.30	0+232.83

Cálculos		22.2		
ip max	LTP	X	Y	LTT
1.5	20.200 m	5.872 m	11.744 m	16.160 m

<b>Condición</b>		<b>Considerar:</b>
P ≤ 4.5 %	14.140	16.160
P > 4.5 %	16.160	
P > 7.0 %		

IDA		VUELTA	
BS	0+134.26	MS	0+228.79
PX	0+140.14	PY	0+243.12
PY	0+146.01	PX	0+248.99
MS	0+160.34	ES	0+254.87

Sa=	2.50 m
-----	--------

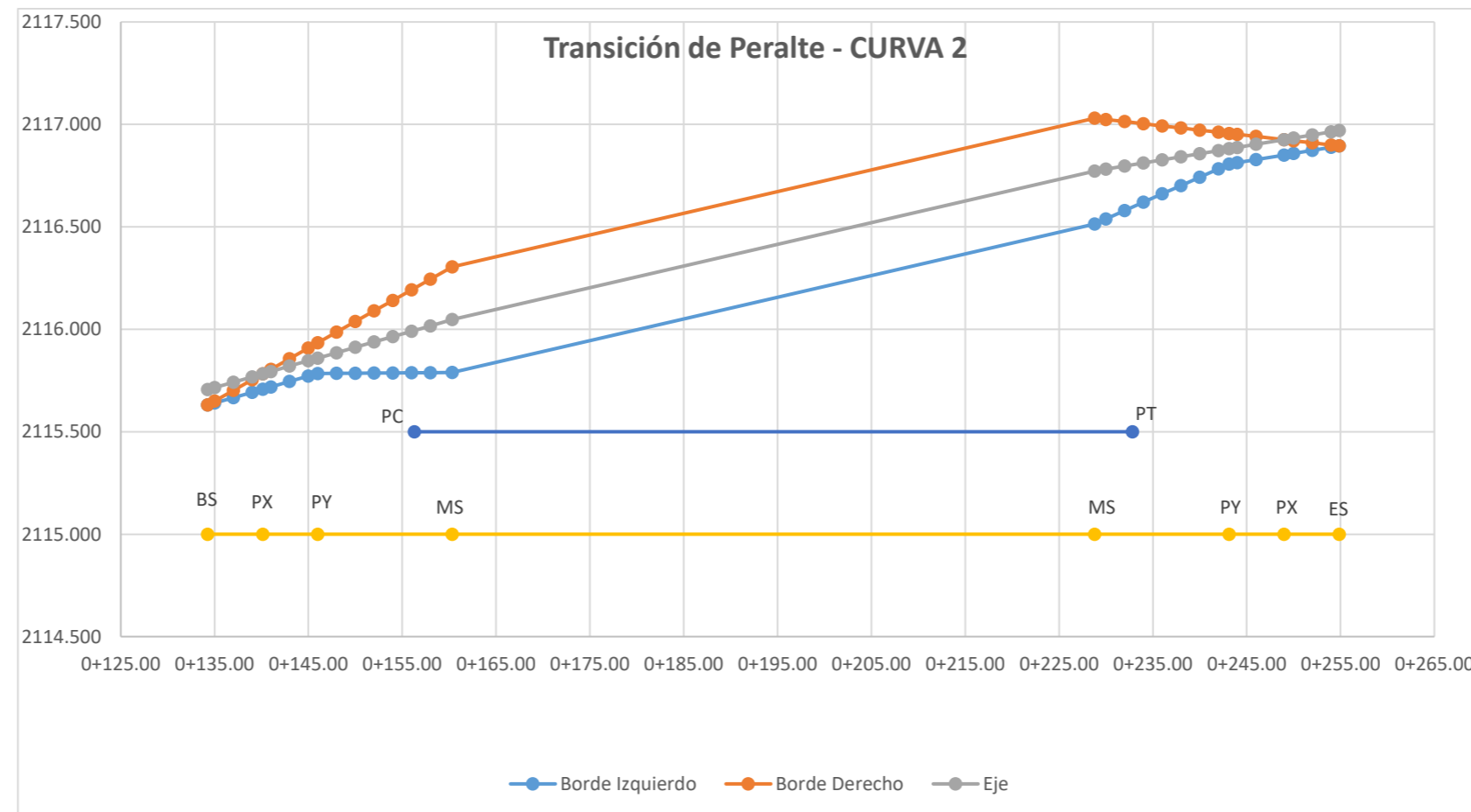
Pendiente 1: **1.31 %**      Pendiente 2: **0.76 %**

Estacas	2	Bombeo		Cotas Rasante			s/a	Ancho de Carril inferior
		Izquierda	Derecha	Bord. Izq	Eje	Bord. Der		
PTO. BS	0+134.26	-2.50 %	-2.50 %	2115.631	2115.706	2115.631	0.000	3.00
	0+135.00	-2.50 %	-2.19 %	2115.640	2115.715	2115.650	0.000	3.00
	0+137.00	-2.50 %	-1.34 %	2115.667	2115.742	2115.702	0.000	3.00
	0+139.00	-2.50 %	-0.48 %	2115.693	2115.768	2115.753	0.000	3.00
PTO. PX	0+140.14	-2.50 %	0.00 %	2115.708	2115.783	2115.783	0.000	3.00
	0+141.00	-2.50 %	0.37 %	2115.719	2115.794	2115.805	0.107	3.00
	0+143.00	-2.50 %	1.22 %	2115.745	2115.820	2115.857	0.354	3.00
	0+145.00	-2.50 %	2.07 %	2115.771	2115.846	2115.909	0.602	3.00
PTO. PY	0+146.01	-2.50 %	2.50 %	2115.785	2115.860	2115.935	0.727	3.00
	0+148.00	-3.35 %	3.35 %	2115.785	2115.886	2115.986	0.973	3.00
	0+150.00	-4.20 %	4.20 %	2115.786	2115.912	2116.038	1.221	3.00
	0+152.00	-5.05 %	5.05 %	2115.787	2115.938	2116.090	1.468	3.00
	0+154.00	-5.90 %	5.90 %	2115.787	2115.964	2116.141	1.716	3.00
	0+156.00	-6.75 %	6.75 %	2115.788	2115.991	2116.193	1.963	3.00
	0+158.00	-7.61 %	7.61 %	2115.789	2116.017	2116.245	2.211	3.00
PTO. MS	0+160.34	-8.60 %	8.60 %	2115.789	2116.047	2116.305	2.500	3.00
PTO. MS	0+228.79	-8.60 %	8.60 %	2116.514	2116.772	2117.030	2.500	3.00
	0+230.00	-8.09 %	8.09 %	2116.539	2116.781	2117.024	2.351	3.00
	0+232.00	-7.24 %	7.24 %	2116.580	2116.797	2117.014	2.103	3.00
	0+234.00	-6.38 %	6.38 %	2116.620	2116.812	2117.003	1.856	3.00
	0+236.00	-5.53 %	5.53 %	2116.661	2116.827	2116.993	1.608	3.00
	0+238.00	-4.68 %	4.68 %	2116.702	2116.842	2116.983	1.361	3.00
	0+240.00	-3.83 %	3.83 %	2116.743	2116.857	2116.972	1.113	3.00
	0+242.00	-2.98 %	2.98 %	2116.783	2116.873	2116.962	0.866	3.00
PTO. PY	0+243.12	-2.50 %	2.50 %	2116.806	2116.881	2116.956	0.727	3.00
	0+244.00	-2.50 %	2.13 %	2116.813	2116.888	2116.952	0.618	3.00
	0+246.00	-2.50 %	1.28 %	2116.828	2116.903	2116.941	0.371	3.00
PTO. PX	0+248.99	-2.50 %	0.00 %	2116.851	2116.926	2116.926	0.000	3.00
	0+250.00	-2.50 %	-0.43 %	2116.858	2116.933	2116.921	0.000	3.00
	0+252.00	-2.50 %	-1.28 %	2116.874	2116.949	2116.910	0.000	3.00
	0+254.00	-2.50 %	-2.13 %	2116.889	2116.964	2116.900	0.000	3.00
PTO. ES	0+254.87	-2.50 %	-2.50 %	2116.895	2116.970	2116.895	0.000	3.00

Datos para la gráfica

PTO	KILOM	ORDENADA	TRAMOS
BS=	0+134.26	2115.00	5.872
PX=	0+140.14	2115.00	5.872
PY=	0+146.01	2115.00	14.328
MS=	0+160.34	2115.00	68.458
MS=	0+228.79	2115.00	14.328
PY=	0+243.12	2115.00	5.872
PX=	0+248.99	2115.00	5.872
ES=	0+254.87	2115.00	

PC=	0+156.30	2115.50
PT=	0+232.83	2115.50



**REPLANTEO DE LA TRANSICIÓN  
DE PERALTE Y SOBREALCHO DE  
LAS ESPIRALES**

**REPLANTEO DE LA TRANSICIÓN DE PERALTE Y SOBRECANCHO DE LA ESPIRAL 7**

**DATOS:**

PI:7	00+810.572
$\alpha$	110.29722222 °
Sentido	Derecha
P	9.6 %
B	2.50 %
V	30 km/h
Ancho de carril	6.0 m
R	45.00 m
N	2
L	10.55 m

**ELEMENTOS:**

KILOMETRAJE		
PI	TE	ET
00+810.572	00+729.813	00+846.440

**Cálculos**

Le	X	Y
30.000 m	7.813 m	15.625 m

IDA		VUELTA	
BS	00+722.000	MS	00+816.440
PX	00+729.813	PY	00+838.627
PY	00+737.625	PX	00+846.440
MS	00+759.813	ES	00+854.252

Sa=	3.00 m
-----	--------

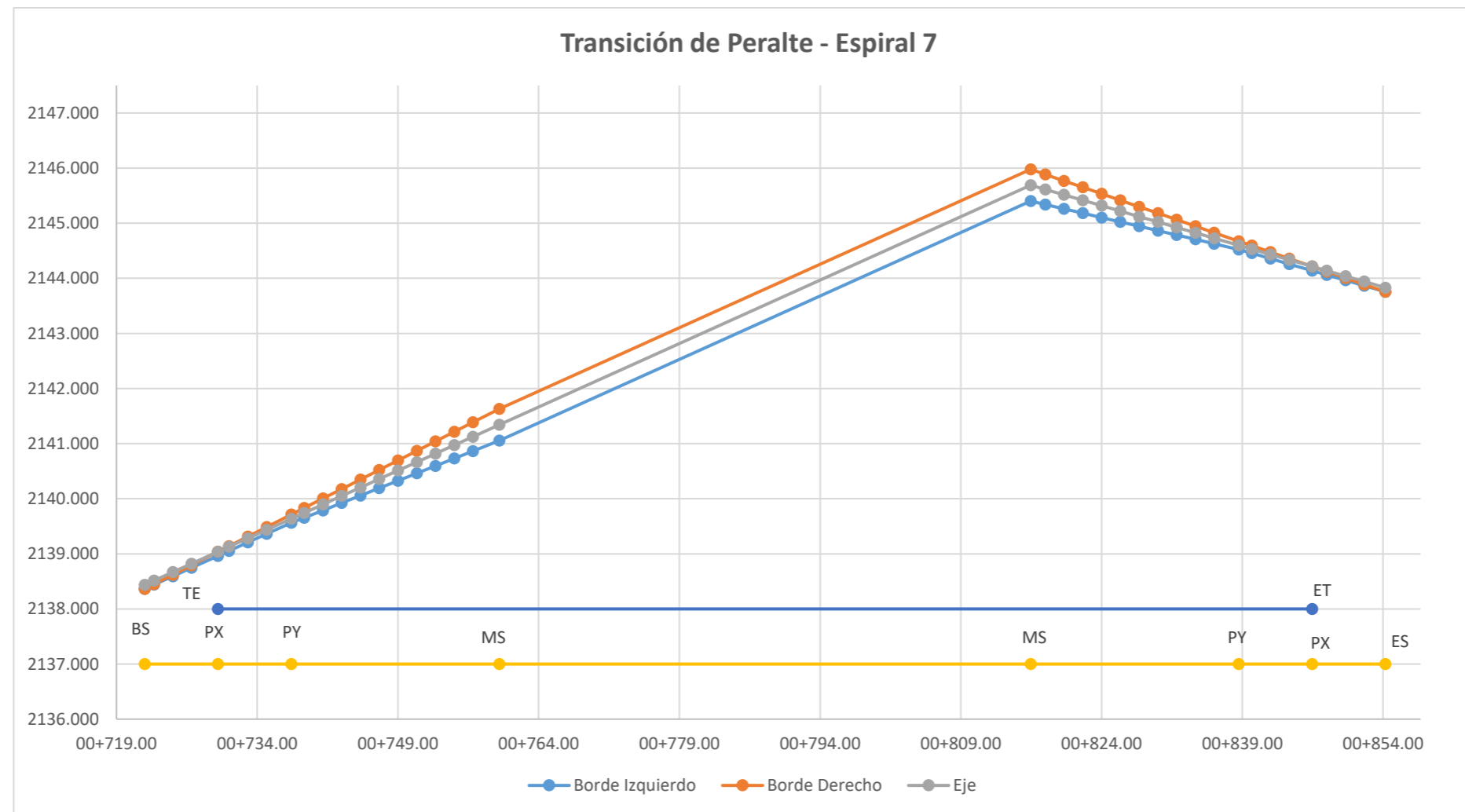
Pendiente 1: **7.68 %**      Pendiente 2: **-4.92 %**

Estacas	2	Bombeo		Cotas Rasante			s/a	Ancho de Carril inferior
		Izquierda	Derecha	Bord. Izq	Eje	Bord. Der		
PTO. BS	00+722.00	-2.50 %	-2.50 %	2138.362	2138.437	2138.362	0.000	3.00
	00+723.00	-2.18 %	-2.50 %	2138.449	2138.514	2138.439	0.000	3.00
	00+725.00	-1.54 %	-2.50 %	2138.622	2138.668	2138.593	0.000	3.00
	00+727.00	-0.90 %	-2.50 %	2138.794	2138.821	2138.746	0.000	3.00
PTO. PX	00+729.81	0.00 %	-2.50 %	2139.037	2139.037	2138.962	0.000	3.00
	00+731.00	0.38 %	-2.50 %	2139.140	2139.129	2139.054	0.119	3.00
	00+733.00	1.02 %	-2.50 %	2139.313	2139.282	2139.207	0.319	3.00
	00+735.00	1.66 %	-2.50 %	2139.486	2139.436	2139.361	0.519	3.00
PTO. PY	00+737.63	2.50 %	-2.50 %	2139.712	2139.637	2139.562	0.781	3.00
	00+739.00	2.94 %	-2.94 %	2139.831	2139.743	2139.655	0.919	3.00
	00+741.00	3.58 %	-3.58 %	2140.004	2139.897	2139.789	1.119	3.00
	00+743.00	4.22 %	-4.22 %	2140.177	2140.050	2139.924	1.319	3.00
	00+745.00	4.86 %	-4.86 %	2140.350	2140.204	2140.058	1.519	3.00
	00+747.00	5.50 %	-5.50 %	2140.522	2140.357	2140.192	1.719	3.00
	00+749.00	6.14 %	-6.14 %	2140.695	2140.511	2140.327	1.919	3.00
	00+751.00	6.78 %	-6.78 %	2140.868	2140.665	2140.461	2.119	3.00
	00+753.00	7.42 %	-7.42 %	2141.041	2140.818	2140.596	2.319	3.00
	00+755.00	8.06 %	-8.06 %	2141.214	2140.972	2140.730	2.519	3.00
	00+757.00	8.70 %	-8.70 %	2141.386	2141.125	2140.864	2.719	3.00
PTO. MS	00+759.81	9.60 %	-9.60 %	2141.629	2141.341	2141.053	3.000	3.00
PTO. MS	00+816.44	9.60 %	-9.60 %	2145.978	2145.690	2145.402	3.000	3.00
	00+818.00	9.10 %	-9.10 %	2145.887	2145.614	2145.341	2.844	3.00
	00+820.00	8.46 %	-8.46 %	2145.769	2145.515	2145.261	2.644	3.00
	00+822.00	7.82 %	-7.82 %	2145.651	2145.417	2145.182	2.444	3.00
	00+824.00	7.18 %	-7.18 %	2145.534	2145.318	2145.103	2.244	3.00
	00+826.00	6.54 %	-6.54 %	2145.416	2145.220	2145.024	2.044	3.00
	00+828.00	5.90 %	-5.90 %	2145.299	2145.122	2144.945	1.844	3.00
	00+830.00	5.26 %	-5.26 %	2145.181	2145.023	2144.865	1.644	3.00
	00+832.00	4.62 %	-4.62 %	2145.063	2144.925	2144.786	1.444	3.00
	00+834.00	3.98 %	-3.98 %	2144.946	2144.826	2144.707	1.244	3.00
	00+836.00	3.34 %	-3.34 %	2144.828	2144.728	2144.628	1.044	3.00
PTO. PY	00+838.63	2.50 %	-2.50 %	2144.674	2144.599	2144.524	0.781	3.00
	00+840.00	2.06 %	-2.50 %	2144.593	2144.531	2144.456	0.644	3.00
	00+842.00	1.42 %	-2.50 %	2144.475	2144.433	2144.358	0.444	3.00
	00+844.00	0.78 %	-2.50 %	2144.358	2144.334	2144.259	0.244	3.00
PTO. PX	00+846.44	0.00 %	-2.50 %	2144.214	2144.214	2144.139	0.000	3.00
	00+848.00	-0.50 %	-2.50 %	2144.123	2144.138	2144.063	0.000	3.00
	00+850.00	-1.14 %	-2.50 %	2144.005	2144.039	2143.964	0.000	3.00
	00+852.00	-1.78 %	-2.50 %	2143.887	2143.941	2143.866	0.000	3.00
PTO. ES	00+854.25	-2.50 %	-2.50 %	2143.755	2143.830	2143.755	0.000	3.00

Datos para la gráfica

PTO	KILOM	ORDENADA	TRAMOS
BS=	00+722.00	2137.00	7.813
PX=	00+729.81	2137.00	7.813
PY=	00+737.63	2137.00	22.188
MS=	00+759.81	2137.00	56.627
MS=	00+816.44	2137.00	22.188
PY=	00+838.63	2137.00	7.813
PX=	00+846.44	2137.00	7.813
ES=	00+854.25	2137.00	

TE	00+729.81	2138.00
ET	00+846.44	2138.00



# **CALCULO DEL DESPEJE LATERAL PARA LAS CURVAS EN CORTE**

**DETERMINACIÓN DEL DESPEJE LATERAL MÁXIMO**

Caso I :  $D_p$  o  $D_a <$  Desarrollo de la curva circular  
 Caso II :  $D_p$  o  $D_a >$  Desarrollo de la curva circular

N=	2 Carriles
L=	10.55 m
V=	30 Km/h
Calzada=	6.00 m

CURVA	RADIO INICIAL (m)	DIST. VISIBILIDAD DE PARADA		LONG CURVA	CASO	DESPEJE LATERAL (m)	SOBREANCHO (m)	BERMA (m)	¿Se considera?
		Da	Dp						
1	55	104	35	55	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
3	120	104	35	31	CASO 2	1.274	1.30	0.50	No considerar
4	70	104	35	30	CASO 2	2.176	2.00	0.50	No considerar
6	25	104	35	3	CASO 2	5.879	5.10	0.50	No considerar
7	45	104	35	87	CASO 2	3.360	3.00	0.50	No considerar
11	55	104	35	37	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
14	55	104	35	29	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
16	80	104	35	50	CASO 2	1.906	1.80	0.50	No considerar
17	75	104	35	74	CASO 2	2.032	1.90	0.50	No considerar
19	25	104	35	19	CASO 2	5.879	5.10	0.50	No considerar
20	35	104	35	22	CASO 2	4.285	3.80	0.50	No considerar
23	140	104	35	31	CASO 2	1.092	1.10	0.50	No considerar
25	55	104	35	41	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
26	55	104	35	58	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
30	55	104	35	26	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
32	55	104	35	70	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
34	25	104	35	9	CASO 2	5.879	5.10	0.50	No considerar
35	55	104	35	29	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
37	55	104	35	41	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
38	80	104	35	11	CASO 2	1.906	1.70	0.50	No considerar
39	55	104	35	36	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
42	55	104	35	20	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
43	55	104	35	26	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
45	55	104	35	43	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
50	65	104	35	19	CASO 2	2.342	2.10	0.50	No considerar
51	134	104	35	80	CASO 2	1.141	1.10	0.50	No considerar
52	55	104	35	23	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
54	120	104	35	20	CASO 2	1.274	1.30	0.50	No considerar
56	240	104	35	105	CASO 1	0.638	0.70	0.50	No considerar
57	85	104	35	131	CASO 1	1.795	1.70	0.50	No considerar
59	55	104	35	16	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
60	55	104	35	49	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
65	55	104	35	19	CASO 2	2.761	2.50	0.50	No considerar
66	90	104	35	14	CASO 2	1.696	1.60	0.50	No considerar
68	75	104	35	57	CASO 2	2.032	1.90	0.50	No considerar
69	105	104	35	45	CASO 2	1.455	1.40	0.50	No considerar

# **CÁLCULO DE LAS LONGITUDES DE CURVAS VERTICALES**

Numero	Pendiente			Tipo	ANÁLISIS POR VISIBILIDAD DE PARADA				ANÁLISIS POR VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO					Longitud para ingresar al Civil 3D	¿Se consideró en el Civil 3D?	
	Entrada	Salida	A		Escogida			Criterio Estético	LONGITUD CONSIDERADA	Escogida			Criterio Estético			LONGITUD CONSIDERADA
					Dp > L	Dp < L	Escogida			Da > L	Da < L	Escogida				
1			0.00%													
2	1.31%	0.76%	0.55%	Convexa	-664.55 m	1.67 m	1.67 m	30.00 m	30.00 m	-1320.00 m	23.26 m	23.26 m	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
3	0.76%	7.83%	7.07%	Concava	35.70 m	35.71 m	35.71 m	35.71 m	36.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	36.00 m	ok
4	7.83%	3.66%	4.17%	Convexa	-26.88 m	12.64 m	12.64 m	30.00 m	30.00 m	173.14 m	176.32 m	176.32 m	176.32 m	177.00 m	177.00 m	NO ADELANTAR
5	3.66%	5.73%	2.07%	Concava	-47.15 m	10.46 m	10.46 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
6	5.73%	2.93%	2.80%	Convexa	-74.29 m	8.49 m	8.49 m	30.00 m	30.00 m	62.14 m	118.39 m	118.39 m	118.39 m	119.00 m	119.00 m	ok
7	2.93%	7.68%	4.75%	Concava	18.95 m	23.99 m	23.99 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
8	7.68%	-4.92%	12.60%	Convexa	37.94 m	38.21 m	38.21 m	38.21 m	39.00 m	324.92 m	532.77 m	532.77 m	532.77 m	533.00 m	533.00 m	NO ADELANTAR
9	-4.92%	-8.33%	3.41%	Convexa	-48.48 m	10.34 m	10.34 m	30.00 m	30.00 m	122.58 m	144.19 m	144.19 m	144.19 m	145.00 m	145.00 m	NO ADELANTAR
10	-8.33%	-0.85%	7.48%	Concava	37.58 m	37.79 m	37.79 m	37.79 m	38.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	38.00 m	ok
11	-0.85%	-6.60%	5.75%	Convexa	-0.26 m	17.44 m	17.44 m	30.00 m	30.00 m	235.48 m	243.13 m	243.13 m	243.13 m	244.00 m	244.00 m	NO ADELANTAR
12	-6.60%	-5.00%	1.60%	Concava	-81.56 m	8.08 m	8.08 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
13	-5.00%	-4.87%	0.13%	Concava	-1795.38 m	0.66 m	0.66 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
14	-4.87%	-4.29%	0.58%	Concava	-348.10 m	2.93 m	2.93 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
15	-4.29%	-5.76%	1.47%	Convexa	-204.83 m	4.46 m	4.46 m	30.00 m	30.00 m	-243.54 m	62.16 m	62.16 m	62.16 m	63.00 m	63.00 m	ok
16	-5.76%	-4.98%	0.78%	Concava	-240.90 m	3.94 m	3.94 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
17	-4.98%	-2.88%	2.10%	Concava	-45.48 m	10.61 m	10.61 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
18	-2.88%	-6.74%	3.86%	Convexa	-34.66 m	11.70 m	11.70 m	30.00 m	30.00 m	154.92 m	163.21 m	163.21 m	163.21 m	164.00 m	164.00 m	NO ADELANTAR
19	-6.74%	-3.48%	3.26%	Concava	-4.39 m	16.47 m	16.47 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
20	-3.48%	-6.37%	2.89%	Convexa	-69.79 m	8.76 m	8.76 m	30.00 m	30.00 m	72.66 m	122.20 m	122.20 m	122.20 m	123.00 m	123.00 m	ok
21	-6.37%	-3.46%	2.91%	Concava	-13.33 m	14.70 m	14.70 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
22	-3.46%	-6.15%	2.69%	Convexa	-80.19 m	8.16 m	8.16 m	30.00 m	30.00 m	48.33 m	113.74 m	113.74 m	113.74 m	114.00 m	114.00 m	ok
23	-6.15%	1.56%	7.71%	Concava	38.55 m	38.95 m	38.95 m	38.95 m	39.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	39.00 m	ok
24	1.56%	-5.67%	7.23%	Convexa	14.12 m	21.92 m	21.92 m	30.00 m	30.00 m	269.16 m	305.71 m	305.71 m	305.71 m	306.00 m	306.00 m	NO ADELANTAR
25	-5.67%	-1.71%	3.96%	Concava	8.76 m	20.00 m	20.00 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
26	-1.71%	-5.65%	3.94%	Convexa	-32.54 m	11.95 m	11.95 m	30.00 m	30.00 m	159.90 m	166.60 m	166.60 m	166.60 m	167.00 m	167.00 m	ok
27	-5.65%	-4.20%	1.45%	Concava	-97.24 m	7.32 m	7.32 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
28	-4.20%	-6.61%	2.41%	Convexa	-97.63 m	7.31 m	7.31 m	30.00 m	30.00 m	7.47 m	101.90 m	101.90 m	101.90 m	102.00 m	102.00 m	ok
29	-6.61%	-5.42%	1.19%	Concava	-133.78 m	6.01 m	6.01 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
30	-5.42%	-2.38%	3.04%	Concava	-9.77 m	15.36 m	15.36 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
31	-2.38%	-7.72%	5.34%	Convexa	-5.66 m	16.19 m	16.19 m	30.00 m	30.00 m	222.85 m	225.79 m	225.79 m	225.79 m	226.00 m	226.00 m	NO ADELANTAR
32	-7.72%	-3.85%	3.87%	Concava	7.34 m	19.55 m	19.55 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
33	-3.85%	-7.10%	3.25%	Convexa	-54.31 m	9.85 m	9.85 m	30.00 m	30.00 m	108.92 m	137.42 m	137.42 m	137.42 m	138.00 m	138.00 m	NO ADELANTAR
34	-7.10%	-3.94%	3.16%	Concava	-6.74 m	15.96 m	15.96 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
35	-3.94%	-1.49%	2.45%	Concava	-28.98 m	12.38 m	12.38 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
36	-1.49%	3.56%	5.05%	Concava	21.98 m	25.51 m	25.51 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
37	3.56%	-1.02%	4.58%	Convexa	-18.21 m	13.89 m	13.89 m	30.00 m	30.00 m	193.45 m	193.66 m	193.66 m	193.66 m	194.00 m	194.00 m	NO ADELANTAR
38	-1.02%	-3.61%	2.59%	Convexa	-85.98 m	7.85 m	7.85 m	30.00 m	30.00 m	34.75 m	109.51 m	109.51 m	109.51 m	110.00 m	110.00 m	ok
39	-3.61%	-9.91%	6.30%	Convexa	5.87 m	19.10 m	19.10 m	30.00 m	30.00 m	249.84 m	266.38 m	266.38 m	266.38 m	267.00 m	267.00 m	NO ADELANTAR
40	-9.91%	-9.22%	0.69%	Concava	-281.45 m	3.49 m	3.49 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
41	-9.22%	-9.92%	0.70%	Convexa	-507.14 m	2.12 m	2.12 m	30.00 m	30.00 m	-951.43 m	29.60 m	29.60 m	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
42	-9.92%	-6.99%	2.93%	Concava	-12.76 m	14.80 m	14.80 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
43	-6.99%	-7.37%	0.38%	Convexa	-993.16 m	1.15 m	1.15 m	30.00 m	30.00 m	-2089.47 m	16.07 m	16.07 m	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
44	-7.37%	-9.99%	2.62%	Convexa	-84.20 m	7.94 m	7.94 m	30.00 m	30.00 m	38.93 m	110.78 m	110.78 m	110.78 m	111.00 m	111.00 m	ok
45	-9.99%	-13.80%	3.81%	Convexa	-36.04 m	11.55 m	11.55 m	30.00 m	30.00 m	151.71 m	161.10 m	161.10 m	161.10 m	162.00 m	162.00 m	NO ADELANTAR
46	-13.80%	-4.32%	9.48%	Concava	44.42 m	47.89 m	47.89 m	47.89 m	48.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	48.00 m	ok
47	-4.32%	-9.73%	5.41%	Convexa	-4.68 m	16.40 m	16.40 m	30.00 m	30.00 m	225.14 m	228.75 m	228.75 m	228.75 m	229.00 m	229.00 m	NO ADELANTAR
48	-9.73%	-6.00%	3.73%	Concava	4.99 m	18.84 m	18.84 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	30.00 m	30.00 m	30.00 m	ok
49	-6.00%	-9.91%	3.91%	Convexa	-33.32 m	11.86 m	11.86 m	30.00 m	30.00 m	158.06 m	165.33 m	165.33 m	165.33 m	166.00 m	166.00 m	ok
50	-9.91%															

# **REPLANTEO DE LAS CURVAS VERTICALES**

## REPLANTEO CURVA VERTICAL 25

### Pendientes del Perfil

<b>Entrada</b>	-1.71 %
<b>Salida</b>	-5.65 %

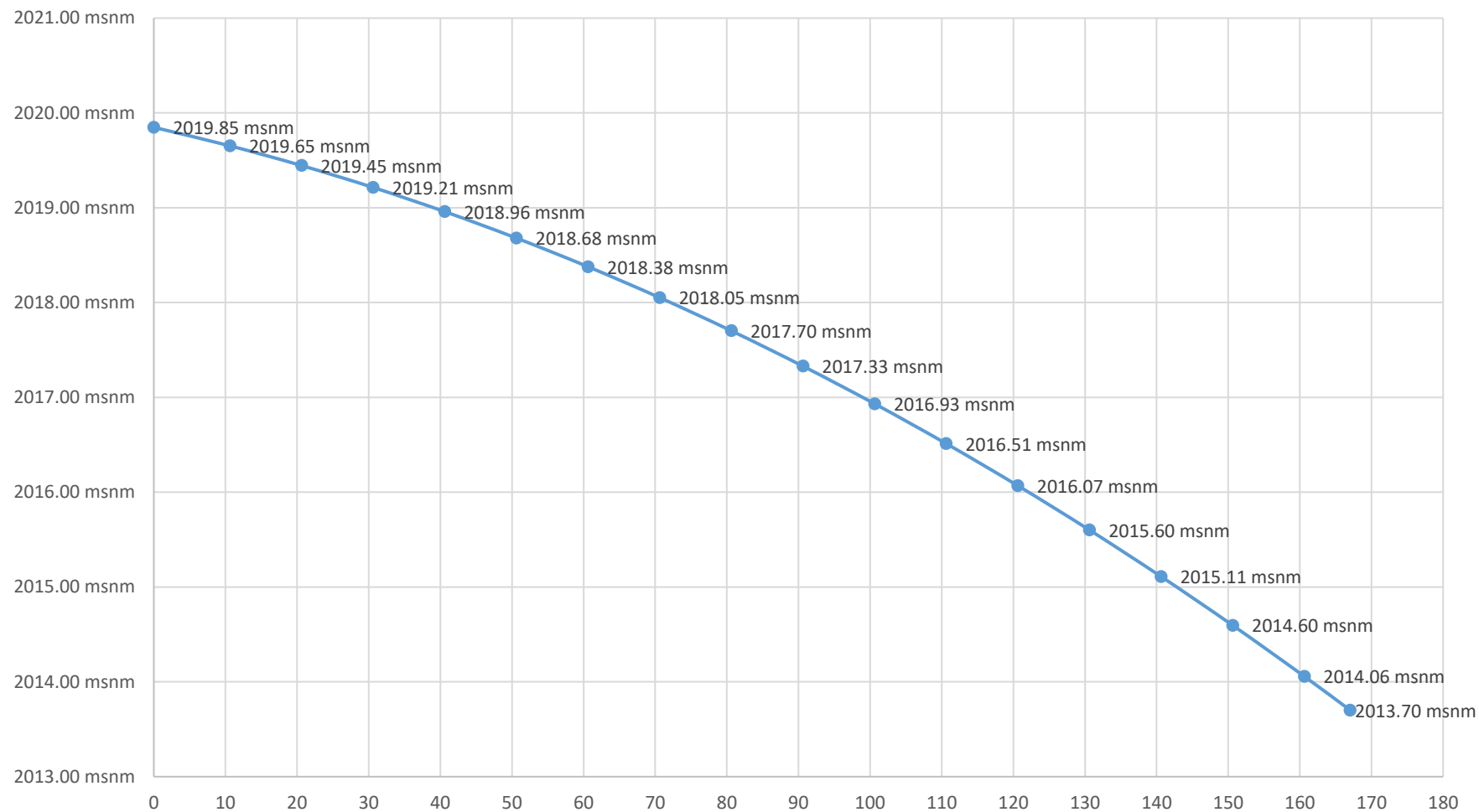
**PIV=** 003+ 542.88 m  
**PCV=** 003 + 459.38 m      **Siendo L=** 167 m  
**PTV=** 003 + 626.38 m

**Cota PIV=** 2018.42 msnm  
**Cota PCV=** 2019.85 msnm  
**Cota PTV=** 2013.70 msnm

<b>p1%=</b>	-1.71 %
<b>p2%=</b>	-5.65 %
<b>Lconsiderada=</b>	167.00 m
<b>A=</b>	3.94 %

Estacas @ 10.00 m	kilometraje	X	Y	Cota Rasante
<b>PCV=</b>	3+ 459.38 m	0	0	2019.85 msnm
	3+ 470.00 m	10.62 m	-0.19 m	2019.65 msnm
	3+ 480.00 m	20.62 m	-0.40 m	2019.45 msnm
	3+ 490.00 m	30.62 m	-0.63 m	2019.21 msnm
	3+ 500.00 m	40.62 m	-0.89 m	2018.96 msnm
	3+ 510.00 m	50.62 m	-1.17 m	2018.68 msnm
	3+ 520.00 m	60.62 m	-1.47 m	2018.38 msnm
	3+ 530.00 m	70.62 m	-1.80 m	2018.05 msnm
	3+ 540.00 m	80.62 m	-2.15 m	2017.70 msnm
	3+ 550.00 m	90.62 m	-2.52 m	2017.33 msnm
	3+ 560.00 m	100.62 m	-2.91 m	2016.93 msnm
	3+ 570.00 m	110.62 m	-3.34 m	2016.51 msnm
	3+ 580.00 m	120.62 m	-3.78 m	2016.07 msnm
	3+ 590.00 m	130.62 m	-4.25 m	2015.60 msnm
	3+ 600.00 m	140.62 m	-4.74 m	2015.11 msnm
	3+ 610.00 m	150.62 m	-5.25 m	2014.60 msnm
	3+ 620.00 m	160.62 m	-5.79 m	2014.06 msnm
<b>PTV=</b>	3+ 626.38 m	167.00 m	-6.15 m	2013.70 msnm

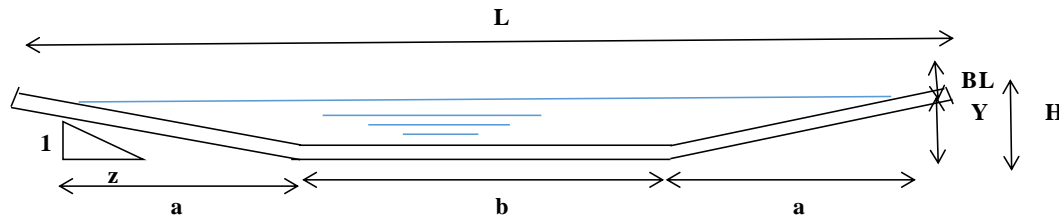
### Replanteo Curva vertical 25



# **ANEXO N°7: MEMORIA DE CÁLCULO DE LOS BADENES**

## DISEÑO HIDRAULICO DE BADENES

**BADÉN 1: KM 0+198**



**DATOS:**

**a = 2 m**  
**b = 2 m**  
**Y = 0.4 m**  
**L = 6 m**  
**BL = 0.05 m**  
**H = 0.45 m**  
**Z = 10**  
**n = 0.032**

Fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * (A) \left( R^{\frac{2}{3}} \right) \left( S^{\frac{1}{2}} \right)$$

Donde:

Q = Caudal (m3/s)  
 V = Velocidad media del flujo (m/s)  
 A = Área de la sección hidráulica (m2)  
 P = Perímetro mojado (m)  
 R = Radio hidráulico (m)  
 S = Pendiente de fondo (m/m)  
 n: Coeficiente de Manning

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	(b+zy)y	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	b + 2zy

Rugosidad	n =	0.032
Area (m2)	A =	2.40
Perímetro Mojado (m)	P =	10.04
Radio Hidráulico (m)	R =	0.24
Pendiente (m/m)	S =	0.02
Velocidad (m/s)	V =	1.70

Caudal (m3/s)	Q =	4.085
---------------	-----	-------

**CAUDAL DE LA QUEBRADA:**

C=	0.40	
I=	147.29	mm/h
A=	0.24	km2

**QapT= 3.996 m3/s**  
**Qcuneta= 0.068 m3/s**  
**Q= 3.928 m3/s**  
**Qdiseño= 4.085 m3/s**  
**Verificación: OK**  
**Eficiencia: 97.81%**

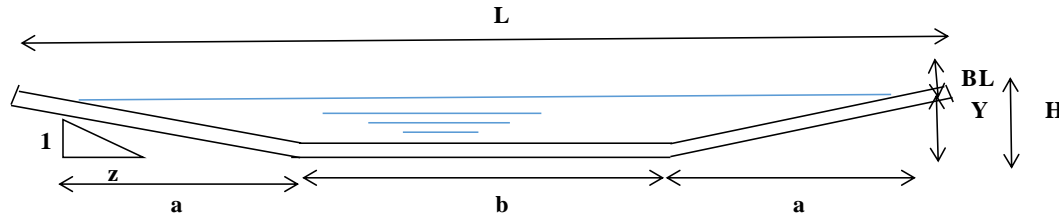
Nota: Se asumio las dimensiones de la cuneta, con ello se obtuvo el Q de diseño, en el cual se comparó con el Q que aporta la quebrada, para comprobar que las dimensiones son las requeridas.

$$Q_{aporte} < Q_{diseño} \rightarrow OK$$

Los badenes también tienen capacidad suficiente para drenar las escorrentías de cunetas.

## DISEÑO HIDRAULICO DE BADENES

**BADÉN 2: KM 1+854**



**DATOS:**

**a = 2 m**  
**b = 2 m**  
**Y = 0.45 m**  
**L = 6 m**  
**BL = 0.05 m**  
**H = 0.5 m**  
**Z = 10**  
**n = 0.032**

Fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * (A) \left( R^{\frac{2}{3}} \right) \left( S^{\frac{1}{2}} \right)$$

Donde:

Q = Caudal (m3/s)  
 V = Velocidad media del flujo (m/s)  
 A = Área de la sección hidráulica (m2)  
 P = Perímetro mojado (m)  
 R = Radio hidráulico (m)  
 S = Pendiente de fondo (m/m)  
 n: Coeficiente de Manning

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	(b+zy)y	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	b + 2zy

Rugosidad	n =	0.032
Area (m2)	A =	2.93
Perímetro Mojado (m)	P =	11.04
Radio Hidráulico (m)	R =	0.26
Pendiente (m/m)	S =	0.02
Velocidad (m/s)	V =	1.82

Caudal (m3/s)	Q =	5.331
---------------	-----	-------

		QapT=	4.389 m3/s
<b>CAUDAL DE LA QUEBRADA:</b>		Qcuneta=	0.031 m3/s
C=	0.30	Q=	4.358 m3/s
I=	79.24 mm/h	Qdiseño=	5.331 m3/s
A=	0.66 km2	Verificación:	<b>OK</b>
		Eficiencia:	<b>82.34%</b>

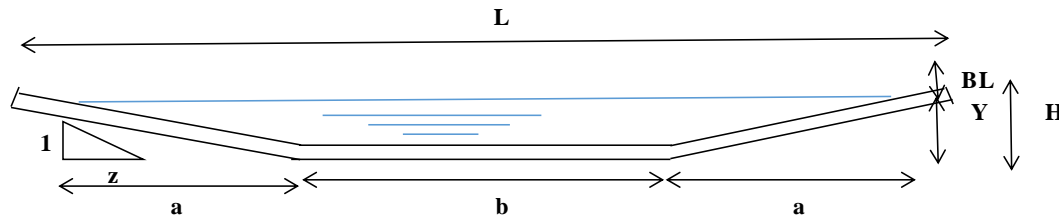
**Nota:** Se asumo las dimensiones de la cuneta, con ello se obtuvo el Q de diseño, en el cual se comparó con el Q que aporta la quebrada, para comprobar que las dimensiones son las requeridas.

$$Q_{aporte} < Q_{diseño} \rightarrow OK$$

Los badenes también tienen capacidad suficiente para drenar las escorrentías de cunetas.

## DISEÑO HIDRAULICO DE BADENES

**BADÉN 3: KM 2+940**



**DATOS:**

**a = 2** m  
**b = 2** m  
**Y = 0.3** m  
**L = 6** m  
**BL = 0.05** m  
**H = 0.35** m  
**Z = 10**  
**n = 0.032**

Fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * (A) \left( R^{\frac{2}{3}} \right) \left( S^{\frac{1}{2}} \right)$$

Donde:

Q = Caudal (m3/s)  
 V = Velocidad media del flujo (m/s)  
 A = Área de la sección hidráulica (m2)  
 P = Perímetro mojado (m)  
 R = Radio hidráulico (m)  
 S = Pendiente de fondo (m/m)  
 n: Coeficiente de Manning

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezooidal	(b+zy)y	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	b + 2zy

Rugosidad	n =	0.032
Area (m2)	A =	1.50
Perímetro Mojado (m)	P =	8.03
Radio Hidráulico (m)	R =	0.19
Pendiente (m/m)	S =	0.02
Velocidad (m/s)	V =	1.44

Caudal (m3/s)	Q =	2.166
---------------	-----	-------

		<b>QapT=</b>	<b>1.702 m3/s</b>
<b>CAUDAL DE LA QUEBRADA:</b>		<b>Qcuneta=</b>	<b>0.038 m3/s</b>
C=	0.30	<b>Q=</b>	<b>1.664 m3/s</b>
I=	181.54 mm/h	<b>Qdiseño=</b>	<b>2.166 m3/s</b>
A=	0.11 km2	<b>Verificación:</b>	<b>OK</b>
		<b>Eficiencia:</b>	<b>78.55%</b>

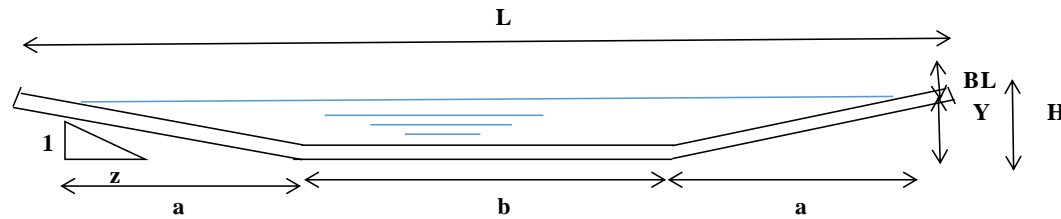
**Nota:** Se asumo las dimensiones de la cuneta, con ello se obtuvo el Q de diseño, en el cual se comparó con el Q que aporta la quebrada, para comprobar que las dimensiones son las requeridas.

$$Q_{aporte} < Q_{diseño} \rightarrow OK$$

Los badenes también tienen capacidad suficiente para drenar las escorrentías de cunetas.

## DISEÑO HIDRAULICO DE BADENES

**BADÉN 4: KM 3+400**



**DATOS:**

**a = 2** m  
**b = 2** m  
**Y = 0.35** m  
**L = 6** m  
**BL = 0.05** m  
**H = 0.4** m  
**Z = 10**  
**n = 0.032**

Fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * (A) \left( R^{\frac{2}{3}} \right) \left( S^{\frac{1}{2}} \right)$$

Donde:

Q = Caudal (m3/s)  
 V = Velocidad media del flujo (m/s)  
 A = Área de la sección hidráulica (m2)  
 P = Perímetro mojado (m)  
 R = Radio hidráulico (m)  
 S = Pendiente de fondo (m/m)  
 n: Coeficiente de Manning

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezooidal	(b+zy)y	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	b + 2zy

Rugosidad	n =	0.032
Area (m2)	A =	1.93
Perímetro Mojado (m)	P =	9.03
Radio Hidráulico (m)	R =	0.21
Pendiente (m/m)	S =	0.02
Velocidad (m/s)	V =	1.58

Caudal (m3/s)	Q =	3.035
---------------	-----	-------

		QapT=	2.859 m3/s
<b>CAUDAL DE LA QUEBRADA:</b>		Qcuneta=	0.020 m3/s
C=	0.20	Q=	2.839 m3/s
I=	127.77 mm/h	Qdiseño=	3.035 m3/s
A=	0.4 km2	Verificación:	<b>OK</b>
		Eficiencia:	<b>94.22%</b>

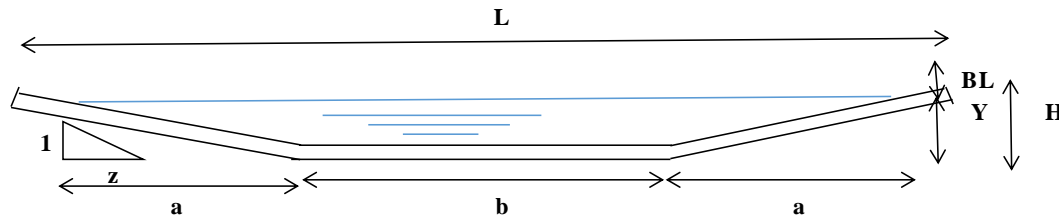
**Nota:** Se asumo las dimensiones de la cuneta, con ello se obtuvo el Q de diseño, en el cual se comparó con el Q que aporta la quebrada, para comprobar que las dimensiones son las requeridas.

$$Q_{aporte} < Q_{diseño} \rightarrow OK$$

Los badenes también tienen capacidad suficiente para drenar las escorrentías de cunetas.

## DISEÑO HIDRAULICO DE BADENES

**BADÉN 5: KM 4+178**



**DATOS:**

**a = 2 m**  
**b = 2 m**  
**Y = 0.3 m**  
**L = 6 m**  
**BL = 0.05 m**  
**H = 0.35 m**  
**Z = 10**  
**n = 0.032**

Fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * (A) \left( R^{\frac{2}{3}} \right) \left( S^{\frac{1}{2}} \right)$$

Donde:

Q = Caudal (m3/s)  
 V = Velocidad media del flujo (m/s)  
 A = Área de la sección hidráulica (m2)  
 P = Perímetro mojado (m)  
 R = Radio hidráulico (m)  
 S = Pendiente de fondo (m/m)  
 n: Coeficiente de Manning

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	(b+zy)y	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	b + 2zy

Rugosidad	n =	0.032
Area (m2)	A =	1.50
Perímetro Mojado (m)	P =	8.03
Radio Hidráulico (m)	R =	0.19
Pendiente (m/m)	S =	0.02
Velocidad (m/s)	V =	1.44

Caudal (m3/s)	Q =	2.166
---------------	-----	-------

		QapT=	2.109 m3/s
<b>CAUDAL DE LA QUEBRADA:</b>		Qcuneta=	0.039 m3/s
C=	0.25	Q=	2.070 m3/s
I=	186.29 mm/h	Qdiseño=	2.166 m3/s
A=	0.16 km2	Verificación:	<b>OK</b>
		Eficiencia:	<b>97.36%</b>

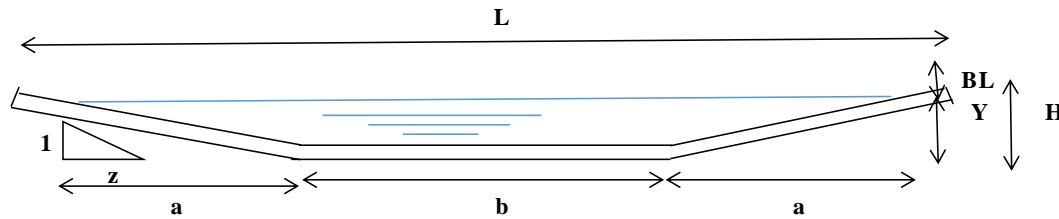
**Nota:** Se asumo las dimensiones de la cuneta, con ello se obtuvo el Q de diseño, en el cual se comparó con el Q que aporta la quebrada, para comprobar que las dimensiones son las requeridas.

$$Q_{aporte} < Q_{diseño} \rightarrow OK$$

Los badenes también tienen capacidad suficiente para drenar las escorrentías de cunetas.

## DISEÑO HIDRAULICO DE BADENES

**BADÉN 6: KM 5+640**



**DATOS:**

**a = 2** m  
**b = 2** m  
**Y = 0.45** m  
**L = 6** m  
**BL = 0.05** m  
**H = 0.5** m  
**Z = 10**  
**n = 0.032**

Fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * (A) \left( R^{\frac{2}{3}} \right) \left( S^{\frac{1}{2}} \right)$$

Donde:

Q = Caudal (m3/s)  
 V = Velocidad media del flujo (m/s)  
 A = Área de la sección hidráulica (m2)  
 P = Perímetro mojado (m)  
 R = Radio hidráulico (m)  
 S = Pendiente de fondo (m/m)  
 n: Coeficiente de Manning

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezooidal	(b+zy)y	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	b + 2zy

Rugosidad	n =	0.032
Area (m2)	A =	2.93
Perímetro Mojado (m)	P =	11.04
Radio Hidráulico (m)	R =	0.26
Pendiente (m/m)	S =	0.02
Velocidad (m/s)	V =	1.82

Caudal (m3/s)	Q =	5.331
---------------	-----	-------

		QapT=	4.318 m3/s
<b>CAUDAL DE LA QUEBRADA:</b>		Qcuneta=	0.020 m3/s
C= 0.25		Q=	4.298 m3/s
I= 110.53	mm/h	Qdiseño=	5.331 m3/s
A= 0.56	km2	Verificación:	<b>OK</b>
		Eficiencia:	<b>81.00%</b>

**Nota:** Se asumo las dimensiones de la cuneta, con ello se obtuvo el Q de diseño, en el cual se comparó con el Q que aporta la quebrada, para comprobar que las dimensiones son las requeridas.

$$Q_{aporte} < Q_{diseño} \rightarrow OK$$

Los badenes también tienen capacidad suficiente para drenar las escorrentías de cunetas.

# **ANEXO N°8: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

# **IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS**

RECURSOS (ENTRADAS)	PROCESOS (ACTIVIDADES)	ASPECTOS (SALIDAS)	IMPACTOS
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>			
Herramientas de trabajo Herramientas manuales Empleo	<b>CARTEL DE OBRA 2.40x4.80m.</b>	Partículas de suspensión(polvo) Ruido Remuneración	Contaminación del aire Contaminación acústica Generación de empleo
Camiones de cama baja Equipo liviano Empleo	<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA</b>	Partículas de suspensión(polvo) Emisiones de CO2 Ruidos y vibraciones Remuneración Consumo de gasolina Congestionamiento vehicular	Contaminación del aire Aumento de concentración de gases de efecto invernadero Contaminación acústica Generación de empleo Contaminación del aire y agotamiento de recursos Inconvenientes población local
Herramientas de trabajo Equipo liviano Materiales Empleo Transporte de materiales Motores generadores de Luz	<b>CAMPAMENTO</b>	Partículas de suspensión(polvo) Ruidos Consumo de gasolina Extracción de agua Excavación Emisiones de gases Remuneración	Contaminación del aire Contaminación acústica Calidad del aire Contaminación de las corrientes superficiales de agua Contaminación del suelo Aumento de concentración de gases de efecto invernadero Generación de empleo
Herramientas de trabajos Equipos topograficos Estacas Empleo	<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>	Partículas de suspensión(polvo) Residuos Tóxicos Remuneración	Afección de vías respiratorias y contaminación del aire Afección de la salud Generación de empleo
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
Combustible Maquinaria pesada Mano de obra Agua	<b>CORTE DE MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA</b>	Partículas de suspensión(polvo) Emisiones de gases Ruidos y vibraciones Remuneración Congestionamiento vehicular Residuos inertes Consumo de combustible	Contaminación del aire Aumento de concentración de gases de efecto invernadero Contaminación acústica Generación de empleo Inconvenientes población local Afección de calidad del suelo Calidad del agua
Combustible Maquinaria pesada Mano de obra Agua Material de relleno	<b>RELLENO CON MATERIAL PROPIO</b>	Partículas de suspensión(polvo) Emisiones de gases Ruidos Remuneración Congestionamiento vehicular Residuos inertes Consumo de combustible	Contaminación del aire Aumento de concentración de gases de efecto invernadero Contaminación acústica Generación de empleo Inconvenientes población local Agotamiento de recursos Calidad del agua
Combustible Medio de Transporte Mano de obra Herramientas de trabajo Equipo Liviano	<b>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXPLANACIONES</b>	Partículas de suspensión(polvo) Emisiones de gases Remuneración Consumo de combustible Ruidos	Contaminación del aire Aumento de concentración de gases de efecto invernadero Generación de empleo Calidad del aire Contaminación acústica
<b>PAVIMENTOS</b>			
Combustible Maquinaria pesada Mano de obra Agua Empleo	<b>PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE</b>	Partículas de suspensión(polvo) Emisiones de gases Ruidos Remuneración Congestionamiento vehicular Consumo de combustible Perfilado	Contaminación del aire Aumento de concentración de gases de efecto invernadero Contaminación acústica Generación de empleo Inconvenientes población local Calidad del agua Contaminación del suelo
Combustible Maquinaria pesada Mano de obra Aditivo TerraZYme Afirmado Agua Empleo	<b>AFIRMADO ESTABILIZADO E = 0.30 M</b>	Partículas de suspensión(polvo) Emisiones de gases Ruidos Residuos químicos Remuneración Congestionamiento vehicular Consumo de combustible	Contaminación del aire Aumento de concentración de gases de efecto invernadero Contaminación acústica Contaminación del suelo Generación de empleo Inconvenientes población local Calidad del aire
Maquinaria pesada Volquete Empleo Herramientas manuales Dinamita	<b>EXPLOTACIÓN DE CANTERAS</b>	Generación de partículas de polvo Emisión de gases Residuos peligrosos Destrucción del suelo ruido destrucción del paisaje Remuneración	Contaminación del aire Calidad del aire Contaminación del suelo Contaminación del suelo Contaminación acústica Contaminación visual Generación de Empleo

TRANSPORTE DE MATERIAL			
Empleo Volquete Herramientas de trabajo Equipo liviano	<b>TRANSPORTE DE AFIRMADO</b>	Partículas de suspensión(polvo) Ruido Consumo de gasolina Remuneración	Contaminación del aire Contaminación acústica Consumo de combustibles Generación de empleo
Empleo Volquete Herramientas de trabajo Equipo liviano	<b>TRANSPORTE DE AGREGADOS PARA LAS OBRAS DE ARTE</b>	Partículas de suspensión(polvo) Ruido Consumo de gasolina Remuneración	Contaminación del aire Contaminación acústica Calidad del aire Generación de empleo
ALCANTARILLAS			
Mano de obra Estacas madera Yeso Cuerdas Equipos y herramientas de trabajo	<b>TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO</b>	Remuneración Residuos orgánico Residuos peligrosos Emisión de olores tóxicos	Generación de empleo Contaminación del suelo Contaminación del suelo Contaminación del aire
Mano de obra Herramientas manuales Explosivos	<b>EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS</b>	Derrumbes Ruidos Partículas de suspensión(polvo) Remuneración	Erosión del suelo Contaminación acústica Calidad del aire Generación de empleo
Mano de obra Equipos y herramientas de trabajo Agua Empleo	<b>RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS</b>	Partículas de suspensión(polvo) Ruidos Alteración del agua Remuneración Residuos inertes	Contaminación del aire Contaminación acústica Contaminación de la calidad de agua y agotamiento recursos Generación de empleo Agotamiento de recursos
Mano de obra Herramientas manuales	<b>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL</b>	Remuneración Partículas de suspensión(polvo) Alergias	Generación de empleo Contaminación del aire Afección de la salud
Madera Mano de obra Clavos Petróleo u otro aditivo Herramientas manuales	<b>ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL PARA ESTRUCTURAS</b>	Residuo orgánico Remuneración Residuo inerte Residuo peligroso Olores químicos	Contaminación del suelo Generación de empleo Contaminación del suelo Contaminación del suelo Afección de la salud
Cemento Agregados Agua Mezcladora de concreto Mano de obra Herramientas manuales Equipo Liviano	<b>CONCRETO PARA SOLADOS F'C=100 kg/cm2</b>	Generación partículas Explotación de canteras Partículas de suspensión Ruidos y vibraciones Remuneración Aleteración del agua	Contaminación del aire Erosión del suelo Calidad del aire Contaminación acústica Generación de empleo Contaminación de la calidad de agua y agotamiento recursos
Mano de obra Acero Herramientas manuales	<b>HABILITACIÓN DE ACERO FY= 4200 KG/CM2</b>	Remuneración Residuos inertes Ruidos	Generación de empleo Contaminación del suelo Contaminación acústica
Cemento Agregados Agua Mezcladora de concreto Mano de obra Herramientas manuales Equipo Liviano	<b>CONCRETO PARA ALCANTARILLAS F'C=175 kg/cm2</b>	Generación partículas Explotación de canteras Partículas de suspensión Ruidos y vibraciones Remuneración Alteración del agua	Contaminación del aire Erosión del suelo Calidad del aire Contaminación acústica Generación de empleo Contaminación de la calidad de agua y agotamiento recursos
Piedras Cemento Herramientas manuales Mano de obra Agua Arena Piedra mediana	<b>EMBOQUILLADO DE PIEDRA, DE CONCRETO F'C= 140 KG/CM2</b>	Explotación de canteras Partículas de suspensión Ruidos y vibraciones Remuneración Aleración del agua	Erosión del suelo Calidad del aire Contaminación acústica Generación de empleo Contaminación de la calidad de agua y agotamiento recursos
Cemento Mano de obra Arena fina Agua Herramientas manuales	<b>TARRAJEO DE PARAPETOS, ALETAS Y CAJA DE RECEPCIÓN MEZCLA 1:5, E = 1.5 CM</b>	Generación de partículas Remuneración Explotación de canteras Residuos inertes Partículas en suspensión (polvo) Alteración del agua	Contaminación del aire Generación de empleo Erosión del suelo Contaminación del suelo Contaminación del aire Contaminación de la cali
Mano de obra Thiner Pintura de tráfico Herramientas manuales	<b>PINTURA DE PARAPETOS</b>	Emisión de olores tóxicos Renumeración	Contaminación del aire Generación de empleo
Maquinaria pesada Volquete Empleo Herramientas manuales Dinamita Chancadora	<b>EXPLOTACIÓN DE CANTERAS</b>	Generación de partículas de polvo Emision de gases Residuos peligrosos Destrucción del suelo ruido destrucción del paisaje Remuneración	Contaminación del aire Calidad del aire Contaminación del suelo Contaminación del suelo Contaminación acústica Contaminación visual Generación de Empleo

BADENES			
Mano de obra Estacas madera Yeso Cuerdas Equipos y herramientas de trabajo	<b>TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO</b>	Remuneración Residuos orgánico Residuos peligrosos Emisión de olores tóxicos	Generación de empleo Contaminación del suelo Contaminación del suelo Contaminación del aire
Mano de obra Herramientas manuales Explosivos	<b>EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS</b>	Derrumbes Ruidos Partículas de suspensión(polvo) Remuneración	Erosión del suelo Contaminación acústica Calidad del aire Generación de empleo
Mano de obra Herramientas manuales	<b>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL</b>	Remuneración Partículas de suspensión(polvo) Alergias	Generación de empleo Contaminación del aire Afección de la salud
Mano de obra Equipos y herramientas de trabajo Agua Empleo Afirmado	<b>RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA ESTRUCTURAS</b>	Partículas de suspensión(polvo) Ruidos Alteración del agua Remuneración Resuidos inertes Explotación de canteras	Contaminación del aire Contaminación acústica Contaminación de la calidad de agua y agotamiento recursos Generación de empleo Agotamiento de recursos Erosión del suelo
Madera Mano de obra Clavos Petróleo u otro aditivo Herramientas manuales	<b>ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL PARA ESTRUCTURAS</b>	Residuo orgánico Remuneración Residuo inerte Residuo peligroso Olores químicos	Contaminación del suelo Generación de empleo Contaminación del suelo Contaminación del suelo Afección de la salud
Mano de obra Equipos y herramientas de trabajo Agua Empleo Agregados Piedra mediana	<b>LOSA DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2 + 30 P.M</b>	Partículas de suspensión(polvo) Ruidos Alteración del agua Remuneración Resuidos inertes Explotación de canteras	Contaminación del aire Contaminación acústica Contaminación de la calidad de agua y agotamiento recursos Generación de empleo Agotamiento de recursos Erosión del suelo
Piedras Cemento Herramientas manuales Mano de obra Agua Arena Piedra mediana	<b>EMBOQUILLADO DE PIEDRA, DE CONCRETO F'C= 140 KG/CM2</b>	Explotación de canteras Partículas de suspensión Ruidos y vibraciones Remuneración Aleración del agua	Erosión del suelo Calidad del aire Contaminación acústica Generación de empleo Contaminación de la calidad de agua y agotamiento recursos
Mano de obra Tecnoport Compuesto Elastico Herramientas Manuales	<b>JUNTAS DE DILATACIÓN</b>	Partículas de suspensión (polvo). Remuneración Emisión de gases del tecnoport al estar en contacto con el calor	Contaminación del aire Generación de empleo Contaminación al aire
Maquinaria pesada Volquete Empleo Herramientas manuales Dinamita Chancadora	<b>EXPLOTACIÓN DE CANTERAS</b>	Generación de partículas de polvo Emision de gases Residuos peligrosos Destrucción del suelo ruido destrucción del paisaje Remuneración	Contaminación del aire Calidad del aire Contaminación del suelo Contaminación del suelo Contaminación acústica Contaminación visual Generación de Empleo
CUNETAS SIN REVESTIR			
Mano de obra Fulminante Dinamita Barreno Compresora Neumatica Martillo Neumatico	<b>CONFORMACIÓN DE CUNETAS EN MATERIAL SUELTO</b>	Remuneración Ruidos y vibraciones Partículas de suspensión (polvo) Emisión de gases Residuos inertes	Generación de empleo Contaminación acústica Contaminación del aire Contaminación de la calidad del aire Contaminación del suelo
Cemento Agregados Agua Mezcladora de concreto Mano de obra Herramientas manuales Equipo Liviano	<b>CONCRETO F'C=140 KG/CM2 EN CUNETAS</b>	Generación partículas Explotación de canteras Partículas de suspensión Ruidos y vibraciones Remuneración Aleteración del agua	Contaminación del aire Erosión del suelo Calidad del aire Contaminación acústica Generación de empleo Contaminación de la calidad de agua y agotamiento recursos
Mano de obra Tecnoport Compuesto Elastico Herramientas Manuales	<b>JUNTAS DE DILATACIÓN</b>	Partículas de suspensión (polvo). Remuneración Emisión de gases del tecnoport al estar en contacto con el calor	Contaminación del aire Generación de empleo Contaminación al aire

SEÑALIZACION			
Equipo liviano Pintura Mano de obra Traslado	<b>SEÑALES INFORMATIVAS</b>	Consumo de combustible Olores tóxicos Ruido Remuneración	Contaminación del aire Contaminación del aire Contaminación acústica Generación de empleo
Equipo liviano Pintura Mano de obra Traslado	<b>FABRICACION DE SEÑALES PREVENTIVAS</b>	Consumo de combustible Olores Tóxicos Ruido Remuneración	Contaminación del aire Contaminación del aire Contaminación acústica Generación de empleo
Equipo liviano Pintura Mano de obra Traslado	<b>FABRICACION DE SEÑALES REGLAMENTARIAS</b>	Consumo de combustible Olores tóxicos Ruido Remuneración	Contaminación del aire Contaminación del aire Contaminación acústica Generación de empleo
Combustible Maquinaria pesada Mano de obra Pintura	<b>HITOS KILOMETRICOS</b>	Remuneración Olores tóxicos Residuos inertes Ruido Consumo de combustible	Generación de empleo Contaminación acústica Agotamiento de recursos Contaminación acústica Contaminación del aire
PROGRAMA DE ABANDONO			
Combustible Maquinaria pesada Mano de obra Afirmado Agua	<b>ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS</b>	Partículas de suspensión(polvo) Emisiones de CO2 Ruidos y vibraciones Remuneración Consumo de gasolina Residuos inertes	Contaminación del aire Contaminación acústica Consumo de combustibles Aumento de concentracion de gases de efecto invernadero Generación de empleo Agotamiento de recursos
Combustible Maquinaria pesada Mano de liviana Agua Mano de obra	<b>RESTAURACION DE CAMPAMENTOS y PATIOS DE MAQUINA</b>	Partículas de suspensión(polvo) Emisiones de CO2 Ruidos y vibraciones Remuneración Consumo de gasolina Consumo de combustible	Contaminación del aire Contaminación acústica Consumo de combustibles Aumento de concentracion de gases de efecto invernadero Generación de empleo Contaminación del aire
Combustible Maquinaria pesada Mano de obra Agua Equipo liviano Tierra	<b>ACONDICIONAMIENTO DE CANTERAS</b>	Partículas de suspensión(polvo) Emisiones de CO2 Ruidos y vibraciones Remuneración Consumo de gasolina Residuos inertes	Contaminación del aire Contaminación acústica Consumo de combustibles Aumento de concentracion de gases de efecto invernadero Generación de empleo Agotamiento de recursos
CONTROL DE CALIDAD			
Herramientas manuales de trabajo Mano de obra Empleo	<b>ENSAYOS DE CBR</b>	Partículas en suspensión (polvo) Residuos inertes Remuneración	Contaminación del aire Contaminación del suelo Generación de empleo
Herramientas manuales de trabajo Mano de obra	<b>DENSIDAD DE CAMPO PARA EL AFIRMADO</b>	Partículas en suspensión (polvo) Emisión de gases Residuos inertes Remuneración	Contaminación del aire Contaminación del aire Contaminación del suelo Generación de empleo
Herramientas manuales de trabajo Mano de obra	<b>PROBETAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL CONCRETO</b>	Partículas en suspensión (polvo) Residuos inertes Remuneración	Contaminación del aire Contaminación del suelo Generación de empleo
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL			
Cascos Zapatos Guantes Lentes Chalecos Reflectores Mascarillas Botiquin de primeros auxilios	<b>KIT DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>	Protección ante cualquier imprevisto Cuidado de la salud del trabajador Residuos peligrosos	Seguridad del trabajador Prevención de enfermedades del trabajador Contaminación del suelo

# **MATRIZ DE LEOPOLD**

ACTIVIDADES / CARACTERISTICAS			ACTIVIDADES DE OBRA																									
			OBRAS PRELIMINARES						MOVIMIENTO DE TIERRAS						PAVIMENTOS						TRANSPORTE DE MATERIAL							
MEDIO	Categorías	Descripción	CARTEL DE OBRA 2.40x4.80m		MOVILIZACIÓN Y DESMOVLIZACIÓN N DE EQUIPOS Y MAQUINARIA		CAMPAMENTO		TRAZO Y REPLANTEO		CORTE DE MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA		RELENO CON MATERIAL PROPIO		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXPLANACIONES		PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB- PAVIMENTOS		AFIRMADO ESTABILIZADO E=0.30 M		EXPLOTACIÓN DE CANTERA		TRANSPORTE DE AFIRMADO		TRANSPORTE DE AGREGADOS			
MAGNITUD / IMPORTANCIA			M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I		
FÍSICO	AGUA	Afectación calidad del agua	0	0	0	0	-8	6	0	0	-2	5	-3	1	0	0	-9	3	-9	4	-4	5	0	0	0	0		
	SUELO	Calidad del suelo	0	0	0	0	-4	8	0	0	-8	10	-7	8	-2	5	-9	4	-9	5	-5	8	0	0	0	0		
		Erosión	0	0	0	0	-4	8	0	0	-9	10	-7	6	0	0	-9	4	0	0	-4	6	0	0	0	0		
	AIRE	Estabilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	10	-4	5	0	0	-9	5	0	0	-5	8	0	0	0	0		
		Ruido	-4	1	0	0	-2	3	0	0	-4	4	-2	3	-6	1	-9	2	-9	2	-4	6	0	0	0	0		
		Partículas	0	0	0	0	-4	6	0	0	-2	4	-2	3	-4	1	-9	1	-9	2	-4	5	0	0	0	0		
		Gases	-4	1	-8	4	-6	6	0	0	-8	3	-7	2	-7	1	-9	3	-9	3	-4	6	-6	3	-6	3		
	PAISAJE	Alteración del paisaje	-3	1	-5	3	-5	6	-8	1	-9	9	-6	5	-1	1	-9	4	-9	4	-4	7	-1	1	-1	1		
Pérdida de hábitat		0	0	-4	2	-5	7	0	0	-8	8	-5	4	-1	1	-9	5	-9	5	-1	5	-1	1	-1	1			
BIOLÓGICO	FAUNA	Afectación a la fauna	0	0	0	0	-5	7	-8	1	-8	8	-6	2	0	0	-9	6	-9	6	0	0	0	0	0	0		
	FLORA	Afectación a la flora	0	0	0	0	-5	7	0	0	-8	9	-5	2	-2	1	-9	6	-9	6	0	0	0	0	0	0		
SOCIO-CULTURAL	SOCIO-ECONOMICO	Demanda de Bienes y Servicios	4	1	7	4	4	6	4	3	9	9	5	3	3	2	9	8	9	8	6	8	5	4	5	4		
		Colapso de Bienes y servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Empleo	6	1	9	9	4	4	4	4	8	7	8	6	4	3	9	9	9	9	5	7	6	5	6	5		
		Seguridad	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Afectación de la salud poblador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Afectación de la salud trabajador	-4	1	-6	3	-2	6	-2	4	-6	4	-5	3	-2	2	-9	3	-9	4	-4	4	-5	2	-5	2		
	CULTURAL	Costumbres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Restos arqueológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
IMPACTO TOTAL			MAGNITUD/IMPORTANCIA		-5	6	-7	25	-39	84	-10	13	-64	100	-46	53	-18	18	-90	63	-72	58	-28	75	-2	16	-2	16
			PONDERADO		-5	36	-273	4	-486	-171	-17	-261	-216	-158	20	20												



ACTIVIDADES DE OBRA																												IMPACTO TOTAL				
CUNETAS SIN REVESTIR						SEÑALIZACION						PROGRAMA DE ABANDONO						CONTROL DE CALIDAD						SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL								
CONFORMACIÓN DE CUNETAS EN MATERIAL SUELTO		CONCRETO F'C=140 KG/CM2 EN CUNETAS		JUNTAS DE DILATACION		SEÑALES INFORMATIVAS		SEÑALES PREVENTIVAS		SEÑALES REGLAMENTARIAS		HITOS KILOMÉTRICOS		ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS		RESTAURACIÓN DE CAMPAMENTO Y PATIOS DE MAQUINA		ACONDICIONAMIENTO DE CANTERAS		ENSAYOS DE CBR		DENSIDAD DE CAMPO PARA EL AFIRMADO		PROBETAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL CONCRETO		KIT DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	MAGNITUD	IMPORTANCIA	PONDERADO		
0	0	-7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	2	-3	1	-3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-77.00	61.00	-264.00
-7	4	-7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	4	-3	2	-3	4	-2	1	-2	1	-1	1	-1	1	-118.00	125.00	-562.00		
0	0	-7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-71.00	68.00	-328.00
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-39.00	41.00	-257.00
-7	3	-7	2	0	0	-2	1	-2	1	-2	1	-2	3	-3	2	-3	1	-3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-110.00	67.00	-243.00
-7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-62.00	42.00	-155.00
-7	4	-7	1	0	0	-2	2	-2	2	-2	2	-2	3	-3	3	-3	2	-3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-147.00	96.00	-424.00
-7	5	-7	2	-7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	4	-3	3	-3	4	-5	2	-5	2	-1	1	0	0	-143.00	113.00	-508.00		
-7	4	0	0	-7	1	-2	1	-2	1	-2	1	-2	1	-3	2	-3	1	-3	2	0	0	-2	1	0	0	0	0	-89.00	73.00	-314.00		
-7	5	-7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-91.00	65.00	-351.00
-7	5	-7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-78.00	62.00	-327.00
7	4	7	4	7	1	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	2	3	3	2	4	2	4	1	3	2	5	172.00	163.00	734.00		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
7	6	7	6	7	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	5	3	4	3	5	2	5	2	5	1	4	0	0	179.00	208.00	935.00		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	11.00	13.00	84.00		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
-7	3	-7	2	-7	1	-2	1	-2	1	-2	1	-2	2	-3	2	-3	1	-3	2	-2	1	-2	1	-1	1	0	0	-145.00	88.00	-331.00		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
-49	45	-49	30	-7	7	-4	10	-4	10	-4	10	-4	17	-15	27	-15	17	-15	27	-5	13	-7	14	-1	10	9	15	SUMA DE COLUMNA		-2311.00		
-175		-70		7		0		0		0		-2		-33		-15		-33		4		2		4		81		SUMA DE FILA		-2311.00	OK	

## **ANEXO N°9: PLANOS**

# **ANEXO N°10: COSTOS UNITARIOS Y CRONOGRAMA DE OBRA**