

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Diseño de la carretera La Pushura Baja-Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca

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

AUTOR

Jorge Javier Granda Granadino

ASESOR

Lino Alcibiades Gayoso Santacruz

<https://orcid.org/0000-0001-6419-2986>

Chiclayo, 2023

**Diseño de la carretera La Pushura Baja-Corral Quemado en el distrito
de Bellavista, Jaén, Cajamarca**

PRESENTADA POR
Jorge Javier Granda Granadino

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Ángel Alberto Lorrén Palomino
PRESIDENTE

Luis Quiroz Quiñones
SECRETARIO

Lino Alcibiades Gayoso Santacruz
VOCAL

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada principalmente a mis padres Cirilo Granda Rodríguez y Marleni Granadino Meza por su paciencia, sacrificio y amor incondicional que me permitieron culminar mi carrera profesional.

A mis hermanos, Diana Cecilia y Roy Edin; por brindarme su apoyo para esforzarme y seguir adelante

A mis abuelos paternos Segundo Granda Santos y Guillermina Rodríguez Ocupa; por su apoyo moral, cariño y enseñanzas en mi vida personal.

A mi abuela materna Agripina Meza Solórzano; por sus enseñanzas y consejos en todo momento de esta etapa de mi vida. Asimismo, a mi abuelo materno Gilberto Granadino; que desde el cielo me protege y sonrío orgulloso de ver la persona que soy hoy.

A todas las personas que desinteresadamente me apoyaron en el desarrollo de mi tesis.

Agradecimientos

A mi familia, por haber sido el apoyo durante toda esta etapa de mi vida y por haberme dado la oportunidad de formarme en esta universidad.

A mi asesor, el Ing. Lino Alcibiades Gayoso Santacruz por su tiempo, apoyo técnico y esfuerzo brindado para la culminación de mi tesis.

A mis docentes en toda la carrera profesional de Ingeniería Civil Ambiental; por su paciencia, consejos y conocimiento que se me fueron transmitidos.

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%
INDICE DE SIMILITUD

23%
FUENTES DE INTERNET

2%
PUBLICACIONES

7%
TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
5	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1%
9	vsip.info Fuente de Internet	

ÍNDICE

Resumen	19
Abstract	20
Introducción	21
Situación Problemática.....	21
Formulación del problema.....	22
Justificación.....	26
Revisión de literatura	29
Antecedentes internacionales	29
Antecedentes nacionales.....	30
Antecedentes locales	31
Bases teóricas	32
Materiales y métodos	34
Tipo y diseño de investigación.....	34
Variable independiente.....	35
Población muestra	35
Métodos, instrumentos y técnicas de recolección de datos	35
Etapas del proceso del proyecto	38
Metodología	40

Estudio de trafico	40
Estudio de rutas	44
Estudio topográfico	49
Estudio de mecánica de suelos	50
Diseño geométrico.....	54
Estudios de cantera, fuente de agua y botadero.....	59
Estudio hidrológico	61
Diseño del pavimento.....	63
Diseño de obras de arte y drenaje.....	64
Metrados.....	69
Presupuesto.....	70
Formula polinómica	72
Programación de obra.....	73
Evaluación de beneficios y rentabilidad.....	74
Resultados	78
Estudio de tráfico	78
Ubicación	78
Periodo del conteo de vehículos para el estudio de tráfico	78
Tabulación de los datos obtenidos.....	79
Factor de correlación estacional	81
Cálculo del índice medio diario semanal	83
Cálculo del IMDA (índice medio diario anual).....	84
Horizonte del proyecto	84
Análisis de la demanda proyectada	84
Estudio de rutas	89
Evaluación técnica y económica por el método de Bruce	90
Estudio topográfico	98
Información del área de estudio	98
Programa de trabajo	103
Equipo de trabajo	103
Levantamiento topográfico.....	103
Trabajo de gabinete	104
Estudios de mecánica de suelos.....	105

Investigación de campo.....	105
Ensayos de laboratorio.....	107
Interpretación de resultados.....	108
Diseño geométrico.....	113
Ubicación del proyecto.....	113
Estudios preliminares.....	113
Características de la vía.....	126
Normas de diseño.....	127
Clasificación de la carretera.....	127
Criterios básicos para el Diseño Geométrico.....	128
Diseño Geométrico en Planta.....	131
Diseño Geométrico en Perfil.....	137
Diseño Geométrico en Secciones Transversales.....	140
Resultados del Diseño Geométrico.....	143
Estudio de cantera, fuente de agua y botadero.....	150
Cantera Rio Marañón.....	150
Fuente de agua.....	153
Botadero.....	154
Estudio hidrológico.....	155
Identificación de las subcuencas.....	155
Características de las Subcuencas.....	155
Selección del periodo de retorno.....	157
Tiempo de concentración.....	158
Análisis hidrológico.....	158
Diseño del pavimento.....	190
Tráfico previsto.....	190
Cálculo del ESAL o Eje Equivalente (EE).....	190
Clasificación del tráfico según el MTC.....	192
Módulo de resiliencia (Mr) de las capas del pavimento.....	193
Cálculo de las demás variables.....	194
Determinación del número estructural (SN).....	196
Espesores de las capas del pavimento.....	197
Análisis del concreto asfáltico.....	202
Diseño de obras de arte y drenaje.....	204

Cunetas.....	204
Alcantarillas de Alivio	213
Cajas colectoras.....	215
Badenes	215
Evaluación de impacto ambiental.....	219
Resumen ejecutivo	219
Objetivo general del EIA.....	226
Marco legal.....	227
Descripción y análisis del proyecto.....	231
Área de influencia del proyecto.....	240
Línea Base Ambiental	243
Identificación y evaluación de pasivos ambientales.....	249
Identificación y evaluación de impactos ambientales	251
Plan de participación ciudadana	254
Plan de Manejo Ambiental	256
Plan de compensación ambiental	277
Conclusiones y Recomendaciones	278
Metrados.....	279
Presupuesto.....	282
Cálculo de costos unitarios.....	282
Resumen del presupuesto	284
Análisis de costos unitarios	286
Formula polinómica	302
Insumos	303
Programación de obra.....	304
Evaluación de beneficios y rentabilidad.....	307
Beneficios del proyecto.....	307
Costos sociales del proyecto.....	308
Rentabilidad del proyecto.....	309
Discusión	310
Conclusiones	313
Recomendaciones	315
Referencias.....	317
Anexos	320

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1: Campaña Agrícola 2020 – 2021 (producción)	24
Gráfico 2: Volumen total vehicular durante una semana	81
Gráfico 3: Precipitaciones máximas históricas desde el año 1970 al 2021 de la Estación Meteorológica de Jaén.....	160
Gráfico 4: T = 2 años (periodo de retorno) – Regresión Potencial.....	173
Gráfico 5: T = 5 años (periodo de retorno) – Regresión Potencial.....	174
Gráfico 6: T = 10 años (periodo de retorno) – Regresión Potencial.....	175
Gráfico 7: T = 20 años (periodo de retorno) – Regresión Potencial.....	176
Gráfico 8: T = 25 años (periodo de retorno) – Regresión Potencial.....	177
Gráfico 9: T = 50 años (periodo de retorno) – Regresión Potencial.....	178
Gráfico 10: T = 70 años (periodo de retorno) – Regresión Potencial.....	179
Gráfico 11: T = 100 años (periodo de retorno) – Regresión Potencial.....	180
Gráfico 12: T = 200 años (periodo de retorno) – Regresión Potencial.....	181
Gráfico 13: Regresión potencial - para hallar "k" y "m"	183
Gráfico 14: Curvas I-D-F	185
Gráfico 15: Campaña agrícola del distrito de Bellavista 2020-2021.....	307

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Producción y gastos de cultivos de arroz dependiendo el tipo de vía	25
Tabla 2: Pérdidas económicas en épocas de lluvias por acémilas 2020-2021.....	25
Tabla 3: Población beneficiaria por el camino vecinal en estudio	27
Tabla 4: Distancia y tiempo de llegada según la vía	27
Tabla 5: Ensayos de laboratorio para la cantera.....	59
Tabla 6: Fechas de recopilación de datos para el conteo de vehículos.....	79
Tabla 7: Resultados del conteo vehicular	80
Tabla 8: F.C para vehículos ligeros – Estación de peaje de Utcubamba.....	82
Tabla 9: F.C para vehículos pesados – Estación de peaje de Utcubamba	82
Tabla 10: Resultados del IMDs	83
Tabla 11: Resultados del IMDa.....	84
Tabla 12: IMD de cada tipo vehicular.....	85
Tabla 13: Situación sin proyecto para un tráfico proyectado	86
Tabla 14: porcentaje de tráfico por tipo de intervención.....	87
Tabla 15: Situación con proyecto para un tráfico proyectado	88
Tabla 16: Criterios básicos para el estudio de rutas	89
Tabla 17: Pendientes máximas (%).....	90
Tabla 18: Resultados de la línea de pendiente o de ceros de la ruta N°1	91
Tabla 19: Resultados de la línea de pendiente o de ceros de la ruta N°2	92
Tabla 20: Valores k para cada tipo de superficie	95
Tabla 21: Longitud resistente de la ruta N°1.....	95
Tabla 22: Longitud resistente de la ruta N°2.....	95
Tabla 23: Longitud resistente de ambas rutas	96
Tabla 24: Resultados de ambas rutas de acuerdo a sus pendientes ponderadas	97
Tabla 25: Comparación de pendientes ponderadas	98
Tabla 26: Cuadro de coordenadas UTM WGS-84 de los BMs	104
Tabla 27: Numero de Calicatas para cada tipo de carretera	106
Tabla 28: Localización de cada calicata.....	107
Tabla 29: Ensayos de laboratorio para las calicatas	108
Tabla 30: Resumen de los ensayos de laboratorio.....	109
Tabla 31: Resultados de los ensayos de CBR	111
Tabla 32: Número de CBR y Mr para cada tipo de carretera.....	111
Tabla 33: Categorización de la subrasante	112
Tabla 34: Vehículo de diseño.....	128
Tabla 35: Radios mínimos y máximos para un B2.....	129
Tabla 36: Velocidad de diseño de acuerdo al tipo de carretera.....	129
Tabla 37: Distancia de visibilidad de parada.....	130
Tabla 38: Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento	131
Tabla 39: Porcentaje deseable y mínimo de la carretera	131
Tabla 40: Longitud mínima y máxima del tramo tangente	132
Tabla 41: Peraltes máximos y radios mínimos del diseño para carreteras	133
Tabla 42: Fricción máxima transversal en curvas	134
Tabla 43: Radio mínimo, valores límites de fricción y peralte máximos para cada velocidad de diseño .	134
Tabla 44: Longitud mínima de transición de bombeo para cada velocidad de diseño	135

Tabla 45: Ancho máximo de despeje lateral	137
Tabla 46: Pendientes máximas (%).....	138
Tabla 47: Formulas empleadas para el cálculo de la longitud de curvas verticales	139
Tabla 48: Índice de curvatura K - convexa	139
Tabla 49: Índice de curvatura K - cóncava.....	139
Tabla 50: Ancho de calzada	140
Tabla 51: Ancho de berma	140
Tabla 52: Pendiente transversal mínima de bermas	141
Tabla 53: Porcentaje de bombeo	141
Tabla 54: Peralte máximo.....	142
Tabla 55: Taludes en corte	143
Tabla 56: Taludes de relleno	143
Tabla 57: Cuadro de elementos de curvas horizontales	144
Tabla 58: Cuadro de elementos de curvas espirales	145
Tabla 59: Cálculo de despejes laterales y verificación si lo amerita	146
Tabla 60: Verificaciones para el diseño en perfil	147
Tabla 61: Longitud de diseño para curvas verticales.	148
Tabla 62: Granulometría del afirmado	151
Tabla 63: Franjas granulométricas para afirmado	152
Tabla 64: Requisitos para el afirmado en cuanto a la calidad	152
Tabla 65: Resultados de laboratorio para la fuente de agua	153
Tabla 66: Coordenadas de las subcuencas.....	155
Tabla 67: Características de las subcuencas.....	156
Tabla 68: Porcentaje de riesgo admisible en obras de arte.....	157
Tabla 69: Tiempo de concentración de las subcuencas.....	158
Tabla 70: Precipitaciones máximas históricas desde el año 1970 al 2021 de la Estación Meteorológica de Jaén.....	159
Tabla 71: Precipitaciones de acuerdo al método y al periodo de retorno.....	165
Tabla 72: Resultados de pruebas de bondad de ajuste en el software Hidroesta2.....	166
Tabla 73: Precipitaciones del método que mejor se ajusta - Distribución Gamma 3 parámetros	167
Tabla 74: Coeficientes de acuerdo a la duración de la precipitación	168
Tabla 75: Precipitaciones máximas por tiempo de duración (mm)	169
Tabla 76: Intensidad de la precipitación según el periodo de retorno	170
Tabla 77: Periodo de retorno T = 2 años – Regresión Potencial	173
Tabla 78: Periodo de retorno T = 5 años – Regresión Potencial	174
Tabla 79: Periodo de retorno T = 10 años – Regresión Potencial	175
Tabla 80: Periodo de retorno T = 20 años – Regresión Potencial	176
Tabla 81: Periodo de retorno T = 25 años – Regresión Potencial	177
Tabla 82: Periodo de retorno T = 50 años – Regresión Potencial	178
Tabla 83: Periodo de retorno T = 70 años – Regresión Potencial	179
Tabla 84: Periodo de retorno T = 100 años – Regresión Potencial	180
Tabla 85: Periodo de retorno T = 200 años – Regresión Potencial	181
Tabla 86: Resumen del método de Regresión Potencial	182
Tabla 87: Cálculos para hallar "m" y "k"	182
Tabla 88: Formula para las curvas IDF	183
Tabla 89: Tabla de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno	184
Tabla 90: Coeficientes de escorrentía.....	186

Tabla 91: Coeficientes de escorrentía de las subcuencas del proyecto	187
Tabla 92: Caudal de diseño e intensidades para la subcuenca 1	187
Tabla 93: Caudal de diseño e intensidades para la subcuenca 2	188
Tabla 94: Caudal de diseño e intensidades para la subcuenca 3	188
Tabla 95: Caudal de diseño e intensidades para la subcuenca 4	188
Tabla 96: Caudal de diseño e intensidades para la subcuenca 5	189
Tabla 97: Caudal de diseño e intensidades para la subcuenca 6	189
Tabla 98: Caudal de diseño e intensidades para la subcuenca 7	189
Tabla 99: Resumen de caudales de diseño para un periodo de 70 años	190
Tabla 100: Relación de Cargas por Eje para calcular los Ejes Equivalentes (EE)	191
Tabla 101: Conformación de los Ejes	191
Tabla 102: Calculo del F.C.....	192
Tabla 103: Calculo del ESAL	192
Tabla 104: Tipo de tráfico pesado expresado en EE	193
Tabla 105: Modulo de resiliencia de la subrasante, subbase y base.....	193
Tabla 106: Nivel de Confiabilidad según rango de Tráfico	194
Tabla 107: Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico	195
Tabla 108: Variables para el cálculo de las capas del pavimento	195
Tabla 109: Numero Estructural de Diseño según ábaco de diseño AASHTO	196
Tabla 110: Coeficientes Estructurales de acuerdo al componente del pavimento.....	196
Tabla 111: Coeficiente Estructural con micro pavimento 25mm.....	197
Tabla 112: Coeficiente Estructural con Carpeta Asfáltica en Caliente	197
Tabla 113: Cálculos para hallar los espesores de la subbase, base y concreto asfáltico (Carpeta Asfáltica en Caliente)	198
Tabla 114: Espesores mínimos del pavimento para cada capa (Carpeta Asfáltica en Caliente)	198
Tabla 115: Comprobación del número estructural requerido (SNR) - (Carpeta Asfáltica en Caliente)....	199
Tabla 116: Cálculos para hallar los espesores de la subbase, base y concreto asfáltico (micro pavimento 25 mm)	200
Tabla 117: Espesores mínimos del pavimento para cada capa (micro pavimento 25 mm).....	200
Tabla 118: Comprobación del número estructural requerido (SNR) - (micro pavimento 25 mm)	201
Tabla 119: Resumen del análisis de cunetas	204
Tabla 120: Ubicación de Alcantarillas de Alivio y Badenes.....	205
Tabla 121: Coeficientes de escorrentía de acuerdo a su cobertura vegetal	207
Tabla 122: Dimensiones para una cuneta de forma triangular	209
Tabla 123: Velocidades límites admisibles	209
Tabla 124: Calculo del caudal máximo de aporte para las cunetas	211
Tabla 125: Diseño hidráulico de las cunetas	212
Tabla 126: Diseño de las alcantarillas de alivio	214
Tabla 127: Características de las obras de arte (Badén).....	215
Tabla 128: Caudales de diseño para cada baden	215
Tabla 129: Diseño Hidráulico del badén	218
Tabla 130: Flora del área del proyecto.....	246
Tabla 131: Fauna del área del proyecto.....	246
Tabla 132: Áreas protegidas del distrito de Bellavista.....	247
Tabla 133: Acciones con potencial a generar impacto.....	251
Tabla 134: Medios del ambiente en la fase de ejecución	252
Tabla 135: Factores del ambiente en la fase de ejecución.....	252

Tabla 136: Acciones que generan mayor impacto	254
Tabla 137: Factores que generan mayor impacto.....	254
Tabla 138: Residuos en la fase de ejecución.....	257
Tabla 139: Lista de residuos para protección contra COVID-19	258
Tabla 140: Programa de inversiones del Plan de Manejo Ambiental (PMA)	275
Tabla 141: Cronograma de actividades del Programa de Inversiones.....	276
Tabla 142: Metrados del proyecto.....	280
Tabla 143: Costo de la movilización y la desmovilización del equipo transportado	282
Tabla 144: Costo de la movilización y la desmovilización del equipo auto transportado	282
Tabla 145: Costo de Capacitación Ambiental	283
Tabla 146: Resumen del presupuesto de obra	284
Tabla 147: Análisis de precios unitarios del proyecto.....	286
Tabla 148: Agrupamiento preliminar – Formula Polinómica	302
Tabla 149: Formula Polinómica.....	302
Tabla 150: Cantidad y Precios de los insumos.....	303
Tabla 151: Tiempos de programación.....	304
Tabla 152: Excedente de la producción agrícola.....	307
Tabla 153: Rentabilidad del proyecto	309
Tabla 154: Matriz de Leopold.....	368

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1: Ubicación del centro poblado La Pushura Baja y Corral Quemado	40
Fig. 2: Concepto de línea de pendiente	48
Fig. 3: Alineamiento de la carretera con los puntos de las subcuencas identificadas	62
Fig. 4: Ubicación geográfica donde se realizado el estudio de tráfico	78
Fig. 5: Alineamiento horizontal de la Ruta N°1	93
Fig. 6: Alineamiento horizontal de la Ruta N°2	93
Fig. 7: Alineamiento horizontal de ambas rutas	94
Fig. 8: Ubicación política del país de Perú	99
Fig. 9: Ubicación política del departamento de Cajamarca	99
Fig. 10: Ubicación política del distrito de Bellavista	99
Fig. 11: Ubicación política de la provincia de Jaén	99
Fig. 12: Ubicación política de la zona del proyecto de estudio	100
Fig. 13: Clima en Bellavista	101
Fig. 14: Temperatura máxima y mínima promedio en Bellavista	101
Fig. 15: Velocidad promedio del viento en Bellavista	102
Fig. 16: Promedio mensual de lluvia en Bellavista	102
Fig. 17: Mapa que indica la ausencia de zonas críticas en alerta en el departamento de Cajamarca	114
Fig. 18: Mapa que indica la ausencia de proyectos mineros en la provincia de Jaén	114
Fig. 19: Mapa que indica el Catastro minero en el distrito de Bellavista	115
Fig. 20: Mapa que indica las zonas urbanas del distrito de Bellavista, cerca al proyecto	116
Fig. 21: Mapa que indica las zonas arqueológicas en el distrito de Bellavista cercanas al proyecto	117
Fig. 22: Mapa que indica la geología regional del distrito de Bellavista	118
Fig. 23: Mapa que indica la geología mundial en el distrito de Bellavista	118
Fig. 24: Mapa que indica las zonas críticas en el distrito de Bellavista	119
Fig. 25: Mapa que indica los peligros geológicos en el distrito de Bellavista	119
Fig. 26: Mapa que indica las zonas susceptibles a los movimientos en masa en el distrito de Bellavista	120
Fig. 27: Mapa que indica la susceptibilidad a inundaciones fluviales en el distrito de Bellavista	121
Fig. 28: Mapa que indica la Geomorfología en el distrito de Bellavista	121
Fig. 29: Mapa que indica anomalías espectrales en el distrito de Bellavista	122
Fig. 30: Mapa que indica sismos superficiales en el distrito de Bellavista	122
Fig. 31: Mapa que indica el riesgo sísmico en el distrito de Bellavista	123
Fig. 32: Mapa que indica la hidrogeología en el distrito de Bellavista	123
Fig. 33: Mapa que indica las Comunidades Nativas en el distrito de Bellavista	124
Fig. 34: Mapa Climático del distrito de Bellavista	125
Fig. 35: Mapa que indica el Monitoreo de Temperatura en la provincia de Jaén	125
Fig. 36: Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)	142
Fig. 37: Lugar del Depósito de Material Excedente - Botadero	154
Fig. 38: Delimitación de subcuencas	156
Fig. 39: Paso 1 - HIDROESTA2	161
Fig. 40: Paso 2 - HIDROESTA2	162
Fig. 41: Paso 3 - HIDROESTA2	162
Fig. 42: Paso 4 - HIDROESTA2	163
Fig. 43: Paso 5 - HIDROESTA2	163
Fig. 44: Paso 6 - HIDROESTA2	164

Fig. 45: Espesor Total del pavimento.....	197
Fig. 46: Modelo de badén.....	216
Fig. 47: Forma trapezoidal del badén.....	216
Fig. 48: Eje de la carretera.....	241
Fig. 49: Área de influencia directa de la carretera.....	242
Fig. 50: Área de influencia indirecta de la carretera	242

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Conteo vehicular a la entrada del centro poblado La Pushura Baja	325
Fotografía 2: Conteo vehicular.....	325
Fotografía 3: Camión de 3E	326
Fotografía 4: Camión de 2E	326
Fotografía 5: Combi	327
Fotografía 6: Camioneta.....	327
Fotografía 7: Vehículo retornando	328
Fotografía 8: Camino de herradura en épocas de lluvias.....	330
Fotografía 9: Agua estancada en el tramo de estudio.....	330
Fotografía 10: Estado actual del tramo de estudio	331
Fotografía 11: Estado actual del tramo de estudio	331
Fotografía 12: Estado actual del tramo de estudio	332
Fotografía 13: Estado actual del tramo de estudio	332
Fotografía 14: Estado actual del tramo de estudio	333
Fotografía 15: Estado actual del tramo de estudio	333
Fotografía 16: Trabajo de Campo	335
Fotografía 17: Nivelación del prisma para la toma de puntos.....	335
Fotografía 18: Punto de referencia para cambio de estación con ayuda de clavos para techo con cabeza de paraguas.....	336
Fotografía 19: Levantamiento topográfico KM 0+000	336
Fotografía 20: Levantamiento topográfico KM 1+000	337
Fotografía 21: Levantamiento topográfico KM 2+000	337
Fotografía 22: Levantamiento topográfico KM 3+000	338
Fotografía 23: Levantamiento topográfico KM 8+000	338
Fotografía 24: Levantamiento topográfico KM 10+000	339
Fotografía 25: BM.02.....	339
Fotografía 26: BM.05.....	340
Fotografía 27: BM.014.....	340
Fotografía 28: BM.010.....	341
Fotografía 29: BM.018.....	341
Fotografía 30: BM.020.....	342
Fotografía 31: Extracción de las muestras.....	344
Fotografía 32: Panorama a cielo abierto de la calicata N°01 – KM. 0+000.....	344
Fotografía 33: Panorama a cielo abierto de los estratos de la calicata N°01 – KM. 0+000	345
Fotografía 34: Panorama a cielo abierto de la calicata N°01 – KM. 0+000.....	345
Fotografía 35: Panorama a cielo abierto de la excavación calicata N°02 – KM. 1+000.....	346
Fotografía 36: Panorama a cielo abierto de los estratos de la calicata N°02 – KM. 1+000	346
Fotografía 37: Panorama a cielo abierto de la calicata N°02 – KM. 1+000.....	347
Fotografía 38: Panorama a cielo abierto de la excavación calicata N°03 – KM. 2+000.....	347
Fotografía 39: Panorama a cielo abierto de la calicata N°03 – KM. 2+000.....	348
Fotografía 40: Panorama a cielo abierto de la calicata N°04 – KM. 3+000.....	348
Fotografía 41: Panorama a cielo abierto de la calicata N°04 – KM. 3+000.....	349
Fotografía 42: Panorama a cielo abierto de la calicata N°05 – KM. 4+000.....	349
Fotografía 43: Panorama a cielo abierto de la calicata N°05 – KM. 4+000.....	350

Fotografía 44: Panorama a cielo abierto de la calicata N°06 – KM. 5+000.....	350
Fotografía 45: Panorama a cielo abierto de la calicata N°06 – KM. 5+000.....	351
Fotografía 46: Panorama a cielo abierto de la excavación calicata N°07 – KM. 6+000.....	351
Fotografía 47: Panorama a cielo abierto de la calicata N°07 – KM. 6+000.....	352
Fotografía 48: Panorama a cielo abierto de la excavación calicata N°08 – KM. 7+000.....	352
Fotografía 49: Panorama a cielo abierto de la calicata N°08 – KM. 7+000.....	353
Fotografía 50: Panorama a cielo abierto de la calicata N°09 – KM. 8+000.....	353
Fotografía 51: Panorama a cielo abierto de la calicata N°09 – KM. 8+000.....	354
Fotografía 52: Panorama a cielo abierto de la excavación calicata N°10 – KM. 9+000.....	354
Fotografía 53: Panorama a cielo abierto de la calicata N°10 – KM. 9+000.....	355
Fotografía 54: Panorama a cielo abierto de la calicata N°11 – KM. 9+700.....	355
Fotografía 55: Panorama a cielo abierto de la calicata N°11 – KM. 9+700.....	356
Fotografía 56: Cuarteo de la muestra	356
Fotografía 57: Vista de las muestras para Análisis Granulométrico	357
Fotografía 58: Tamizado de las muestras	357
Fotografía 59: Ensayo de Límites de Atterberg	358
Fotografía 60: Ensayo de Humedad	358
Fotografía 61: Ensayo de Proctor Modificado	359
Fotografía 62: Cantera Rio Marañón.....	362
Fotografía 63: Cantera Rio Marañón.....	362
Fotografía 64: Fuente de agua – quebrada Rio Marañón	363
Fotografía 65: Fuente de agua – quebrada Rio Marañón	363
Fotografía 66: Campos de arroz	365
Fotografía 67: Plantas de Plátanos	365
Fotografía 68: Plantas de coco	366
Fotografía 69: Árbol de cacao	366
Fotografía 70: Fauna – Aves	367
Fotografía 71: Fauna - Insectos	367

LISTA DE ANEXOS

ANEXO N° 1: DOCUMENTOS Y AUTORIZACIÓN	320
ANEXO N° 2: ESTUDIO DE TRÁFICO	324
ANEXO N° 3: ESTUDIO DE RUTAS	329
ANEXO N° 4: ESTUDIO TOPOGRÁFICO	334
ANEXO N° 5: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	343
ANEXO N° 6: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO	360
ANEXO N° 7: ESTUDIO DE CANTERA, FUENTE DE AGUA Y BOTADERO	361
ANEXO N° 8: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	364
ANEXO N° 9: CRONOGRAMA DE OBRA	369
ANEXO N° 10: PLANOS	370

Resumen

El proyecto consiste en el diseño de una carretera que conectara los centros poblados de La Pushura Baja y Corral Quemado, en el distrito de Bellavista, provincia de Jaén y departamento de Cajamarca, con una longitud total de 8.743 km. Con ello se logrará mejorar la calidad de vida de la población rural y el desarrollo de las comunicaciones, así como solucionar problemas en el ámbito social y económico, dando oportunidades de crecimiento para estos. En el proyecto se ha realizado estudios básicos para el diseño de una carretera como: tráfico, rutas, topográfico, mecánica de suelos, cantera, fuente de agua, botadero, estudio hidrológico, diseño de pavimento y obras de arte, evaluación de impacto ambiental, presupuesto del proyecto, evaluación de beneficios y rentabilidad donde se detalla en este documento los resultados obtenidos. También se hizo el diseño geométrico en perfil, planta y sección transversal de la carretera desde el Km 0+000 hasta el Km 8+743 teniendo en cuenta los parámetros de diseño establecidos por el Manual de Carreteras DG-2018 para una carretera de tercera clase.

Palabras clave: Carretera, diseño geométrico, estudios de ingeniería básica, transitabilidad, superficie de rodadura.

Abstract

The project consists of the design of a highway that will connect the population centers of La Pushura Baja and Corral Quemado, in the district of Bellavista, province of Jaén and department of Cajamarca, with a total length of 8,743 km. This will improve the quality of life of the rural population and the development of communications, as well as solve problems in the social and economic spheres, providing growth opportunities for them. In the project, basic studies have been carried out for the design of a road such as: traffic, routes, topography, soil mechanics, quarry, water source, dump, hydrological study, pavement design and works of art, environmental impact assessment, project budget, evaluation of benefits and profitability where the results obtained are detailed in this document. The geometric design was also made in profile, plan and cross section of the road from Km 0+000 to Km 8+743, taking into account the design parameters established by the Highway Manual DG-2018 for a third-class road.

Keywords: Road, geometric design, basic engineering studies, passability, rolling surface.

Introducción

Situación Problemática

La construcción de carreteras nos otorga beneficios en las necesidades básicas de salud, alimentación, trabajo y educación; las cuales son primordiales actividades para un país en su desarrollo social y económico que benefician a sus pobladores; sin embargo, hay zonas que no tienen comunicación con las carreteras lo que implicaría que la calidad de vida sea muy baja, por esa razón es de suma importancia la unificación de las comunidades lo que conllevaría a un progreso y avance de aquellas zonas aisladas que necesiten un óptimo transporte, mejorando así su calidad de vida.

“El transporte es la clave del crecimiento y avance. Sin suficientes caminos viales que enlacen con otras carreteras, es impensable que un país o sus regiones puedan prosperar. Por esta razón, no habría un desarrollo y dado que esta conlleva a variaciones importantes con el entorno natural, las carreteras pueden causar un impacto ambiental riguroso [1]”. “El transporte también tiene un papel clave en la integración social. Las vías rurales alcanzan emprender oportunidades para las poblaciones que están excluidas, en tanto la vía urbana favorece a la población de bajos recursos para que puedan acceder a rutas posibles para sus trabajos [2]”.

“Asimismo, es importante señalar que el transporte ofrece enormes beneficios a un sistema de transporte asequible y eficiente, ya que es la columna vertebral para el crecimiento del desarrollo. Aunque no existe un objetivo de sostenibilidad específica relacionada con el transporte, es un medio para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible, de tal modo que el doble propósito del Grupo del Banco Mundial es acabar con la pobreza extrema para 2030 y promover la prosperidad compartida. Para lograr estos objetivos, es esencial redefinir y repensar cómo será el transporte sostenible en el futuro[2]”.

“Según el informe de Competitividad Global 2017-2018, nos menciona que el Perú este situado en la posición 72 de 137 países en lo que respecta a su calidad global; y en tanto a su infraestructura vial está posicionado en el 86. Sin embargo, este número se basa en vías pavimentadas para toda la población [3]”.

“La infraestructura del transporte terrestre en el Perú se configura a través de una red vial conformada por, la Red vial de Caminos Vecinales (RVV), Red Vial Departamental (RVD) y la

Red Vial Nacional (RVN). En el año 2019, la infraestructura vial estaba compuesta por 168,943.9 km, de los cuales la RVN tiene una extensión de 27,054.8 km (16%), competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la RVD 27,639.6 km (16%), responsabilidad de los Gobiernos Regionales y la RVV 114,260.5 km (68%), competencia de los Gobiernos Municipales. De acuerdo con el IMIAPP (Informe Multianual de Inversiones en Asociaciones Público Privadas), nos menciona que las carreteras no pavimentadas representan el 82% (22,172.5 km) y las carreteras pavimentadas con el 18% (4,881.2 km) de la red vial total (27,053.7 km) [4]”.

“Cajamarca tiene dificultades en cuanto a la conectividad vial, específicamente de la RVD. Hasta noviembre del 2020 la RVN cuenta con el 84.2% de carreteras pavimentadas, mientras que la RVD el 3.6% esta pavimentada y respecto a la RVV con el 0.3% cuenta con pavimento [4]”.

Mejorando la calidad de vida de las poblaciones rurales y desarrollando mejoras en la comunicación entre las vías urbanas y rurales, alentando así que cuenten con un sistema seguro y rápido a los mercados a nivel internacional y nacional, como también solucionando los problemas que se presentan tanto sociales y económicos. En consecuencia, el diseño de una carretera ofrece optimas oportunidades para el crecimiento de países, ciudades y pueblos.

Bellavista pertenece a los 12 distritos de la provincia de Jaén; que limita al sur con el distrito de Jaén, al norte con el distrito El Milagro, al este con los distritos de El Milagro y Bagua Grande y al oeste con los distritos de Jaén y Las Pirias, tiene una altitud de 421 m.s.n.m. Las principales áreas de actividad económica del distrito que se desarrollan, son la ganadería y agricultura, el cual ocupa según la PEA distrital el 83.1%. En consecuencia, el distrito de Bellavista tiene la necesidad de un plan de diseño en carreteras, para una integración de nuestro país, de modo que los centros poblados conectados por estas vías consigan promover y complacer niveles sociales, culturales, y de consumo.

Formulación del problema

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2017- INEI, el área de estudio cuenta con 3,267 habitantes, y con una densidad poblacional de 17.9 hab/km² (ver Tabla 3).

En el camino vecinal existente en La Pushura Baja – Corral Quemado, atraviesa actualmente problemas de intransitabilidad debido al mal estado de esta vía, lo que dificulta acceder a los servicios de transporte, educación, salud de calidad y entre otros que el mundo moderno ofrece en

la región de Cajamarca, por lo que el nivel de vida es bajo, debido que hasta la fecha actual se encuentra sobre material rocoso y el terreno natural. Durante épocas de lluvias las quebradas crecen y el agua discurre en todo el terreno del camino, dando así erosiones permanentes hasta transformar zonas intransitables, provocando impedimentos en el camino por la falta de un buen diseño de carretera y de obras de arte.

De acuerdo a las observaciones, la zona de estudio no cuenta con suficiente sección vial ni los anchos necesarios, el cual dificulta el tránsito vehicular, incrementando riesgos de transportes por lo que la calzada de este camino es inferior a 3.0 m como lo clasifica el Manual de Carreteras para una carretera mínima de tercera clase, limitando así la accesibilidad de vehículos mayores.

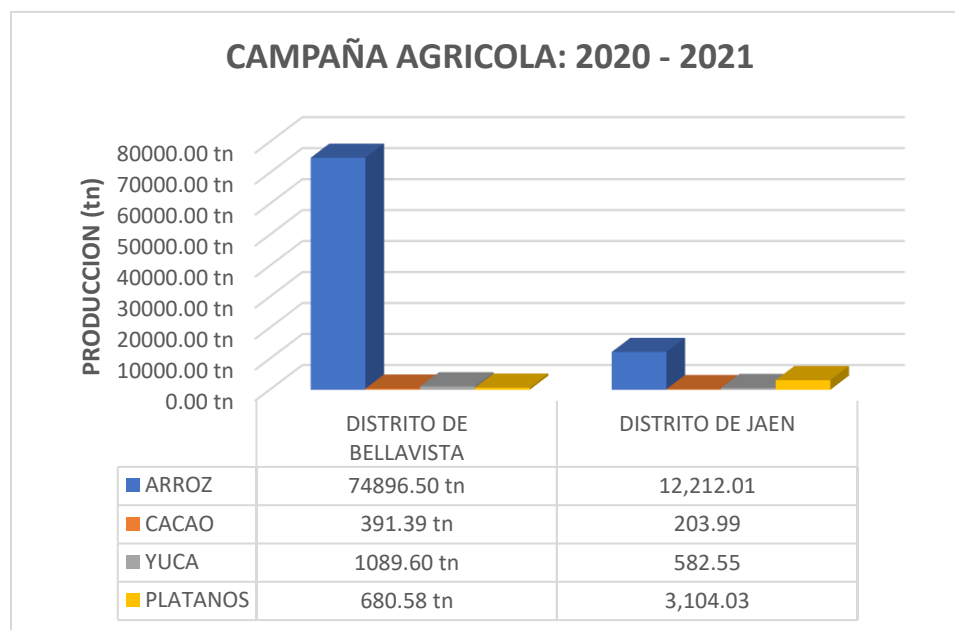
En el ámbito educación el centro poblado La Pushura no cuentan con centros educativos de ningún tipo, por lo adolescentes y niños tienen que caminar muchas horas para llegar a sus escuelas si estos desean seguir con su aprendizaje educativo. Además, que el distrito de Cumba tiene una tasa de analfabetismo general de 13.9% y en el distrito de Bellavista de 11% según INEI (ver Tabla 3).

En el ámbito salud los pobladores del centro poblado La Pushura Baja se encuentra en un estado de exclusión, debido a las dificultades de acceder a los servicios de salud, y para acudir al centro de salud más cercano se tiene que transitar por este camino vecinal, el cual implicaría un tiempo valioso para salvar una vida, además que temporadas de lluvias el camino cercano se enloda.

En el ámbito agrícola los pobladores del caserío de La Pushura Baja y alrededor practican en su mayoría la agricultura siendo el arroz el producto que más producen en el distrito de Bellavista en comparación al distrito de Jaén, donde sus principales demandas excedentes al año 2020-2021 (ver Gráfico 1), de sus productos son el arroz (74,896.50 Tn), cacao (391,39 Tn), yuca (1,089.60 Tn) y plátanos (680.58 Tn); contando para trasladar sus productos agropecuarios hacia los mercados con un camino vecinal en el cual se encuentra en muy mal estado, imposibilitando sacar su producción a los mercados nacionales y regionales. En tanto debido a la intransitabilidad de este camino vecinal, los agricultores utilizan acémilas de modo que implica un largo tiempo de transporte deteriorando sus productos el cual implicaría una pérdida del 10% de su producción total y un elevado costo de estos, lo cual deben pagar el doble para su exportación de producción e importación de abonos, siendo esto una pérdida económica de 237,854.44 soles para los agricultores al año (ver Tabla 2) .

A todo lo expuesto anteriormente el camino vecinal existente entre La Pushura Baja y Corral Quemado requiere del diseño de un camino técnicamente apto para contribuir al desarrollo socioeconómico de la zona.

Gráfico 1: Campaña Agrícola 2020 – 2021 (producción)



Fuente: Agencia Agraria de Jaén

Tabla 1: Producción y gastos de cultivos de arroz dependiendo el tipo de vía

TIPO DE VÍA	CULTIVOS	PRODUCCION (Tn/ha)	SACOS DE ARROZ (saco/100kg)	SOLES POR SACO DE ARROZ	TOTAL (SOLES)	SOLES POR SACO DE ABONO	SACOS DE ABONOS	TOTAL (SOLES)
TRANSITABLE	ARROZ	10	100	1.50	150	1	18	18
INTRANSITABLE	ARROZ	10	100	3	300	2	18	36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Pérdidas económicas en épocas de lluvias por acémilas 2020-2021

		Distrito de Bellavista	Pushura Baja	PERDIDAS POR SACOS DE ARROZ (saco/100kg) - CAMINO TRANSITABLE	PERDIDAS POR SACOS DE ARROZ (saco/100kg) - CAMINO INTRANSITABLE	1 año	5 años	10 años
CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.	TOTAL EJEC.			Perdidas en épocas de lluvias por acémilas	Perdidas en épocas de lluvias por acémilas	Perdidas en épocas de lluvias por acémilas
ARROZ	Siembras (ha.)	9515.00	237.00					
	Cosechas (ha.)	9515.00	237.00					
	Rendimiento (Kg./ha.)	7871.41	7871.41					
	Producción (t.)	74896.50	1865.53					
	Precio Chacra (S/Kg.)	1.13	1.13					
Total (soles)		S/ 84,258,562.50	S/ 2,098,715.64	S/ 27,982.88	S/ 55,965.75	S/ 237,854.44	S/ 1,189,272.20	S/ 2,378,544.39

Fuente: Elaboración propia

Justificación

El adecuado diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, provincia Jaén, región Cajamarca, facilitará el transporte y acceso de vehículos mayores de forma rápida y segura hacia los mercados nacionales e internacionales, impulsando las actividades agropecuarias de la zona. Además, se realizará el proceso de producción mucho más competente con el transporte de los abonos a los caseríos.

En lo técnico, se utilizarán los conocimientos corroborados de acuerdo al Manual DG-2018 para carreteras a fin de diseñar una carretera; asimismo se realizarán trabajos de campo para los ensayos de laboratorio y se usarán softwares como Excel 2019, S10, Msproject 2016, AutoCAD y Civil 3D. Esto servirá como contribución para la realización del proyecto y para investigaciones nuevas.

En lo social, el diseño de la carretera unirá el centro poblado La Pushura Baja – Corral Quemado como también a beneficiarios indirectos como La Pushura Alta, Pedregal, Bellavista viejo y Bellavista, en lo cual les permitirá ampliar sus fronteras agrícolas para comercializar en los mercados más cercanos. Asimismo, el diseño de la carretera mejorara la calidad de vida al facilitar el acceso de jóvenes y niños urbanos a sus centros educativos. Por otra parte, también se mejorará la situación de salud en el área del proyecto gracias a la conexión con las demás carreteras, por lo que los habitantes podrán acceder fácilmente a los servicios médicos más cercanos y servicios de calidad en la región Cajamarca.

En lo económico, los pobladores y agricultores de la zona en general se dedican a la agricultura y en la actualidad tienen dificultades en el traslado de su producción agrícola como el arroz, cacao, yuca, plátano, entre otros. Este diseño de carretera les permitirá interactuar y crecer con el desarrollo económico del distrito de Bellavista. Además, se incrementará los puestos de trabajo para agricultores, profesionales, transportistas locales, y ya con la disponibilidad de vehículos en la zona facilitará eficientemente un rápido acceso a sus lugares de trabajo (ver Tabla 4).

En lo ambiental, se verá reducido la emisión de polvo que puedan ocasionar los vehículos, minimizando problemas respiratorios de los agricultores y pobladores de la zona. La flora no se verá casi afectada ya que por sí misma se podrá regenerar en un corto plazo.

Tabla 3: Población beneficiaria por el camino vecinal en estudio

Beneficiarios	CENTROS POBLADOS	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS
		TOTAL	HOMBRE	MUJER	
Beneficiarios directamente	DISTRITO DE BELLAVISTA				
	PUSHURA BAJA	28	17	11	22
	DISTRITO CUMBA – DPT. AMAZONAS				
	CORRAL QUEMADO	90	42	48	52
TOTAL DIRECTAMENTE		118	59	59	74
Beneficiarios indirectamente	DISTRITO DE BELLAVISTA				
	BELLAVISTA	2938	1458	1480	931
	BELLAVISTA VIEJO (PUEBLO VIEJO)	184	98	86	65
	PUSHURA ALTA	27	13	14	21
TOTAL INDIRECTAMENTE		3149	1569	1580	1017
TOTAL		3267	1628	1639	1091
Densidad poblacional (hab./km²)		17.9			
Tasa de analfabetismo – Distrito de Bellavista (%)		11.0	7.8	14.7	
Tasa de analfabetismo – Distrito de Cumba (%)		13.9	7.2	20.8	

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Tabla 4: Distancia y tiempo de llegada según la vía

RUTA	Km	Tiempo	Tipo de vía	Transporte
CORRAL QUEMADO - BELLAVISTA	58.8KM	1h 12min	PAVIMENTADA	VEHICULAR
CORRAL QUEMADO- PUSHURA BAJA	10.5 KM	21min	PAVIMENTADA	VEHICULAR

Fuente: Elaboración propia

El objetivo general de este proyecto es: Diseñar la carretera entre La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca.

En cuanto a los objetivos específicos son los siguientes: Realizar los estudios de tráfico, mecánica de suelos, topográficos e hidrológicos; Evaluar 2 alternativas de solución como mínimo, para elegir la propuesta más optima de la carretera; Realizar el estudio de cantera, fuente de agua y botadero; Diseñar la superficie de rodadura y estructura de la carretera, según las normas del MTC; Elaborar los planos del proyecto donde se plasme el diseño geométrico; Diseñar obras de arte y drenaje; Realizar el estudio de impacto ambiental del proyecto; Evaluar la rentabilidad técnica y económica del proyecto.

Revisión de literatura

Antecedentes internacionales

H. A. Murillo, “Rediseño Geométrico y Mejoramiento del Camino Vecinal Gualea Cruz – Urcutambo”, Tesis Pre grado, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, 2019

“La vía actual de estudió para este proyecto tiene más de 10 años, las cuales ahora tiene características de un camino vecinal. Tiene un ancho de 6m de vía, la superficie del material está perdida por desgaste y erosión que no cuenta con obras de arte. Las pendientes longitudinales están entre el 5% hasta 15%, el camino contiene una variada sección tanto como talud de relleno y de corte. Debido a las circunstancias en las que se encuentra la vía se vería perjudicada por la ausencia de drenaje e imperfecciones por la carencia de una capa de rodadura que ayude con las características necesarias para evacuar el agua de lluvia. Se hará una evaluación de la vía actual determinando los parámetros para definir la geometría y chequear si cumple con las normas vigentes NEVI-12_VOLUMEN 2A. Asimismo plantearemos una solución al drenaje transversal y longitudinal para evacuar el agua que producen las lluvias. Finalmente tendremos resultados para hacer una comparación entre el diseño actual de camino y el rediseño geométrico, para así dar mejoras al trazado nuevo que se hará, obteniendo un presupuesto aproximado para la vía a mejorar [5]”.

L. A. Malagón y L. V. Valero, “Diagnostico para el Mejoramiento del Tramo de la vía Úmbita – Juncal localizado en el departamento de Boyacá, Colombia”, Tesis Pre grado, Universidad Católica De Colombia, 2018

“Este trabajo fue elaborado con la finalidad de encontrar una solución al problema que sostienen los pobladores de Úmbita, realizando visitas a la zona del proyecto para recolectar datos y de esta forma indicar una propuesta que mejore el tramo vial de Úmbita – Juncal, Boyacá, Colombia. Además, se emplearon sistemas geográficos para la obtención del análisis que especifiquen como se encuentra la vía de estudio, se logró adquirir con el apoyo de la alcaldía la información necesaria y la recopilación de los datos. De igual forma se realizó en varias facetas significativas como son el estudio de suelos, estudio predial, tránsito, datos sobre la vía existente, valoración y propuesta para la vía. Por último, se

concluyó que la principal problemática de la vía, fue por la no existencia de un diseño geométrico que esté de acuerdo a los parámetros establecidos por la norma INVIAS. De tal modo, es necesario una implementación para los diseños viales [6]”.

C. D. Freire, “Diseño geométrico de la alternativa vial Shuyo-Pinllopata en el tramo KM 20+000- 24+000 perteneciente a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi”, Tesis Pre grado, Universidad Técnica de Ambato - Ecuador, 2020

“El presente proyecto describe el proceso técnico a seguir para sugerir la geometría apropiada para carreteras en áreas montañosas. Se ha tenido en cuenta una descripción paso a paso del método para cumplir con las normas y las diversas consideraciones y variaciones que deben tenerse en cuenta al hacer un análisis de la fase inicial. Inicialmente se realizó un estudio topográfico de la zona de estudio para el diseño geométrico de la carretera, para la toma de fotografías georreferenciadas y otros procesos se realizaron mediante un dron. También se consideró el conteo de vehículos para determinar el TPDA y ver el tipo de vía según las normas del MTOP. Luego de la obtención de datos en el campo se procedió a organizarlos en la oficina de trabajo; y obtener una alineación óptima ya con la velocidad de diseño, los peraltes y anchos mínimos. Finalmente, ya verificada con las normas pertinentes se procedió a cuantificar volúmenes de corte y relleno, para luego elaborar nuestro presupuesto referencial es cual es importante para ver la prefactibilidad del proyecto [7]”.

Antecedentes nacionales

F. D. Delzo, “Propuesta de diseño geométrico y señalización del tramo 5 de la red vial ruta AN-111 - Tingo Chico, provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, Huánuco”, Tesis Pre grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018

“El objetivo principal de la tesis es mejorar el tráfico proponiendo el diseño geométrico de esta ruta, así como la construcción de señales adecuadas para garantizar la seguridad de la misma; los cuales tendremos en cuenta según el DG-2014 y el Manual de Señales del MTC. Se realizó de acuerdo a estudios como la geología, topografía y geotecnia para obtener las soluciones posibles de diseño geométrico. El camino actual que se define como trocha carrozable, se estaría diseñando para una carretera de tercera clase a nivel de asfaltado, el

cual tendrá una velocidad de diseño de 40km/h, 6.0 m de ancho de calzada, 3.5% de pendientes longitudinales y se usó óptimos dispositivos para la seguridad como también para la señalización reglamentaria. Finalmente, después del diseño de señalización y diseño geométrico, se logró una mejoría del tráfico, reduciendo el tiempo y costos de viaje lo cual es muy importante para la rentabilidad de un proyecto y el crecimiento económico y [8]”.

I. G. Coronel y P. H. Sanchez, “Diseño de la carretera a nivel de pavimento flexible entre los centros poblados Jatanca y Chascarrape, San Pedro de Lloc – La Libertad”, Tesis Pre grado, Universidad César Vallejo, 2019

“La presente tesis es una aplicación de conocimientos prácticos y teóricos, el cual esta enfocado a resolver un problema sobre la infraestructura vial del lugar de estudio y en parte al país. Con un buen diseño de carretera permitirá que la zona de estudio mejore económicamente, unificándose con otras carreteras a nivel distrital, provincial y nacional, reduciendo la pobreza del entorno del territorio, el cual podrán integrarse a los mercados internacionales, nacionales y locales. El principal objetivo de esta tesis es diseñar una carretera que conecte los centros poblados de Jatanca y Chascarrape, San Pedro de Lloc, La Libertad con una distancia de 7.85km y 6.0 m de ancho vial, diseñar las respectivas señalizaciones para evitar cualquier tipo de accidente de tránsito, realizar los estudios topográficos, estudio de suelos, estudios hidrológicos, estudio de tránsito, estudio ambiental. Nuestro proyecto contará con un diseño de 16 alcantarillas, capa granular a nivel de afirmado y una carpeta asfáltica de acuerdo al DG-2018, asimismo tendrá una velocidad de diseño de 30 km/h. Finalmente es presupuesto será de 9,901,718.49 soles [9]”.

Antecedentes locales

J. B. Córdova, “Evaluación de las características geométricas del camino vecinal Cruce Tamborillo, caserío Huaranguillo, El Faique, Santa Fe, distrito de San José del Alto, provincia de Jaén – Cajamarca, de acuerdo con las normas de diseño geométrico.”, Tesis Pre grado, Universidad Nacional de Cajamarca, 2019

“La finalidad de esta tesis es evaluar las características geométricas del Camino Vecinal con las normas del Manual del DG-2018. Inicialmente, se escogió la vía de evaluación para luego hacer un estudio de tráfico vehicular y una comprobación de los peraltes de curvaturas

del camino vecinal para que sirvan como referencias para proyectos futuros sobre mejoramientos. Después se procedió a colocar en el software Civil 3D los datos que hemos recolectado; luego de un respectivo análisis se determinó que la vía es de tipo 3 la cual presenta una topografía accidentada. Asimismo, se realizó una evaluación de tráfico por una semana el cual se estableció que teníamos una carretera tipo trocha carrozable. Luego de procesar los datos y ayudándonos del Manual (DG-2018); se determinó de 30 Km/h como velocidad de diseño. Como también se hizo la comparación y el análisis de las secciones transversales, en perfil y planta del diseño geométrico. Para finalizar se concluyó que el camino vecinal no cumplía con los parámetros de diseño geométrico según las normas del DG – 2018. En consecuencia, se plantea mejorar la calidad para que la población tenga un tráfico vehicular seguro, económico y cómodo [10]”.

J. E. García, “Diseño de la carretera tramo Jaén – las Naranjas, distrito y Provincia de Jaén, Cajamarca 2018”, Tesis Pre grado, Universidad Cesar Vallejo, 2018

“Esta investigación busca una mejora en cuanto a la accesibilidad vial que existe en el tramo Jaén – las Naranjas el cual no cumple parámetros adecuados de diseño vial; y es por tal motivo el desarrollo de un diseño de carretera según las normativas que establece el MTC para solucionar problemas de transitabilidad que padece la zona de estudio. La red vial presenta un terreno accidentado, ondulado e irregular, presenta condiciones de abismos, con un terreno tipo arcilloso gravoso de baja plasticidad, alta demanda de vegetación y escorrentías a lo largo del terreno. Se realizaron los estudios adecuados como: Mecánica de suelos, levantamiento topográfico, estudio hidrológico y ambiental, análisis de los costos y presupuestos calculados en base a los metrados. Asimismo, se consideró un pavimento con 20 cm de subbase granular, 20 cm de base granular y 2.5 cm de la carpeta asfáltica. Este proyecto fue posible gracias a la aplicación de conocimiento técnicos y normativas correspondientes [11]”.

Bases teóricas

RD N° 03-2018-MTC/14: Manual de carreteras “Diseño Geométrico DG – 2018”

“Este manual es un documento normativo el cual recopila, organiza los procedimientos y técnicas para el diseño de una carretera, dependiendo a su desarrollo y concepción que van

de acuerdo a principales parámetros. Incluye información requerida para diversos trámites, al desarrollar el diseño geométrico de proyectos, dependiendo de la categoría y nivel de servicio, de acuerdo con el resto de los documentos normativos de gestión de infraestructura vial vigentes. La finalidad de este Manual es ofrecer un documento actual y autorizado para dichos usos que el ingeniero pueda desarrollar en el campo del diseño vial, constituyendo elementos que recopilen y organicen técnicas de diseño en las carreteras, considerando aspectos de seguridad vial y conservación ambiental [12]”.

RD N° 10-2014-MTC/14: Manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos”

“El objetivo de este documento es brindar a los Ingenieros los criterios y pautas técnicas apropiadas para diseñar competentemente las superficies de rodadura de las carreteras que estén o no pavimentadas para que cuenten con una estabilidad estructural que logren un óptimo rendimiento posible para fines de eficiencia económica y técnica en favor a la sociedad. Además, esta sección de Pavimentos y Suelos otorga a los especialistas nuevas y reconocidas tecnologías que estén acreditadas y sustentadas por el MTC [13]”.

RD N° 20-2011-MTC/14: “Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje”

“Este documento resume los aspectos importantes que servirá como guía para el diseño y la planificación de las obras de arte adecuadas para cada proyecto. Sirve como guía metodológica y conceptual para la determinar los parámetros hidráulicos e hidrológicos de diseño de obras de infraestructura vial. Permitiendo al planificador obtener consistentemente una estimación del tamaño del flujo de diseño y pueda diseñar obras de arte que permitirán el control y la eliminación del abuso de agua subterránea y superficial que fluye arriba y debajo de la carretera para que no comprometa la estabilidad de un pavimento, de acuerdo con los requerimientos geomorfológicos e hidrológicos de la zona de estudio [14]”.

RM N°303-2008-MTC/02: Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

“Como parte de su función de regulación y supervisión, tiene la tarea de desarrollar estándares para el uso y desarrollo de infraestructura vial y ferroviaria, así como exportar

especificaciones y lineamientos de diseño para el desarrollo de infraestructura vial y ferroviaria. Por lo tanto, el Ministerio de Transporte ha emitido recomendaciones de diseño para vías no pavimentadas de bajo volumen, ya que las vías expresas son de gran importancia en el desarrollo nacional, regional y local y el tipo de ruta representa la mayor proporción de las carreteras [15]”.

RD N° 17-2012-MTC/14: "Glosario de Partidas" aplicables a obras de rehabilitación, mejoramiento y construcción de carreteras y puentes

“Es un documento técnico oficial aplicable a nivel nacional y destinado a los encargados sobre una gestión de infraestructura vial. Su objetivo es unificar y ordenar los elementos que se puedan aplicar a las obras con el fin de igualar los documentos oficiales de acuerdo con los metrados, costos, presupuestos, obras y demás documentos contractuales y técnicos relevantes [16]”.

(Ley N° 28611): Ley General del Ambiente

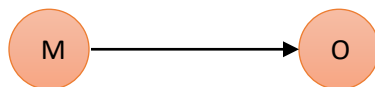
“La Ley General del Ambiente es la norma del marco legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece normas y principios básicos para asegurar el ejercicio efectivo del derecho a un medio ambiente sano, adecuado y equilibrado para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas. Así como el cumplimiento de la obligación de contribuir a la gestión ambiental eficazmente y a la protección del medio ambiente, con el objetivo de lograr un desarrollo sustentable y sostenible del país [17]”.

Materiales y métodos

Tipo y diseño de investigación

Debido al propósito que quiero alcanzar mi investigación es de tipo aplicada, puesto que mi primordial fin es solucionar un problema práctico (falta de una carretera) empleando conocimientos y métodos adquiridos en mi carrera profesional.

El diseño de estudio será descriptivo – no experimental. Ya que está basada en la selección de características fundamentales del objeto de estudio, el cual se esquematiza de la siguiente manera:



Donde:

M: Ubicación donde se realizarán los estudios

O: Información que se obtiene de la extracción de la muestra

Variable independiente

Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca

Población muestra

En este caso, se tomará como población muestra la zona de influencia que comprende el diseño de la carretera entre el tramo La Pushura Baja – Corral Quemado, distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca

Métodos, instrumentos y técnicas de recolección de datos

Método

Los métodos empleados que se realizaron son la observación, análisis, entrevistas, aplicación y manejo de información a causa de que los datos obtenidos y observados estarán en sus formatos respectivos para su desarrollo.

Técnicas

Estudio de tráfico: clasificar, conocer y cuantificar el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera con la ayuda de un formato de conteo vehicular proporcionado por el MTC, asimismo como estimar el destino u origen de los vehículos.

Estudio topográfico: “Es un estudio descriptivo del terreno como también técnico, que tiene por objeto la representación en un plano la posición de puntos en el espacio [18]”.

Estudio de suelos: Nos permitirá conocer el comportamiento de los suelos tanto como las características físicas y mecánicas, con una serie de estudios de campo e investigaciones en laboratorio.

- Granulometría: “Indica la distribución estadística de las dimensiones que tiene el agregado según especificaciones técnicas según su tamizado [19]”.
- Contenido de humedad: Es la cantidad de agua que contiene un material en este caso el suelo, se expresa entre el peso de agua y el peso seco de la muestra
- Límites de Atterberg: se usan para determinar el comportamiento de suelos finos.
 - Límite líquido: El suelo pasara de estado plástico a un estado líquido.
 - Límite plástico: El suelo pasara de estado semisólido a un estado plástico.
- Peso específico: “Determina la gravedad específica de un suelo que tiene relación entre el peso en el aire de una masa a una cierta temperatura [19]”.
- C.B.R: Evalúa la calidad del terreno mediante la resistencia al esfuerzo de un suelo o material.
- Proctor: “Es un ensayo de laboratorio el cual cubre procedimientos de compactación que será utilizado para establecer una relación entre el peso unitario seco y el contenido de agua de los suelos [20]”.

Estudio Hidrológico: “Nos sirve para evaluar y conocer las características geomorfológicas-físicas de la cuenca, como también evaluar y analizar la escorrentía por medio de registros históricos obteniendo caudales sintéticos[21]”.

Instrumentos

Softwares:

- AutoCAD
- Civil3D
- Ms Project
- S10 presupuestos
- Word
- Excel

Topográficos:

- Wincha
- Brújula
- Libreta de campo
- Estación total
- Trípode
- GPS topográfico
- Calculadora
- Prismas
- Estacas

Mecánica de suelos:

- Tamices
- Balanza
- Horno

- Recipientes
- Molde compactador CBR
- Equipo para límites de Atterberg
- Martillo de prueba de compactación
- Máquina de los Ángeles
- Prensa de carga CBR

Etapas del proceso del proyecto

ETAPA I

Coordinación con la autoridad cualificada y presentación formal

Recolección de información y visita a la zona de estudio

Recopilación de datos bibliográficos para el proyecto

Revisión de las normas nacionales e internacionales vigentes

Identificación de los métodos y materiales a utilizar

ETAPA II

Estudio de tráfico

Estudio de rutas y elección de la más óptima para el diseño

Levantamiento topográfico

Elaboración de los planos topográficos del proyecto

Diseño geométrico de la ruta más óptima

Muestreo y ensayos de mecánica de suelos

Análisis y estudio de cantera, fuente de agua y botadero

Recolección de los datos necesarios para la EIA

ETAPA III

Estudio hidrológico

Realización del diseño de obras de arte y drenaje

Elaboración de los planos con obras de arte y drenaje

Selección y análisis de la superficie de rodadura

Diseño del pavimento para la carretera

ETAPA IV

Realización de metrados

Análisis de costos unitarios

Elaboración del presupuesto de obra

Formula polinómica

Cronograma de obra para la ejecución

Elaboración del EIA final

Redacción de las conclusiones y recomendaciones

Estructuración final del informe

Metodología

Estudio de tráfico

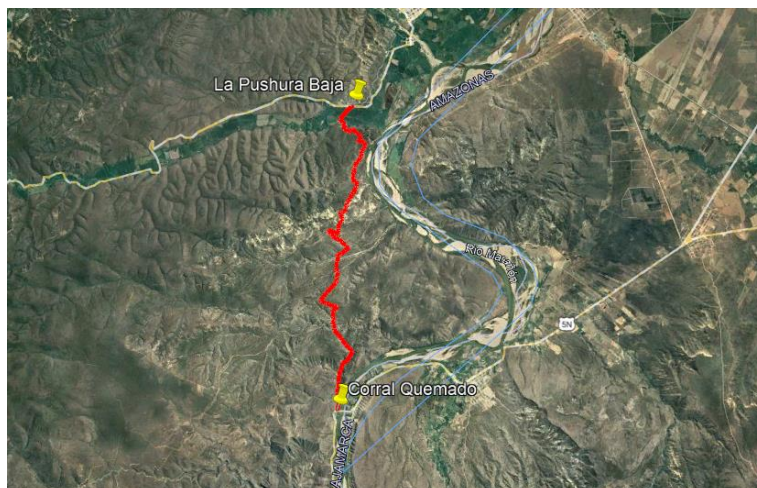
Para un diseño de carreteras se debe de tener en cuenta el volumen de tránsito junto con las condiciones que se necesita como la comodidad y seguridad. El estudio de tráfico es esencial ante el desarrollo de una carretera, con el fin de cuantificar los vehículos y obtener una IMDA para definir los criterios básicos correspondientes de diseño.

Por ese motivo realizar un estudio de tráfico nos permitirá entender el análisis vial que presenta. Teniendo como principales objetivos: cuantificar los vehículos en el transcurso de 7 días, clasificar por tipos de vehículos, el cual nos dará como resultado el volumen diario que circulan por la carretera. Por último, se procederá a calcular un IMDA y obtener información para determinar las características principales de diseño como el tipo de vehículo, espesor del pavimento, etc. Además, que será de utilidad para evaluar económicamente las alternativas planteadas.

Ubicación geográfica de la carretera

La vía en estudio: La Pushura Baja – Corral Quemado está ubicada en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca. Mostrando a continuación el tramo de los dos puntos.

Fig. 1: Ubicación del centro poblado La Pushura Baja y Corral Quemado



Fuente: Google Earth

Objetivos

Objetivo general

Obtener el índice medio diario anual (IMDA) que permita el diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca.

Objetivos específicos

Realizar el conteo vehicular con la finalidad de obtener el volumen y la clasificación de los vehículos en el área de estudio.

Recopilar, analizar y procesar la información de campo para el diseño de la carretera.

Determinar los tipos de vehículo más transitados en la zona de estudio que permitan entender el flujo vehicular.

Determinar los factores de corrección de la estación de peaje cercano a la vía.

Conteos volumétricos de tráfico

Para calcular el volumen del tráfico de la vía de estudio se realiza aforos de tránsito, en el mismo camino o el más cercano a este. En este sentido el punto de conteo de vehículos se ubica en la vía que une La Pushura Baja – Bellavista Viejo, justo en la entrada al centro poblado de La Pushura Baja, en consecuencia, se contabilizaba los vehículos que entraban y salían para tener un estudio más preciso.

Se realiza el conteo y la toma de datos en un periodo de 7 días con un tiempo de duración de 24 horas. Por presentar características que indiquen bajo volumen vehicular, el aforo se hará mediante el conteo manualmente de los vehículos que circular por las vías de estudio y registrando su sentido de circulación.

Estaciones de conteo

Se ha asignado una estación de conteo, donde se han tenido en cuenta ciertos criterios:

No se encontraron desvíos de tráfico en el área de estudio, por lo que se decidió ocupar una sola estación.

Lugar con buena visibilidad donde se pueda ver fácilmente el tráfico.

Personal de levantamiento

Para el levantamiento de campo, se contó con un personal de apoyo para la ayuda de la toma de datos del conteo vehicular por sentido de circulación. El material con la cual nos apoyamos para la toma de datos fue: hojas con formato de clasificación vehicular para el estudio de tráfico impresos, lápices, tajadores y borradores.

Digitación y control de calidad

Concluido el trabajo de campo, se procede hacer el trabajo de gabinete el cual consiste en procesar los datos que se obtuvieron en el conteo vehicular en formato Excel, la cual se utilizara posteriormente para calcular el IMDA.

Resultado de los conteos

El principal objetivo de este resultado es obtener el IMDA (Índice Medio Diario Anual), distribución horaria que permitirá calcular el máximo volumen horario y su composición de tráfico que circula en el tramo de estudio.

La fórmula a usar es la siguiente:

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

Donde:

$IMDA$ = Índice medio diario anual

$VDL1 + VDL2 + VDL3 + VDL4 + VDL5$ = Volumen de tráfico de los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes

$VDsab$ = Volumen de tráfico del día sábado

$VDdom$ = Volumen de tráfico del día domingo

$F.C.E$ = Factor de corrección estacional

Proyección de tráfico

Definición de los tipos de tráfico para las proyecciones

Esta clasificación de proyecto a menudo repite criterios los criterios de un proyecto o plan propuesto para un proyecto dado, ya sea un proyecto de desarrollo, renovación o construcción de carreteras.

Al momento de pronosticar el tránsito vehicular en la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca se tomó en consideración los datos que se obtuvieron en el conteo vehicular. Para fines del estudio presente se estimó un periodo de 20 años.

Así mismo se identificó dos tipos de tráfico: tráfico generado y tráfico normal

Tráfico Generado (como resultado del impacto del proyecto): El tráfico que se moverá en la nueva vía debido a las mejores condiciones de tráfico, producción agrícola, agrícola e industrial.

Tráfico Normal (sin proyecto): Este es un movimiento que se desarrolla naturalmente a medida que crece la economía nacional, sin interferencias que conduzcan a un crecimiento máximo.

Identificación de variables

Las variables que intervendrán en el proceso de determinar la tasa de crecimiento de cada uno del tipo de tráfico son:

Variable de crecimiento poblacional que se asocia a un aumento de la movilidad de los pasajeros. También existen indicadores macroeconómicos para determinar la tasa de crecimiento del tráfico.

Hay otro factor importante relacionado al incremento del tráfico, estamos hablando del PBI, porque registra como actúa la economía nacional y por lo tanto también relacionado con el aumento del tráfico. Estas variables marcarán el desarrollo a futuro, por lo que es necesario realizar pronósticos que detecte diferentes tipos de tráfico.

Tasa de crecimiento de la Demanda

La tasa de crecimiento se decide en función de dos aspectos: la tasa de crecimiento anual de la población y la tasa de crecimiento anual del PBI. Esta tasa de crecimiento es el resultado de encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) dependiente del Ministerio de Cajamarca.

Clasificación de la carretera de acuerdo con la demanda

De acuerdo al estudio de tráfico realizado se determina la clasificación por demanda requerida de la carretera.

Carreteras de Tercera Clase

Son carreteras con IMDA inferior a 400 vehículos/día, con calzada de dos carriles con un ancho mínimo de 3.00 m. En particular, estas vías podrán tener carriles de hasta 2.50 m, con la correspondiente asistencia técnica. Estas carreteras pueden operar con las llamadas soluciones básicas o económicas, incluyendo la aplicación de estabilizadores de suelo, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o afirmar, en la superficie de rodadura [12].

Trochas Carrozables

Estos caminos transitables no logran características geométricas para carretera tienen un IMDA de menos de 200 veh/día. Y en cuanto a su superficie de rodadura son de afirmado [12].

Estudio de rutas

En la elaboración de un proyecto de carreteras primero se debe evaluar el trazado más óptimo a favor del trazado de la carretera que se planea aperturar.

Para un estudio de ruta esta se define como la franja de terreno por la que discurre una carretera en la que influirán diversos factores que se determinarán durante el levantamiento topográfico y ambiental, como el tipo de suelo, el uso, la pendiente y otros factores. Lo que afectara para una construcción de una carretera.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar y determinar la ruta más económica y óptima para el tránsito vehicular de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca.

Objetivos específicos

Aplicar un método que permita la evaluación de la ruta.

Realizar dos rutas posibles a través de un trazado en planos topográficos.

Elección de la ruta

Exploración topográfica del terreno

Se hizo un reconocimiento de campo por puntos establecidos del camino para establecer las posibles alternativas de solución del trazado de la carretera. Adicionalmente se tomó la altura sobre el nivel del mar, la distancia de recorrido desde un punto a otro y características generales sobre el tipo de suelo. También se descubrió pendientes transversales y longitudinales aproximadas del trayecto y presencia de escurrimiento superficial que afecta al camino (Ver Fotografía 8, Fotografía 9 y Fotografía 10).

Las posibles rutas en estudio han sido evaluadas teniendo en cuenta que pasan por zonas de baja pendiente, la ruta no incluye terrenos privados en grandes extensiones, y no causa daños significativos al equilibrio ecológico de la zona. Durante nuestra visita nos dimos cuenta de que parte del terreno de la zona es agrícola y con espacios verdes a lo largo del camino.

Ya con los datos que se obtuvieron en el recorrido del camino, se llevó a cabo el procesamiento de los datos para tomar una decisión final sobre la selección del trazado más adecuado.

Máxima pendiente de acuerdo al tipo de terreno

Después de la recopilación de datos necesarios para clasificar el tipo de terreno de nuestra vía en estudio. Para así establecer la pendiente máxima y máxima velocidad de diseño; utilizando el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018). Según el cuadro de pendientes máximas, la máxima pendiente que llegará será del 10% y una velocidad de diseño de 30 Km/h. ya que de acuerdo a su topografía y al reconocimiento que se hizo del terreno, se clasificaría como un terreno accidentado y escarpado.

Puntos de inicio y fin del proyecto

En la construcción de una carretera, la ruta siempre se traza en terreno plano tanto como sea posible, pero manteniéndose en el trazado general de la ruta. Si bien es cierto no será posible de acuerdo a su topografía del terreno y por factores que lo afectan. Debido a esto es necesario realizar el estudio de puntos marcados para no desviarse de la ruta que se desea, no obstante, cabe resaltar que el camino puede ser más largo en la medida en que se busca terrenos que no presenten fuertes desniveles.

Luego de haber realizado un reconocimiento del terreno, áreas de producción agrícola, áreas aptas para el paso de la carretera, identificación de quebradas y estancamiento del agua. El punto de inicio fue la entrada al centro poblado La Pushura Baja, y el punto de llegada en la entrada del centro poblado Corral Quemado.

Posteriormente después de identificar los puntos obligados. Se identifico el área de estudio mediante Google Earth, después se obtuvo las curvas de nivel de la zona mediante un software llamado Global Mapper y por último se exporto al AutoCAD Civil 3D.

En las curvas de nivel generadas se han marcado los puntos previamente definidos para dar obtener una mejor visión de la zona, punto de inicio, zonas que debemos evitar en lo posible pasar y punto de llegada

Ruta propuesta en campo

Condiciones generales del trazado

La localización de los dos sitios de estudio que se encuentran en la ruta, se puso como condición, con el fin de encontrar la ruta más óptima para construir la carretera según la factibilidad y topografía del terreno nos permita. Cuando el terreno es accidentado, la alineación está controlada por su pendiente. En estos casos, aparte de tener que trazar es necesario comprobar las cotas para saber en qué tramos hay que subir o bajar para pasar por los puntos ya mencionados.

Elección de pendiente para trazado de la ruta

Para escoger la ruta más viable y factible para la carretera es importante evaluar las pendientes y evitar datos contrarios al alineamiento. Ya mencionado anteriormente según el DG-2018 la pendiente máxima es del 10%.

Procedimiento:

Primeramente, se recorre el terreno evaluando y observando las condiciones más óptimas para el posible trazo que se pretende hacer. Es importante mencionar que la topografía es accidentada por lo que no hubo opciones por donde realizar el trazo con la pendiente que uno requiere.

Rutas en estudio

En la realización de las otras rutas posibles, se recolectó la topografía mediante el software llamado Global Mapper, obteniendo curvas de nivel cada 5 m; en el que se decidió realizar el trazo de las rutas de estudio.

Trazado de la línea de pendiente

La línea de pendiente es una línea que pasa por los puntos requeridos del proyecto, mantiene la pendiente uniforme especificada, y coincide con el eje de la carretera, no acepta cortes ni rellenos, es por eso que se le conoce como línea de ceros [22]. Usando el método de la línea de pendiente, nos permite comparar las alternativas propuestas proporcionando criterios técnicos para elegir la mejor ruta.

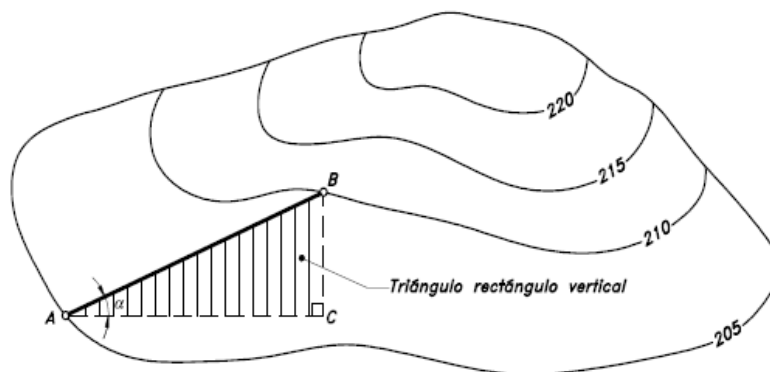
Es una línea recta con topografía natural, de acuerdo a su forma, se convierte en el movimiento más pequeño de la tierra. De modo que, cualquier eje de diseño que intente seguirlo será de manera a un eje económico [22].

Marco teórico

En el terreno natural en donde se considera dos puntos, las cuales tienen curvas de niveles sucesivas, la pendiente será de:

$$\text{Pendiente (AB)} = \tan \alpha = \frac{\text{Distancia vertical (BC)}}{\text{Distancia horizontal (AC)}}$$

Fig. 2: Concepto de línea de pendiente



Fuente: *Diseño Geométrico de Carreteras* – James Cárdenas Grisales [22]

Donde:

AC = Distancia horizontal entre curva de nivel sucesiva.

BC = Diferencia de nivel entre curvas.

$\tan \alpha$ = Pendiente de la línea de ceros que corresponde a la línea recta de AB.

De acuerdo a la fórmula mostrada anteriormente, se puede hallar de la misma manera la distancia necesaria que tiene un punto a otro para pasar de curva de nivel, contando ya con la pendiente se obtiene:

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

Para realizar el trazo de la línea de pendiente o de ceros, se trabajó con la distancia horizontal haciendo un radio de círculo de la distancia obtenida y con el programa

AutoCAD Civil 3D, siempre teniendo en cuenta la pendiente máxima y los radios mínimos de giros.

Estudio topográfico

La topografía es utilizada para describir el estudio detallado de la superficie terrestre. Nos permite visualizar los cambios en la superficie, como valles y montañas, como también las características de la carretera y de ríos. Con la ayuda de la topografía podemos registrar y determinar ciertos puntos de posición del terreno en altimetría y planimetría.

De acuerdo a este estudio podremos virtualizar el área del terreno para el diseño de una carretera, ya que gracias a esto podremos saber las cotas de referencias y la medición de distancias horizontales. La interpretación gráfica que se hace como resultado del estudio topográfico son curvas de nivel el cual el ingeniero diseña y analiza.

En cuanto al diseño definitivo es recomendable trabajar a una escala de 1:1000 y 1:2000 para área rural.

Objetivos

Objetivo general

Obtener la representación de las todas irregularidades del terreno sobre la cual se diseñará la carretera en estudio.

Objetivos específicos

Determinar las pendientes y curvas de nivel para medir el grado de inclinación respecto a la horizontal.

Definir el perfil longitudinal para una representación gráfica de las diferencias altimétricas de la carretera.

Trabajo de campo

El trabajo realizado durante el levantamiento topográfico incluye mediciones de área a lo largo del eje de la carretera planificada. La topografía se realiza con la finalidad de obtener las secciones transversales de acuerdo a los márgenes derechos e izquierdos,

asimismo el levantamiento topográfico de los sitios donde se encuentren posibles quebradas, BMs, viviendas y puntos donde vayan obras de arte sobre el tramo de estudio.

El estudio de trabajo de campo se realizó con una estación total marca STONEX R1 PLUS, 1 trípode, 2 bastones telescópico para prisma marca Leica GLS12, 2 prismas de marca Trimble, 1 wincha, 1 GPS, clavos para techo con cabeza de paraguas, pintura Spray Rojo, etc.

Estudio de mecánica de suelos

Se desarrolla con el fin de investigar la composición y características del suelo, el cual se tendrá en cuenta para establecer criterios en el diseño de la carretera.

Así mismo se desarrolló desde un principio una extracción de muestras, donde se tomaron 11 calicatas a una distancia de aproximadamente 1 km en total. Después se realiza el trabajo de laboratorio que será esencial para obtener los parámetros de diseño.

Descripción de la vía existente

El proyecto se desarrolla en una zona rural donde el terreno es accidentado y existe una gran depresión a lo largo de casi todo el recorrido.

El diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca tiene una extensión de 9+700 km. A lo largo de la vía de estudio cuenta con caminos de herraduras que pasan por terrenos de cultivos con los cuales acceden a sus centros poblados.

Descripción de trabajos realizados

Estos trabajos que se realizaron tanto en gabinete y campo, fundamentalmente nos permitirá averiguar las propiedades físicas-mecánicas del terreno natural, como también la estructura base donde se apoyará la superficie de rodadura.

Exploración de suelos

Según con el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos [13] nos indica el número de calicatas para exploración de suelos que se deben realizar según el tipo de carretera.

Para el estudio de esta carretera se determinó que es una trocha carrozable, con un IMDA menor a 200 veh/día. Por ese motivo se realizará 1 calicata por cada km a una profundidad mínima de 1.50 m, donde cada calicata se ubicará longitudinalmente y en forma alternada (Ver Tabla 27).

Se realizaron las calicatas a cielo abierto distribuidas en toda el área de estudio con el objetivo de conocer las propiedades físicas-mecánicas del suelo y con ello tomar medidas necesarias en cuanto al diseño de la vía.

La creación de un perfil estratigráfico generalmente requiere la clasificación de suelos obtenidos a partir del análisis de muestras de campo en el laboratorio. Esto permitirá establecer la estratigrafía y definir el horizonte del área.

Asimismo, también se extrajeron muestras para realizar los correspondientes ensayos de CBR, cuyo objetivo principal fue realizar la estructura del pavimento para nuestro mencionado proyecto.

Según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos [13] nos indica el número de CBR que se debe realizar de acuerdo al tipo de carretera. El cual nos menciona que cada 3 km se realizara un CBR (Ver Tabla 32).

Se tomarán muestras representativas de los estratos que se encuentren en cada calicata donde se describirán e identificarán, con la ubicación y nombre cada calicata. Asimismo, se colocarán en bolsas herméticas debidamente envueltas para su envío al laboratorio.

Ensayos de laboratorio

Los respectivos ensayos han sido realizados en un laboratorio de suelos particular llamado “SUELOS GEOCONTROL S.R.L.” ubicado en la ciudad de Jaén, provincia

de Jaén y departamento de Cajamarca. Para los ensayos a realizar, se hará una corta explicación de lo que se trata como también señalando el objetivo de cada una de ellas.

Descripción de los ensayos de laboratorio

Humedad (NTP 339.127, ASTM D-2216)

Una característica importante del suelo es su humedad, este método determina el contenido de humedad de un suelo. La humedad del suelo es la relación, expresada en porcentaje entre el peso del agua contenida en el suelo y el peso seco del mismo. La muestra se pesa con su humedad natural luego se seca en horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, seguidamente la muestra se retira y se deja reposar para pesarla. Finalmente, el peso resultado por la diferencia es multiplicado por 100 para obtener la humedad del suelo en estado natural [20].

Análisis Granulométrico por tamizado (NTP 339.128, ASTM D-422)

El análisis granulométrico consiste en la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de los suelos. Este método determina los porcentajes de suelo que pasan por los diferentes tamices (3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°140, N°200) en el ensayo hasta el tamiz de 74 mm (N°200); según el Manual de ensayo de materiales [20]. En este ensayo se tiene en cuenta el material que se retiene en el tamiz N°200, y el que pasa por el lavado vendría hacer el porcentaje de finos que se pierde. Cuando se ha hecho el análisis granulométrico, deriva una curva granulométrica, representando gráficamente el diámetro de cada tamiz con el porcentaje que se acumuló.

Limite Líquido y Limite Plástico (NTP 339.129, ASTM D-4318)

Este método de ensayo es utilizado para caracterizar las fracciones de finos en el suelo y para especificar la fracción de material de construcción. El límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad de suelos son usados para correlacionar la resistencia a corte, compresibilidad, compactibilidad, contracción-expansión y permeabilidad [20].

Los límites líquido y plástico de un suelo se puede usar con el contenido de humedad natural del suelo para representar su consistencia relativa y se puede utilizar el porcentaje más fino que 2 mm para determinar su número de actividad. El límite líquido vendría hacer cuando el suelo pasa de estado semilíquido a plástico pudiendo moldearse y el límite plástico vendría hacer cuando el suelo pasa de estado plástico a semisólido pudiendo romperse [20].

El límite plástico es el contenido de humedad más bajo en el que se puede formar barritas de tierra de aproximadamente 3.2 mm de diámetro (1/8") haciendo rodar entre la palma de la mano y una superficie lisa [20].

Ensayo Proctor Modificado (NTP 339.141, ASTM-D1557)

Determina la relación del contenido de humedad óptimo y el peso unitario seco de la muestra seca del suelo con una capacitación dada. Este método se realiza antes que se añada el agregado al terreno [20].

Efectivamente, observamos que cuando aumenta el contenido de humedad, a partir de valores bajos obtenemos una mayor densidad seca y por tanto una mejor compactación del suelo, sin embargo, esta tendencia no se conserva indefinidamente, sino al contrario, cuando el contenido de humedad es de un cierto valor, el contenido de humedad secará el valor específico de masa obtenido, dando como resultado una menor compactación de la muestra. Por consiguiente, para un tipo de suelo dado y utilizando el proceso descrito, existe un contenido de humedad inicial, denominado "óptimo", que permite alcanzar la máxima masa unitaria seca que se puede alcanzar durante el proceso de compactación [20].

Dicho anteriormente se puede explicar de manera general que a bajo contenido de agua, en suelos finos, como la arcilla, el agua existe en forma capilar creando una fuerza de compresión entre las partículas constituyentes del suelo, formando grumos que son difíciles de descomponer, lo que dificulta la compactación [20].

California Bearing Ratio – CBR (NTP 339.145, ASTM D-1883)

El CBR determina el índice de resistencia al corte de un suelo en condiciones de humedad y densidad. Es utilizada para evaluar resistencia potencial de material base, subbase y subrasante para usarse en pavimentos [20].

Este método se expresa como un porcentaje entre la presión que se requiere para introducir un pistón en una muestra de suelo compactada en un molde de tipo cilindro de acero. En cuanto a los valores están determinados para las diferentes profundidades de penetración [23].

Este índice es el valor obtenido a 0.1 de profundidad”, ya que el CBR cambia según su contenido de humedad y grado de compactación. Así que, se requiere de un control minucioso en el laboratorio de acuerdo a las condiciones de campo, este método es llevado a en función de muestras saturadas [20].

Diseño geométrico

El diseño de una carretera tiene en cuenta las necesidades económicas y sociales, estos conceptos se interrelacionan para determinar las características físicas y técnicas que debe tener la vía prevista. Así mismo hace referencia al análisis y cálculos hechos por los ingenieros civiles para adaptar la carretera a la topografía del lugar, respondiendo a características de servicio, funcionamiento y seguridad.

Objetivos

Objetivo general

Realizar el diseño geométrico de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca según el Manual de Carreteras DG-2018

Objetivos específicos

Identificar las normas y los criterios de acuerdo al Manual de Carreteras.

Identificar las características de sobreechanco, distribución de pendientes y curva de transición.

Determinar la alineación horizontal y vertical de la carretera

Definir los volúmenes de movimiento de tierras de las secciones transversales.

Generar los planos de diseño geométrico del proyecto

Clasificación de las carreteras

Clasificación por demanda

En Perú las carreteras se clasifican según la demanda en: autopista de primera y segunda clase; carretera de primera, segunda y tercera clase; y trocha carrozable.

Clasificación por orografía

En Perú las carreteras según su orografía del terreno por donde se extiende el trazado se clasifican en: terreno plano (tipo 1), terreno ondulado (tipo 2), terreno accidentado (tipo 3), y terreno escarpado (tipo 4).

Clasificación general de los proyectos viales

Se clasifican en: proyecto de nuevo trazo, proyectos de mejoramiento puntual de trazo y proyectos de mejoramiento de trazo.

Niveles de estudios preliminares

Es importante realizar una investigación preliminar para establecer prioridades y recursos para la preparación de un nuevo proyecto en el que se debe recopilar, complementar y verificar toda la información relevante disponible que se utilizará en el estudio de factibilidad [12].

Vehículo de diseño

El vehículo de diseño nos va a permitir definir diferentes aspectos de una carretera, como: ancho del vehículo, radio mínimo de giro, calzada, bermas y sobreebanco. Al momento de seleccionar el vehículo se tiene en cuenta el estudio de tráfico de la carretera, eligiéndose el vehículo más transitable [12].

Velocidad de diseño

La velocidad escogida para el cálculo será la velocidad máxima que se pueda mantener de forma cómoda y segura en el tramo de carretera en condiciones favorables para el diseño [12].

Distancia de visibilidad

Se define como la longitud frontal continua de la calzada que puede ser vista por el conductor de un vehículo para poder realizar con seguridad diversas maniobras que se ve obligado a realizar o decide realizar. Hay tres distancias de visibilidad en el diseño: visibilidad al cruzar otra carretera, visibilidad al rebasar o adelantar y visibilidad de parada [12].

Diseño geométrico en planta

Consideraciones de diseño

Un diseño geométrico está compuesto por combinar curvas circulares de diferentes curvaturas con líneas rectas, la cual va a permitir una suave transición entre líneas rectas y circulares [12].

La alineación horizontal debe asegurar el buen funcionamiento del vehículo, tratando de mantener la misma velocidad de diseño para la máxima longitud de vía. Por consiguiente, la topografía es el factor que gobierna el radio de las curvas horizontales y la velocidad de diseño, y a su vez gobierna el campo de visión [12].

En el diseño de carreteras con carriles separados se considerará la posibilidad de disponer recorridos según diferentes niveles o ejes, adaptándose a las características del terreno [12].

Curvas circulares

Son simplemente arcos de radio que conectan dos tangentes consecutivas para formar la misma proyección de las curvas espaciales o reales [12].

Radios mínimos de curvas horizontales

Es el radio más pequeño que se puede recorrer a la velocidad de diseño y la tasa de peralte máximo en condiciones aceptables de comodidad y seguridad para lo cual se puede utilizar la fórmula siguiente:

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

Dónde:

$R_{mín}$ = Mínimo radio

V = Velocidad de diseño

$P_{máx}$ = Peralte máximo asociado a V

$f_{máx}$ = Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V .

Curvas de transición

Son espirales cuya finalidad es evitar los quiebres de las curvas, por lo que su diseño debe proporcionar las mismas condiciones de seguridad, confort y estética que el resto de los elementos para el diseño de la carretera [12].

Peralte de carretera

Es la elevación del exterior de la curva del camino en relación con el interior del camino para resistir la fuerza centrífuga. Los arcos horizontales deben estar peraltados. El máximo peralte tendrá un del 8% y un valor especial del 10%. En caminos de tipo afirmado con buen drenaje, puede llegar a un peralte máximo del 12% justificándolo [12].

Diseño geométrico en perfil

Curvas verticales

Se diseñarán para proporcionar una visibilidad al menos igual a la mínima distancia de visibilidad de frenado y, cuando corresponda, a la distancia de adelantamiento mayor que esta. Para determinar el parámetro de la curvatura (K) es igual a la

longitud de la curva vertical (L), dividido entre el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A) [12].

Diseño geométrico de la sección transversal

Calzada

La carretera está destinada a la circulación de los vehículos, que consta de uno o más carriles. El camino está dividido en carriles para el movimiento de muchos vehículos en una dirección de viaje. El número de carriles para cada vía se determinará según con el estudio de tráfico realizado, como también con el servicio que se desea tener. Los anchos útiles de carril serán de 3.60 m, 3.30 m y 3.00 m [12].

Bermas

La Franja adyacente longitudinal y paralela a la carretera sirve como límite de la calzada y es un área segura de estacionamiento para vehículos en una situación de emergencia [12].

Bombeo

Las calzadas tienen una inclinación mínima llamada bombeo para drenaje superficial, en curvas en contra peralte o en tramos en tangente. El bombeo dependerá de la cantidad de lluvia en el campo y la superficie de rodadura [12].

Taludes

Es el talud de diseño aplicable al terreno de la carretera, tanto en terraplenes como en áreas de corte. Esa pendiente viene hacer la tangente que forma el plano base y la línea horizontal [12].

Cunetas

Las cunetas son los canales que se construyen en toda la carretera, con el objetivo de llevar los escurrimientos subsuperficiales y superficiales, que proceden de áreas adyacentes, taludes y plataforma vial, con el propósito de proteger la estructura de la carretera [12].

Estudios de cantera, fuente de agua y botadero

Estudio de cantera

Trabajo de campo

Se realizó el reconocimiento alrededor y a lo largo del tramo de estudio, para encontrar materiales apropiados para su explotación de este. En el estudio de cantera estará incluido los estudios físicos y mecánicos en cuanto a las capas de base, sub base y sub rasante del proyecto como también su ubicación de la cantera.

La extracción de muestra de la cantera será trasladada a laboratorio con sus respectivos ensayos, asimismo se determinará su calidad para emplearse en el proyecto.

Ensayo de laboratorio

El estudio del material extraído en el laboratorio permitirá determinar sus propiedades físicas mecánicas a través de ensayos, los cuales estarán realizadas de acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales del MTC, a la Norma Técnica peruana (NTP) y ASTM (American Society for Testing and Materials).

Tabla 5: Ensayos de laboratorio para la cantera

Ensayo	Norma
Análisis granulométrico por tamizado	NTP 339.128, ASTM D-422
C. Humedad	NTP 339.127, ASTM D-2216
Limite Líquido y Plástico	NTP 339.129, ASTM D-4318
Ensayo de California Bearing Ratio	NTP 339.145, ASTM D-1883
Proctor Modificado	NTP 339.141, ASTM D-1557
Resistencia de Abrasión	NTP 400.019

Requerimiento del afirmado según el Manual de Carreteras EG-2013

Se utiliza materiales granulares naturales de las canteras, como también de la trituración de este. El afirmado debe satisfacer ciertos requisitos de calidad como: Desgaste de los Ángeles 50% máximo, CBR 40% mínimo, Limite Liquido 35% máximo e Índice de Plasticidad entre 4-9%. Asimismo, las franjas granulométricas deberán estar ajustadas a lo indicado por el Manual de Carreteras EG-2013.

El material de la subbase granular debe satisfacer las siguientes condiciones de calidad: Partículas chatas y Alargadas 20% máximo, Sales solubles 1% máximo, Equivalente de Arena 25% mínimo, Índice de Plasticidad 6% máximo, Limite liquido 25% máximo, CBR 40% mínimo y Abrasión Los Ángeles 50% máximo.

El material de la base granular debe satisfacer las siguientes condiciones de calidad en cuanto al agregado grueso: 80% mínimo de Partículas con una cara fracturada, Partículas chatas y Alargadas 15% máximo, 0.5% máximo de Sales solubles y 40% máximo de Abrasión Los Ángeles. En cuanto a las condiciones de calidad para el agregado fino son: Índice plástico 4% máximo, Sales solubles 0.5% máximo y Equivalente de arena 35% mínimo.

Para asegurar la compactación y evitar la segregación, el material con el que se trabajará en obra deberá tener una curva granulométrica parecida a los límites de franja y uniforme, sin grandes elevaciones bruscas de un tamiz inferior a uno superior.

Estudio de fuente de agua

Se ha considerado una (01) fuente de agua la cual intercepta el tramo de estudio por lo que es de fácil acceso para los usos que se requieran en obra.

Se realizo respectivamente la toma de muestra de la fuente de agua en frascos esterilizados para ser sometido en laboratorio a los ensayos correspondientes y determinar las propiedades físico-químicas del agua.

Los ensayos fueron realizados en el laboratorio SUELOS GEOCONTROL S.R.L. de la ciudad de Jaén, provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.

Estudio de botadero

Los botaderos pueden ubicarse a lo largo o cerca de una vía, analizando un sitio con características adecuadas para la disposición de desechos o material sobrante cortado de la vía; Estos sitios están ubicados cerca de la carretera, pero son propiedad de un tercero, por lo que según la partida correspondiente se le deberá presupuestar o las autoridades locales deberán garantizar el derecho de uso de dichos territorios.

Estudio hidrológico

Se dedica a identificar las características geomorfológicas de la cuenca como también de hallar sus parámetros hidráulicos con el fin de diseñar las obras de arte que ayudara al drenaje superficial del proyecto.

En el diseño de obras de arte, para representar el comportamiento de toda la cuenca se utilizan modelos matemáticos. Estas metodologías permitirán evaluar los caudales de diseño en el sistema de drenaje de la carretera.

Para definir criterios en cuanto al cálculo de las limitaciones y los caudales, es adecuado adquirir información hidrológica de la estación o estaciones más cercas al proyecto de la carretera.

Objetivos

Objetivo general

Determinar los caudales de diseño para las obras de arte de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca.

Objetivos específicos

Analizar las precipitaciones históricas de la estación meteorológica

Realizar un análisis hidrológico del área del proyecto

Obtener parámetros necesarios para el diseño de obras de arte.

Metodología

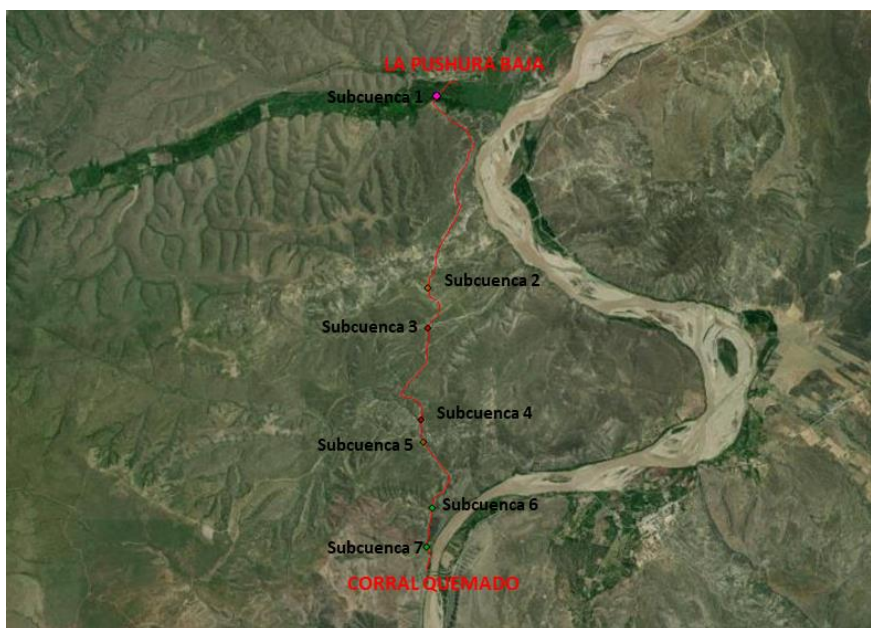
Principalmente se hizo un reconocimiento en campo para tener en cuenta el relieve del terreno e identificar la intersección de las subcuencas con la carretera. Asimismo, se determinaron las características geomorfológicas de las subcuencas con ayuda del programa ArcGIS.

Para la obtención de datos históricos sobre las precipitaciones máximas fueron obtenidas por el SENAMHI y el ANA de la estación más cercana. Finalmente, se hizo un análisis de las precipitaciones, según los diferentes métodos y periodos de retorno, con la ayuda del programa Hidroesta2. Luego se determinó mediante una regresión potencial las curvas IDF que servirán para calcular el caudal de diseño para las obras de arte.

Identificación y características de las subcuencas

Se identificaron 7 subcuencas que interceptan con la carretera, lo cual se le asigno una numeración a cada una de ellas para luego con el programa ArcGIS delimitar y definir sus características principales (área, perímetro, longitud y pendiente media del cauce principal).

Fig. 3: Alineamiento de la carretera con los puntos de las subcuencas identificadas



Diseño del pavimento

La superficie de rodadura un camino de poco tráfico puede ser de pavimento o afirmado. Debido a las precipitaciones fluviales en el área, es mejor usar una superficie de rodadura como un pavimento flexible.

Criterios de diseño

El pavimento de un camino

Es una estructura que consta de muchas capas de diferentes materiales con funciones específicas, preparadas (diseñadas y fabricadas) para soportar cargas de tráfico durante un cierto período de tiempo "Período de Diseño", manteniendo la seguridad, comodidad y costos de operación del vehículo controlado por la calidad del pavimento.

La Subrasante

Constituye el soporte directo del pavimento y por lo tanto es la parte más superficial del suelo natural sobre una extensión o capa superior del terraplén preparado para el soporte del pavimento. Su "capacidad de carga" se mide en CBR para cierto grado de compactación, típicamente el 95% de su máxima densidad seca teórica

La Base

Es el principal componente estructural de los pavimentos y suele ser granular con un CBR superior al 40 % y al 100 % de su máxima densidad seca teórica. Se construye tradicionalmente a partir de materiales granulares de cantera, aunque estos pueden incluir ligantes de cemento portland, asfalto o cualquier otro producto industrial; y geos sintéticos (geotextiles y/o geomallas) para aumentar su capacidad portante y así reducir su espesor.

La Superficie de Rodadura

También conocida como "capa de desgaste", es la capa más superficial del pavimento de la carretera y su función es proteger las capas inferiores de los efectos de las inclemencias del tiempo y la abrasión del tráfico, al mismo tiempo que garantiza que el vehículo circule sin problemas.

Calculo ESAL de diseño

El Ómnibus de dos ejes (B2) cuenta en el eje delantero con una rueda simple la cual tiene un peso de 7tn y en el eje posterior con ruedas dobles la cual tiene un peso de 11tn. Para el cálculo del daño que produce cada eje se convertirá el peso de cada eje a Lb o KN. De acuerdo a los pesos estos equivalen a 68.67 y 107.91 KN; luego se procede a calcular el Factor Equivalente de Carga (FEC) cuyo resultado después de una interpolación es de 0.548 y 3.164.

El número de vehículos que se considera en el diseño según el número de carriles, de acuerdo a la norma AASHTO es un porcentaje del IMDA. En el caso de una vía de 2 carriles se considera el 50% en un sentido y 50% en el otro sentido de vehículos que transitan por la vía. El número de vehículos para el ESAL será del 50% del IMDA.

Módulo de resiliencia

Uno de los parámetros fundamentales para el diseño de espesores del pavimento, es el valor soporte (CBR) de la subrasante existente, y que depende del tipo de suelo con que está conformada.

Los materiales adecuados en el caso de la subbase deberán cumplir con un 40% como valor mínimo de CBR y de la subrasante son aquellos con un CBR superior al 6%

Numero estructural

Representa el espesor del pavimento total que se debe colocar y el cual se deberá transformar a un espesor efectivo de cada capa que lo constituye; o sea de la subbase, base y capa de rodadura. Para determinar el número estructural se hará con la ayuda de los datos de desviación estándar, módulo de resiliencia, confiabilidad, ESAL y serviciabilidad.

Diseño de obras de arte y drenaje

El diseño adecuado del drenaje superficial y de los cauces de agua que existen a lo largo de un camino, es decisivo para la protección y durabilidad del proyecto vial que garantice la evacuación del agua superficial y que reduzca el daño estructural del camino y que prolongue su vida útil.

El control de las aguas superficiales y la evacuación adecuada de los escombros del camino hacia los canales naturales se incluyen como parte del drenaje de la superficie del camino. Los aspectos que se deben tenerse en cuenta al diseñar y construir carreteras son: selección de alcantarilla, subdrenaje, control de aguas en cunetas, salidas y entradas de tuberías, cruces de cauces naturales, drenaje superficial de la calzada, cruces de cauces naturales, badenes y diseño

Por lo tanto, uno de los aspectos más importantes es el drenaje, ya que depende de la reducción del daño que pueda generar los cauces del agua y lluvias, generalmente en invierno cuando el caudal aumenta significativamente. De modo que, un buen diseño ayudara a proteger el proyecto al considerar la correcta selección de evacuación, encausamiento y drenaje, lo cual es necesario para evitar daños y garantizar la operación del proyecto durante toda su vida útil.

Drenaje superficial

En todos los proyectos viales, es muy importante considerar el drenaje superficial para evitar daños tempranos, destrucción o erosión de la estructura del pavimento, por lo que se prevén cunetas para evacuar el agua de lluvia. Dependiendo del área de estos efectos, se debe tener en cuenta que cuando las cunetas se encuentran en una pequeña zona de corte, se pueden ignorar, creando una pendiente hacia afuera o hacia adentro. Al mismo tiempo, también se analizó teniendo en cuenta la sección longitudinal de la vía para la colocación de las alcantarillas de alivio.

Cunetas

Las cunetas estarán colocadas con el objetivo de evacuar el agua por origen de lluvias sobre la superficie del pavimento, el terreno y talud con el fin de proteger la estructura de erosión y socavación.

Cabe señalar que las cunetas deben estar principalmente en todos los cortes, se puedes apreciar en el programa CIVL 3D donde se generaron las secciones transversales. Asimismo, se debe utilizar cunetas en áreas vulnerables de relleno a la erosión. La abscisa donde se debe colocar los puntos de drenaje depende del análisis del perfil longitudinal, superficie de rodadura y pendiente del terreno.

Caudal de diseño

Para caudales con un área aportante menor a 10km^2 , se utilizará el método racional. El área correspondiente a la cuneta debe incluir media calzada de la vía o la calzada en sí, más el área del terreno adyacente y la proyección del talud de corte horizontal.

El factor de escorrentía corresponderá al factor de ponderación de la subcuenca de acuerdo al tipo de terreno. Por último, la intensidad se calcula a partir de la curva I-D-F del proyecto vial para un tiempo de concentración y periodo de retorno.

Tipos de sección y seguridad vial

Según el Manual de Hidrología nos recomienda utilizar cunetas de secciones triangulares, ya que son muy típicas y se adaptan fácilmente a las condiciones del talud y de la calzada. En cambio, es necesario limitar la profundidad y la pendiente de la cuneta [14].

Funcionamiento hidráulico

Consiste en comprobar que el caudal de entrada cuantificado es inferior al caudal de entrada calculado en este caso mediante la fórmula de Manning. De esta forma, se asegura el buen funcionamiento de las cunetas en el proyecto vial.

Formula de la ecuación de Manning es:

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

Donde:

S: Pendiente del fondo (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

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

A: Área mojada (m^2)

Q: Caudal de diseño (m^3/seg)

En general, la pendiente coincide con la pendiente longitudinal del segmento ensayado. También se debe tener en cuenta que para el tipo de material que se está considerando, la velocidad debe ser menor que la velocidad máxima permitida y la profundidad debe ser menor o posiblemente igual a la profundidad de la ranura.

La pendiente coincide generalmente con la pendiente longitudinal del tramo estudiado. Asimismo, se tiene en cuenta que para el tipo de material de la cuenta la velocidad debe ser menor que el máximo permitido y que la profundidad tiene que ser menor o igual a la cuneta.

Revestimiento

Con el fin de reducir costos de mantenimiento, minimizar las intrusiones, evitar el crecimiento de vegetación, mejor estabilidad de la sección y prolongar la vida útil de la cuneta, se recomienda un revestimiento todo el segmento de la cuneta. Aunque para carretera de tercera clase el revestimiento es opcional por sugerencia del Manual DG-2018.

Zanjas de coronación

Para taludes superiores a 7 metros, se recomiendan la utilización de zanjas de coronación, como también en banquetas de 3 metros la cual contara con una separación para las zanjas de 2 a 3 m desde el borde pendiente. Las dimensiones y el caudal se estiman por el método racional con la fórmula de Manning al igual que las cunetas. La sección típica de esta zanja de coronación es de forma trapezoidal

Alcantarillas

Las alcantarillas de alivio actúan como desplazamiento del agua proveniente de las cunetas, incluso se puede tener alcantarillas de paso las cuales se encargan de crear espacio para el flujo de los cauces naturales, que son las quebradas que se localizan en nuestro alineamiento.

Fundamentalmente, el diseño de alcantarillado se ocupa de encontrar diámetros que operen en condiciones óptimas y que sean económicos para transportar el agua lejos como también de los arroyos naturales que cruzan por la carretera.

Descripción

Están compuestas por tuberías de cruce, obras de encauzamiento (emboquillado de piedra), cajas colectoras y cabezales.

Caudal de diseño

La salida se transporta a través de canales, en el caso de entrada; una salida adecuada será desde la subcuenca y a través de colectores, la salida de los canales.

Criterios de diseño

Los criterios de diseño de la alcantarilla son el tirante del agua (diámetro máximo 0,75 veces), velocidad del canal y carga de entrada. Para resolver el problema de la transferencia de lodos, se controla el caudal para evitar la erosión o la sedimentación. De acuerdo con el Manual de Hidrología las alcantarillas deben tener una pendiente hidráulica de al menos 1% [14].

Cajas colectoras

Aquellas estructuras de la alcantarilla que sirve de entrada para recoger el agua de las cunetas afluentes en varias etapas para que pueda pasar por debajo del camino drenado y cumplir con los parámetros para reducir el impacto y la socavación de la corriente receptora.

El tamaño del depósito de recogida debe tener en cuenta el tamaño y la profundidad del desagüe, así como la facilidad de mantenimiento.

Badenes

Están diseñados para permitir el paso del tráfico lento mientras se dispersa el agua superficial. Es perfecto en carreteras rurales y son adecuados en bajas velocidades. Mientras el terreno del área sea el mismo que el nivel del suelo, es aconsejable usarlo.

Caudal de diseño

Es el caudal máximo según el ciclo de cálculo establecido que resulta de los estudios hidrológicos de la cuenca.

Criterios de diseño

Para el diseño de los badenes se recomienda una forma trapezoidal de posición uniforme. Además, de realizarlo por el método de Maynard, que incluye los criterios de caudal y erosión, para determinar el espesor de Baden. Se deberá considerar los criterios de daño para determinar el tamaño del pasador de los topes de velocidad.

Obras de protección

Uso de enrocado de piedra

Las altas tasas de flujo y la deposición de rocas en las riberas de los ríos a menudo erosionan y limpian nuestras estructuras. Por tanto, para evitar los daños mencionados anteriormente, como en este caso, es conveniente disponer pasos a través de la barrera tanto a la entrada como a la salida de los badenes y de la alcantarilla.

La deriva de rocas en las riberas de los ríos y las altas tasas de flujo a menudo causan socavación y erosión de nuestras estructuras. Así pues, para evitar los daños antes mencionados, como en este caso, es conveniente colocar obras de cruce de protección tanto a la salida como a la entrada de alcantarillas y badenes.

Metrados

Los metrados se realiza para calcular la cantidad de trabajo a realizar, multiplicando por el costo unitario correspondiente y sumando obtenemos los costos directos. Calcular o medir el consumo de materiales o la cantidad de trabajo a realizar. Las unidades utilizadas son kg, ml, m2, m3, unidades, piezas u otras unidades que definan adecuadamente la medida indicada.

Características de los metrados

Se recomienda ser analítico para la utilización de una metodología. Así mismo, debemos ser entendible, claro y sencillo para permitir la verificación misma.

Metodología de los metrados

Como primer punto se recomienda que los planos estén correctamente acotados, enumerados, detalles de cortes correctamente y también su compatibilidad que tiene con las demás especialidades.

Considerar los procedimientos constructivos, trabajos que se van a efectuar e indicar la zona de metrados, de la misma forma señalar con precisión los alcances del cómputo.

Presupuesto

Es el costo de la obra estimada a ser ejecutada, el cual se compone de los costos directos equivalentes al costo de la materiales, equipos, maquinaria y mano de obra, añadiendo también los costos indirectos del proyecto, que consisten en utilidad y gastos generales, más el IGV. Se recomienda hacerlo no antes de los 6 meses a partir de la fecha de la citación.

El presupuesto tiene la siguiente expresión:

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

Donde:

IGV : Impuesto general de ventas

UU : Utilidad

GG : Gastos generales

CD : Costo directo del proyecto

PT : Presupuesto total

Costo directo

Es el costo total de materiales, equipos, herramientas, mano de obra y artículos necesarios para completar el proyecto. En tal sentido es fundamental conocer la

proporción de material empleada para cada actividad, el costo de herramientas y equipos, rendimiento de las cuadrillas y el costo de la mano de obra.

Aporte unitario de materiales

Representan la cantidad de cada material que forma parte de un producto en particular, junto con las unidades de medida apropiadas.

En cuanto al concreto se obtuvo el aporte unitario de acuerdo al diseño de mezclas y según sus características mecánicas y física del agregado; con un indicador por metro cúbico de arena gruesa, piedra chancada, agua y bolsas de cemento por cada f'c requerido según se especifica la partida realizada.

Asimismo, para el encofrado se determina de acuerdo con las recomendaciones por CAPECO. Donde se estima la cantidad de madera de encofrado para cada elemento estructural en pie² por m².

Costo de mano de obra

Se define como las obligaciones prestacionales de los empleados, salarios y sueldos pagados por la empresa, así como cualquier responsabilidad en la que incurran. Los pagos mensuales deben ser realizados por la organización que solicita los servicios de estos empleados.

Costo de equipos de construcción y herramientas

Es el monto invertido en la adquisición, operación, ejecución y mantenimiento de la obra en buen estado a lo largo de la vida útil del proyecto.

Flete terrestre

Nos referiremos a flete terrestre como el costo adicional de transportar insumos desde el lugar de producción y/o el lugar de venta hasta el lugar de trabajo. Para el flete terrestre, dependiendo de la vía, se deben tomar en cuenta los siguientes parámetros: altitud elevada en una zona determinada, pavimentado, no pavimentado o trocha y ubicación geográfica (costa, sierra o selva).

Análisis de precios unitarios

El precio unitario realizado para cada línea presupuestaria, se indicará los costos directos e indirectos, e indicar productividad y cuadrillas para cada línea específica; Realice la conciliación del presupuesto utilizando hojas de cálculo o software de presupuesto de costos.

Costos indirectos

Abarca todos los costos de manera no limitativa y enunciativa de los gastos de contratación y licitación; empleados para la presentación de ofertas, así como todos los resultados del proceso de contratación y aplicación a las obras adjudicadas.

Gastos generales

Son los gastos administrativos relacionados con los gastos financieros necesarios (anticipo, carta de garantía, póliza, etc.), oficina y la obra. Por regla general, los gastos generales totales se calculan como un porcentaje de los costes directos.

Utilidad

Este costo de mano de obra indirecta es una cantidad fijada por el constructor, expresada del costo directo del presupuesto como un porcentaje. Tiene en cuenta los impuestos asociados al mismo instrumento e incluso compensa las pérdidas de otros trabajos.

Impuesto General a las Ventas (IGV)

Perú en la actualidad a fijado una tasa del 18% al valor de ventas internas de la prestación y bienes de servicios no personales nacionales. Este valor se conforma por el 16% de la tasa general al consumo y el 2% del impuesto promocional de la ciudad.

Formula polinómica

Esta ecuación se utiliza para ajustar el presupuesto del proyecto a lo largo del tiempo. La fórmula polinómica es una representación matemática de la estructura de costos de un

presupuesto y consiste en la suma de términos llamada monomios, teniendo en cuenta porcentajes y costos clave del presupuesto, agrupados por su índice único.

Para costos de un presupuesto se representa de la siguiente fórmula (Artículo 2 del DS 011-79-VC.) [24].

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

K: El coeficiente de ajuste de la estimación de obra por cambios en los precios de los factores relacionados con la obra, calculado a la milésima más próxima

a, b, c, d, e: decimales cercanos a la milésima, es el factor que contribuye al costo de la obra, componentes, equipos de construcción, mano de obra, materiales, otros, costos de utilidad y generales.

GUo, Vo, Eo, Mo, Jo: índices de precios de los artículos de construcción en el presupuesto base de la fecha, no cambiara durante el transcurso del empleo.

GUr, Vr, Er, Mr, Jr: índices de precios de los mismos artículos ajustando respectivamente con la fecha.

El índice de precios que se toma en cuenta en cada monomio, tanto en la fecha base del presupuesto como en la fecha ajustada, puede corresponder al índice de precios del más representativo o a un promedio ponderado de los índices hasta tres (3) factores.

El número total de monomios que forman el monomio no debe ser mayor de 8 y la frecuencia de aparición de cada monomio es de al menos el 5%. Asimismo, cada obra puede contener hasta 4 fórmulas polinómicas.

Todo lo relacionado con gastos generales, equipos, materiales y mano de obra debe estar agrupado y debidamente organizado. Para ser más precisos al aplicar esta fórmula, debe haber 5 o 6 monomios.

Programación de obra

Para realizar el trabajo en el menor tiempo y con la mayor eficacia posible, es necesario elaborar un programa de trabajo adecuado, planificar y organizar todas las actividades que

se necesita para ejecutar un proyecto determinado. Hoy en día existen diferentes métodos para la programación, algunos de los cuales son fáciles de desarrollar e interpretar; mientras que otros son bastante útiles pero difíciles de desarrollar.

El método de planificación de tareas más común es un diagrama de barras o un diagrama de Gantt. Es una herramienta gráfica que tiene como objetivo mostrar la duración de varias tareas o actividades durante un período de tiempo específico. Al mismo tiempo, muestra las rutas de actividades más críticas, permitiéndonos saber qué acciones se deben tomar para pasar a la siguiente fase

También, para tener una idea del costo mensual de actividades planificadas, elaborando así una programación para cada mes.

Evaluación de beneficios y rentabilidad

En cuanto a la rentabilidad del proyecto se determinó factores sociales para ver si la vía es rentable, esto permitirá evaluar el valor del proyecto en términos de los costos y beneficios que traerá.

Precio social

Estos vienen a ser costos en los que incurren para la población en su conjunto, mas no son el costo percibido por un ente privado.

Precio de mercado

Son precios afectados por distorsiones del mercado como monopolios, aranceles, subsidios, impuestos; así como los desequilibrios del mercado, los bienes no comerciales, el abuso de recursos naturales, la falta de cambio de divisas y el desempleo.

Tasa de descuento social

Es el valor del capital social del estado. Con el propósito de utilizar este valor se usará una tasa de descuento social del 9%, el cual viene a ser la oportunidad de costo del fondo público.

Determinación de beneficios

Esta disposición prevé la cuantificación e identificación de los beneficios sociales generados por las intervenciones viales. Para caminos nuevos y con tránsito, estos beneficios se cuantifican por la utilidad del productor.

La evaluación de los beneficios para este proyecto vial se hará en base al excedente de la producción agrícola de la zona. Mediante la siguiente fórmula se determinará el cálculo de estos beneficios.

$$B = (V_b - C_p)_{CP} - (V_b - C_p)_{SP}$$

Donde:

SP	:	Situación sin proyecto
CP	:	Situación con proyecto
C_p	:	Costo de producción del producto
V_p	:	Valor bruto de producción del producto
B	:	Beneficios por excedente de producción

El aumento neto en los costos de producción asociados con un proyecto debe calcularse anualmente durante la vida de este. Por lo tanto, el analista debe tener en cuenta el crecimiento de la producción bruta por sector, tener en cuenta las salidas clave en la zona de influencia y asegurarse que el crecimiento de la producción antes mencionado no se puede lograr sin él.

Procedimiento

Seleccione la actividad económica neta en la zona del impacto del proyecto. Luego recopile información sobre el producto o la actividad económica seleccionada y represente la producción local en la situación de diseño.

También evaluar las condiciones de producción en la situación con el proyecto. El aumento en el nivel de producción puede estar relacionado con un aumento en el área que se explota y un aumento en la productividad de las actividades de

producción anualmente con proyecto: Valor de venta de un producto, precio promedio de venta, costos de producción, volumen de producción.

Por último, calcule la diferencia entre el ingreso neto en la situación del proyecto y el ingreso neto no relacionado con el proyecto. Esta diferencia se beneficiará del excedente del productor.

Determinación de costo social del proyecto

Costo a precio social de inversión

Incluye costos de investigación e implementación de proyectos, costos de construcción, costos de monitoreo, costos de recuperación y compensación, y costo del programa ambiental.

Costo de mantenimiento y operación

Comprende costos de mantenimiento y operación como los costos recurrentes que se tasan a precio social. Estos deben incluir costos consistentes con las medidas de mitigación de riesgos, si corresponde.

Indicadores de rentabilidad social

Todas las relaciones costo-beneficio comparan, de una forma u otra, los flujos de costo y beneficio de un caso de proyecto con los de un caso sin la intervención de este.

El enfoque de la evaluación social de las carreteras debe basarse en un enfoque de costo/beneficio, ya que los beneficios y los costos de dichos proyectos pueden cuantificarse utilizando los criterios descritos anteriormente. Los criterios de rentabilidad social serían la TIR (tasa interna de retorno) y el VAN (valor presente neto).

Desde el punto de vista la evaluación social de las vías sería un enfoque costo-beneficio porque pueden cuantificarse utilizando las pautas enumeradas anteriormente. En cuanto a los criterios rentables sociales son el VAN y el TIR.

Valor actual neto (VAN)

El VAN es la discrepancia entre los costos y beneficios de actualización de un proyecto. Usando este criterio, si el valor presente de ingreso es mayor que el costo, el proyecto se definirá como rentable. En otras palabras, si el VAN en comparación con la tasa social es mayor, el PIP (Proyecto de inversión pública) vendría a ser beneficiosas socialmente.

Tasa interna de retorno (TIR)

Pertenece a la tasa social de actualización cuando se hace cero el VAN. Por consiguiente, si el TIR es superior a la tasa de descuento social, se podrá decir que el proyecto será beneficioso.

Esta tasa interna es conveniente para ejecuciones de proyectos normales. Si la firma del flujo del proyecto cambia más de una vez, se podrá extraer varios TIRs.

Resultados

Estudio de tráfico

Ubicación

En respuesta a lo requerido para el diseño de la carretera se realizó un plan de recolección de datos en el tramo de Bellavista Viejo – Bellavista, justamente al ingresar a La Pushura Baja que tiene como coordenadas E-756775.369 y N-9372198.937, en lo cual consistió en contabilizar los vehículos que ingresan y salían del distrito para no generar un exceso de tráfico.

Fig. 4: Ubicación geográfica donde se realizó el estudio de tráfico



Fuente: Google Earth

Periodo del conteo de vehículos para el estudio de tráfico

El tiempo donde se recopiló la información son las siguientes fechas que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6: Fechas de recopilación de datos para el conteo de vehículos






Fechas de recopilación de datos
lunes, 21 de marzo de 2022
martes, 22 de marzo de 2022
miércoles, 23 de marzo de 2022
jueves, 24 de marzo de 2022
viernes, 25 de marzo de 2022
sábado, 26 de marzo de 2022
domingo, 27 de marzo de 2022

Fuente: Elaboración propia

Tabulación de los datos obtenidos

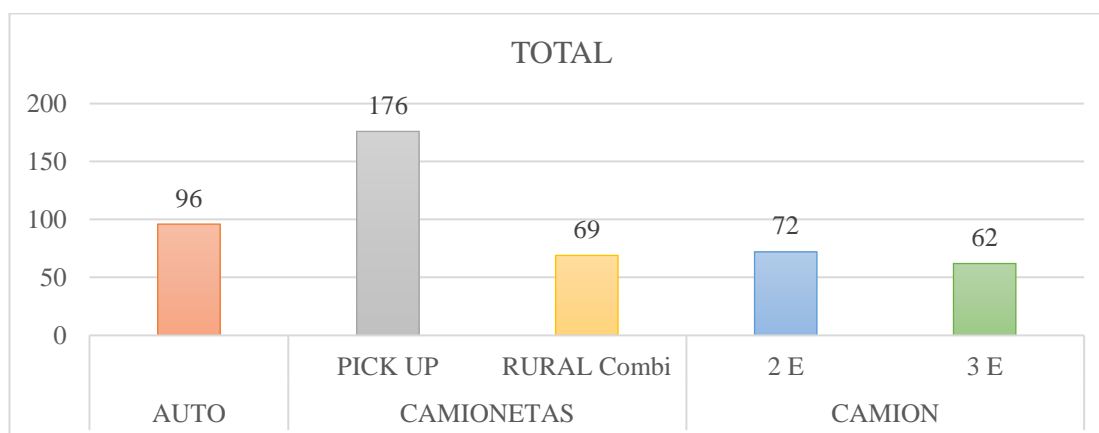
El conteo de vehículos se ejecutó manualmente, manteniendo un registro por su clasificación, hora y sentido correspondiente. La obtención de los datos se procesó en un software llamado Excel, como también en un formato donde se registren los vehículos por su día y hora, por su clasificación vehicular y por su sentido (entrada y salida). Los datos procesados se representan en la siguiente tabla:

Tabla 7: Resultados del conteo vehicular

FECHA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		CAMION		TOTAL	Veh/día
			PICK UP	RURAL Combi	2 E	3 E		
								
lunes, 21 de marzo de 2022	O	8	14	6	6	6	40	Veh/día
	E	7	14	4	6	4	35	Veh/día
	Ambos	15	28	10	12	10	75	Veh/día
martes, 22 de marzo de 2022	O	7	13	6	5	4	35	Veh/día
	E	6	12	4	5	6	33	Veh/día
	Ambos	13	25	10	10	10	68	Veh/día
miércoles, 23 de marzo de 2022	O	7	12	6	5	4	34	Veh/día
	E	6	14	4	5	4	33	Veh/día
	Ambos	13	26	10	10	8	67	Veh/día
jueves, 24 de marzo de 2022	O	7	10	6	4	3	30	Veh/día
	E	6	13	4	5	5	33	Veh/día
	Ambos	13	23	10	9	8	63	Veh/día
viernes, 25 de marzo de 2022	O	7	12	6	7	4	36	Veh/día
	E	7	13	3	5	5	33	Veh/día
	Ambos	14	25	9	12	9	69	Veh/día
sábado, 26 de marzo de 2022	O	9	14	6	5	4	38	Veh/día
	E	7	16	6	9	6	44	Veh/día
	Ambos	16	30	12	14	10	82	Veh/día
domingo, 27 de marzo de 2022	O	0	9	4	3	4	20	Veh/día
	E	0	10	4	2	3	19	Veh/día
	Ambos	12	19	8	5	7	51	Veh/día
TOTAL		96	176	69	72	62	475	Veh/día

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Volumen total vehicular durante una semana



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos del conteo vehicular nos muestran que durante la semana el mayor número de vehículos fueron las camionetas Pick Up.

Factor de correlación estacional

En cuanto a los factores de corrección de vehículos se extrajo de la “Ficha Técnica Estándar, Instructivo y Líneas de Corte para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas” [25] del MTC, donde se puede encontrar los factores de corrección de vehículos ligeros y vehículos pesados de los diversos peajes a nivel nacional. Posteriormente, se eligió el Peaje Utcubamba siendo esta la estación de peaje más cercano al camino y porque la zona de estudio no contaba con una estación de peaje. Los factores de corrección tomados fueron los del mes de marzo puesto que en ese periodo se ejecutó el conteo vehicular.

Tabla 8: F.C para vehículos ligeros – Estación de peaje de Utcubamba

Peaje Utcubamba	
Mes	F.C.E. Vehículos ligeros
<i>Enero</i>	1.261535225
<i>Febrero</i>	1.030429267
Marzo	1.086070585
<i>Abril</i>	1.095711459
<i>Mayo</i>	1.059056159
<i>Junio</i>	1.023510603
<i>Julio</i>	0.940303471
<i>Agosto</i>	0.898594032
<i>Setiembre</i>	0.938718123
<i>Octubre</i>	0.966624566
<i>Noviembre</i>	0.982897468
<i>Diciembre</i>	0.740368430

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Tabla 9: F.C para vehículos pesados – Estación de peaje de Utcubamba

Peaje Utcubamba	
Mes	F.C.E. Vehículos pesados
<i>Enero</i>	1.197217302
<i>Febrero</i>	1.038461679
Marzo	1.028078860
<i>Abril</i>	1.036217084
<i>Mayo</i>	1.010302752
<i>Junio</i>	0.978027915
<i>Julio</i>	0.967367633
<i>Agosto</i>	0.921745783
<i>Setiembre</i>	0.948845236
<i>Octubre</i>	0.973055378
<i>Noviembre</i>	0.974493325
<i>Diciembre</i>	0.835212342

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Cálculo del índice medio diario semanal

El índice medio diario semanal se obtiene a partir de la siguiente formula:

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






Donde:

IMDs= Índice medio diario semanal de la muestra vehicular tomada

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

En la siguiente tabla se muestra el conteo vehicular durante el periodo de estudio en ambos sentidos y el resultado del IMDs que se calculó con los datos obtenidos anteriormente.

Tabla 10: Resultados del IMDs

FECHA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		CAMION		TOTAL	Veh/día
			PICK UP	RURAL Combi	2 E	3 E		
								
lunes, 21 de marzo de 2022	Ambos	15	28	10	12	10	75	Veh/día
martes, 22 de marzo de 2022	Ambos	13	25	10	10	10	68	Veh/día
miércoles, 23 de marzo de 2022	Ambos	13	26	10	10	8	67	Veh/día
jueves, 24 de marzo de 2022	Ambos	13	23	10	9	8	63	Veh/día
viernes, 25 de marzo de 2022	Ambos	14	25	9	12	9	69	Veh/día
sábado, 26 de marzo de 2022	Ambos	16	30	12	14	10	82	Veh/día
domingo, 27 de marzo de 2022	Ambos	12	19	8	5	7	51	Veh/día
IMDs		14	25	10	10	9	68	Veh/día

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del IMDA (índice medio diario anual)

El índice medio diario anual se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$IMDa = IMDs * FC$$

Donde:

FC= Factor de corrección estacional

IMDs= Índice medio diario semanal de la muestra vehicular tomada

IMDa= Índice medio diario anual

A continuación, se muestra el conteo vehicular durante el periodo de estudio en ambos sentidos y el resultado del IMDa que se calculó con los datos obtenidos anteriormente.

Tabla 11: Resultados del IMDa

Tipo de Vehículo	Tráfico vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL, SEMANAL	IMDs	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Auto	15	13	13	13	14	16	12	96	14	1.086071	15
Pick Up	28	25	26	23	25	30	19	176	25	1.086071	27
Combi	10	10	10	10	9	12	8	69	10	1.086071	11
Camión 2E	12	10	10	9	12	14	5	72	10	1.028079	11
Camión 3E	10	10	8	8	9	10	7	62	9	1.028079	9
TOTAL	75	68	67	63	69	82	51	475	68		73

Fuente: Elaboración propia

Horizonte del proyecto

Al tratarse de una carretera de tercera clase con micro pavimento para la cual se diseñará, contando así con un buen mantenimiento y una buena inversión; el periodo de diseño que se estima es de 20 años para que esta carretera tenga un buen funcionamiento transitable.

Análisis de la demanda proyectada

Demanda actual

Después de la realización del conteo de vehículos, se obtuvo una demanda actual de:

Tabla 12: IMD de cada tipo vehicular

<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>IMD</i>	<i>Distribución (%)</i>
<i>Auto</i>	<i>15</i>	<i>20.55</i>
<i>Pick Up</i>	<i>27</i>	<i>36.99</i>
<i>Combi</i>	<i>11</i>	<i>15.07</i>
<i>Camion 2E</i>	<i>11</i>	<i>15.07</i>
<i>Camión 3E</i>	<i>9</i>	<i>12.33</i>
<i>TOTAL</i>	<i>73</i>	<i>100.00</i>

Fuente: Elaboración propia

Demanda futura del tránsito vehicular con proyección del tráfico sin proyecto

A fin de realizar la proyección de la demanda y teniendo en cuenta que la tasa de crecimiento del PBI departamental de Cajamarca es del 2.90% [26] la cual se tomó como la tasa anual de crecimiento de tránsito para vehículos pesados y 0.90% que es la tasa de crecimiento poblacional lo cual se consideró para vehículos ligeros.

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular la proyección de demanda:

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

Donde:

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

n = año futuro de proyección

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

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

Tabla 13: Situación sin proyecto para un tráfico proyectado

<i>Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto</i>																					
<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>Año 0</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>	<i>Año 11</i>	<i>Año 12</i>	<i>Año 13</i>	<i>Año 14</i>	<i>Año 15</i>	<i>Año 16</i>	<i>Año 17</i>	<i>Año 18</i>	<i>Año 19</i>	<i>Año 20</i>
<i>Auto</i>	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	18	18
<i>Pick Up</i>	27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	30	30	30	30	31	31	31	31	32	32
<i>Combi</i>	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13
<i>Camión 2E</i>	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	15	15	16	16	16	17	17	18	18	19
<i>Camión 3E</i>	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	15	15	15
<i>Tráfico Normal (TOTAL)</i>	73	73	73	75	76	77	79	80	81	82	83	85	86	88	88	89	92	92	94	96	97

Fuente: Elaboración propia

Demanda futura del tránsito vehicular con proyección del tráfico con proyecto

Ya con el proyecto para el tránsito vehicular se debe tener en consideración la proyección del tráfico generado normal, la cual corresponde al tráfico sin proyecto que a medida que transcurra los años aparecerá a consecuencia de la transitabilidad. Para tener un mejor estudio de tránsito vehicular se tomó en consideración un 15% de tráfico generado según el MTC [25], por motivos comerciales, distancia que recorren entre las poblaciones principales y el menor tiempo de viaje posible.

En la siguiente tabla se mostrarán los resultados por la proyección de tráfico vehicular y el tipo de vehículo con proyecto.

Tabla 14: porcentaje de tráfico por tipo de intervención

Tipo de Intervención	% de tráfico normal
Mejoramiento	15%
Rehabilitación	10%

Fuente: MTC

Tabla 15: Situación con proyecto para un tráfico proyectado

Proyección de Tráfico - Situación Con Proyecto																					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Tráfico Normal	73	73	73	75	76	77	79	80	81	82	83	85	86	88	88	89	92	92	94	96	97
Auto	15.0 0	15.0 0	15.0 0	15.0 0	15.0 0	16.0 0	16.0 0	16.0 0	16.0 0	16.0 0	16.00	16.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	18.00	18.00
Pick Up	27.0 0	27.0 0	27.0 0	27.0 0	28.0 0	28.0 0	28.0 0	28.0 0	29.0 0	29.0 0	29.00	30.00	30.00	30.00	30.00	31.00	31.00	31.00	31.00	32.00	32.00
Combi	11.0 0	11.0 0	11.0 0	11.0 0	11.0 0	11.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
Camión 2E	11.0 0	11.0 0	11.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	13.0 0	13.0 0	13.0 0	14.0 0	14.00	15.00	15.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00	18.00	18.00	19.00
Camión 3E	9.00	9.00	9.00	10.0 0	10.0 0	10.0 0	10.0 0	11.0 0	11.0 0	11.0 0	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Tráfico Generado	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13	14	14	14	14	15	15	15	15	15
Auto	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Pick Up	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Combi	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camión 2E	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Camión 3E	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
IMD TOTAL	84	84	84	87	88	89	91	92	93	94	95	98	100	102	102	103	107	107	109	111	112

Fuente: Elaboración propia

Estudio de rutas

Para escoger la ruta más óptima se tomó en cuenta realizarlo por el método de puntos y evaluarlo de manera técnica, económica y ambiental. Para ambas alternativas se utilizó criterios básicos de diseño según la clasificación por demanda y orografía.

Tabla 16: Criterios básicos para el estudio de rutas

Criterios básicos	
IMDa	112 veh/día
Clasificación por demanda	Carretera de tercera clase
Calzada – 2 carriles	3.00 m (ancho mínimo)
Clasificación por orografía	Terreno accidentado de tipo 3
Velocidad de diseño	30 km/h

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que para realizar el estudio de rutas y el diseño geométrico se consideró realizarlo como una carretera de tercera clase el cual brinde seguridad y un mayor beneficio a la comunidad. De tal forma se consideró cumplir todos los parámetros posibles, dado que no todos los parámetros para una carretera de tercera clase se cumplirán debido a que el terreno presentado es accidentado y escarpado, según se observó cuando se hizo el recorrido para el reconocimiento del área de estudio.

Evaluación técnica y económica por el método de Bruce

Pendiente de diseño para cada alternativa

Según la norma DG-2018 de la tabla 303.01, nos indica de acuerdo a su demanda y orografía sus pendientes máximas para el desarrollo de una carretera. La pendiente máxima para nuestro tipo de carretera es del 10%.

Tabla 17: Pendientes máximas (%)

Demanda Vehículos/día	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	8.00				
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00				
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	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																							

Fuente: DG-2018

Ruta N°1 y Ruta N°2

Al realizar el trazo y con fines prácticos se optó por realizarlo con una pendiente del menor al 10% de acuerdo si el terreno lo permitía, en tramos críticos se tomó pendientes mayores que no superaran la pendiente máxima del 10%. Ya que al momento de realizar el trazo existen curvas de nivel que obliga a girar de manera brusca. Para ambas rutas se tomó en cuenta trazar en lo posible por caminos de herradura que ya existen por la zona y que no afecte los cultivos de los pobladores como también sus viviendas.

Para una mayor comprensión de las dos rutas trazadas, donde la ruta N°1 (ver Tabla 18) es de color rojo y la ruta N°2 (ver Tabla 19) es de color amarillo ver plano (PR01).

Tabla 18: Resultados de la línea de pendiente o de ceros de la ruta N°1

PUNTOS	ABSCISAS		COTAS (m.s.n.m)	TRAMO	Distancia Horizontal	Desnivel (m)	Pendiente	Pendiente (%)
A	0.000	K0+0.00	425.00	-	-	-	-	-
1	316.541	K0+316.541	425.00	A - 1	316.5407	0.0	0.0000	0.00%
2	466.549	K0+466.549	435.00	1 - 2	150.0080	10.0	0.0667	6.67%
3	725.843	K0+725.843	435.00	2 - 3	259.2941	0.0	0.0000	0.00%
4	925.843	K0+925.843	450.00	3 - 4	200.0000	15.0	0.0750	7.50%
5	1534.965	K1+534.965	450.00	4 - 5	609.1218	0.0	0.0000	0.00%
6	1786.429	K1+786.429	475.00	5 - 6	251.4646	25.0	0.0994	9.94%
7	2393.058	K2+393.058	475.00	6 - 7	606.6285	0.0	0.0000	0.00%
8	2693.058	K2+693.058	505.00	7 - 8	300.0000	30.0	0.1000	10.00%
9	3028.281	K3+028.281	505.00	8 - 9	335.2231	0.0	0.0000	0.00%
10	3078.281	K3+078.281	500.00	9 - 10	50.0000	-5.0	-0.1000	-10.00%
11	3672.057	K3+672.057	500.00	10 - 11	593.7759	0.0	0.0000	0.00%
12	3822.057	K3+822.057	485.00	11 - 12	150.0000	-15.0	-0.1000	-10.00%
13	4114.507	K4+114.507	485.00	12 - 13	292.4501	0.0	0.0000	0.00%
14	4214.507	K4+214.507	495.00	13 - 14	100.0000	10.0	0.1000	10.00%
15	4525.873	K4+525.873	495.00	14 - 15	311.3665	0.0	0.0000	0.00%
16	4925.953	K4+925.953	460.00	15 - 16	400.0795	-35.0	-0.0875	-8.75%
17	5102.981	K5+102.981	460.00	16 - 17	177.0280	0.0	0.0000	0.00%
18	5813.660	K5+813.660	520.00	17 - 18	710.6787	60.0	0.0844	8.44%
19	5863.660	K5+863.660	520.00	18 - 19	50.0000	0.0	0.0000	0.00%
20	6268.660	K6+268.660	550.00	19 - 20	405.0000	30.0	0.0741	7.41%
21	6404.100	K6+404.100	550.00	20 - 21	135.4402	0.0	0.0000	0.00%
22	6854.057	K6+854.057	510.00	21 - 22	449.9569	-40.0	-0.0889	-8.89%
23	6987.562	K6+987.562	510.00	22 - 23	133.5050	0.0	0.0000	0.00%
24	7588.793	K7+588.793	450.00	23 - 24	601.2317	-60.0	-0.0998	-9.98%
25	7974.885	K7+974.885	450.00	24 - 25	386.0914	0.0	0.0000	0.00%
26	8126.927	K8+126.927	460.00	25 - 26	152.0423	10.0	0.0658	6.58%
27	8241.927	K8+241.927	450.00	26 - 27	115.0000	-10.0	-0.0870	-8.70%
28	8599.258	K8+599.258	450.00	27 - 28	357.3305	0.0	0.0000	0.00%
29	8704.600	K8+704.600	440.00	28 - 29	105.3423	-10.0	-0.0949	-9.49%
30	9099.276	K9+099.276	440.00	29 - 30	394.6758	0.0	0.0000	0.00%
31	9199.276	K9+199.276	430.00	30 - 31	100.0000	-10.0	-0.1000	-10.00%
B	9581.957	K9+581.957	430.00	31 - B	382.6814	0.0	0.0000	0.00%
TOTAL	9581.957	K9+581.957						

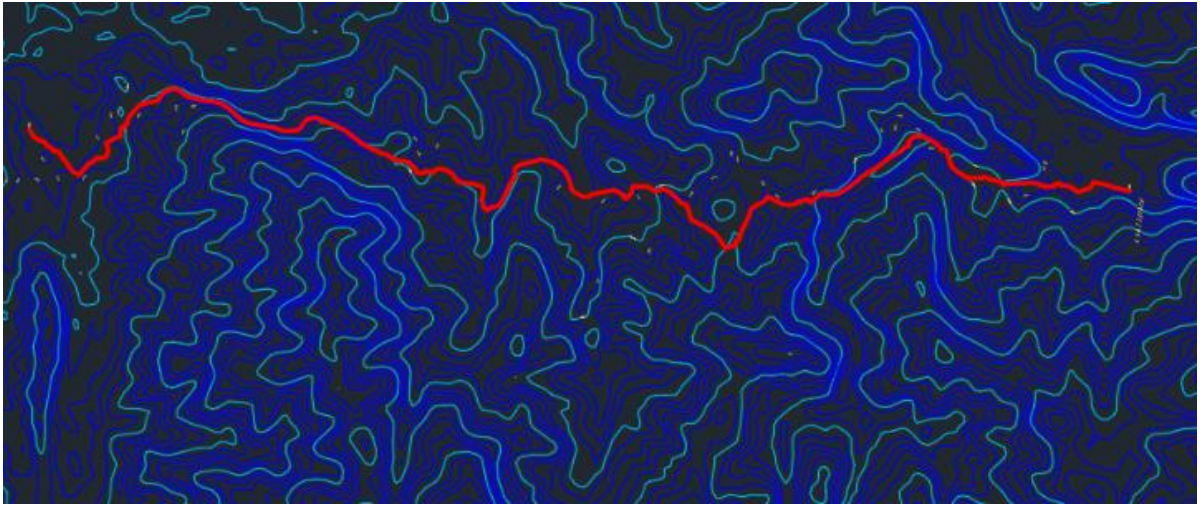
Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Resultados de la línea de pendiente o de ceros de la ruta N°2

	PUNTOS		ABSCISAS		COTAS (m.s.n.m)	TRAMO	Distancia Horizontal	Desnivel (m)	Pendiente	Pendiente (%)
RUTA 2	A	0.000	K0+0.00		425.00	-	-	-	-	-
	1	316.541	K0+316.541		425.00	A - 1	316.5407	0.0	0.0000	0.00%
	2	813.496	K0+813.496		465.00	1 - 2	496.9555	40.0	0.0805	8.05%
	3	1026.544	K1+026.544		465.00	2 - 3	213.0477	0.0	0.0000	0.00%
	4	1930.755	K1+930.755		550.00	3 - 4	904.2108	85.0	0.0940	9.40%
	5	3228.863	K3+228.863		550.00	4 - 5	1298.1083	0.0	0.0000	0.00%
	6	3733.369	K3+733.369		500.00	5 - 6	504.5062	-50.0	-0.0991	-9.91%
	7	4031.056	K4+031.056		500.00	6 - 7	297.6867	0.0	0.0000	0.00%
	8	4231.056	K4+231.056		520.00	7 - 8	200.0000	20.0	0.1000	10.00%
	9	4303.595	K4+303.595		520.00	8 - 9	72.5393	0.0	0.0000	0.00%
	10	4603.595	K4+603.595		490.00	9 - 10	300.0000	-30.0	-0.1000	-10.00%
	11	4872.022	K4+872.022		490.00	10 - 11	268.4267	0.0	0.0000	0.00%
	12	4992.649	K4+992.649		485.00	11 - 12	120.6273	-5.0	-0.0414	-4.14%
	13	5142.649	K5+142.649		500.00	12 - 13	150.0000	15.0	0.1000	10.00%
	14	5339.835	K5+339.835		500.00	13 - 14	197.1862	0.0	0.0000	0.00%
	15	5389.835	K5+389.835		505.00	14 - 15	50.0000	5.0	0.1000	10.00%
	16	5545.342	K5+545.342		505.00	15 - 16	155.5065	0.0	0.0000	0.00%
	17	5745.342	K5+745.342		525.00	16 - 17	200.0000	20.0	0.1000	10.00%
	18	5856.237	K5+856.237		525.00	17 - 18	110.8948	0.0	0.0000	0.00%
	19	6009.062	K6+009.062		540.00	18 - 19	152.8249	15.0	0.0982	9.82%
	20	6337.988	K6+337.988		540.00	19 - 20	328.9260	0.0	0.0000	0.00%
	21	6706.873	K6+706.873		510.00	20 - 21	368.8854	-30.0	-0.0813	-8.13%
	22	6920.277	K6+920.277		510.00	21 - 22	213.4044	0.0	0.0000	0.00%
	23	7022.355	K7+022.355		500.00	22 - 23	102.0779	-10.0	-0.0980	-9.80%
	24	7344.122	K7+344.122		500.00	23 - 24	321.7671	0.0	0.0000	0.00%
	25	7795.027	K7+795.027		455.00	24 - 25	450.9042	-45.0	-0.0998	-9.98%
	26	8020.818	K8+020.818		455.00	25 - 26	225.7914	0.0	0.0000	0.00%
	27	8122.857	K8+122.857		460.00	26 - 27	102.0394	5.0	0.0490	4.90%
	28	8172.857	K8+172.857		455.00	27 - 28	50.0000	-5.0	-0.1000	-10.00%
	29	8975.982	K8+975.982		455.00	28 - 29	803.1244	0.0	0.0000	0.00%
	30	9078.064	K9+078.064		445.00	29 - 30	102.0821	-10.0	-0.0980	-9.80%
	31	9319.914	K9+319.914		445.00	30 - 31	241.8501	0.0	0.0000	0.00%
	32	9469.914	K9+469.914		430.00	31 - 32	150.0000	-15.0	-0.1000	-10.00%
B	9852.595	K9+852.595		430.00	32 - B	382.6814	0.0	0.0000	0.00%	
TOTAL	9852.595	K9+852.595								

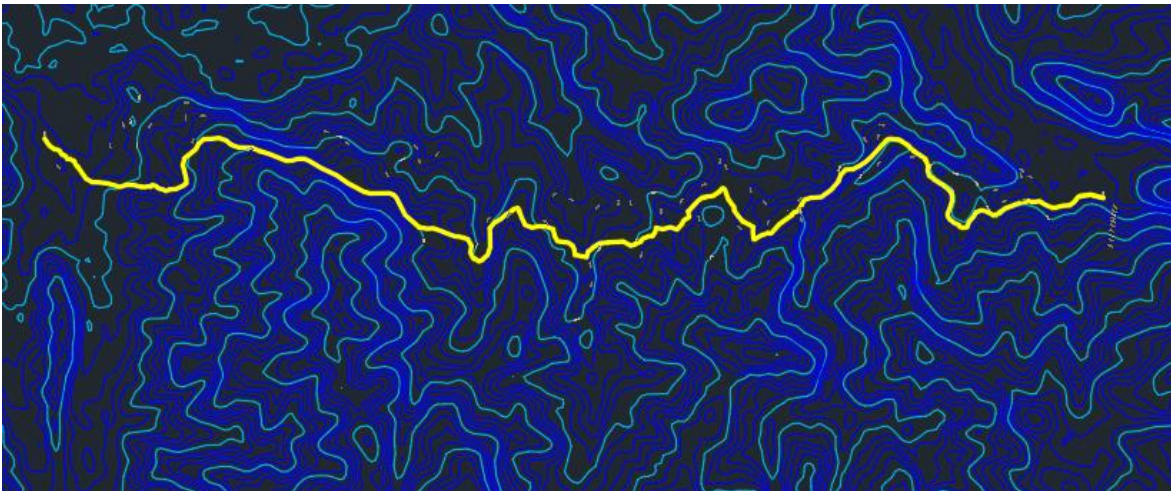
Fuente: Elaboración propia

Fig. 5: Alineamiento horizontal de la Ruta N°1



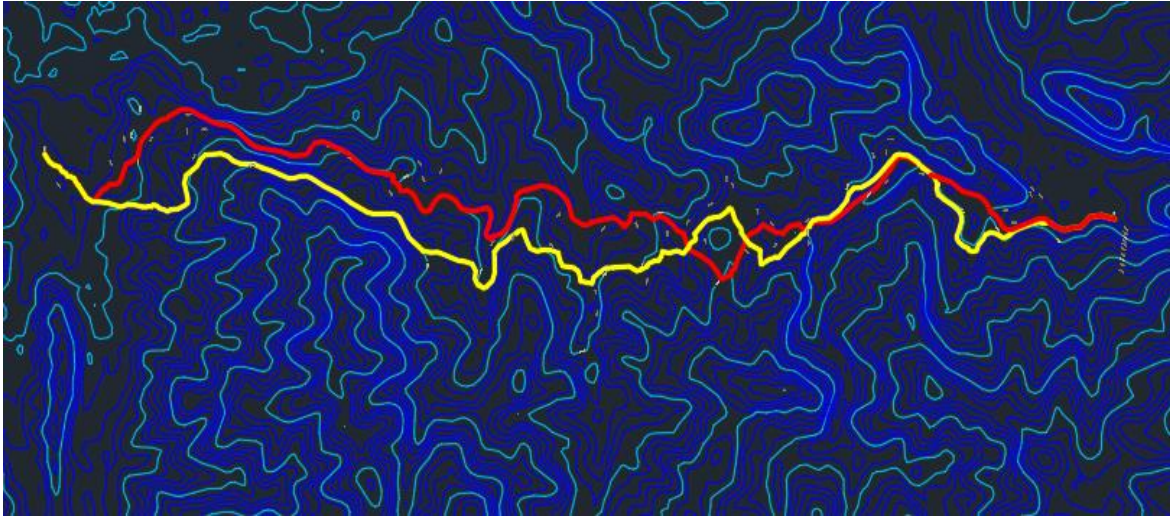
Fuente: Elaboración propia

Fig. 6: Alineamiento horizontal de la Ruta N°2



Fuente: Elaboración propia

Fig. 7: Alineamiento horizontal de ambas rutas



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de trazado de rutas según el Método de Bruce

Este método está basado en lo que es la longitud resistente, en la que compara la distancia equivalente en el terreno plano y la distancia real de la ruta. Asimismo, toma en cuenta el esfuerzo que realizan los vehículos al subir una cuesta, como también el desgaste de los frenos al bajar [22]. La longitud resistente está definida por la siguiente formula:

$$X_0 = X + k * \sum y$$

Donde:

X_0 = Longitud resistente (m)

X = Longitud total del trazado (m)

$\sum y$ = Desnivel o suma de desniveles (m)

k = Inverso del coeficiente de tracción

Tabla 20: Valores k para cada tipo de superficie

TIPO DE SUPERFICIE	VALOR MEDIO DE k
Carretera en tierra	21
Macadam	32
Pavimento asfáltico	35
Pavimento rígido	44

Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras – James Cárdenas Grisales [22]

La evaluación preliminar de las dos rutas, se hizo comparando sus pendientes, desniveles y longitudes. Para este estudio el tipo de superficie elegida es de pavimento asfáltico y con pendiente máxima menor del 10% (ver Tabla 20). De acuerdo con la ecuación anterior las longitudes resistentes para la ruta N°1 (ver Tabla 21) y para la ruta N°2 (ver Tabla 22) son:

Tabla 21: Longitud resistente de la ruta N°1

RUTA 1:			
DESNIVELES PERJUDICIALES POR CONTRAPENDIENTES:	=	190.0	m
x	=	9581.957	m
k	=	35.00	m
$\sum y$	=	190.00	m
X_0 =Longitud Resistente	=	16231.957	m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Longitud resistente de la ruta N°2

RUTA 2:			
DESNIVELES PERJUDICIALES POR CONTRAPENDIENTES:	=	205.0	m
x	=	9852.595	m
k	=	35.00	m
$\sum y$	=	205.00	m
X_0 =Longitud Resistente	=	17027.595	m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Longitud resistente de ambas rutas

COMPARACIÓN DE LONGITUDES RESISTENTES DE AMBAS RUTAS		
RUTAS N°	1	2
Longitud resistente	16231.96	17027.60
Puntaje	1	0

Fuente: Elaboración propia

Se optará por brindarle un punto a la ruta N°1, ya que tiene una longitud resistente menor que la ruta N°2.

Comparación de las pendientes ponderadas de ambas rutas

Después del alineamiento horizontal se procedió hacer una tabla resumen de ambas rutas en el cual se observó pendientes menores al 10%. Ya que cada ruta tiene tramos diferentes se realizó sacar la pendiente ponderada de ambas rutas (ver Tabla 23), la cual resulta de la multiplicación de la distancia por la pendiente en términos de valor absoluto, seguidamente sumar todos los valores de cada tramo y luego dividirlo entre la longitud total de cada ruta, lo cual se obtiene lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 24: Resultados de ambas rutas de acuerdo a sus pendientes ponderadas

RUTA N°1				RUTA N°2			
TRAMO	Distancia Horizontal	Pendiente (%)	Pendiente ponderada (%)	TRAMO	Distancia Horizontal	Pendiente (%)	Pendiente ponderada (%)
-	-	-	-	-	-	-	-
A - 1	316.5407	0.00%	0	A - 1	316.5407	0.00%	0
1 - 2	150.0080	6.67%	10	1 - 2	496.9555	8.05%	40
2 - 3	259.2941	0.00%	0	2 - 3	213.0477	0.00%	0
3 - 4	200.0000	7.50%	15	3 - 4	904.2108	9.40%	85
4 - 5	609.1218	0.00%	0	4 - 5	1298.1083	0.00%	0
5 - 6	251.4646	9.94%	25	5 - 6	504.5062	-9.91%	50
6 - 7	606.6285	0.00%	0	6 - 7	297.6867	0.00%	0
7 - 8	300.0000	10.00%	30	7 - 8	200.0000	10.00%	20
8 - 9	335.2231	0.00%	0	8 - 9	72.5393	0.00%	0
9 - 10	50.0000	-10.00%	5	9 - 10	300.0000	-10.00%	30
10 - 11	593.7759	0.00%	0	10 - 11	268.4267	0.00%	0
11 - 12	150.0000	-10.00%	15	11 - 12	120.6273	-4.14%	5
12 - 13	292.4501	0.00%	0	12 - 13	150.0000	10.00%	15
13 - 14	100.0000	10.00%	10	13 - 14	197.1862	0.00%	0
14 - 15	311.3665	0.00%	0	14 - 15	50.0000	10.00%	5
15 - 16	400.0795	-8.75%	35	15 - 16	155.5065	0.00%	0
16 - 17	177.0280	0.00%	0	16 - 17	200.0000	10.00%	20
17 - 18	710.6787	8.44%	60	17 - 18	110.8948	0.00%	0
18 - 19	50.0000	0.00%	0	18 - 19	152.8249	9.82%	15
19 - 20	405.0000	7.41%	30	19 - 20	328.9260	0.00%	0
20 - 21	135.4402	0.00%	0	20 - 21	368.8854	-8.13%	30
21 - 22	449.9569	-8.89%	40	21 - 22	213.4044	0.00%	0
22 - 23	133.5050	0.00%	0	22 - 23	102.0779	-9.80%	10
23 - 24	601.2317	-9.98%	60	23 - 24	321.7671	0.00%	0
24 - 25	386.0914	0.00%	0	24 - 25	450.9042	-9.98%	45
25 - 26	152.0423	6.58%	10	25 - 26	225.7914	0.00%	0
26 - 27	115.0000	-8.70%	10	26 - 27	102.0394	4.90%	5
27 - 28	357.3305	0.00%	0	27 - 28	50.0000	-10.00%	5
28 - 29	105.3423	-9.49%	10	28 - 29	803.1244	0.00%	0
29 - 30	394.6758	0.00%	0	29 - 30	102.0821	-9.80%	10
30 - 31	100.0000	-10.00%	10	30 - 31	241.8501	0.00%	0
31 - B	382.6814	0.00%	0	31 - 32	150.0000	-10.00%	15
			375	32 - B	382.6814	0.00%	405
TOTAL	9581.9570		3.91%	TOTAL	9852.5954		4.11%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Comparación de pendientes ponderadas

COMPARACIÓN DE LAS PENDIENTES PONDERADAS DE AMBAS RUTAS		
RUTAS N°	1	2
Pendiente ponderada	3.91%	4.11%
Puntaje	1	0

Fuente: Elaboración propia

Se optará por brindarle un punto a la ruta N°1, ya que tiene una pendiente ponderada menor que la ruta N°2.

Estudio topográfico

Información del área de estudio

Localización del proyecto

Está situada en la región selva baja del Perú en el distrito de Bellavista, provincia de Jaén y departamento de Cajamarca a una altitud de 421 m.s.n.m. que limita por el norte con el distrito de San Ignacio, por el sur con el río de Chamaya, por el este con la provincia de Bagua y por el oeste con el distrito de San José del Alto. Las coordenadas geográficas son 5° 38' 00" de latitud sur y 78°42' 30" de latitud oeste. El distrito cuenta con un área de 870,55km² de extensión, en la que se conforma por centros poblados y valles arroceros.

Fig. 8: Ubicación política del país de

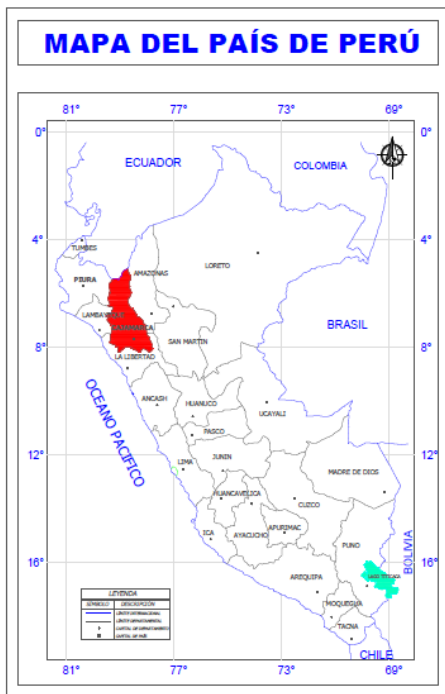


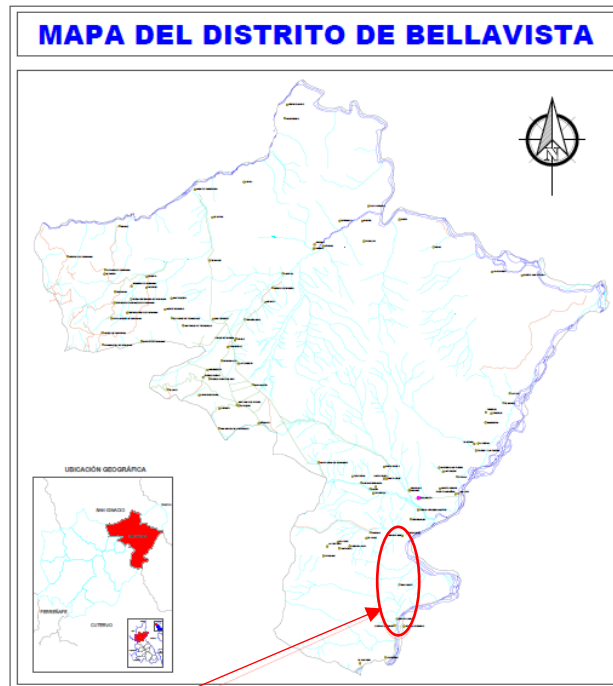
Fig. 9: Ubicación política del departamento de Cajamarca



Fig. 11: Ubicación política de la provincia de Jaén

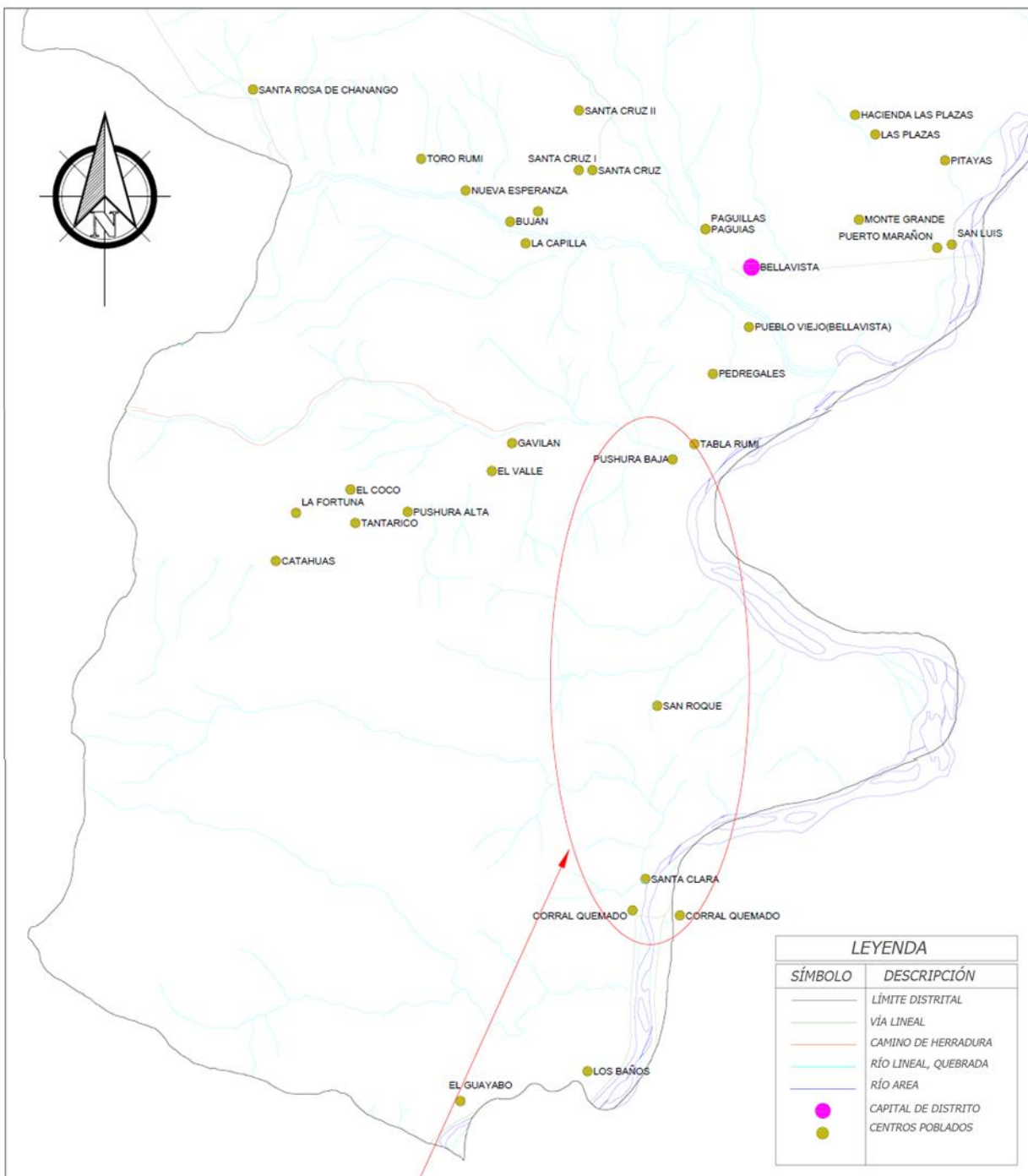


Fig. 10: Ubicación política del distrito de Bellavista



Localización: Diseño de la carretera La Pushura Baja - Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca

Fig. 12: Ubicación política de la zona del proyecto de

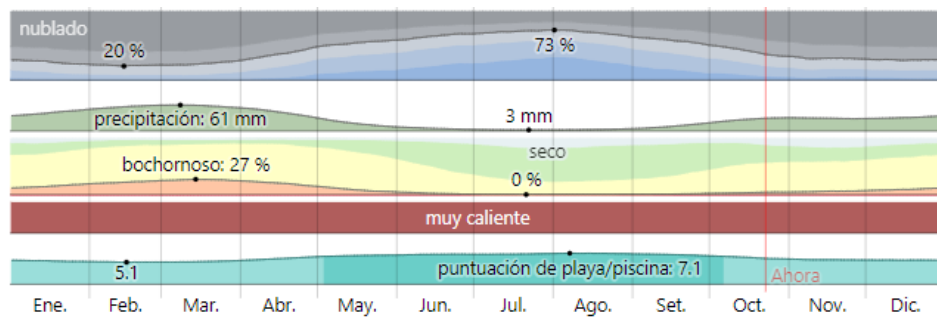


Localización: Diseño de la carretera La Pushura Baja - Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca

Clima

Durante el transcurso del año el distrito de Bellavista la temperatura oscila de 20°C a 34°C, raramente su temperatura puede llegar a más de 38°C y a menos de 18°C. Siendo los meses de mayo a octubre las épocas más calurosas, y los meses de octubre a mayo la de mayor precipitación. Sus veranos son mayormente nublados, cálidos y largos; mientras que en los inviernos son mayormente despejados, calurosos, cortos y secos.

Fig. 13: Clima en Bellavista

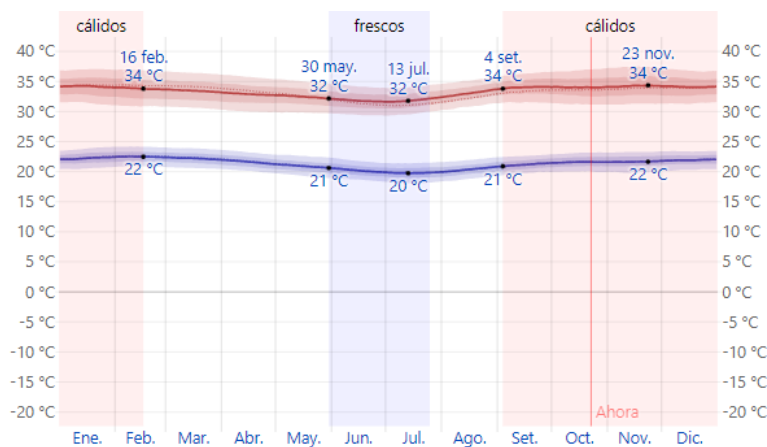


Fuente: Weather Spark

Temperatura promedio

En Bellavista el mes más cálido del año es en enero y el mes más frío del año es en julio, la temperatura promedio diaria es de 34°C. Su temporada fresca dura 1.8 meses y su temporada calurosa dura 5.4 meses.

Fig. 14: Temperatura máxima y mínima promedio en Bellavista

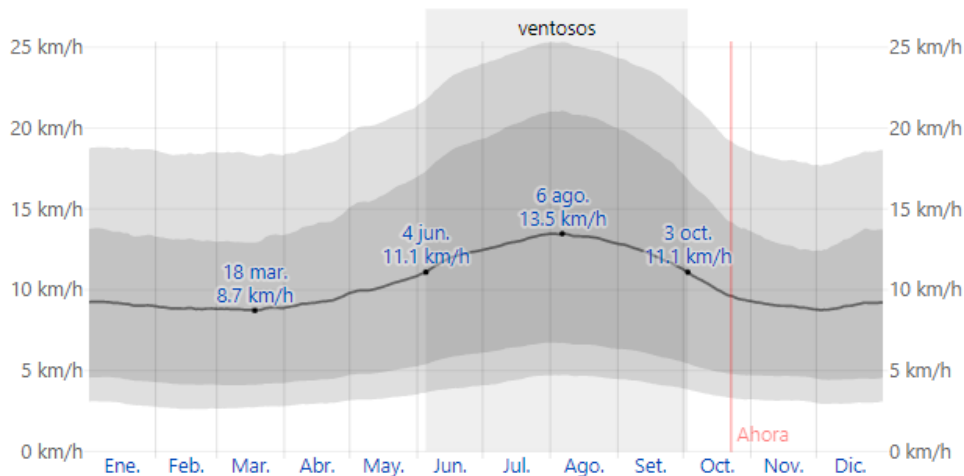


Fuente: Weather Spark

Viento

La velocidad de viento promedio en Bellavista tiene variaciones estacionales leves en cada año. La época con mayor viento del año es de junio a octubre con una velocidad promedio de viento de 11.1 km/h y la época con menor viento es en agosto con una velocidad promedio de 13.2 km/h.

Fig. 15: Velocidad promedio del viento en Bellavista

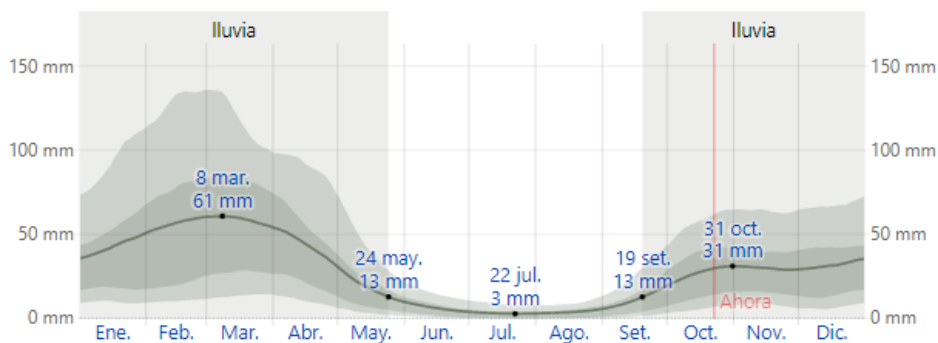


Fuente: Weather Spark

Lluvia

Bellavista experimenta una variación estacional significativa en la precipitación mensual. El mes menos lluvioso es en julio con un promedio de 3 mm de lluvia y el mes más lluvioso es en marzo con un promedio de 60 mm de lluvia.

Fig. 16: Promedio mensual de lluvia en Bellavista



Fuente: Weather Spark

Programa de trabajo

Se programo para el levantamiento topográfico los siguientes puntos:

- Posicionamiento de los puntos de control topográficos (estaciones) en coordenadas X, Y, Z.
- Levantamiento topográfico, con una equidistancia de las curvas de nivel cada 0.20 m.
- Procesado de los datos topográficos y dibujado de los planos.

Equipo de trabajo

Los equipos que se emplearon para realizar el levantamiento topográfico son:

- 01 estación total marca STONEX R1 PLUS
- 01 trípode topográfico de aluminio marca Leica GST05L
- 02 bastones telescópico para prisma marca Leica GLS12
- 02 prismas de marca Trimble
- 01 wincha global plus de 5 m marca Stanley
- 01 GPS Navegador Garmin Map 64s
- Clavos para techo con cabeza de paraguas
- Pintura Spray Rojo

Levantamiento topográfico

El proceso del levantamiento topográfico se llevó a cabo por estación total según el método de radiación. En el transcurso de la topografía de acuerdo con la ruta más optima se recopilaron datos topográficos cada 500 m de los puntos de monumentación y control de BMs. Asimismo, se obtuvieron puntos requeridos para el diseño de obras de arte de la carretera.

Tabla 26: Cuadro de coordenadas UTM WGS-84 de los BMs

BM	ESTE	NORTE
BM-0	755830.61	9370863.16
BM-1	755482.39	9370503.98
BM-2	755918.73	9370147.74
BM-3	756026.74	9369973.84
BM-4	755797.34	9369223.14
BM-5	755779.97	9369118.34
BM-6	755635.61	9368522.90
BM-7	755599.72	9368355.81
BM-8	755412.19	9367785.77
BM-9	755284.09	9367658.46
BM-10	755376.57	9367154.72
BM-11	755357.76	9366806.71
BM-13	754976.41	9366190.67
BM-12	755380.98	9366006.98
BM-14	755342.18	9365431.61
BM-15	755411.87	9365261.81
BM-16	755500.42	9364620.25
BM-17	755488.57	9364536.21
BM-18	755425.38	9363775.44
BM-19	755364.46	9363727.69
BM-20	755378.19	9363497.43
BM-21	755370.49	9363467.01

Trabajo de gabinete

Exportación de datos topográficos

El trabajo de gabinete consistió en exportar la data del equipo de estación total marca STONEX R1 PLUS al programa AutoCAD Civil 3D para el proceso de importar todos los datos obtenidos en campo fueron exportados correctamente obteniéndose una serie de puntos con las características de posición norte y este, así como de elevación.

Procesamiento de los datos topográficos

En esta fase se procesó los datos exportados (E, N, Z) correspondiente a la serie de nubes de puntos para el cual con el uso de programa AutoCAD Civil 3D se procedió a determinar la malla de triangulación y curvas de nivel a una equidistancia de 0.20 m, diferenciándose las curvas principales de 1 m de las secundarias de 0.20m.

Una vez obtenida las curvas de nivel, se procedió a determinar el perfil longitudinal y secciones topográficas.

Analizado los planos topográficos se tuvo que posesionar la rasante en el perfil longitudinal, compensando el corte y relleno y la pendiente de acuerdo a la norma DG-2018.

Asimismo, se tuvo que determinar las secciones transversales de diseño considerando la pendiente de diseño mostrada en el perfil longitudinal. Las secciones fueron realizadas cada 20 m en línea recta y en curva cada 10 a 5 m.

Dibujo de planos

Con toda la información que se obtuvo en campo y con los datos procesados, se empleó el programa AutoCAD Civil 3D para la elaboración del plano topográfico. En el plano se estará representando el relieve gráficamente en planta mediante las curvas de nivel.

Los de detalles de la escala fueron adecuadas según la hoja de diseño, con el formato y tipo de líneas para su posterior impresión.

Estudios de mecánica de suelos

Investigación de campo

Trabajo de campo

El trabajo de campo tuvo como objetivo recopilar la información necesaria para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo a través de un programa de exploración directa mediante la realización de once (11) calicatas asignadas al área de estudio y lo que permite tener una idea aproximada de la composición petrográfica del suelo.

Las calicatas fueron realizadas cada 1 kilómetro de aproximación a lo largo del tramo y a una profundidad mínima de 1.50 m según el Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos [13].

Tabla 27: Numero de Calicatas para cada tipo de carretera

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de Carreteras sección Suelos y Pavimentos [13]

Muestreo y registro de exploración

Las muestras de material que se obtuvieron en campo fueron se llevaron y analizaron en SUELOS GEOCONTROL S.R.L. en la ciudad de Jaén, provincia de Jaén y departamento de Cajamarca. La clasificación textural se realizó en SUCS y se determinaron los límites de Atterberg, los parámetros necesarios para evaluar la condición plástica y el límite líquido del suelo.

En cuanto a los resultados de las 11 calicatas se describen a continuación:

Tabla 28: Localización de cada calicata

CALICATA	PROGRESIVA	COORDENADAS	PROF.
C - 01	0 + 000	E= 755831.051 N= 9370853.146	0.10 - 1.50 m.
C - 02	1 + 000	E= 755802.256 N= 9370186.438	0.15 - 1.50 m.
C - 03	2 + 000	E= 755845.715 N= 9369384.285	0.10 - 1.50 m.
C - 04	3 + 000	E= 755668.957 N= 9368485.971	0.15 - 1.50 m.
C - 05	4 + 000	E= 755378.684 N= 9367773.451	0.10 - 1.50 m.
C - 06	5 + 000	E= 755401.019 N= 9367215.400	0.15 - 1.50 m.
C - 07	6 + 000	E= 755214.450 N= 9366422.506	0.10 - 1.50 m.
C - 08	7 + 000	E= 755322.270 N= 9365739.056	0.15 - 1.50 m.
C - 09	8 + 000	E= 755780.036 N= 9364946.509	0.10 - 1.50 m.
C - 10	9 + 000	E= 755344.991 N= 9364125.910	0.15 - 1.50 m.
C - 11	9 + 700	E= 755382.573 N= 9363484.359	0.10 - 1.50 m.

Ensayos de laboratorio

Se realizaron los ensayos de laboratorio para determinar los parámetros físicos y mecánicos del suelo. Para ello se realizan los siguientes ensayos, de acuerdo a las Normas A.S.T.M. (American Society For Testing and Materials), la Norma Técnica Peruana (NTP) y las Normas de la AASHTO:

Tabla 29: Ensayos de laboratorio para las calicatas

ENSAYOS DE LABORATORIO - CALICATAS	
ENSAYO	NORMA APLICABLE
A. GRANULOMETRICO	NTP 339.128 ASTM D 422
C. DE HUMEDAD	NTP 339.127 ASTM D 2216
CLASIFICACION (SUCS)	ASTM D 2487
DESCRIPCION VISUAL - MANUAL	ASTM D 2488
ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO	NTP 339.145 MTC - E - 132
PROCTOR MODIFICADO	NTP 339.141 AASHTO T-180 D
LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO	NTP 339.129 ASTM D 4318

Interpretación de resultados

Las muestras que se extrajeron se clasifico utilizando sistema SUCS y AASHTO. A continuación, se presenta una tabla resumen de todos los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio con su respectiva clasificación.

Tabla 30: Resumen de los ensayos de laboratorio

CALICAT A	MUESTR A	PROF.	W %	W OPT. %	DENSIDAD MAX. g/cm ³	CBR 95 %	CBR 100%	LL %	LP %	IP %	PAS A N°40	PASA N°20 0	SUCS	AASHTO
C-01	M-1	0.10 – 1.50	10.22	9.85	2.13	17.50	36.20	32.04	25.35	6.69	23.36	13.1 1	GM- GC	A-2-4 (0)
C-02	M-1	0.15 – 1.50	9.75	-	-	-	-	33.11	26.27	6.84	23.23	14.4 7	GM- GC	A-2-4 (0)
C-03	M-1	0.10 – 1.50	13.59					37.24	25.00	12.24	33.90	23.0 1	GC	A-2-6 (0)
C-04	M-1	0.15 – 1.50	12.60	11.90	2.05	18.40	34.60	34.28	22.45	11.83	33.56	22.1 1	GC	A-2-6 (0)
C-05	M-1	0.10 – 1.50	12.87	-	-	-	-	35.37	23.37	12.00	33.73	24.2 8	GC	A-2-6 (0)
C-06	M-1	0.15 – 1.50	13.05	-	-	-	-	33.25	21.04	12.21	32.93	22.9 3	GC	A-2-6 (0)
C-07	M-1	0.10 – 1.50	18.32	17.60	2.04	19.20	36.30	35.83	18.04	17.79	29.46	19.64	GC	A-2-6 (0)
C-08	M-1	0.15 – 1.50	13.45	-	-	-	-	34.14	21.21	12.93	30.04	21.09	GC	A-2-6 (0)

C-09	M-1	0.10-1.50	13.10	-	-	-	-	35.80	23.04	12.76	31.68	22.34	GC	A-2-6(0)
C-10	M-1	0.15-1.50	17.65	-	-	-	-	33.61	17.31	16.30	32.74	22.02	GC	A-2-6(0)
C-11	M-1	0.10-1.50	9.81	9.15	2.12	20.35	42.10	32.18	25.68	6.50	21.79	12.71	GM-GC	A-1-a(0)

Tabla 31: Resultados de los ensayos de CBR

CALICATA	KM	C.B.R. (95%)
C – 01	0+000	17.50
C – 04	3+000	18.40
C – 07	6+000	19.20
C – 11	9+700	20.35
CBR DISEÑO (PROMEDIO)		18.86

Según el Manual Suelos nos indica el número de CBR que se debe realizar de acuerdo al tipo de carretera. El cual nos menciona que cada 3 km se realizara un CBR (Ver Tabla 32).

Tabla 32: Número de CBR y Mr para cada tipo de carretera

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

Fuente: Manual de Carreteras sección Suelos y Pavimentos [13]

Tabla 33: Categorización de la subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos [13].

Según los resultados del CBR obtenidos en laboratorio y teniendo en consideración el Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos; la subrasante del proyecto se clasifica como una Subrasante Buena (S₃), ya que se encuentra entre los rangos de mayor igual al 10% y menor que el 20%.

Diseño geométrico

Ubicación del proyecto

El presente estudio tiene como ubicación política y geográfica:

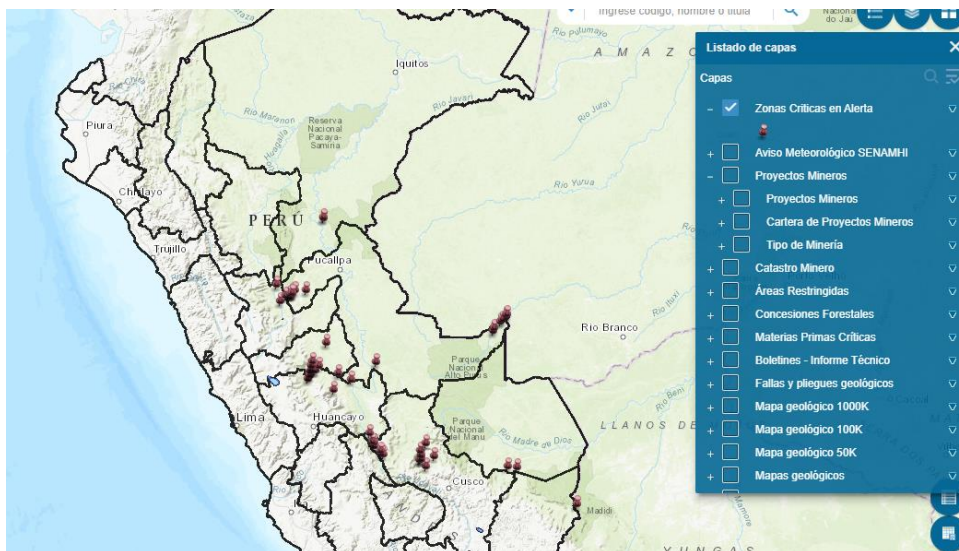
País	:	Perú
Departamento	:	Cajamarca
Provincia	:	Jaén
Distrito	:	Bellavista
Centros Poblados (Tramo)	:	La Pushura Baja – Corral Quemado
Zona	:	Rural
Región Natural	:	Sierra
Coordenadas Norte y Este	:	755833.77 – 9370854.55 (La Pushura Baja)
Coordenadas Norte y Este	:	755384.94 – 9363481.30 (Corral Quemado)

Estudios preliminares

Zonas críticas en Alerta

En la siguiente figura extraída de la página de Geocatmin se observa que en el departamento de Cajamarca no se registran zonas críticas en alerta.

Fig. 17: Mapa que indica la ausencia de zonas críticas en alerta en el departamento de Cajamarca

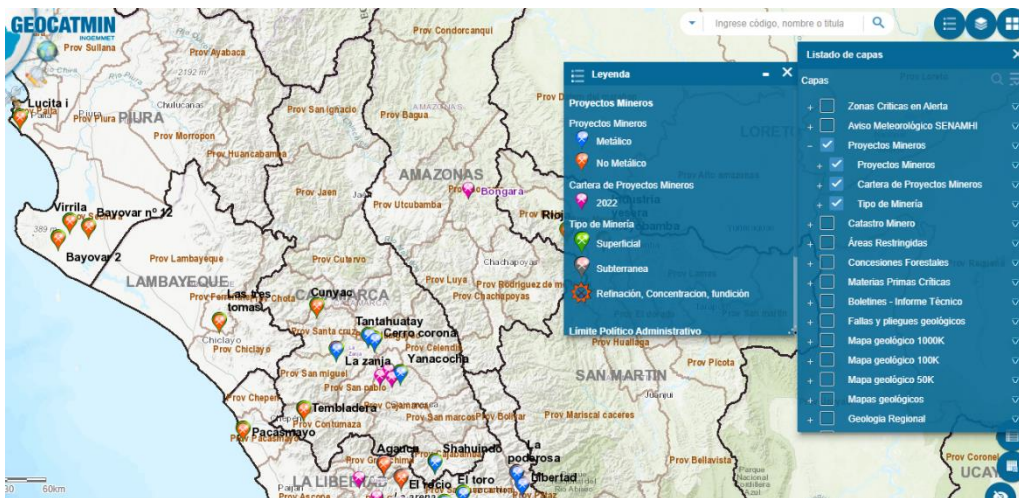


Fuente: Geocatmin

Proyectos mineros

Si existen proyectos mineros en el departamento de Cajamarca, pero el área de estudio no se ve afectada, ya que se encuentra en la provincia de Jaén; en el cual no se registra ningún proyecto minero.

Fig. 18: Mapa que indica la ausencia de proyectos mineros en la provincia de

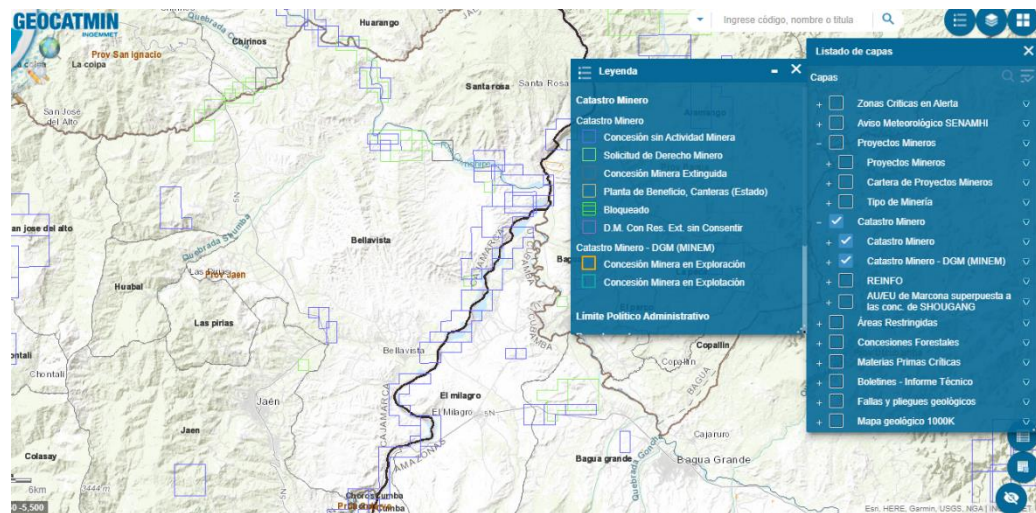


Fuente: Geocatmin

Catastro minero

Según información extraída se observó que la zona de estudio cuenta con una concesión sin actividad minera.

Fig. 19: Mapa que indica el Catastro minero en el distrito de Bellavista



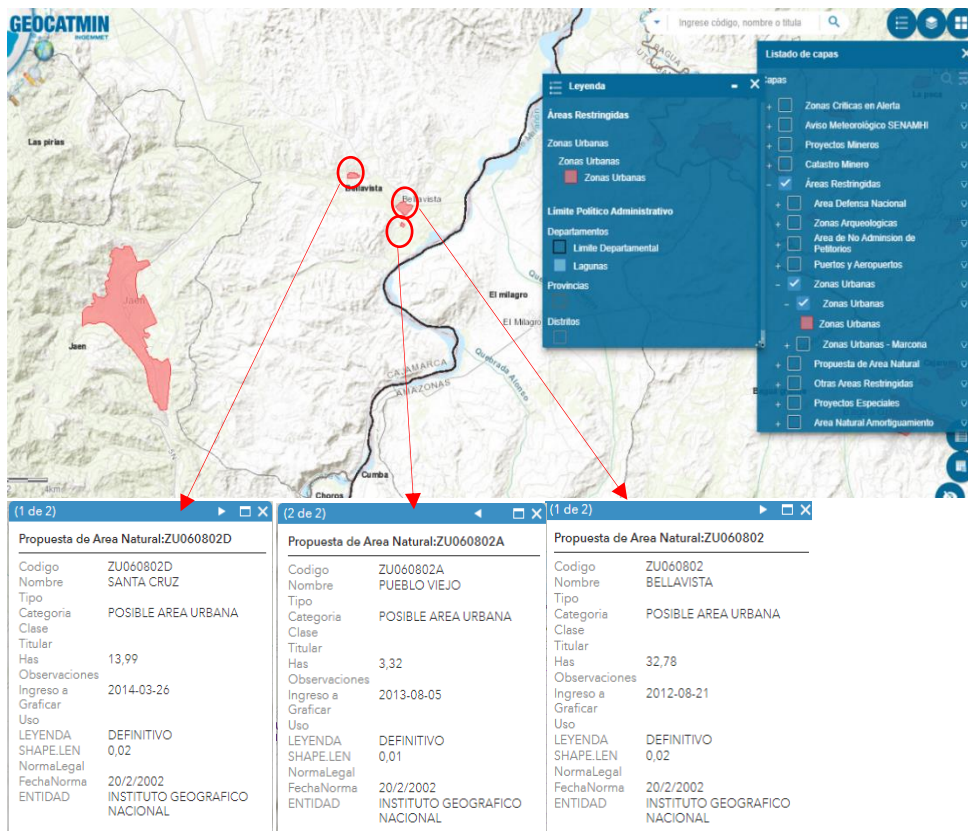
Fuente: Geocatmin

Áreas restringidas

Zonas urbanas

En el distrito de Bellavista, cercano al área de proyecto se registró 1 zona urbana llamado Pueblo Viejo y 2 zonas urbanas un poco más retiradas del proyecto llamados, Bellavista y Santa Cruz.

Fig. 20: Mapa que indica las zonas urbanas del distrito de Bellavista, cerca al proyecto

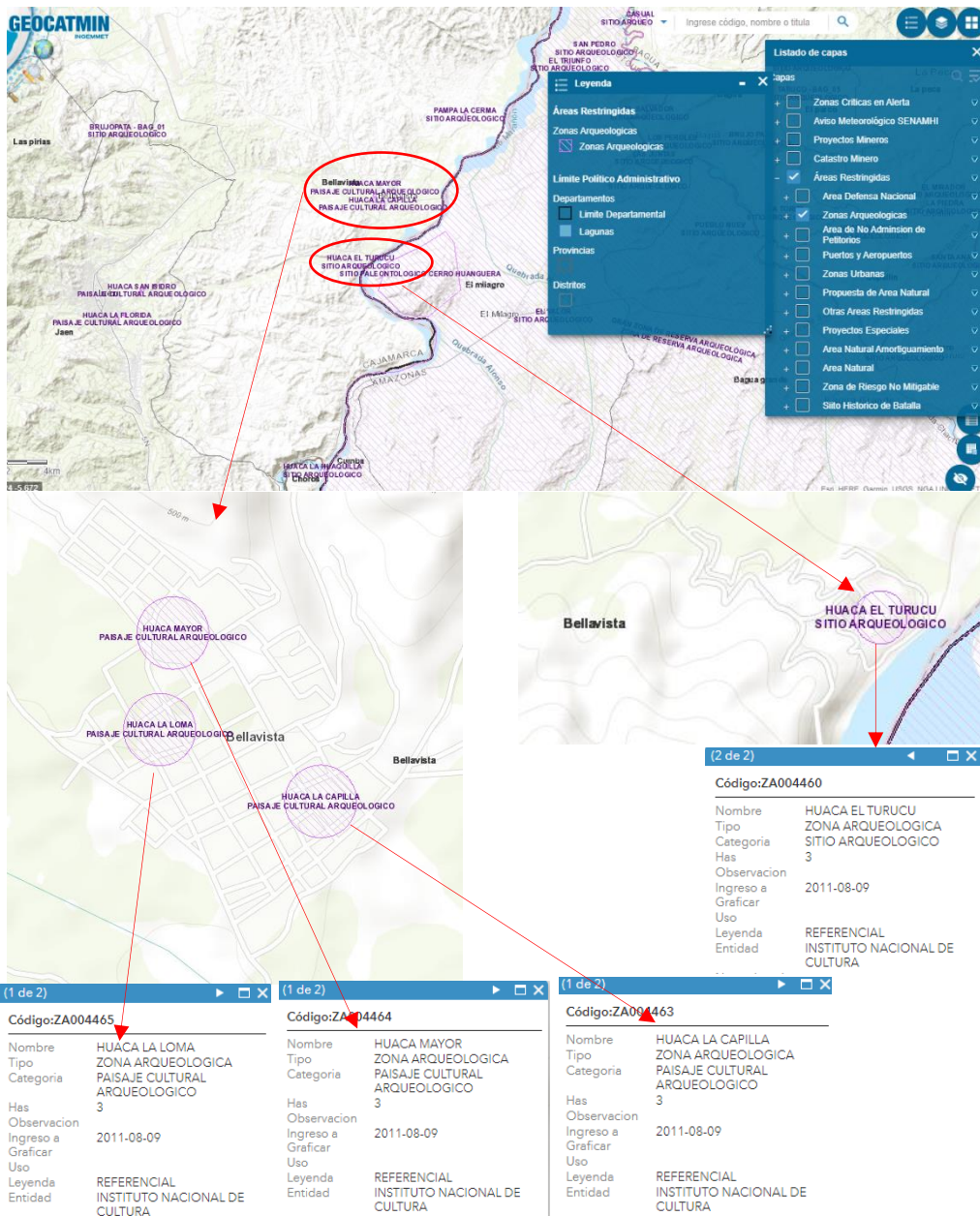


Fuente: Geocatmin

Zonas arqueológicas

Se identifico 01 zona arqueológica cercana al área del proyecto llamado Huaca El Turucu, lo cual se tendrá en consideración al momento de realizar el diseño geométrico para no afectar esta área importante para nuestra cultura. Asimismo, se identificaron 03 zonas arqueológicas un poco más alejados de la zona del proyecto que tienen por nombres: Huaca La Loma, Huaca Mayor y Huaca La Capilla.

Fig. 21: Mapa que indica las zonas arqueológicas en el distrito de Bellavista cercanas al proyecto

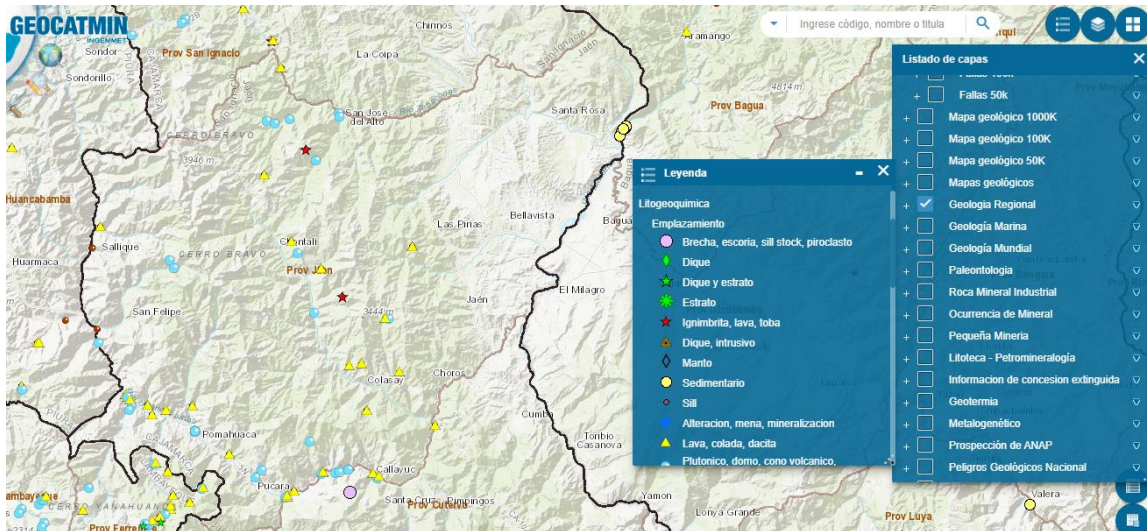


Fuente: Geocatmin

Geología regional

Se observo que en el distrito de Bellavista según la geología regional no presenta: estudio petrográfico ni tampoco lito geoquímica.

Fig. 22: Mapa que indica la geología regional del distrito de Bellavista

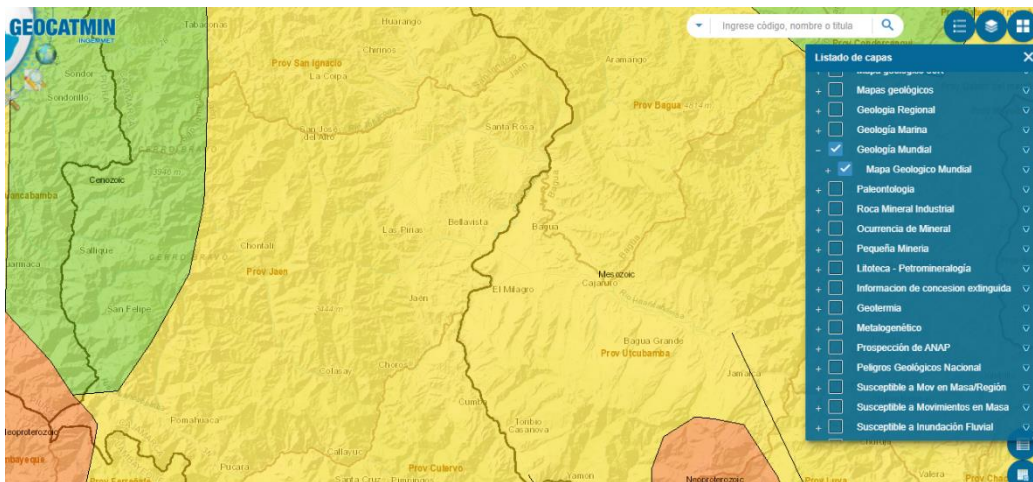


Fuente: Geocatmin

Geología mundial

Según el estudio de geología mundial que estudia eventos del pasado terrestre, el mapa nos muestra que el distrito de Bellavista está clasificado como Era Mesozoica más conocida como “edad de los reptiles”.

Fig. 23: Mapa que indica la geología mundial en el distrito de Bellavista



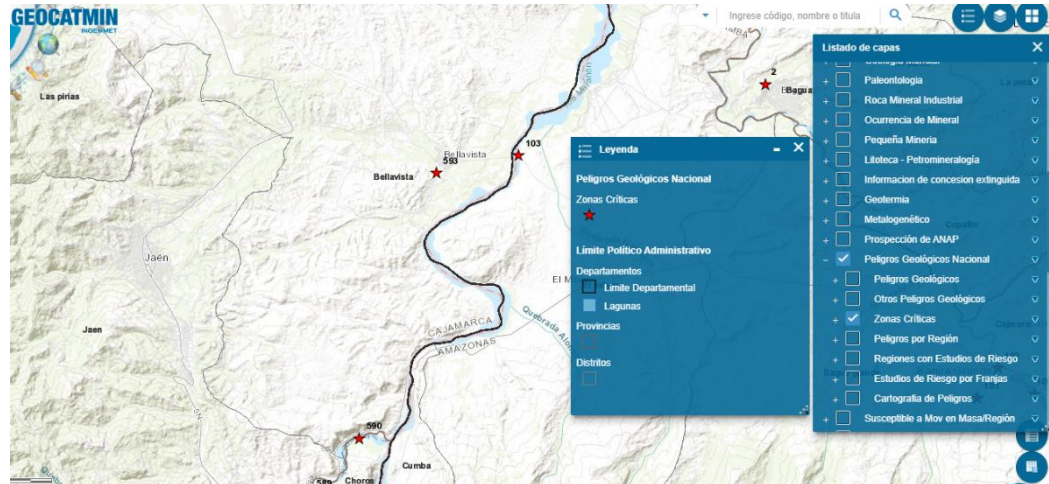
Fuente: Geocatmin

Peligros geológicos nacional

Zonas críticas

Se observó que en el distrito de Bellavista existe un lugar como zona crítica, pero en la zona de estudio no hay ningún registro de este.

Fig. 24: Mapa que indica las zonas críticas en el distrito de Bellavista

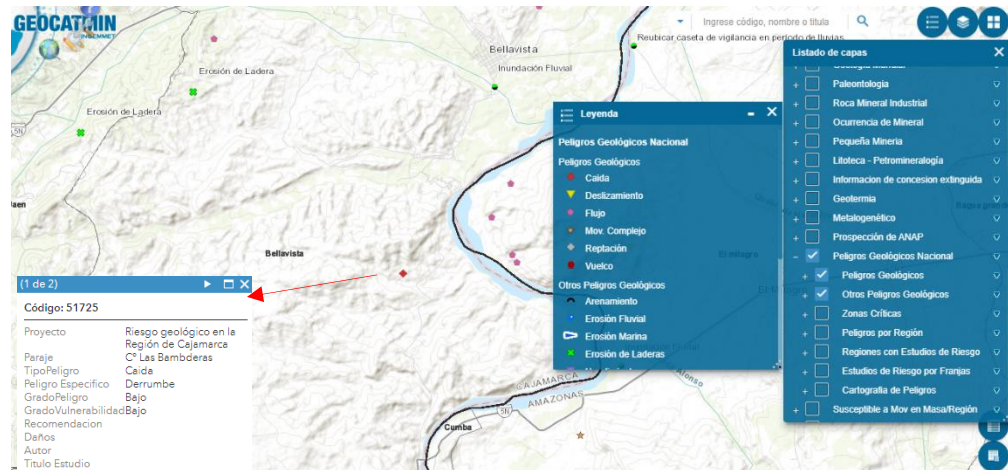


Fuente: Geocatmin

Peligros geológicos

En la zona de estudio se identificó un peligro geológico clasificado como derrumbe.

Fig. 25: Mapa que indica los peligros geológicos en el distrito de Bellavista

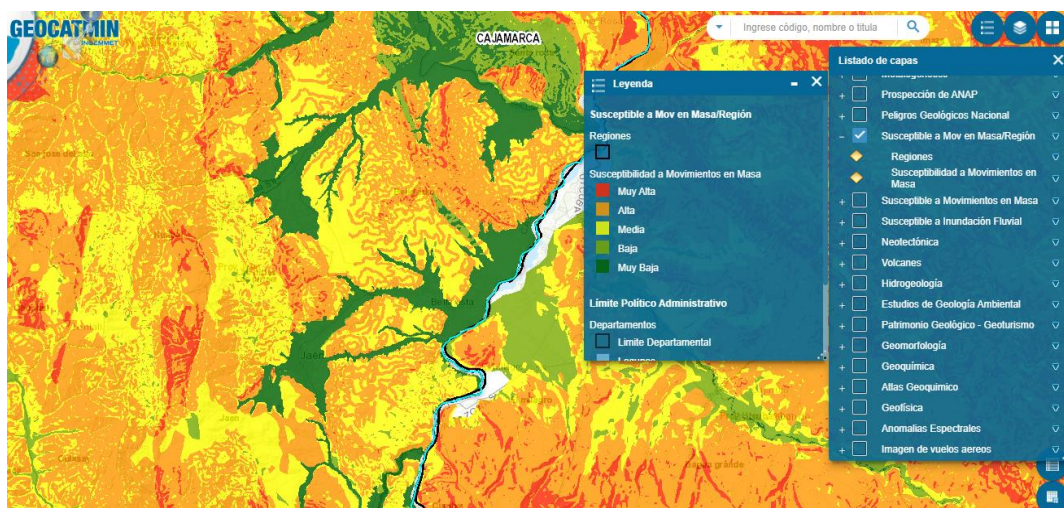


Fuente: Geocatmin

Susceptibilidad a movimientos en masa

El movimiento de masa es esencialmente un proceso gravitatorio en el que una parte de la masa terrestre se desplaza a un nivel inferior al que originalmente estaba, sin la mediación aparente de ningún medio de transporte, solo es necesario vencer la fuerza estabilizadora por la fuerza desestabilizadora. En cuanto, al distrito de Bellavista se observó que según la susceptibilidad a movimientos en masa es media y alta.

Fig. 26: Mapa que indica las zonas susceptibles a los movimientos en masa en el distrito de Bellavista

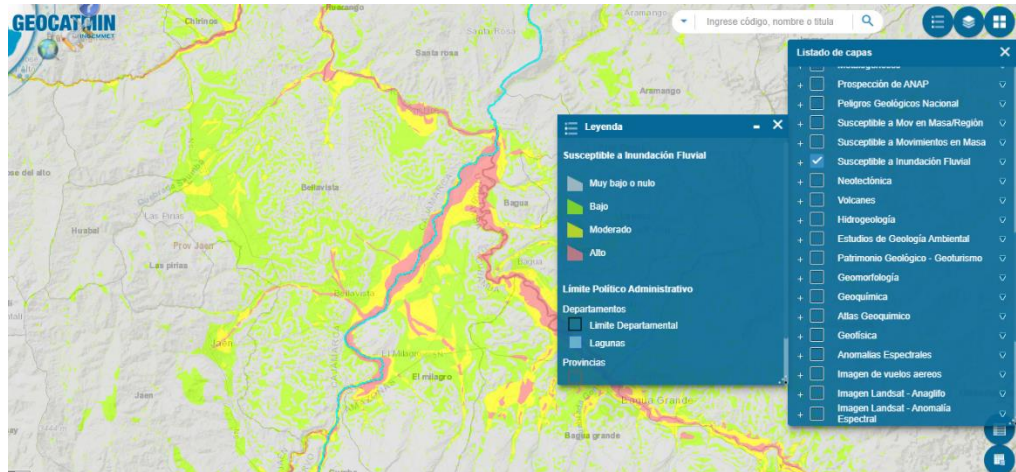


Fuente: Geocatmin

Susceptible a Inundación Fluvial

Las inundaciones fluviales, o inundaciones de ríos ocurren cuando el nivel del agua en un lago o arroyo sube y desborda la costa y las áreas circundantes. El aumento del nivel del agua puede deberse a fuertes lluvias o deshielo. Se observo que las inundaciones fluviales son bajo y muy bajo.

Fig. 27: Mapa que indica la susceptibilidad a inundaciones fluviales en el distrito de Bellavista

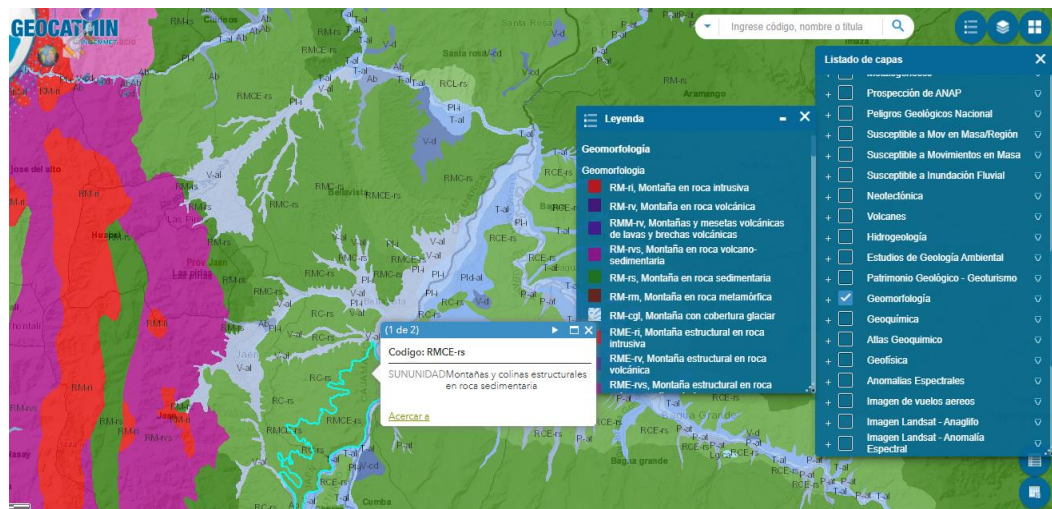


Fuente: Geocatmin

Geomorfología

Según la ciencia que estudia las formas de la corteza terrestre, nuestra zona de estudio es considerada como: montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria.

Fig. 28: Mapa que indica la Geomorfología en el distrito de Bellavista

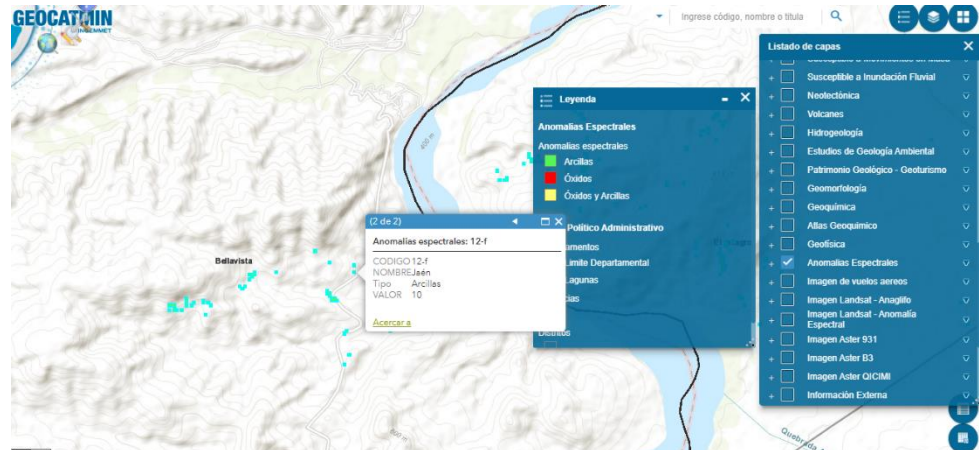


Fuente: Geocatmin

Anomalías espectrales

Su definición de anomalía espectral es una respuesta significativamente diferente de un pixel de imagen en relación con el entorno. Donde se identificó que existe anomalía espectral en cuanto a sus arcillas.

Fig. 29: Mapa que indica anomalías espectrales en el distrito de Bellavista

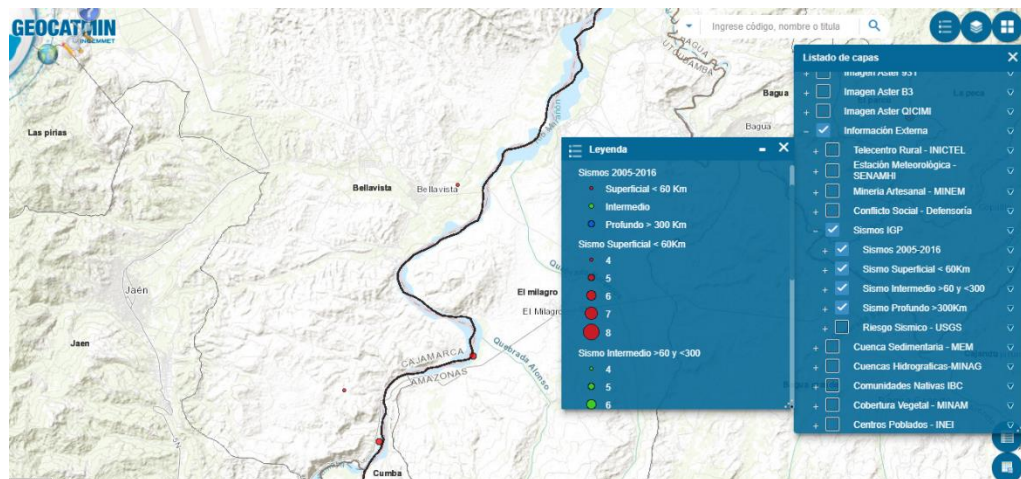


Fuente: Geocatmin

Sismos IGP (Instituto Geofísico del Perú)

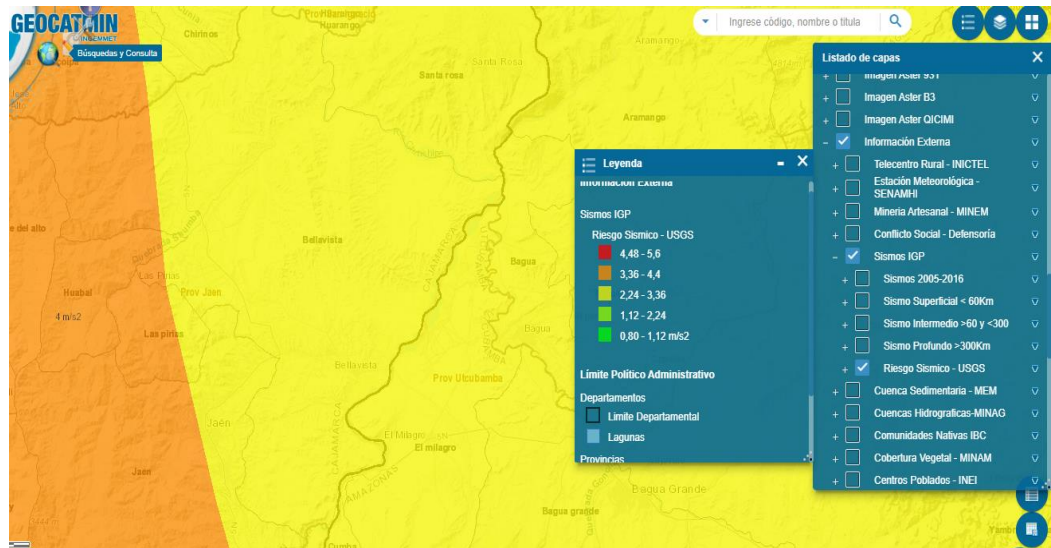
Se observo que la zona de estudio se registraron sismos superficiales < 60 km y que según el área de riesgo sísmico es de 2.24 – 3.36 m/s².

Fig. 30: Mapa que indica sismos superficiales en el distrito de Bellavista



Fuente: Geocatmin

Fig. 31: Mapa que indica el riesgo sísmico en el distrito de Bellavista

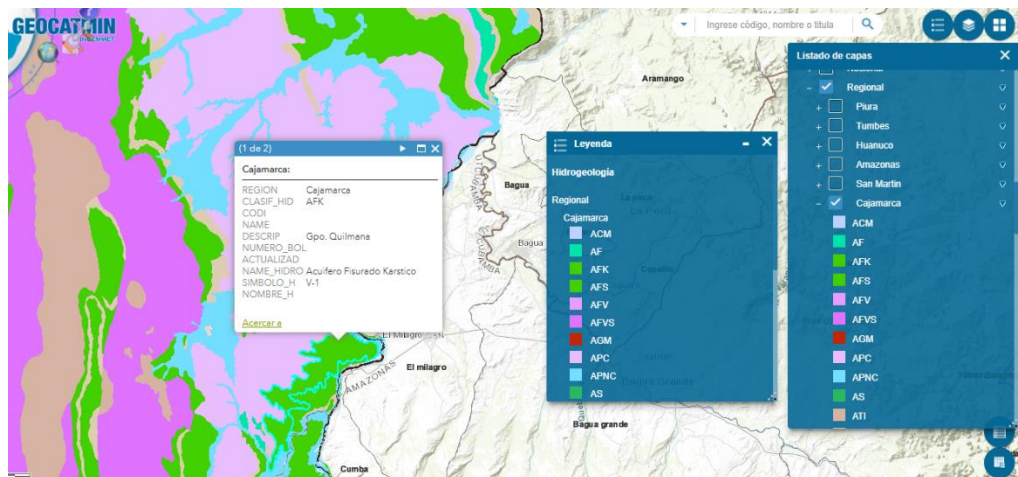


Fuente: Geocatmin

Hidrogeología

Estudia fuentes de agua subterránea para determinar su origen, circulación, condiciones geológicas, interacciones con el suelo, las rocas y los humedales; su estado y naturaleza y su desarrollo. Según nos muestra el mapa siguiente la zona de estudio se encontró que está clasificada como Acuífero Fisurado Kárstico, es un recurso estratégico en muchas regiones del mundo. Estos son acuíferos involucrados principalmente en la fracturación y disolución de formaciones carbonatadas.

Fig. 32: Mapa que indica la hidrogeología en el distrito de

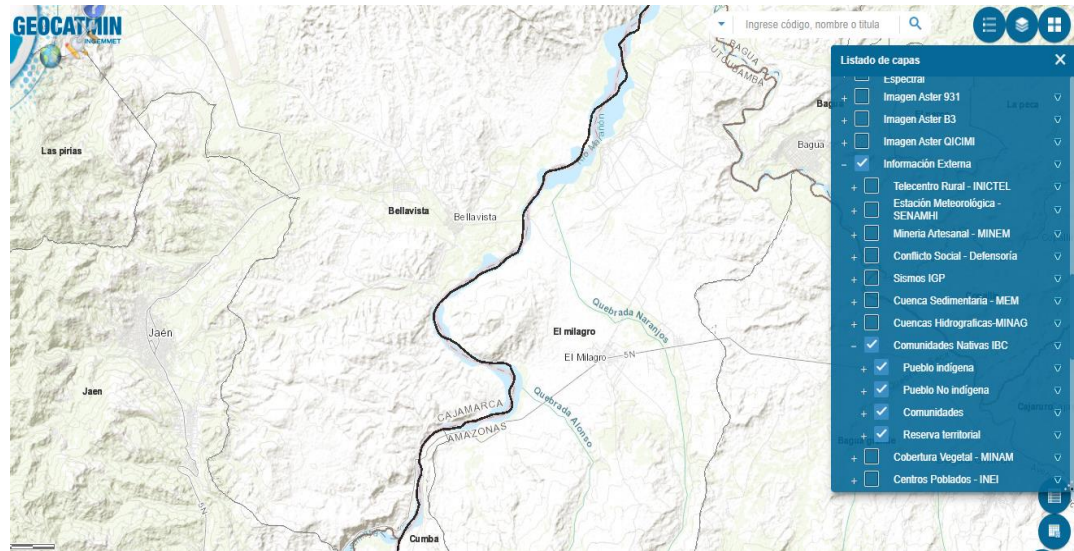


Fuente: Geocatmin

Comunidades Nativas

Como bien se sabe, las comunidades nativas podrían presentar un obstáculo en la ejecución de un proyecto de carretera; sin embargo, en esta zona a estudiar no se ha encontrado ningún pueblo indígena y tampoco ninguna reserva territorial.

Fig. 33: Mapa que indica las Comunidades Nativas en el distrito de Bellavista

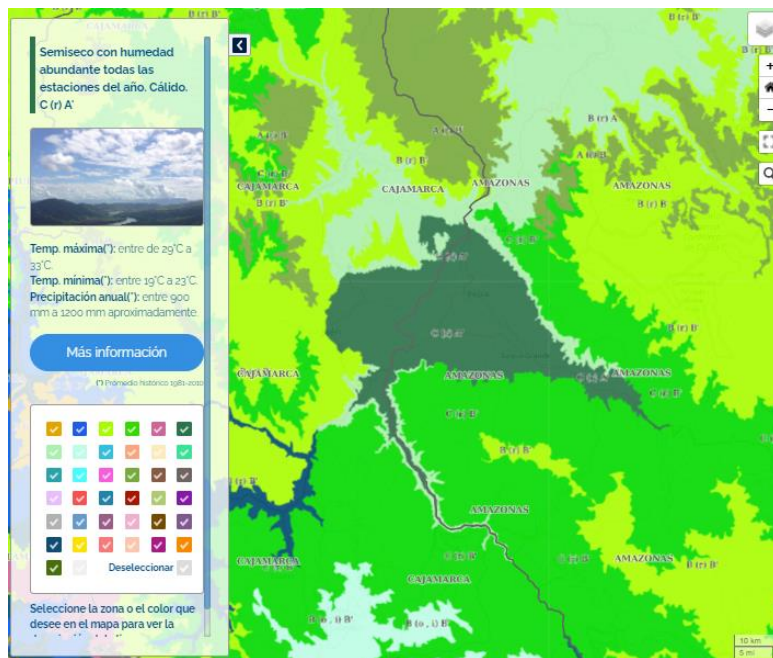


Fuente: Geocatmin

Clima

La zona de estudio presenta un clima cálido, semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año. Con una temperatura máxima de entre 29°C a 33°C y una temperatura mínima de entre 19°C a 23°C. Asimismo cuenta con una precipitación de entre los 900 mm hasta los 1200 mm aproximadamente.

Fig. 34: Mapa Climático del distrito de Bellavista

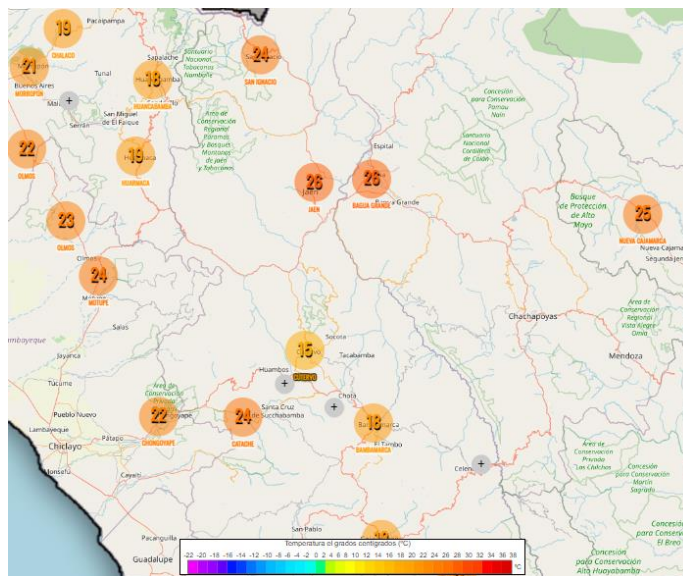


Fuente: Senamhi

Monitoreo de Temperatura

Según registro del Senamhi la provincia de Jaén presenta una temperatura de 26° C.

Fig. 35: Mapa que indica el Monitoreo de Temperatura en la provincia de



Fuente: Senamhi

Características de la vía

Las características técnicas para el diseño geométrico de la carretera La Pushura Baja - Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca que se obtuvo fueron las siguientes:

- Clasificación de la carretera por demanda : Carretera de tercera clase
- Clasificación de la carretera por orografía : Terreno accidentado (tipo 3)
- Vehículo de diseño : B2
- Velocidad de diseño : 30 km/h
- Distancia de visibilidad de parada : 35 m
- Longitud mínima para trazados en “S” : 42 m
- Longitud mínima para el resto de casos : 84 m
- Longitud máxima deseable : 500 m
- Radio mínimo : 25 m
- Radio mínimo casos especiales : 15 m
- Sobreancho : 5.27
- Sobreancho curvas críticas : 9.50
- Pendiente máxima : 10%
- Calzada : 6 m
- Berma : 0.50 m
- Inclinación de las bermas : 4%
- Bombeo : 2.5%
- Peralte máximo absoluto : 12%
- Peralte máximo normal : 8%

- Talud de corte <5 m : 1:1
- Talud de corte 5-10 m : 1:1
- Talud de corte >10 m : banquetas
- Talud de relleno <5 m : 1:1.5
- Talud de relleno 5-10 m : 1:1.75
- Talud de relleno >10 m : 1:2

Normas de diseño

- Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018
- Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos
- Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Geología y Geotecnia
- Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje

Clasificación de la carretera

Clasificación por demanda

El IMDA obtenido de acuerdo al estudio de tráfico es de 112 veh/día. Por lo tanto, la carretera se clasifica como una trocha carrozable, ya que tiene un IMDA menor a 200 veh/día.

Cabe señalar que se realizó el diseño geométrico teniendo como consideración una carretera de tercera clase, el cual brinde un mayor beneficio a la comunidad y seguridad. Se tomará todos los criterios de diseño de acuerdo al Manual de Carreteras DG-2018, tratando de adaptar la norma en lo mayor posible.

Clasificación por orografía

Se clasifica según su orografía como un terreno accidentado (tipo 3), de acuerdo a las pendientes transversales al eje de la vía que varían entre 51% y 100%.

Criterios básicos para el Diseño Geométrico

Vehículo de diseño

El vehículo pesado comercial más grande según el estudio de tráfico que se ha realizado es el camión de dos ejes (C2). Pero de acuerdo al Manual DG-2018 de carreteras no aparece en la clasificación de vehículos de datos básicos. Es por ello que se recurrió a revisar el Reglamento Nacional de Vehículos y solo se pudo encontrar la longitud máxima que es de 12.30 m para el vehículo C2.

Por tal motivo se utilizó finalmente el Ómnibus de dos ejes (B2) ya que de acuerdo al manual de carreteras DG-2018 tiene características semejantes. La tabla siguiente evidencia los tipos de vehículos de diseño para carreteras:

Tabla 34: Vehículo de diseño

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio min. 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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 35: Radios mínimos y máximos para un B2

Ángulo trayectoria	R máx Exterior vehículo (E)	R mín Interior Rueda (J)	Ángulo Máximo dirección
30°	13.76 m	10.17 m	20.2°
60°	14.09 m	8.68 m	30.0°
90°	14.24 m	7.96 m	34.9°
120°	14.31 m	7.59 m	37.4°
150°	14.35 m	7.40 m	38.7°
180°	14.37 m	7.30 m	39.3°

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Velocidad de diseño

La velocidad de diseño que se escogió para el diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca de acuerdo a su clasificación y orografía es de 30 km/h según el DG-2018.

Tabla 36: Velocidad de diseño de acuerdo al tipo de carretera

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Distancia de visibilidad

Distancia de visibilidad de parada

Se ha considerado una distancia de visibilidad de parada de 35 m conforme a la velocidad de diseño de 30 km/h.

Tabla 37: Distancia de visibilidad de parada

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	93.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

La distancia de visibilidad de paso o adelantamiento que se ha considerado es de 200 m conforme a la velocidad de diseño de 30 km/h.

Tabla 38: Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 39: Porcentaje deseable y mínimo de la carretera

Condiciones orográficas	% mínimo	% deseable
Terreno plano Tipo 1	50	> 70
Terreno ondulado Tipo 2	33	> 50
Terreno accidentado Tipo 3	25	> 35
Terreno escarpado Tipo 4	15	> 25

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Diseño Geométrico en Planta

Tramos en tangente

Las longitudes de tramos en tangente están calculadas con las fórmulas siguientes:

$$L_{min.s} = 1.39 * V$$

$$L_{min.o} = 2.78 * V$$

$$L_{máx} = 16.70 * V$$

Donde:

V = velocidad de diseño

$L_{m\acute{a}x}$ = longitud máxima deseable

$L_{min.o}$ = longitud mínima para el resto de casos

$L_{min.s}$ = longitud mínima para trazados en ‘‘S’’

Resolviendo las fórmulas antes mencionadas donde la velocidad de diseño es de 30 km/h, las longitudes de tramos en tangente seran:

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

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

$$L_{m\acute{a}x} = 501 \text{ m}$$

Tabla 40: Longitud mínima y máxima del tramo tangente

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Radios mínimos en curvas circulares

Para el caso de radios mínimos en una carretera de tercera clase, se aplicó la formula siguiente:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0.01 * em\acute{a}x + fm\acute{a}x)}$$

Donde:

V = velocidad de diseño

R_{min} = radio mínimo

$e_{m\acute{a}x}$ = valor máximo del peralte

$f_{m\acute{a}x}$ = coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V

Según el manual DG-2018 nos menciona que una carretera de tercera clase en un área rural (accidentada o escarpada) el radio mínimo debe ser de 25 m. Es importante mencionar que la topografía es un factor importante y en casos especiales el radio podra reducirse a 15 m, con los parámetros correspondiente para que el vehículo de diseño (B2) pueda hacer giros de 180 ya que su radio mínimo es de 14.37 m.

Tabla 41: Peraltes máximos y radios mínimos del diseño para carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	D máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
rea urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
rea rural (con peligro de hielo)	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110
	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
rea rural (plano u ondulada)	120	6.00	0.09	755.9	755
	130	6.00	0.08	950.5	950
	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
rea rural (accidentada o escarpada)	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
	130	8.00	0.08	831.7	835
	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
100	12.00	0.12	328.1	330	
110	12.00	0.11	414.2	415	
120	12.00	0.09	539.9	540	
130	12.00	0.08	665.4	665	

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 42: Fricción máxima transversal en curvas

Velocidad de diseño Km/h	$f_{m\acute{a}x}$
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 43: Radio mínimo, valores límites de fricción y peralte máximos para cada velocidad de diseño

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{m\acute{a}x}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Transición de peralte

La curva es la pendiente horizontal de la carretera, su tarea es reducir la fuerza centrífuga del vehículo. La transición al giro es un trazo del borde del camino donde se puede observar un cambio gradual de pendiente. Para autopistas de clase III, la longitud mínima de cruce en un giro será:

Es la inclinación transversal de la carretera, tiene por objetivo reducir la fuerza centrífuga del vehículo. Así mismo, la transición de peralte viene a ser la traza del borde de la calzada, donde hay cambios graduales de la pendiente.

La longitud mínima de transición de peralte para carreteras de tercera clase será de

Tabla 44: Longitud mínima de transición de bombeo para cada velocidad de diseño

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Sobreancho

Variará según la velocidad de diseño, radio de la curva y tipo de vehículo. Se calcula con la fórmula siguiente.

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

Donde:

Sa = sobreebanco

V = velocidad de diseño

n = número de carriles

L = distancia entre eje posterior y parte frontal

R = radio

De acuerdo al vehículo de diseño B2, el valor de L se considerará 10.55m. Para los casos en el radio de 25 m, el sobreebanco será de 5.27 m. Asimismo en el caso de curvas críticas de 15 m, el sobreebanco será de 9.50m.

Despeje lateral

El ancho máximo de despeje sirve para lograr una distancia de visibilidad adecuada.

La fórmula a emplearse es:

$$a_{m\acute{a}x} = \frac{Dv^2}{8R}$$

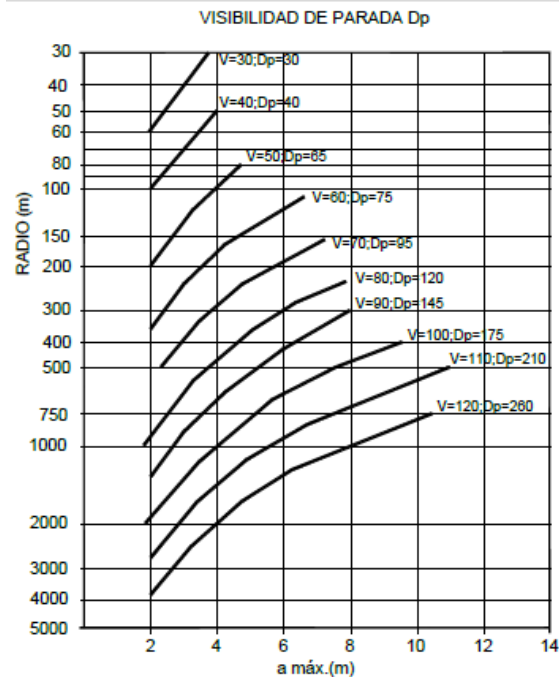
Donde:

R = radio de curvatura

Dv =Distancia de visibilidad de parada

$a_{m\acute{a}x}$ = ancho máximo de despeje lateral

Tabla 45: Ancho máximo de despeje lateral



Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Diseño Geométrico en Perfil

Pendiente

Pendiente mínima

La pendiente mínima es del 0,5% para garantizar un buen drenaje superficial en todos los puntos de la calzada.

Pendiente máxima

La pendiente máxima será del 10% según su velocidad de diseño como indica la norma.

Tabla 46: Pendientes máximas (%)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 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
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			
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																			

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Pendientes máximas excepcionales

En cuanto a carreteras de tercera clase se tendrá como consideraciones:

- Cuando se empleen pendientes mayores del 10%, los tramos no deberán exceder los 180 m
- La pendiente máxima promedio en tramos mayores de 2000 m de longitud, no deberá exceder el 6%
- En curvas con radios menor de 50 m de longitud, no deberá exceder el 8% de pendiente, con el fin de no incrementar significativamente las pendientes del lado interior de la curva.

Longitud de las curvas verticales

Se definen por el parámetro de curvatura (K), que es la longitud de la curva vertical (L), por el valor absoluto de la diferencia de pendiente algebraica (A).

Tabla 47: Formulas empleadas para el cálculo de la longitud de curvas verticales

Tipos de curvas	Distancia de Parada (Dp)		Distancia de Adelantamiento (Da)	
	Dp<L	Dp>L	Dp<L	Dp>L
Curva Convexa	$L = \frac{ADp^2}{404}$	$L = 2Dp - \frac{404}{A}$	$L = \frac{ADa^2}{946}$	$L = 2Da - \frac{946}{A}$
Curva Cóncava	$L = \frac{ADp^2}{120 + 3.5 * Dp}$	$L = 2Dp - \frac{120 + 3.5Dp}{A}$		

Para carreteras de tercera clase la longitud de las curvas verticales convexas será de:

Tabla 48: Índice de curvatura K - convexa

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Para carreteras de tercera clase la longitud de las curvas verticales cóncavas será de

Tabla 49: Índice de curvatura K - cóncava

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Diseño Geométrico en Secciones Transversales

Ancho de calzada

Se ha considerado un ancho de calzada de 6 m de acuerdo a la velocidad de diseño y clasificación de la carretera según su orografía y demanda.

Tabla 50: Ancho de calzada

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	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	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
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																			

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Ancho de las bermas

Se ha considerado un ancho de berma de 0.5 m de acuerdo a la velocidad de diseño y clasificación de la carretera según su orografía y demanda.

Tabla 51: Ancho de berma

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		
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																			

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Inclinación de las bermas

La inclinación de la berma será del 4% para superficie de pavimento o tratamiento.

Tabla 52: Pendiente transversal mínima de bermas

Superficie de las Bermas	PENDIENTE TRANSVERSALES MINIMAS DE LAS BERMAS	
	PENDIENTE NORMAL (PN)	PENDIENTE ESPECIAL
Pav. o Tratamiento	4%	0% (2)
Grava o Afirmado	4% - 6% (1)	
Césped	8%	

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Bombeo

El bombeo de la calzada se ha considerado 2.5%, de acuerdo a la precipitación y al tipo de superficie.

Tabla 53: Porcentaje de bombeo

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Peralte

Esta es la pendiente horizontal de la carretera en las curvas para reducir la fuerza centrífuga del vehículo.

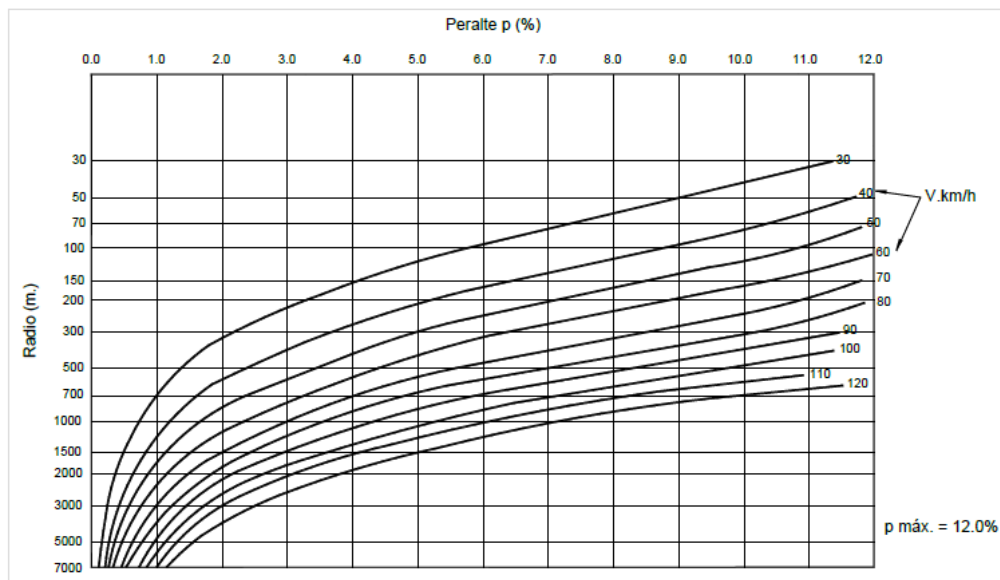
Los valores de peralte máximo de la carretera para una zona rural de terreno accidentado o escapado serán de:

Tabla 54: Peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado 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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Fig. 36: Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)



Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Taludes

De acuerdo al Manual de carreteras y los estudios de suelos, los valores para taludes de corte y relleno son de 1:1 y 1:1.5. Asimismo, para taludes de corte mayor a 7m se colocará banquetas de 3 m de ancho con un 2% de bombeo

Tabla 55: Taludes en corte

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

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 56: Taludes de relleno

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

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Resultados del Diseño Geométrico

Cuando se haya determinado todos los parámetros para el diseño de la carretera según el Manual de Carreteras DG-2018, se realizó el diseño geométrico de la ruta más óptima. Con los datos procesados de la topografía en el programa Civil 3D, se procedió a realizar un alineamiento de acuerdo a la línea de gradiente y a los parámetros ya determinados.

Con el alineamiento ya realizado se pueden obtener los resultados del diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal del diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca (Ver PLANOS en Anexos).

En cuanto al despeje lateral en ningún caso se aplicaría, puesto que la mitad del carril más el sobreebanco, más la berma es mucho mayor a la longitud de despeje lateral que va a necesitar.

Tabla 57: Cuadro de elementos de curvas horizontales

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL																	
NÚMERO PI	SENTIDO	DIRECCIÓN	DEFLEXIÓN (Δ)	RADIO	T	L	LC	E	M	PC	PI	PT	PI NORTE	PI ESTE	LTT	VERIFICACIONES	
																RADIO MÍNIMO	TRAMOS EN TANGENTE
PI:1	I	S57° 23' 28W"	33°06'37"	140.00	41.62	80.9	79.78	6.05	5.8	0+062.28	0+103.89	0+143.18	9370825.83	755734.01	62.28	OK	OK
PI:2	I	S2° 36' 12E"	86°52'43"	60.00	56.82	90.98	82.51	22.63	16.43	0+439.89	0+496.71	0+530.87	9370526.87	755475.62	296.71	OK	OK
PI:3	I	S52° 52' 50E"	13°40'33"	200.00	23.98	47.74	47.62	1.43	1.42	0+851.47	0+875.45	0+899.21	9370248.25	755764.57	320.60	OK	OK
PI:4	D	S44° 34' 08E"	14°15'23"	100.00	12.51	24.88	24.82	0.78	0.77	1+103.26	1+115.77	1+128.14	9370126.63	755972.86	204.05	OK	OK
PI:5	D	S8° 55' 45W"	76°41'50"	70.00	55.38	93.7	86.86	19.26	15.1	1+345.34	1+400.72	1+439.04	9369877.75	756113.21	217.20	OK	OK
PI:6	I	S27° 44' 53W"	39°03'33"	50.00	17.74	34.09	33.43	3.05	2.88	1+500.40	1+518.13	1+534.48	9369786.52	756014.42	61.36	OK	OK
PI:7	D	S21° 42' 02W"	26°57'50"	100.00	23.97	47.06	46.63	2.83	2.76	1+684.70	1+708.67	1+731.76	9369596.57	755986.98	150.22	OK	OK
PI:8	I	S22° 08' 08W"	26°05'37"	120.00	27.81	54.65	54.18	3.18	3.1	1+908.42	1+936.22	1+963.07	9369409.86	755855.36	176.66	OK	OK
PI:9	I	S11° 17' 42E"	40°46'02"	80.00	29.73	56.92	55.73	5.34	5.01	2+173.95	2+203.68	2+230.88	9369144.81	755812.96	210.88	OK	OK
PI:10	D	S6° 33' 38E"	50°14'10"	80.00	37.51	70.14	67.92	8.36	7.57	2+339.60	2+377.10	2+409.74	9368995.07	755905.36	108.72	OK	OK
PI:11	D	S23° 58' 48W"	10°50'42"	100.00	9.49	18.93	18.9	0.45	0.45	2+541.30	2+550.79	2+560.23	9368825.80	755848.54	131.56	OK	OK
PI:12	I	S13° 12' 37W"	32°23'03"	160.00	46.46	90.43	89.24	6.61	6.35	3+171.29	3+217.75	3+261.73	9368244.70	755521.07	611.06	OK	OK
PI:13	D	S16° 53' 14W"	39°44'17"	90.00	32.52	62.42	61.18	5.7	5.36	3+381.10	3+413.62	3+443.52	9368046.61	755531.39	119.37	OK	OK
PI:14	I	S20° 00' 44W"	33°29'17"	100.00	30.09	58.45	57.62	4.43	4.24	3+542.45	3+572.54	3+600.90	9367917.18	755434.72	98.93	OK	OK
PI:15	I	S28° 30' 11E"	63°32'32"	60.00	37.16	66.54	63.18	10.58	8.99	3+826.89	3+864.05	3+893.43	9367624.43	755418.00	225.99	OK	OK
PI:16	D	S30° 54' 06E"	58°44'43"	60.00	33.77	61.52	58.86	8.85	7.71	4+009.41	4+043.18	4+070.92	9367531.75	755580.32	115.98	OK	OK
PI:17	D	S22° 31' 06W"	48°05'41"	60.00	26.77	50.36	48.9	5.7	5.21	4+199.79	4+226.57	4+250.16	9367342.40	755585.37	128.87	OK	OK
PI:18	I	S24° 30' 32W"	44°06'48"	70.00	28.36	53.89	52.57	5.53	5.12	4+434.65	4+463.01	4+488.55	9367177.65	755411.36	184.49	OK	OK
PI:19	D	S22° 34' 21W"	40°14'26"	100.00	36.63	70.23	68.8	6.5	6.1	5+001.79	5+038.43	5+072.02	9366599.94	755386.62	513.24	OK	OK
PI:20	I	S16° 41' 21E"	118°45'51"	60.00	101.38	124.37	103.27	57.81	29.44	5+574.20	5+675.59	5+698.57	9366129.40	754952.52	502.18	OK	OK
PI:21	D	S37° 38' 52E"	69°12'27"	150.00	103.49	181.18	170.37	32.24	26.54	5+856.88	5+960.37	6+038.06	9366040.63	755310.44	158.31	OK	OK
PI:22	I	S18° 07' 10E"	37°47'24"	200.00	68.46	131.91	129.53	11.39	10.78	6+424.09	6+492.55	6+556.01	9365477.12	755302.81	386.03	OK	OK
PI:23	D	S4° 24' 51E"	57°33'40"	150.00	82.4	150.69	144.44	21.14	18.53	7+145.62	7+228.02	7+296.31	9364882.99	755750.76	589.61	OK	OK
PI:24	D	S49° 19' 03W"	42°15'46"	80.00	30.92	59.01	57.68	5.77	5.38	7+430.39	7+461.31	7+489.40	9364661.76	755632.20	134.08	OK	OK
PI:25	I	S39° 52' 06W"	61°09'39"	80.00	47.27	85.4	81.4	12.92	11.13	7+543.11	7+590.38	7+628.51	9364617.62	755507.90	53.71	OK	OK
PI:26	I	S8° 49' 36E"	36°13'46"	100.00	32.71	63.23	62.18	5.21	4.96	8+300.33	8+333.04	8+363.56	9363875.66	755386.56	671.82	OK	OK
PI:27	D	S7° 14' 23E"	39°24'12"	100.00	35.81	68.77	67.42	6.22	5.85	8+427.16	8+462.97	8+495.93	9363757.88	755446.42	63.60	OK	OK

Tabla 58: Cuadro de elementos de curvas espirales

DATOS DE CURVAS ESPIRALES											
NÚMERO ESPIRAL	ESTACION INICIAL (TS o CS)	ESTACION FINAL (SC o ST)	L TAN	S TAN	θe	Xc	Le	Yc	k	p	A
S6	7+296.31 (E755709.74, N9364807.39)	7+316.31 (E755700.69, N9364789.56)	13.34	6.67	3° 49' 11"	19.991	20	0.444	9.999	0.111	54.772
S5	7+125.62 (E755686.94, N9364967.63)	7+145.62 (E755698.62, N9364951.40)	13.34	6.67	3° 49' 11"	19.991	20	0.444	9.999	0.111	54.772
S4	6+038.06 (E755308.52, N9365931.56)	6+058.06 (E755308.70, N9365911.57)	13.34	6.67	3° 49' 11"	19.991	20	0.444	9.999	0.111	54.772
S3	5+836.88 (E755185.16, N9366071.70)	5+856.88 (E755204.46, N9366066.46)	13.34	6.67	3° 49' 11"	19.991	20	0.444	9.999	0.111	54.772
S2	1+128.14 (E755978.21, N9370114.49)	1+156.14 (E755993.07, N9370090.79)	18.69	9.35	8° 01' 17"	27.945	28	1.305	13.991	0.326	52.915
S1	1+075.26 (E755937.32, N9370147.39)	1+103.26 (E755960.79, N9370132.17)	18.69	9.35	8° 01' 17"	27.945	28	1.305	13.991	0.326	52.915

Tabla 59: Cálculo de despejes laterales y verificación si lo amerita

NÚMERO PI	SENTIDO	RADIO	Distancia de visibilidad de parada		Longitud Curva	Caso	Despeje Lateral (m)	Sobreeancho (m)	Berma (m)	Se considera
			Da	Dp						
PI:4	D	100.00	104	35	24.82	Caso 2	1.53	1.42	0.50	No considerar
PI:5	D	70.00	104	35	86.86	Caso 2	2.19	1.96	0.50	No considerar
PI:7	D	100.00	104	35	46.63	Caso 2	1.53	1.42	0.50	No considerar
PI:10	D	80.00	104	35	67.92	Caso 2	1.91	1.73	0.50	No considerar
PI:11	D	100.00	104	35	18.9	Caso 2	1.53	1.42	0.50	No considerar
PI:13	D	90.00	104	35	61.18	Caso 2	1.70	1.56	0.50	No considerar
PI:16	D	60.00	104	35	58.86	Caso 2	2.55	2.26	0.50	No considerar
PI:17	D	60.00	104	35	48.9	Caso 2	2.55	2.26	0.50	No considerar
PI:19	D	100.00	104	35	68.8	Caso 2	1.53	1.42	0.50	No considerar
PI:21	D	150.00	104	35	170.37	Caso 2	1.02	0.99	0.50	No considerar
PI:23	D	150.00	104	35	144.44	Caso 2	1.02	0.99	0.50	No considerar
PI:24	D	80.00	104	35	57.68	Caso 2	1.91	1.73	0.50	No considerar
PI:27	D	100.00	104	35	67.42	Caso 2	1.53	1.42	0.50	No considerar

Tabla 60: Verificaciones para el diseño en perfil.

Datos del Perfil Longitudinal				Verificaciones		
Tangente	Pendiente (%)	Estación (km)	Distancia (m)	Pendiente máx. 10%	Pendiente mín. 0.5%	Pendiente Ponderada (Pendiente*Distancia)
1	-1.91%	0+000.00	390.59	OK	OK	7.46
2	7.21%	0+390.59	225.65	OK	OK	16.27
3	1.27%	0+616.24	208.72	OK	OK	2.65
4	8.51%	0+824.96	184.18	OK	OK	15.67
5	-2.62%	1+009.14	160.07	OK	OK	4.19
6	6.34%	1+169.21	177.38	OK	OK	11.25
7	-0.58%	1+346.59	221.63	OK	OK	1.29
8	7.58%	1+568.22	251.78	OK	OK	19.08
9	-2.99%	1+820.00	453.82	OK	OK	13.57
10	6.06%	2+273.82	386.76	OK	OK	23.44
11	2.09%	2+660.58	408.72	OK	OK	8.54
12	-6.81%	3+069.30	190.70	OK	OK	12.99
13	3.12%	3+260.00	256.15	OK	OK	7.99
14	-7.52%	3+516.15	224.56	OK	OK	16.89
15	4.97%	3+740.71	244.41	OK	OK	12.15
16	-8.45%	3+985.12	500.06	OK	OK	42.26
17	8.45%	4+485.18	1182.86	OK	OK	99.95
18	-6.35%	5+668.04	280.51	OK	OK	17.81
19	-9.92%	5+948.55	505.70	OK	OK	50.17
20	-4.51%	6+454.25	604.15	OK	OK	27.25
21	3.31%	7+058.40	262.84	OK	OK	8.70
22	-6.84%	7+321.24	271.83	OK	OK	18.59
23	-0.59%	7+593.07	236.28	OK	OK	1.39
24	-2.75%	7+829.35	490.65	OK	OK	13.49
25	8.19%	8+320.00	220.00	OK	OK	18.02
26	-1.78%	8+540.00	203.55	OK	OK	3.62
Longitud (m)		8+743.55			Sumatoria (m)	474.68
					Pendiente Ponderada	5.43%

Tabla 61: Longitud de diseño para curvas verticales.

Datos:				Análisis por visibilidad de parada						Análisis por visibilidad de adelantamiento				Longitud para ingresar al civil 3D	Se considero en el civil 3D	
Dp			35													
Lestético (Vdiseño)			30													
Da			200													
% min. Con visibilidad adecuada			25%													
Numero	Pendiente (%)			Tipo	Escogida			Criterio Estético	Longitud considerada	Escogida			Criterio Estético	Longitud considerada		
	Entrada	Salida	A		Dp>L	Dp<L	Escogida			Dp>L	Dp<L	Escogida				
1		-1.91%														
2	-1.91%	7.21%	9.12%	Cóncava	43.41 m	46.07 m	46.07 m	46.07 m	47.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	47.00 m	OK
3	7.21%	1.27%	5.94%	Convexa	1.99 m	18.01 m	18.01 m	30.00 m	30.00 m	240.74 m	251.16 m	251.16 m	251.16 m	252.00 m	252.00 m	NO ADELANTAR
4	1.27%	8.51%	7.24%	Cóncava	36.51 m	36.57 m	36.57 m	36.57 m	37.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	37.00 m	OK
5	8.51%	-2.62%	11.13%	Convexa	33.70 m	33.75 m	33.75 m	33.75 m	34.00 m	315.00 m	470.61 m	470.61 m	470.61 m	471.00 m	471.00 m	NO ADELANTAR
6	-2.62%	6.34%	8.96%	Cóncava	42.94 m	45.26 m	45.26 m	45.26 m	46.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	46.00 m	OK
7	6.34%	-0.58%	6.92%	Convexa	11.62 m	20.98 m	20.98 m	30.00 m	30.00 m	263.29 m	292.60 m	292.60 m	292.60 m	293.00 m	293.00 m	NO ADELANTAR
8	-0.58%	7.58%	8.16%	Cóncava	40.28 m	41.22 m	41.22 m	41.22 m	42.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	42.00 m	OK
9	7.58%	-2.99%	10.57%	Convexa	31.78 m	32.05 m	32.05 m	32.05 m	33.00 m	310.50 m	446.93 m	446.93 m	446.93 m	447.00 m	447.00 m	NO ADELANTAR
10	-2.99%	6.06%	9.05%	Cóncava	43.20 m	45.72 m	45.72 m	45.72 m	46.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	46.00 m	OK
11	6.06%	2.09%	3.97%	Convexa	-31.76 m	12.04 m	12.04 m	30.00 m	30.00 m	161.71 m	167.86 m	167.86 m	167.86 m	168.00 m	168.00 m	OK
12	2.09%	-6.81%	8.90%	Convexa	24.61 m	26.99 m	26.99 m	30.00 m	30.00 m	293.71 m	376.32 m	376.32 m	376.32 m	377.00 m	377.00 m	NO ADELANTAR
13	-6.81%	3.12%	9.93%	Cóncava	45.58 m	50.16 m	50.16 m	50.16 m	51.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	51.00 m	OK
14	3.12%	-7.52%	10.64%	Convexa	32.03 m	32.26 m	32.26 m	32.26 m	33.00 m	311.09 m	449.89 m	449.89 m	449.89 m	450.00 m	450.00 m	NO ADELANTAR
15	-7.52%	4.97%	12.49%	Cóncava	50.58 m	63.09 m	63.09 m	63.09 m	64.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	64.00 m	OK
16	4.97%	-8.45%	13.42%	Convexa	39.90 m	40.69 m	40.69 m	40.69 m	41.00 m	329.51 m	567.44 m	567.44 m	567.44 m	568.00 m	568.00 m	NO ADELANTAR
17	-8.45%	8.45%	16.90%	Cóncava	55.65 m	85.37 m	85.37 m	85.37 m	86.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	86.00 m	OK
18	8.45%	-6.35%	14.80%	Convexa	42.70 m	44.88 m	44.88 m	44.88 m	45.00 m	336.08 m	625.79 m	625.79 m	625.79 m	626.00 m	626.00 m	NO ADELANTAR
19	-6.35%	-9.92%	3.57%	Convexa	-43.17 m	10.82 m	10.82 m	30.00 m	30.00 m	135.01 m	150.95 m	150.95 m	150.95 m	151.00 m	151.00 m	OK
20	-9.92%	-4.51%	5.41%	Cóncava	25.18 m	27.33 m	27.33 m	30.00 m	30.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	30.00 m	OK
21	-4.51%	3.31%	7.82%	Cóncava	38.99 m	39.50 m	39.50 m	39.50 m	40.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	40.00 m	OK
22	3.31%	-6.84%	10.15%	Convexa	30.20 m	30.78 m	30.78 m	30.78 m	31.00 m	306.80 m	429.18 m	429.18 m	429.18 m	430.00 m	430.00 m	NO ADELANTAR
23	-6.84%	-0.59%	6.25%	Cóncava	31.20 m	31.57 m	31.57 m	31.57 m	32.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	32.00 m	OK

24	-0.59%	-2.75%	2.16%	Convexa	-117.04 m	6.55 m	6.55 m	30.00 m	30.00 m	-37.96 m	91.33 m	91.33 m	91.33 m	92.00 m	92.00 m	OK
25	-2.75%	8.19%	10.94%	Cóncava	47.83 m	55.26 m	55.26 m	55.26 m	56.00 m	-	-	-	30.00 m	30.00 m	56.00 m	OK
26	8.19%	-1.78%	9.97%	Convexa	29.48 m	30.23 m	30.23 m	30.23 m	31.00 m	305.12 m	421.56 m	421.56 m	421.56 m	422.00 m	422.00 m	NO ADELANTAR
27	-1.78%															
														Verificación de visibilidad según la norma DG-2018	Número de curvas con visibilidad adecuada	15
															Número de curvas sin visibilidad adecuada	10
															% con visibilidad adecuada	66.67%

Estudio de cantera, fuente de agua y botadero

Cantera Rio Maraón

Ubicación

Se encuentra ubicada en el KM 2+500 del Lado Derecho de la carretera del proyecto con coordenadas E=756243 y N=9368908. La cantera presenta un acceso fácil al localizarse respecto al tramo de estudio.

Uso

Presenta un uso de material para afirmado en cuanto a la subrasante, subbase y base

Evaluación

Asimismo, después de la realización adecuada de los ensayos al material que se encontró de la cantera. Se concluyo que el material cumple con los parámetros establecidos por el Manual de Ensayo de Materiales del MTC y por lo tanto es apta para el proyecto.

Resultados obtenidos de los ensayos

Presenta suelos identificados en los sistemas AASHTO, como A – 1 – a (0), gravas limosas, mezclas gravosas angulosos a sub angulosas englobadas en unas matrices gravas arenosas arcillosas.

Acceso	:	Tiene
Clasificación SUCS	:	GW - GM
Uso	:	Afirmado
Granulometría	:	uniforme
Límite Plástico	:	20.90%
Límite Líquido	:	27.00%
Índice Plástico	:	6.10%
Máxima Densidad	:	2.16 gr/cm ³

Humedad Optima	:	6.00 %
Abrasión	:	24.6%
C.B.R. al 100 %	:	73.20%
C.B.R. al 95 %	:	39.00%
Volumen de explotación	:	> 35,000 m3 aproximadamente
Método de explotación	:	Extracción con equipo convencional.

Tabla 62: Granulometría del afirmado

Análisis Granulométrico	
Tamiz	% Que Pasa
3"	100
2 ½"	100
1 ½"	95.26
1"	85
¾"	77.02
3/8"	57.30
N°4	40.23
N°10	29.24
N°40	21.63
N°200	10.45

Según el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013 y comparando los resultados obtenidos de los ensayos, el material de la cantera cumple los requisitos mínimos y es de buena calidad, como indica las tablas siguientes:

Tabla 63: Franjas granulométricas para 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

Fuente: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013

Tabla 64: Requisitos para el afirmado en cuanto a la calidad

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)	

Fuente: Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013

Fuente de agua

La fuente de agua que se identificó y de fácil acceso que abastecerá la obra es una quebrada del: Rio Marañón.

Ubicación

Está ubicada en el KM 0+405 aproximadamente al inicio de la vía de estudio con las siguientes coordenadas: E = 755564.62 – N = 9370636.31 (Ver Fotografía 64 y Fotografía 65)

Descripción

Se realizó la toma de muestra de la fuente de agua para realizar los ensayos correspondientes en el laboratorio SUELOS GEOCONTROL S.R.L. en la ciudad de Jaén, provincia de Jaén y departamento de Cajamarca.

Finalmente, la obtención de los resultados son los siguientes:

Tabla 65: Resultados de laboratorio para la fuente de agua

ENSAYO	FUENTE DE AGUA QUEBRADA S/N KM. 0+405		
	Resultados	Especificación	Observación
Sólidos en Suspensión (ppm)	360.5	5000 máx.	Cumple
Cloruros Cl ⁻ (ppm)	45.5	1000 máx.	Cumple
Sulfatos SO ₄ (ppm)	155.1	600 máx.	Cumple
pH	7	5.5 – 8.0	Cumple

Los resultados del análisis químico del agua muestran que cumple con los estándares de calidad el cual no mostrara problemas de alteración química para ser empleado en las obras de arte.

Botadero

Después de haber realizado el diseño geométrico de la carretera, se logró obtener un volumen del material excedente que se desea eliminar. Teniendo en cuenta lo antes mencionado se consideró un botadero, en el cual se tuvo la disponibilidad y autorización del terreno para la utilización del Depósito de Material Excedente (DME) para el proyecto.

Fig. 37: Lugar del Depósito de Material Excedente - Botadero



Ubicación

Se encuentra ubicado en el KM 2+300 aproximadamente al lado derecho de la carretera del proyecto en estudio.

Descripción

El botadero que se seleccionó está localizada a una distancia muy corta del proyecto, de fácil acceso. Las características que presenta el terreno no son de uso ganadero ni tampoco agrícola, adecuado para el DME.

En cuanto a su extensión del área del botadero es de 3.8 hectáreas aproximadamente.

Estudio hidrológico

Identificación de las subcuencas

Después de haber realizado el alineamiento más óptimo para la carretera, se identificó en campo una (01) subcuenca en la vía que intercepta con la carretera de estudio y seis (06) subcuencas que estaban secas.

Finalizado el reconocimiento en campo se procedió a tomar las coordenadas de las subcuencas para el estudio:

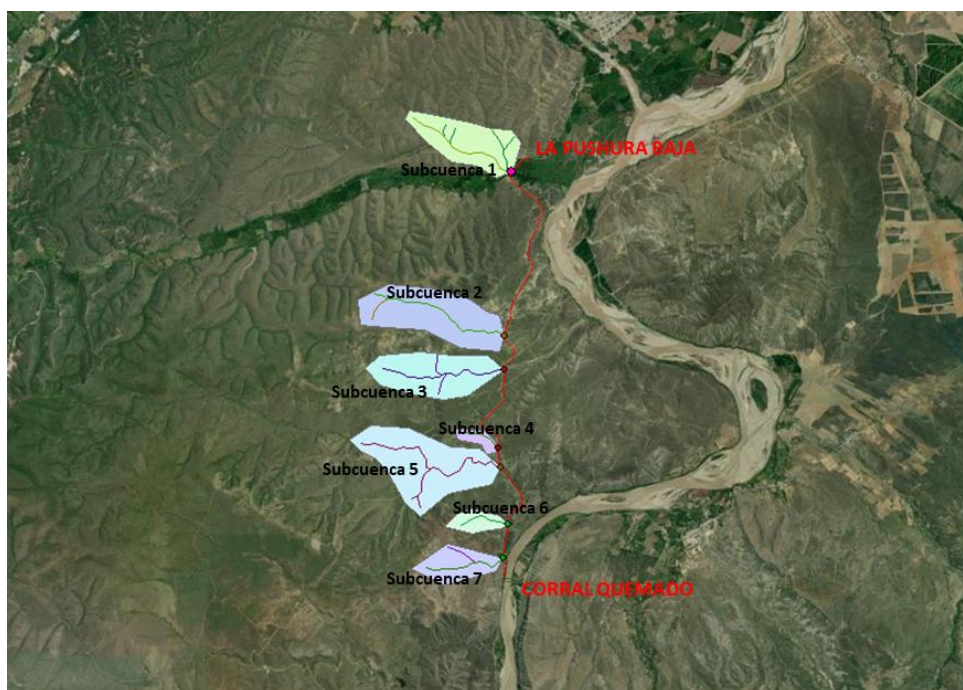
Tabla 66: Coordenadas de las subcuencas

UBICACIÓN EN LA INTERSECCIÓN CON ALINEAMIENTO		
DESCRIPCIÓN	E	N
quebrada 1	755545.50	9370612.23
quebrada seca 2	755416.96	9367727.09
quebrada seca 3	755406.70	9367130.27
quebrada seca 4	755302.73	9365750.88
quebrada seca 5	755344.08	9365422.46
quebrada seca 6	755481.15	9364425.34
quebrada seca 7	755397.74	9363843.53

Características de las Subcuencas

Se utilizó el programa ArcGIS para su respectiva delimitación y definir las características de las subcuencas. De acuerdo a la delimitación que se realizó y al relieve del terreno, se calculó los valores numéricos del área, perímetro, longitud y pendiente media del cauce principal.

Fig. 38: Delimitación de subcuencas



Fuente: ArcGIS

Tabla 67: Características de las subcuencas

Subcuenca	Ubicación en la intersección con alineamiento			Área (km ²)	Perímetro (km)	Longitud del cauce principal (km)	Pendiente media del cauce principal (%)	Pendiente media de la cuenca (%)
	Descripción	E	N					
1	quebrada 1	755545.50	9370612.23	1.29	5.10	2.12	2.47	5.47
2	quebrada seca 2	755416.96	9367727.09	1.90	6.34	2.55	9.09	12.15
3	quebrada seca 3	755406.70	9367130.27	1.45	5.39	2.28	5.84	8.66
4	quebrada seca 4	755302.73	9365750.88	0.17	2.02	0.80	9.37	11.01
5	quebrada seca 5	755344.08	9365422.46	2.16	2.16	3.04	6.73	9.68
6	quebrada seca 6	755481.15	9364425.34	0.30	2.48	0.91	15.04	16.27
7	quebrada seca 7	755397.74	9363843.53	0.70	3.69	1.49	13.38	14.21

Selección del periodo de retorno

Para determinar el periodo de retorno se utilizó la siguiente formula:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Donde:

T = Periodo de retorno

R = Riesgo de falla admisible

n = vida útil de la obra

De acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje [14] se tomaron los valores máximos recomendados en cuanto al riesgo admisible de obras de drenaje. Se considero un riesgo admisible de 30% para badenes y una vida útil de 25 años; la cual resulto un periodo de retorno de 70 años

Tabla 68: Porcentaje de riesgo admisible en obras de arte

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

(*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
- Se recomienda un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(**) - **Vida Útil considerado (n)**

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.

- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El Propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Tiempo de concentración

Para determinar el tiempo de concentración se utilizó el método de Kripich según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, el cual nos define la siguiente fórmula:

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

Donde:

L = Longitud de cauce principal (m)

S = Pendiente promedio del cauce principal (m/m)

Los resultados aplicando la fórmula de Kripich son los siguientes:

Tabla 69: Tiempo de concentración de las subcuencas

Subcuenca	Longitud del cauce principal (km)	Pendiente media del cauce principal (%)	Tiempo de concentración (min)
	L	S	t_c
1	2.12	2.47	29.47
2	2.55	9.09	20.60
3	2.28	5.84	22.38
4	0.80	9.37	8.36
5	3.04	6.73	26.48
6	0.91	15.04	7.64
7	1.49	16.96	11.73

Análisis hidrológico

Se analizaron las precipitaciones históricas de la estación meteorológica de Jaén, localizada en el distrito de Jaén, provincia de Jaén y departamento de Cajamarca. Los datos fueron obtenidos del ANA (Autoridad Nacional del Agua) y del SENAHMI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). El periodo de las precipitaciones máximas recopiladas fueron desde el año 1970 hasta el año 2021; no se consideró la precipitación del año 2022, pues el estudio analiza las precipitaciones máximas durante un año y todavía no se concluye el año entero.

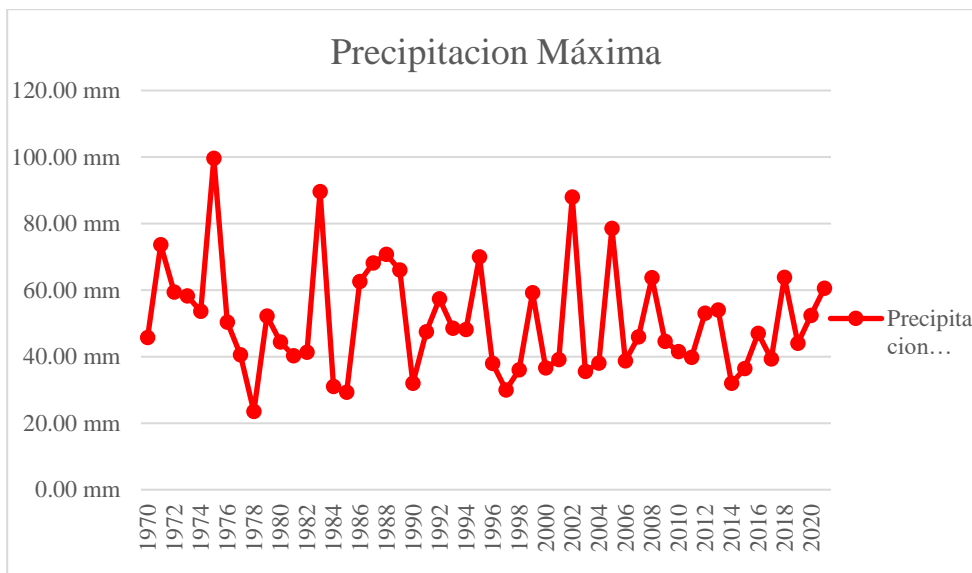
La tabla y el gráfico presentado a continuación muestran las precipitaciones históricas obtenidas del ANA y SENAHMI:

Tabla 70: Precipitaciones máximas históricas desde el año 1970 al 2021 de la Estación Meteorológica de Jaén

AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA
1970	45.70 mm	1996	38.00 mm
1971	73.60 mm	1997	30.00 mm
1972	59.40 mm	1998	36.00 mm
1973	58.30 mm	1999	59.20 mm
1974	53.60 mm	2000	36.60 mm
1975	99.60 mm	2001	39.10 mm
1976	50.40 mm	2002	88.00 mm
1977	40.60 mm	2003	35.60 mm
1978	23.50 mm	2004	38.10 mm
1979	52.20 mm	2005	78.50 mm
1980	44.40 mm	2006	38.70 mm
1981	40.30 mm	2007	45.90 mm
1982	41.30 mm	2008	63.70 mm
1983	89.60 mm	2009	44.60 mm
1984	31.00 mm	2010	41.50 mm
1985	29.30 mm	2011	39.80 mm
1986	62.60 mm	2012	53.10 mm
1987	68.20 mm	2013	54.00 mm
1988	70.80 mm	2014	32.00 mm
1989	66.00 mm	2015	36.40 mm
1990	32.00 mm	2016	47.00 mm
1991	47.50 mm	2017	39.30 mm
1992	57.40 mm	2018	63.80 mm
1993	48.50 mm	2019	44.00 mm
1994	48.20 mm	2020	52.40 mm
1995	70.00 mm	2021	60.60 mm

Fuente: ANA Y SENAHMI

Gráfico 3: Precipitaciones máximas históricas desde el año 1970 al 2021 de la Estación Meteorológica de Jaén



Fuente: ANA Y SENAHMI

Luego de la recopilación de las precipitaciones máximas históricas, se procedió a analizarlas por las distintas funciones de distribución de probabilidad teóricas las cuales son: Distribución Log Gumbel, Distribución Gumbel, Distribución Log Pearson tipo III, Distribución Gamma 3 parámetros, Distribución Gamma 2 parámetros, Distribución Log Normal 3 parámetros, Distribución Log Normal 2 parámetros y Distribución Normal.

En este proyecto se realizó el análisis de cada uno de los métodos estadísticos sugeridos de acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, se utilizó el programa Hidroesta2.

Análisis pluviométrico

Los resultados de las precipitaciones con las 8 diversas funciones de distribución de probabilidades teóricas para los diferentes periodos de retorno fueron realizados con el programa HIDROESTA2, el cual es de mucha utilidad para los cálculos de acuerdo al método probabilístico que se requiere.

El programa HIDROESTA2 tiene en cuenta cualquier periodo de retorno asignado. En nuestro proyecto se realizó para periodos de 200, 100, 70, 50, 25, 20, 10, 5 y 2 años para todos los métodos, con el fin de seleccionar el que se ajuste más a la estación meteorológica escogida.

Programa HIDROESTA2

Para la utilización del programa de acuerdo al método a emplear se debe tener en cuenta los siguiente:

- Las precipitaciones deben estar ordenadas de menor a mayor en un formato de hoja Excel para la Distribución Log Normal de 3 parámetros, Distribución Log Normal y Distribución Normal
- Para la Distribución Log Gumbel, Distribución Gumbel, Distribución Log Pearson tipo III, Distribución Gamma 3 parámetros y Distribución Gamma 2 parámetros, también deben estar ordenadas en un formato Excel de la misma manera en la que están de acuerdo a los años.

A continuación, se explica los pasos para la utilización del programa:

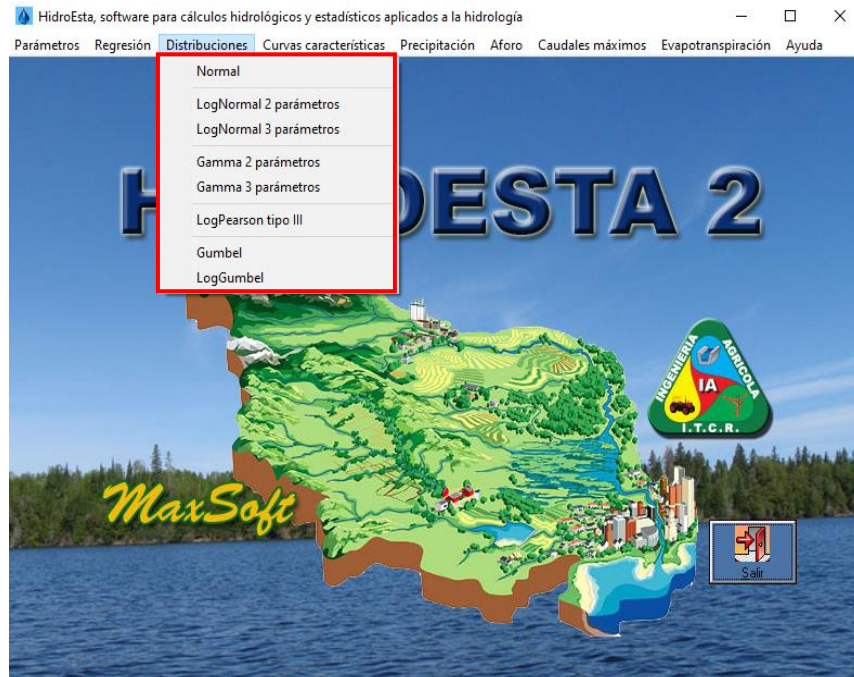
1er paso: Abrir el programa y dirigirse a distribuciones

Fig. 39: Paso 1 - HIDROESTA2



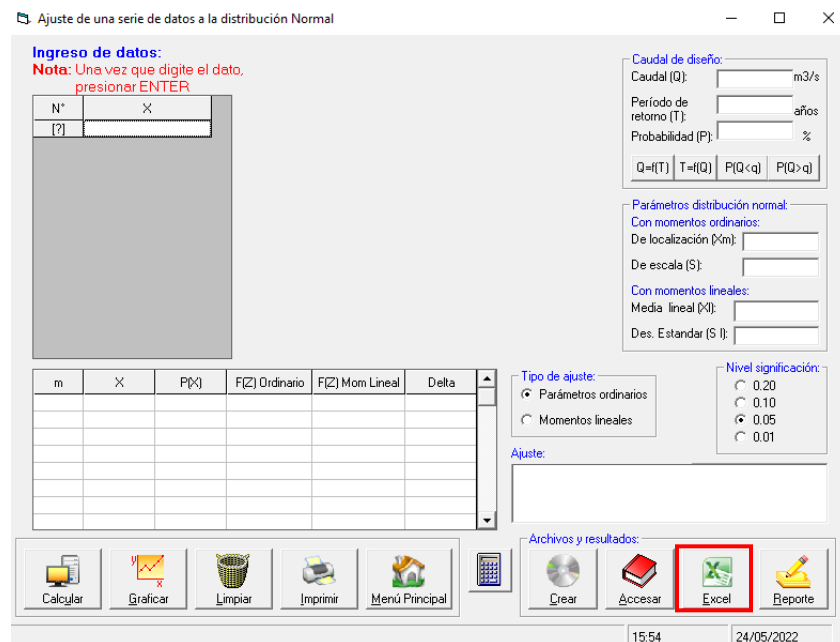
2do paso: Escoger el método

Fig. 40: Paso 2 - HIDROESTA2



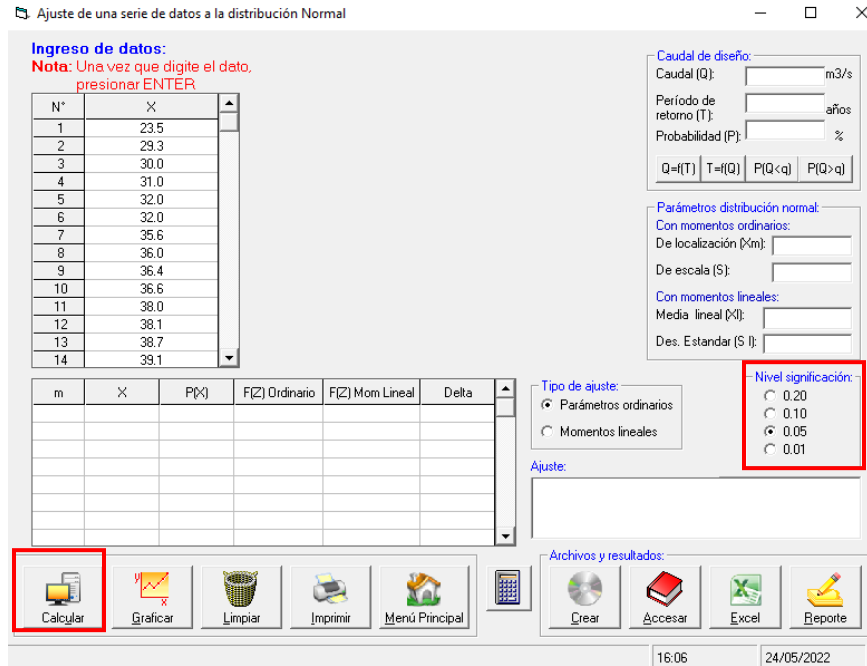
3er paso: Se abrirá la siguiente ventana seleccionado Excel

Fig. 41: Paso 3 - HIDROESTA2



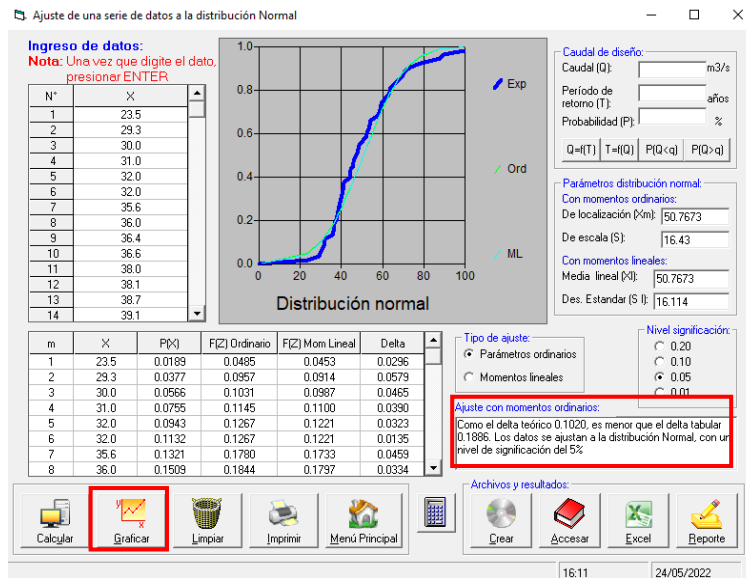
4to paso: Después de haber escogido el Excel con los datos, seleccionamos el nivel significación para luego seleccionar calcular.

Fig. 42: Paso 4 - HIDROESTA2



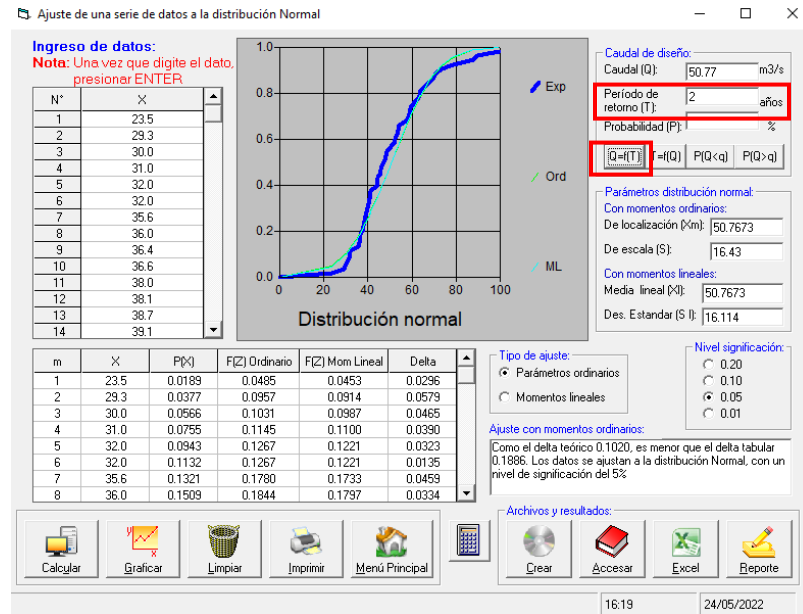
5to paso: Seleccionar Graficar y verificar que el delta teórico > delta tabular, para que las precipitaciones que se ingresaron al programa se ajusten al nivel significativo y con esto ver si se puede emplear el método escogido.

Fig. 43: Paso 5 - HIDROESTA2



6to paso: Escribir el valor del periodo de retorno para la precipitación que se desea hallar en la casilla “Periodo de retorno (T)”, seleccionar “ $Q=f(T)$ ” y copiamos el dato obtenido.

Fig. 44: Paso 6 - HIDROESTA2



El programa HIDROESTA2 es una herramienta que da el resultado en unidades de caudal, pero cabe mencionar que el programa es sencillo ya que, al insertar caudales como dato, este te dará como resultados caudales de acuerdo al periodo de retorno asignado; pero si introducimos precipitaciones, el resultado te dará la precipitación de acuerdo al periodo asignado.

Los resultados del programa HIDROESTA2 que se obtuvieron para las precipitaciones de la estación meteorológica de Jaén según el método son las siguientes:

Tabla 71: Precipitaciones de acuerdo al método y al periodo de retorno

PRECIPITACIONES DE ACUERDO AL MÉTODO Y AL PERIODO DE RETORNO									
MÉTODO	PERIODO DE RETORNO (años)								
	2	5	10	20	25	50	70	100	200
	PRECIPITACIONES (mm)								
Distribución Normal	50.77	64.59	71.83	77.80	79.54	84.52	86.75	89.00	93.09
Distribución Log Normal 2 parámetros	48.38	62.86	72.10	80.74	83.44	91.70	95.65	99.82	107.88
Distribución Log Normal 3 parámetros	48.18	62.64	72.00	80.84	83.62	92.16	96.27	100.62	109.06
Distribución Gamma 2 parámetros	49.17	63.25	71.56	78.93	81.16	87.78	90.84	94.00	99.92
Distribución Gamma 3 parámetros	48.22	63.32	72.77	81.42	84.09	92.09	95.86	99.76	107.16
Distribución Log Pearson tipo III	38.18	62.67	72.49	81.97	85.00	94.41	99.01	103.91	113.53
Distribución Gumbel	48.07	62.59	72.20	81.42	84.35	93.36	97.71	102.30	111.21
Distribución Log Gumbel	45.97	60.52	72.61	86.48	91.40	108.42	117.73	128.45	152.07

Pruebas de bondad de ajuste

Es una prueba utilizada para ver si el grupo de datos es una muestra que no depende de la distribución seleccionada [14]. HIDROESTA2 utiliza la prueba de Smirnov-Kolmogorov para determinar si una muestra se ajusta al método elegido.

Prueba Kolmogorov – Smirnov

Con este método se comprobará la bondad de ajuste de las distribuciones y nos permitirá seleccionar el que más se ajuste. Siendo “d” un valor crítico el cual depende número de datos [14].

El software HIDROESTA2 nos muestra el delta tabular (crítico) y el delta teórico, según el método que se elija.

Tabla 72: Resultados de pruebas de bondad de ajuste en el software Hidroesta2

MÉTODO	Δ teórico	Δ tabular (crítico)	CONDICIÓN
Distribución Normal	0.10200	0.1886	cumple
Distribución Log Normal 2 parámetros	0.06620	0.1886	cumple
Distribución Log Normal 3 parámetros	0.06410	0.1886	cumple
Distribución Gamma 2 parámetros	0.07870	0.1886	cumple
Distribución Gamma 3 parámetros	0.05534	0.1886	cumple
Distribución Log Pearson tipo III	0.05819	0.1886	cumple
Distribución Gumbel	0.06310	0.1886	cumple
Distribución Log Gumbel	0.07850	0.1886	cumple
Distribución Gamma 3 parámetros	0.05534	0.1886	Método que mejor se ajusta

Según el delta teórico el método que más se ajusta es la Distribución Gamma 3 parámetros, ya que de todos es el menor. Por consiguiente, se elegirá las precipitaciones de este método:

Tabla 73: Precipitaciones del método que mejor se ajusta - Distribución Gamma 3 parámetros

Periodo de retorno (años)	Distribución Gamma 3 parámetros
2	48.22 mm
5	63.32 mm
10	72.77 mm
20	81.42 mm
25	84.09 mm
50	92.09 mm
70	95.86 mm
100	99.76 mm
200	107.16 m

Curvas intensidad – Duración – Frecuencia

La intensidad se define como la profundidad por unidad de tiempo y sus unidades de medida son mm/h.

$$i = \frac{P}{Td}$$

Donde:

Td = duración (horas)

P = profundidad de lluvia (mm)

i = intensidad promedio

En el Perú debido a que la información sobre precipitaciones es escasa, y por ello casi no se logra desarrollar estas curvas. Por lo general, solo se cuenta con la precipitación más fuerte en 24 horas; la tabla que se mostrara a continuación presenta coeficientes de duración, que van desde 1 hora hasta 48 horas, el cual se usara para calcular la intensidad.

Tabla 74: Coeficientes de acuerdo a la duración de la precipitación

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Precipitaciones máximas por tiempo de duración

Teniendo en cuenta ahora los coeficientes, se procedió al cálculo de las máximas precipitaciones por un tiempo de duración; que consiste en multiplicar el coeficiente de duración por la precipitación máxima de acuerdo al periodo de retorno.

Tabla 75: Precipitaciones máximas por tiempo de duración (mm)

Duración de la precipitación en horas	Coeficiente	PRECIPITACIONES MÁXIMAS POR TIEMPO DE DURACIÓN (mm)								
		2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	70 años	100 años	200 años
24	1.00	48.22	63.32	72.77	81.42	84.09	92.09	95.86	99.76	107.16
18	0.90	43.40	56.99	65.49	73.28	75.68	82.88	86.27	89.78	96.44
12	0.79	38.09	50.02	57.49	64.32	66.43	72.75	75.73	78.81	84.66
8	0.64	30.86	40.52	46.57	52.11	53.82	58.94	61.35	63.85	68.58
6	0.56	27.00	35.46	40.75	45.60	47.09	51.57	53.68	55.87	60.01
5	0.50	24.11	31.66	36.39	40.71	42.05	46.05	47.93	49.88	53.58
4	0.44	21.22	27.86	32.02	35.82	37.00	40.52	42.18	43.89	47.15
3	0.38	18.32	24.06	27.65	30.94	31.95	34.99	36.43	37.91	40.72
2	0.31	14.95	19.63	22.56	25.24	26.07	28.55	29.72	30.93	33.22
1	0.25	12.06	15.83	18.19	20.36	21.02	23.02	23.97	24.94	26.79

Tabla 76: Intensidad de la precipitación según el periodo de retorno

min	Horas	INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN SEGÚN EL PERIODO DE RETORNO (mm/hr)								
		2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	70 años	100 años	200 años
1440 min	24 hr	2.01	2.64	3.03	3.39	3.50	3.84	3.99	4.16	4.47
1080 min	18 hr	2.41	3.17	3.64	4.07	4.20	4.60	4.79	4.99	5.36
720 min	12 hr	3.17	4.17	4.79	5.36	5.54	6.06	6.31	6.57	7.05
480 min	8 hr	3.86	5.07	5.82	6.51	6.73	7.37	7.67	7.98	8.57
360 min	6 hr	4.50	5.91	6.79	7.60	7.85	8.60	8.95	9.31	10.00
300 min	5 hr	4.82	6.33	7.28	8.14	8.41	9.21	9.59	9.98	10.72
240 min	4 hr	5.30	6.97	8.00	8.96	9.25	10.13	10.54	10.97	11.79
180 min	3 hr	6.11	8.02	9.22	10.31	10.65	11.66	12.14	12.64	13.57
120 min	2 hr	7.47	9.81	11.28	12.62	13.03	14.27	14.86	15.46	16.61
60 min	1 hr	12.06	15.83	18.19	20.36	21.02	23.02	23.97	24.94	26.79

Cálculo de las curvas I-D-F

La siguiente fórmula se utiliza para calcular las curvas IDF:

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

Donde:

T = periodo de retorno en años

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

I = intensidad máxima (mm/h)

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Regresión Potencial

Es un método estadístico para examinar la relación entre variables. En otras palabras, una regresión potencial combina los datos dispersos que existen en el gráfico con una asociación latente. Así pues, lo reducimos todo a una ecuación, para que podamos calcular fácilmente las magnitudes en diferentes períodos de tiempo. Se aplicará con el fin de calcular los parámetros “K”, “m” y “n” que son factores característicos de la zona de estudio.

Reducir las curvas IDF evitara la subjetividad de un gráfico, ya que está en función de una ecuación.

Se sabe que $I = \frac{K * T^m}{t^n}$, donde se hará un cambio de variable $d = K * T^m$ de tal forma que la ecuación quede $I = t^{-n} * d$. Con los datos ya obtenidos anteriormente como las intensidades máximas, se procedió a calcular las variables “n” y “d”.

$$\ln(d) = \frac{[\sum(\ln x * \ln y) * \sum(\ln x)] - [\sum(\ln x^2) * \sum(\ln y)]}{\sum(\ln x)^2 - [\sum(\ln x^2) * m]}$$

$$d = e^{\ln(d)}$$

$$n = \frac{\sum(\ln y) - [m * \ln(d)]}{\sum(\ln x)}$$

Donde:

y = Intensidad máxima de acuerdo al periodo de retorno

x = Tiempo de duración (min)

m = número de datos

Los resultados que se obtuvieron de acuerdo al método son los siguientes:

Tabla 77: Periodo de retorno $T = 2$ años – Regresión Potencial

Periodo de retorno $T = 2$ años – Regresión Potencial						
Numero de datos	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	ln x ²
1	1440	2.0092	7.2724	0.6977	5.0741	52.8878
2	1080	2.4110	6.9847	0.8800	6.1468	48.7863
3	720	3.1745	6.5793	1.1551	7.6000	43.2865
4	480	3.8576	6.1738	1.3500	8.3349	38.1156
5	360	4.5005	5.8861	1.5042	8.8539	34.6462
6	300	4.8220	5.7038	1.5732	8.9731	32.5331
7	240	5.3042	5.4806	1.6685	9.1444	30.0374
8	180	6.1079	5.1930	1.8096	9.3971	26.9668
9	120	7.4741	4.7875	2.0114	9.6298	22.9201
10	60	12.0550	4.0943	2.4895	10.1928	16.7637
10	4980	51.7160	58.1555	15.1393	83.3469	346.9435
Ln (d)=	4.6399	d=	103.5355	n=	-0.5375	

Gráfico 4: $T = 2$ años (periodo de retorno) – Regresión Potencial

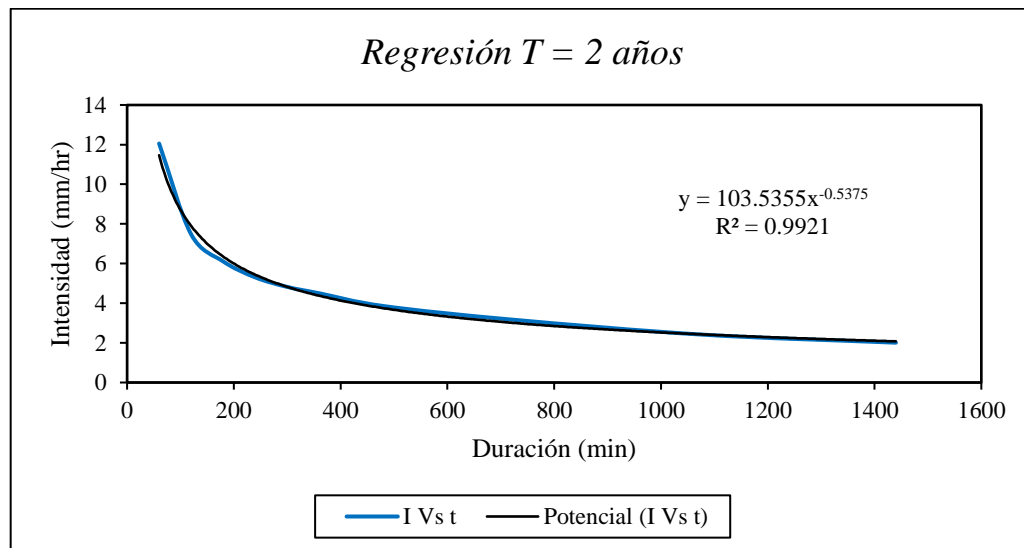


Tabla 78: Periodo de retorno $T = 5$ años – Regresión Potencial

Periodo de retorno $T = 5$ años – Regresión Potencial						
Numero de datos	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	ln x ²
1	1440	2.6383	7.2724	0.9701	7.0553	52.8878
2	1080	3.1660	6.9847	1.1525	8.0497	48.7863
3	720	4.1686	6.5793	1.4276	9.3924	43.2865
4	480	5.0656	6.1738	1.6225	10.0168	38.1156
5	360	5.9099	5.8861	1.7766	10.4574	34.6462
6	300	6.3320	5.7038	1.8456	10.5270	32.5331
7	240	6.9652	5.4806	1.9409	10.6375	30.0374
8	180	8.0205	5.1930	2.0820	10.8118	26.9668
9	120	9.8146	4.7875	2.2839	10.9340	22.9201
10	60	15.8300	4.0943	2.7619	11.3082	16.7637
10	4980	67.9107	58.1555	17.8636	99.1900	346.9435
Ln (d)=	4.9123	d=	135.9575	n=	-0.5375	

Gráfico 5: $T = 5$ años (periodo de retorno) – Regresión Potencial

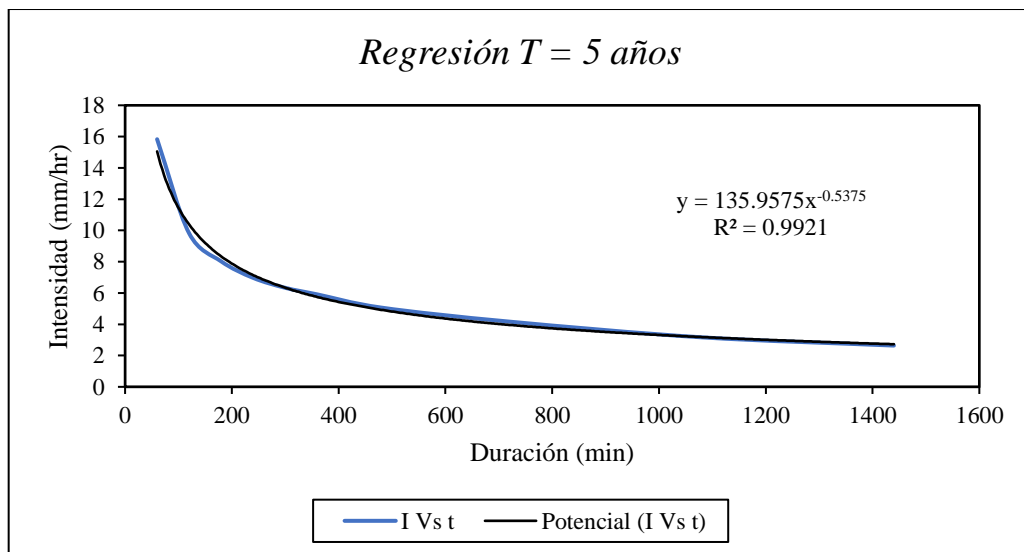


Tabla 79: Periodo de retorno $T = 10$ años – Regresión Potencial

Periodo de retorno $T = 10$ años – Regresión Potencial						
Numero de datos	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	ln x ²
1	1440	3.0321	7.2724	1.1092	8.0669	52.8878
2	1080	3.6385	6.9847	1.2916	9.0213	48.7863
3	720	4.7907	6.5793	1.5667	10.3075	43.2865
4	480	5.8216	6.1738	1.7616	10.8756	38.1156
5	360	6.7919	5.8861	1.9157	11.2762	34.6462
6	300	7.2770	5.7038	1.9847	11.3204	32.5331
7	240	8.0047	5.4806	2.0800	11.3999	30.0374
8	180	9.2175	5.1930	2.2211	11.5341	26.9668
9	120	11.2794	4.7875	2.4230	11.6000	22.9201
10	60	18.1925	4.0943	2.9010	11.8777	16.7637
10	4980	78.05	58.1555	19.2546	107.2796	346.9435
Ln (d)=	5.0514	d=	156.2480	n=	-0.5375	

Gráfico 6: $T = 10$ años (periodo de retorno) – Regresión Potencial

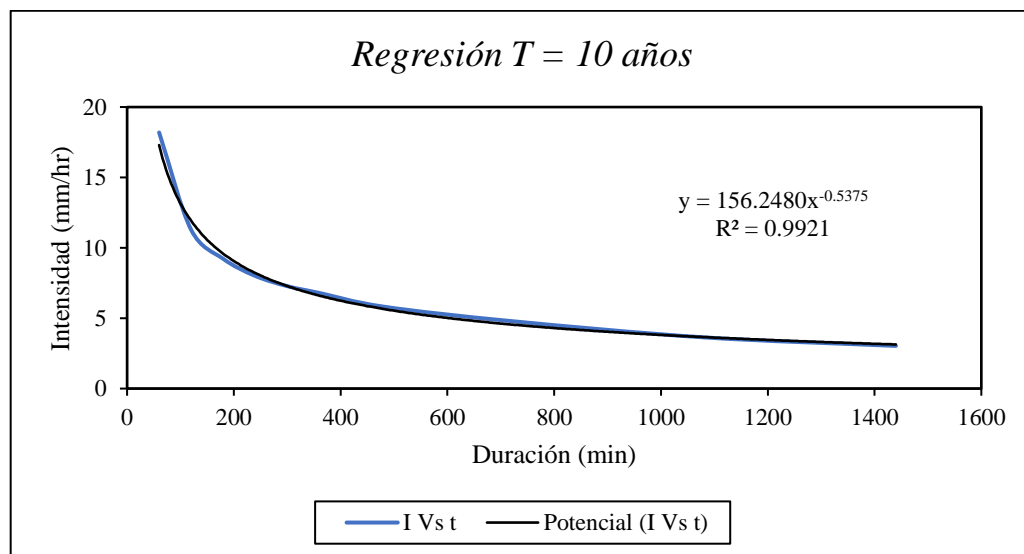


Tabla 80: Periodo de retorno $T = 20$ años – Regresión Potencial

Periodo de retorno $T = 20$ años – Regresión Potencial						
Numero de datos	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	ln x ²
1	1440	3.3925	7.2724	1.2216	8.8837	52.8878
2	1080	4.0710	6.9847	1.4039	9.8058	48.7863
3	720	5.3602	6.5793	1.6790	11.0465	43.2865
4	480	6.5136	6.1738	1.8739	11.5690	38.1156
5	360	7.5992	5.8861	2.0280	11.9373	34.6462
6	300	8.1420	5.7038	2.0970	11.9610	32.5331
7	240	8.9562	5.4806	2.1923	12.0155	30.0374
8	180	10.3132	5.1930	2.3334	12.1174	26.9668
9	120	12.6201	4.7875	2.5353	12.1377	22.9201
10	60	20.3550	4.0943	3.0133	12.3376	16.7637
10	4980	87.32	58.1555	20.3778	113.8114	346.9435
Ln (d)=	5.1638	d=	174.8209	n=	-0.5375	

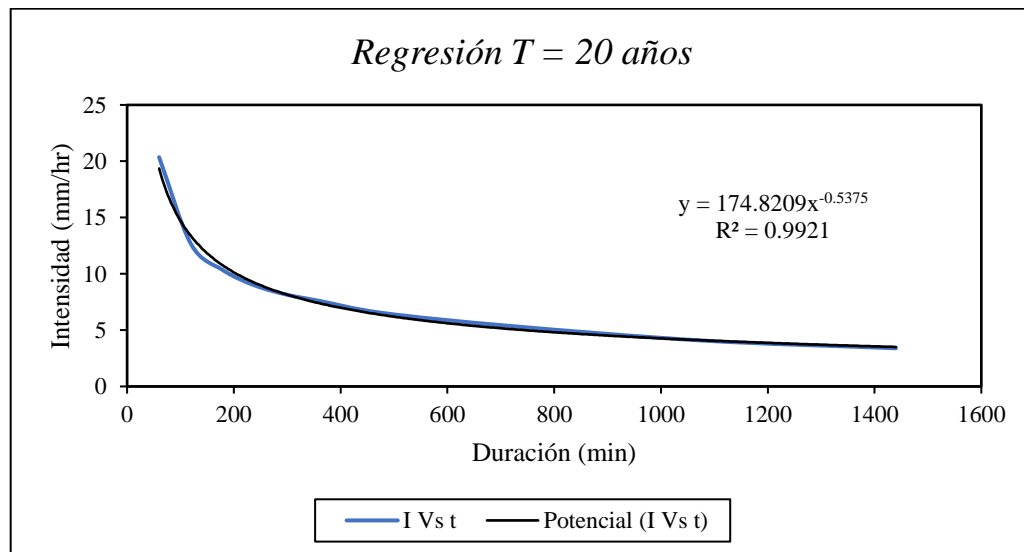
Gráfico 7: $T = 20$ años (periodo de retorno) – Regresión Potencial

Tabla 81: Periodo de retorno $T = 25$ años – Regresión Potencial

Periodo de retorno $T = 25$ años – Regresión Potencial						
Numero de datos	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	ln x ²
1	1440	3.5038	7.2724	1.2538	9.1184	52.8878
2	1080	4.2045	6.9847	1.4362	10.0311	48.7863
3	720	5.5359	6.5793	1.7113	11.2588	43.2865
4	480	6.7272	6.1738	1.9062	11.7682	38.1156
5	360	7.8484	5.8861	2.0603	12.1272	34.6462
6	300	8.4090	5.7038	2.1293	12.1451	32.5331
7	240	9.2499	5.4806	2.2246	12.1923	30.0374
8	180	10.6514	5.1930	2.3657	12.2849	26.9668
9	120	13.0340	4.7875	2.5676	12.2922	22.9201
10	60	21.0225	4.0943	3.0456	12.4697	16.7637
10	4980	90.19	58.1555	20.7005	115.6879	346.9435
Ln (d)=	5.1960	d=	180.5538	n=	-0.5375	

Gráfico 8: $T = 25$ años (periodo de retorno) – Regresión Potencial

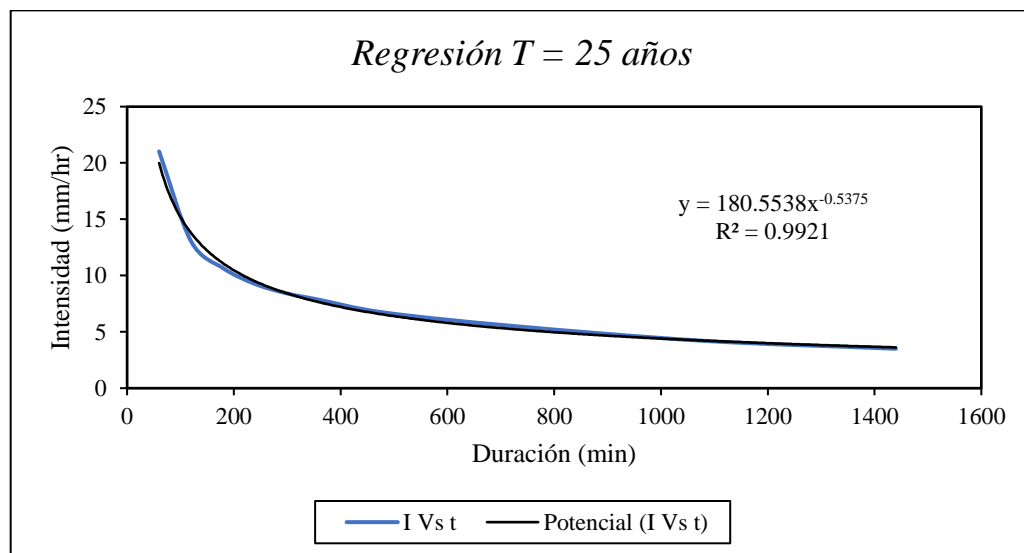


Tabla 82: Periodo de retorno $T = 50$ años – Regresión Potencial

Periodo de retorno $T = 50$ años – Regresión Potencial						
Numero de datos	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	ln x ²
1	1440	3.8371	7.2724	1.3447	9.7793	52.8878
2	1080	4.6045	6.9847	1.5270	10.6659	48.7863
3	720	6.0626	6.5793	1.8021	11.8567	43.2865
4	480	7.3672	6.1738	1.9970	12.3293	38.1156
5	360	8.5951	5.8861	2.1512	12.6621	34.6462
6	300	9.2090	5.7038	2.2202	12.6634	32.5331
7	240	10.1299	5.4806	2.3155	12.6904	30.0374
8	180	11.6647	5.1930	2.4566	12.7569	26.9668
9	120	14.2740	4.7875	2.6584	12.7272	22.9201
10	60	23.0225	4.0943	3.1365	12.8418	16.7637
10	4980	98.77	58.1555	21.6093	120.9730	346.9435
Ln (d)=	5.2869	d=	197.7310	n=	-0.5375	

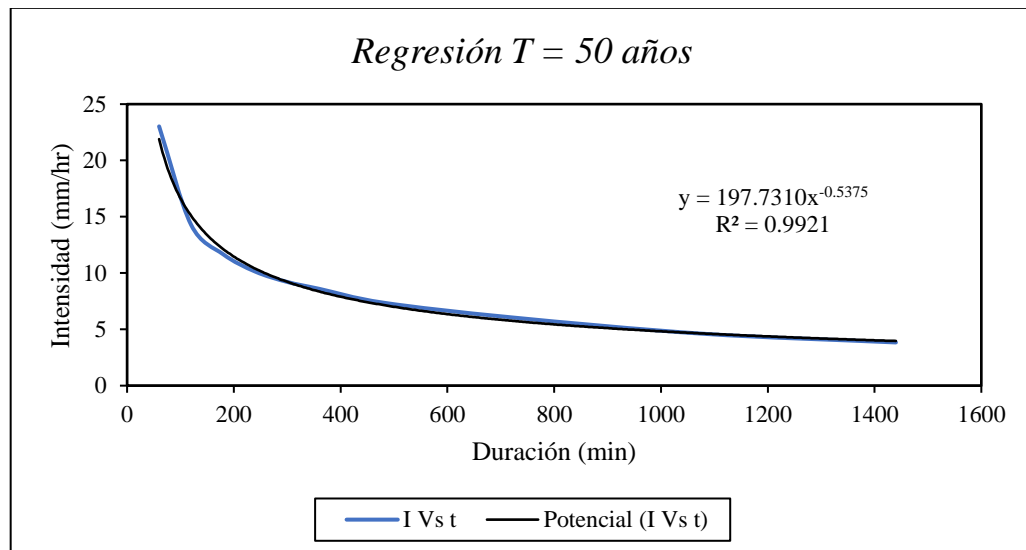
Gráfico 9: $T = 50$ años (periodo de retorno) – Regresión Potencial

Tabla 83: Periodo de retorno $T = 70$ años – Regresión Potencial

Periodo de retorno $T = 70$ años – Regresión Potencial						
Numero de datos	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	ln x ²
1	1440	3.9942	7.2724	1.3848	10.0711	52.8878
2	1080	4.7930	6.9847	1.5672	10.9461	48.7863
3	720	6.3108	6.5793	1.8423	12.1207	43.2865
4	480	7.6688	6.1738	2.0372	12.5770	38.1156
5	360	8.9469	5.8861	2.1913	12.8983	34.6462
6	300	9.5860	5.7038	2.2603	12.8923	32.5331
7	240	10.5446	5.4806	2.3556	12.9103	30.0374
8	180	12.1423	5.1930	2.4967	12.9652	26.9668
9	120	14.8583	4.7875	2.6986	12.9193	22.9201
10	60	23.9650	4.0943	3.1766	13.0061	16.7637
10	4980	102.81	58.1555	22.0105	123.3063	346.9435
Ln (d)=	5.3270	d=	205.8257	n=	-0.5375	

Gráfico 10: $T = 70$ años (periodo de retorno) – Regresión Potencial

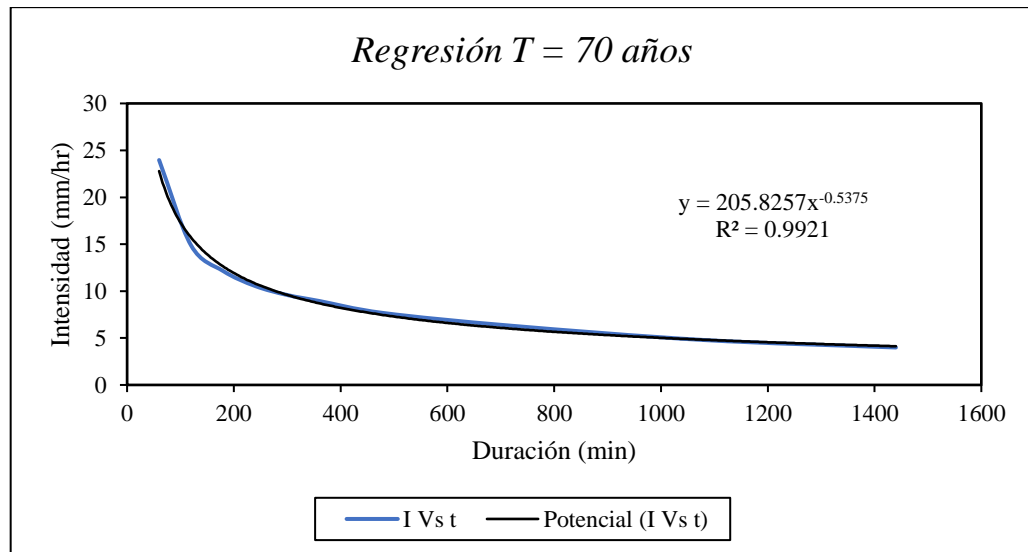


Tabla 84: Periodo de retorno $T = 100$ años – Regresión Potencial

Periodo de retorno $T = 100$ años – Regresión Potencial						
Numero de datos	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	ln x ²
1	1440	4.1567	7.2724	1.4247	10.3611	52.8878
2	1080	4.9880	6.9847	1.6070	11.2247	48.7863
3	720	6.5675	6.5793	1.8821	12.3831	43.2865
4	480	7.9808	6.1738	2.0770	12.8232	38.1156
5	360	9.3109	5.8861	2.2312	13.1330	34.6462
6	300	9.9760	5.7038	2.3002	13.1197	32.5331
7	240	10.9736	5.4806	2.3955	13.1288	30.0374
8	180	12.6363	5.1930	2.5366	13.1723	26.9668
9	120	15.4628	4.7875	2.7384	13.1102	22.9201
10	60	24.9400	4.0943	3.2165	13.1693	16.7637
10	4980	106.99	58.1555	22.4093	125.6255	346.9435
Ln (d)=	5.3669	d=	214.1996	n=	-0.5375	

Gráfico 11: $T = 100$ años (periodo de retorno) – Regresión Potencial

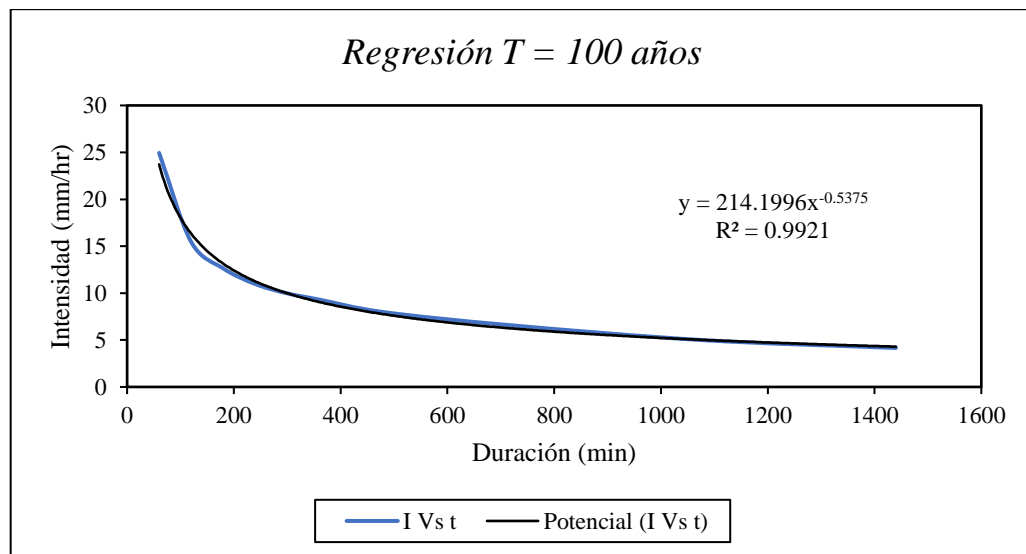
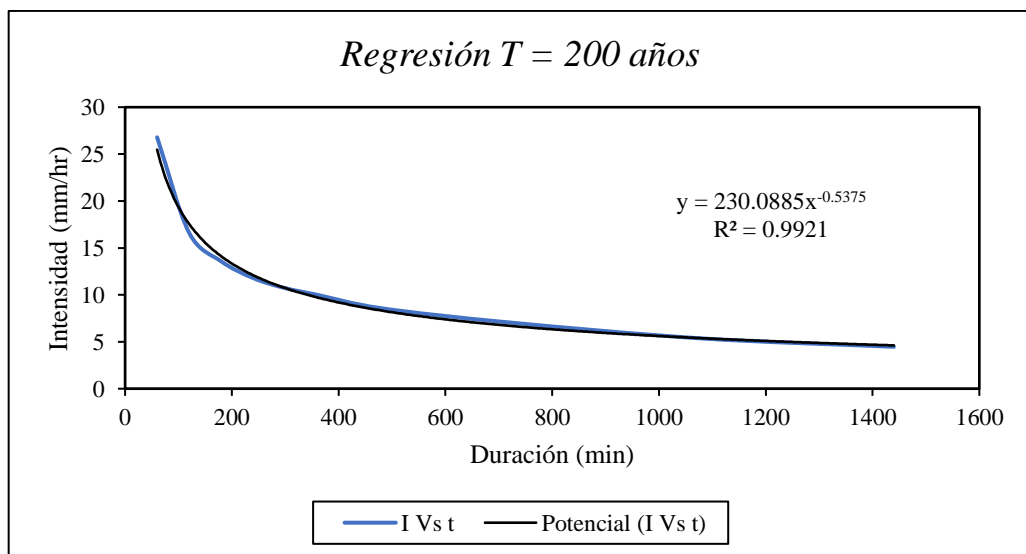


Tabla 85: Periodo de retorno $T = 200$ años – Regresión Potencial

Periodo de retorno $T = 200$ años – Regresión Potencial						
Numero de datos	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	ln x ²
1	1440	4.4650	7.2724	1.4963	10.8815	52.8878
2	1080	5.3580	6.9847	1.6786	11.7245	48.7863
3	720	7.0547	6.5793	1.9537	12.8538	43.2865
4	480	8.5728	6.1738	2.1486	13.2650	38.1156
5	360	10.0016	5.8861	2.3027	13.5542	34.6462
6	300	10.7160	5.7038	2.3717	13.5279	32.5331
7	240	11.7876	5.4806	2.4670	13.5210	30.0374
8	180	13.5736	5.1930	2.6081	13.5439	26.9668
9	120	16.6098	4.7875	2.8100	13.4528	22.9201
10	60	26.7900	4.0943	3.2880	13.4623	16.7637
10	4980	114.93	58.1555	23.1248	129.7869	346.9435
Ln (d)=	5.4385	d=	230.0885	n=	-0.5375	

Gráfico 12: $T = 200$ años (periodo de retorno) – Regresión Potencial



Luego, se hizo una tabla resumen de todos los datos que hemos obtenido donde se aprecia en la siguiente Tabla:

Tabla 86: Resumen del método de Regresión Potencial

Periodo de retorno para T (años)	Termino constante de regresión "d"	Coefficiente de regresión "n"
2	103.5355	-0.5375
5	135.9575	-0.5375
10	156.2480	-0.5375
20	174.8209	-0.5375
25	180.5538	-0.5375
50	197.7310	-0.5375
70	205.8257	-0.5375
100	214.1996	-0.5375
200	230.0885	-0.5375
Promedio	177.6623	-0.5375

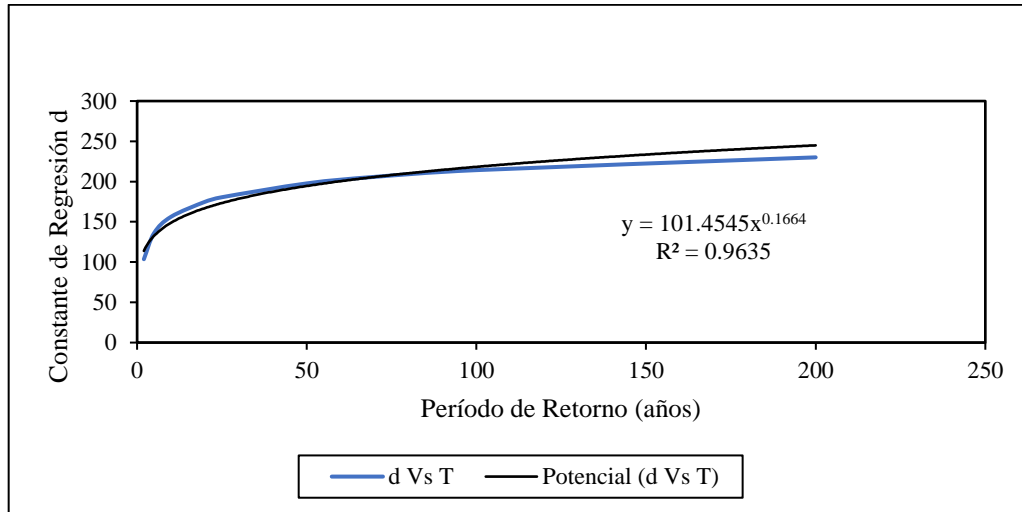
El valor "n" promedio que se obtuvo fue -0.5375, el cual este valor en la fórmula para la Intensidad se insertara con valor absoluto.

Después de haber hecho el análisis para cada periodo de retorno, se tuvo que realizar otra regresión potencial siendo "x" los periodos de retorno e "y" el termino de regresión constante, para calcular las variables "m" y "k" de la ecuación $d = k * T^m$

Tabla 87: Cálculos para hallar "m" y "k"

Regresión potencial - para hallar "m" y "k"						
Numero de datos	x	y	ln x	ln y	ln x * ln y	ln x ²
1	2	103.5355	0.6931	4.6399	3.2161	0.4805
2	5	135.9575	1.6094	4.9123	7.9061	2.5903
3	10	156.2480	2.3026	5.0514	11.6314	5.3019
4	20	174.8209	2.9957	5.1638	15.4692	8.9744
5	25	180.5538	3.2189	5.1960	16.7254	10.3612
6	50	197.7310	3.9120	5.2869	20.6825	15.3039
7	70	205.8257	4.2485	5.3270	22.6319	18.0497
8	100	214.1996	4.6052	5.3669	24.7155	21.2076
9	200	230.0885	5.2983	5.4385	28.8147	28.0722
9	482	1598.96	28.8838	46.3828	151.7929	110.3416
Ln (K)=	4.6196	K=	101.4545	m=	0.1664	

Gráfico 13: Regresión potencial - para hallar "k" y "m"



La fórmula para hallar las curvas IDF según el periodo de retorno es la siguiente:

Tabla 88: Formula para las curvas IDF

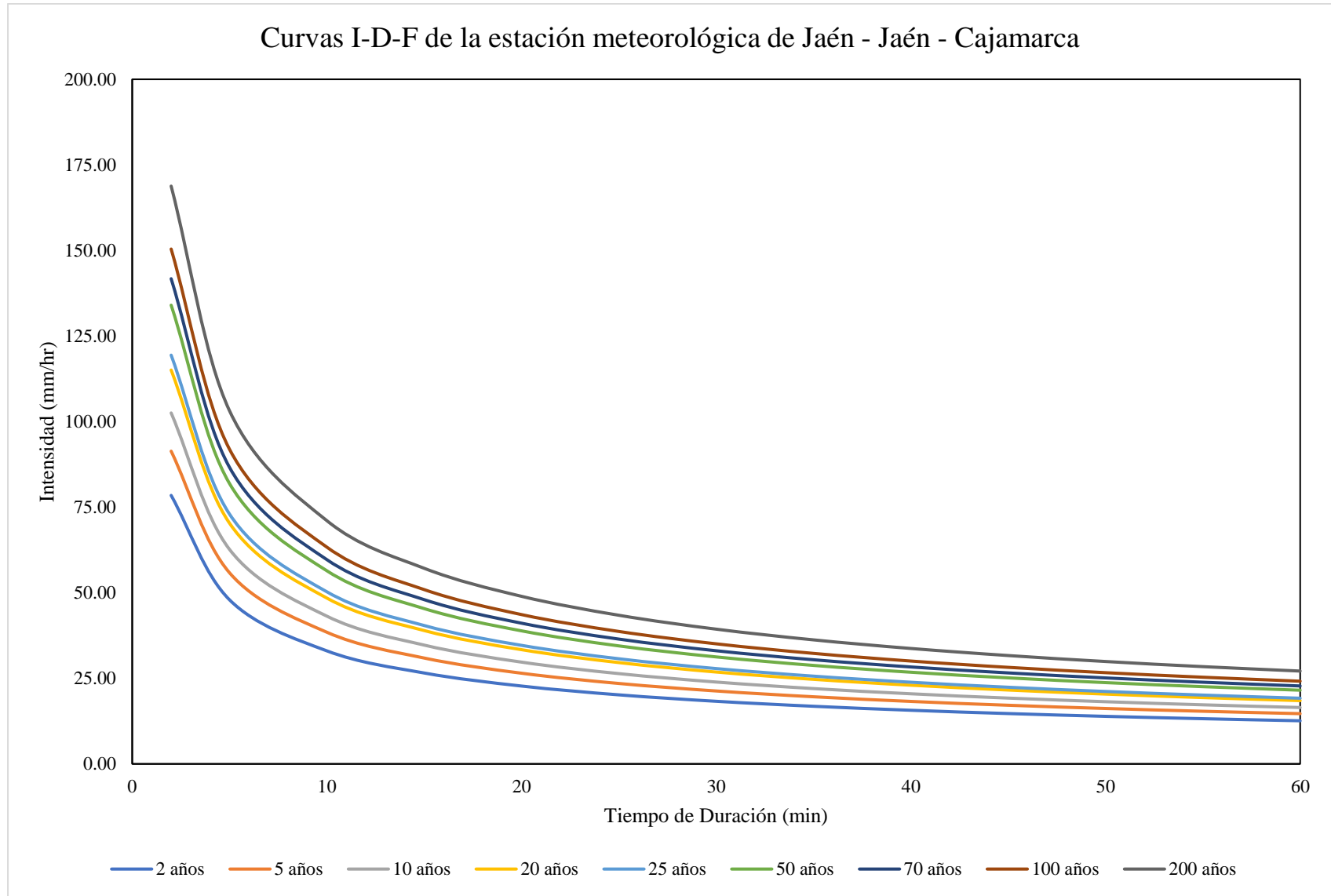
$I = \frac{K * T^m}{t^n}$	$I = \frac{101.4545 * T^{0.166402}}{t^{0.53752}}$
---------------------------	---

Por último, se procedió a graficar las curvas IDF con la formula empírica que se obtuvo.

Tabla 89: Tabla de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno

Tabla de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno													
Frecuencia	Duración en minutos												
Años	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	78.44	47.93	33.02	26.56	22.75	20.18	18.30	16.84	15.68	14.71	13.90	13.21	12.61
5	91.36	55.83	38.46	30.93	26.50	23.50	21.31	19.62	18.26	17.14	16.19	15.39	14.68
10	102.53	62.66	43.17	34.71	29.74	26.38	23.92	22.01	20.49	19.23	18.17	17.27	16.48
20	115.07	70.32	48.44	38.96	33.38	29.60	26.84	24.71	22.99	21.58	20.40	19.38	18.49
25	119.42	72.98	50.28	40.43	34.64	30.72	27.86	25.64	23.86	22.40	21.17	20.11	19.19
50	134.02	81.90	56.42	45.37	38.87	34.48	31.26	28.77	26.78	25.14	23.75	22.57	21.54
70	141.74	86.61	59.67	47.99	41.11	36.46	33.06	30.43	28.32	26.59	25.12	23.87	22.78
100	150.41	91.91	63.32	50.92	43.63	38.69	35.08	32.29	30.06	28.21	26.66	25.33	24.17
200	168.79	103.15	71.06	57.15	48.96	43.43	39.37	36.24	33.73	31.66	29.92	28.42	27.13

Gráfico 14: Curvas I-D-F



Determinación de caudales

Para estimar el cálculo de los caudales se utilizó el Método Racional que se usa comúnmente para subcuencas con áreas inferiores a 10 km²; recomendado por el Manual de Hidrología [14].

La expresión para la descarga máxima de diseño se obtiene de la siguiente fórmula:

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

Donde:

A = Área de la cuenca (Km²)

I = Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

C = Coeficiente de escorrentía

Q = Descarga máxima de diseño (m³/s)

Tabla 90: Coeficientes de escorrentía

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Con ayuda del programa ArcGIS para delimitar las subcuencas, se tuvo que analizar las características, tipo de suelo y pendiente, en las que se encuentran para determinar su coeficiente de escorrentía.

Tabla 91: Coeficientes de escorrentía de las subcuencas del proyecto

Subcuenca	Cobertura Vegetal	Pendiente del Terreno	Coefficiente de escorrentía
1	Cultivos	5.47	0.50
2	Sin Vegetación	12.15	0.40
3	Sin Vegetación	8.66	0.40
4	Sin Vegetación	11.01	0.40
5	Sin Vegetación	9.68	0.40
6	Sin Vegetación	16.27	0.40
7	Sin Vegetación	14.21	0.40

Tabla 92: Caudal de diseño e intensidades para la subcuenca 1

Subcuenca 1					
Periodo de retorno (T)	Tiempo de concentración (tc)	Intensidad de diseño (I)	Coefficiente de escorrentía (C)	Área de la cuenca (A)	Caudal de diseño (Q)
2 años	29.47 min	18.47 mm/hr	0.50	1.29 km ²	3.30 m ³ /s
5 años	29.47 min	21.52 mm/hr	0.50	1.29 km ²	3.84 m ³ /s
10 años	29.47 min	24.15 mm/hr	0.50	1.29 km ²	4.31 m ³ /s
20 años	29.47 min	27.10 mm/hr	0.50	1.29 km ²	4.84 m ³ /s
25 años	29.47 min	28.13 mm/hr	0.50	1.29 km ²	5.03 m ³ /s
50 años	29.47 min	31.56 mm/hr	0.50	1.29 km ²	5.64 m ³ /s
70 años	29.47 min	33.38 mm/hr	0.50	1.29 km ²	5.96 m ³ /s
100 años	29.47 min	35.42 mm/hr	0.50	1.29 km ²	6.33 m ³ /s
200 años	29.47 min	39.75 mm/hr	0.50	1.29 km ²	7.10 m ³ /s

Tabla 93: Caudal de diseño e intensidades para la subcuena 2

Subcuena 2					
Periodo de retorno (T)	Tiempo de concentración (tc)	Intensidad de diseño (I)	Coefficiente de escorrentía (C)	Área de la cuenca (A)	Caudal de diseño (Q)
2 años	20.60 min	22.40 mm/hr	0.40	1.90 km ²	4.72 m ³ /s
5 años	20.60 min	26.08 mm/hr	0.40	1.90 km ²	5.50 m ³ /s
10 años	20.60 min	29.27 mm/hr	0.40	1.90 km ²	6.17 m ³ /s
20 años	20.60 min	32.85 mm/hr	0.40	1.90 km ²	6.93 m ³ /s
25 años	20.60 min	34.10 mm/hr	0.40	1.90 km ²	7.19 m ³ /s
50 años	20.60 min	38.26 mm/hr	0.40	1.90 km ²	8.07 m ³ /s
70 años	20.60 min	40.47 mm/hr	0.40	1.90 km ²	8.53 m ³ /s
100 años	20.60 min	42.94 mm/hr	0.40	1.90 km ²	9.05 m ³ /s
200 años	20.60 min	48.19 mm/hr	0.40	1.90 km ²	10.16 m ³ /s

Tabla 94: Caudal de diseño e intensidades para la subcuena 3

Subcuena 3					
Periodo de retorno (T)	Tiempo de concentración (tc)	Intensidad de diseño (I)	Coefficiente de escorrentía (C)	Área de la cuenca (A)	Caudal de diseño (Q)
2 años	22.38 min	21.42 mm/hr	0.40	1.45 km ²	3.46 m ³ /s
5 años	22.38 min	24.94 mm/hr	0.40	1.45 km ²	4.03 m ³ /s
10 años	22.38 min	27.99 mm/hr	0.40	1.45 km ²	4.52 m ³ /s
20 años	22.38 min	31.42 mm/hr	0.40	1.45 km ²	5.07 m ³ /s
25 años	22.38 min	32.60 mm/hr	0.40	1.45 km ²	5.26 m ³ /s
50 años	22.38 min	36.59 mm/hr	0.40	1.45 km ²	5.91 m ³ /s
70 años	22.38 min	38.70 mm/hr	0.40	1.45 km ²	6.25 m ³ /s
100 años	22.38 min	41.06 mm/hr	0.40	1.45 km ²	6.63 m ³ /s
200 años	22.38 min	46.08 mm/hr	0.40	1.45 km ²	7.44 m ³ /s

Tabla 95: Caudal de diseño e intensidades para la subcuena 4

Subcuena 4					
Periodo de retorno (T)	Tiempo de concentración (tc)	Intensidad de diseño (I)	Coefficiente de escorrentía (C)	Área de la cuenca (A)	Caudal de diseño (Q)
2 años	8.36 min	36.37 mm/hr	0.40	0.17 km ²	0.71 m ³ /s
5 años	8.36 min	42.36 mm/hr	0.40	0.17 km ²	0.82 m ³ /s
10 años	8.36 min	47.53 mm/hr	0.40	0.17 km ²	0.92 m ³ /s
20 años	8.36 min	53.35 mm/hr	0.40	0.17 km ²	1.04 m ³ /s
25 años	8.36 min	55.36 mm/hr	0.40	0.17 km ²	1.08 m ³ /s
50 años	8.36 min	62.13 mm/hr	0.40	0.17 km ²	1.21 m ³ /s
70 años	8.36 min	65.71 mm/hr	0.40	0.17 km ²	1.28 m ³ /s
100 años	8.36 min	69.73 mm/hr	0.40	0.17 km ²	1.36 m ³ /s
200 años	8.36 min	78.25 mm/hr	0.40	0.17 km ²	1.52 m ³ /s

Tabla 96: Caudal de diseño e intensidades para la subcuenca 5

Subcuenca 5					
Periodo de retorno (T)	Tiempo de concentración (tc)	Intensidad de diseño (I)	Coefficiente de escorrentía (C)	Área de la cuenca (A)	Caudal de diseño (Q)
2 años	26.48 min	19.57 mm/hr	0.40	2.16 km ²	4.71 m ³ /s
5 años	26.48 min	22.79 mm/hr	0.40	2.16 km ²	5.48 m ³ /s
10 años	26.48 min	25.57 mm/hr	0.40	2.16 km ²	6.15 m ³ /s
20 años	26.48 min	28.70 mm/hr	0.40	2.16 km ²	6.91 m ³ /s
25 años	26.48 min	29.79 mm/hr	0.40	2.16 km ²	7.17 m ³ /s
50 años	26.48 min	33.43 mm/hr	0.40	2.16 km ²	8.04 m ³ /s
70 años	26.48 min	35.35 mm/hr	0.40	2.16 km ²	8.51 m ³ /s
100 años	26.48 min	37.51 mm/hr	0.40	2.16 km ²	9.03 m ³ /s
200 años	26.48 min	42.10 mm/hr	0.40	2.16 km ²	10.13 m ³ /s

Tabla 97: Caudal de diseño e intensidades para la subcuenca 6

Subcuenca 6					
Periodo de retorno (T)	Tiempo de concentración (tc)	Intensidad de diseño (I)	Coefficiente de escorrentía (C)	Área de la cuenca (A)	Caudal de diseño (Q)
2 años	7.64 min	38.17 mm/hr	0.40	0.30 km ²	1.29 m ³ /s
5 años	7.64 min	44.46 mm/hr	0.40	0.30 km ²	1.51 m ³ /s
10 años	7.64 min	49.90 mm/hr	0.40	0.30 km ²	1.69 m ³ /s
20 años	7.64 min	56.00 mm/hr	0.40	0.30 km ²	1.90 m ³ /s
25 años	7.64 min	58.12 mm/hr	0.40	0.30 km ²	1.97 m ³ /s
50 años	7.64 min	65.22 mm/hr	0.40	0.30 km ²	2.21 m ³ /s
70 años	7.64 min	68.98 mm/hr	0.40	0.30 km ²	2.34 m ³ /s
100 años	7.64 min	73.20 mm/hr	0.40	0.30 km ²	2.48 m ³ /s
200 años	7.64 min	82.14 mm/hr	0.40	0.30 km ²	2.78 m ³ /s

Tabla 98: Caudal de diseño e intensidades para la subcuenca 7

Subcuenca 7					
Periodo de retorno (T)	Tiempo de concentración (tc)	Intensidad de diseño (I)	Coefficiente de escorrentía (C)	Área de la cuenca (A)	Caudal de diseño (Q)
2 años	11.73 min	30.32 mm/hr	0.40	0.70 km ²	2.37 m ³ /s
5 años	11.73 min	35.31 mm/hr	0.40	0.70 km ²	2.77 m ³ /s
10 años	11.73 min	39.63 mm/hr	0.40	0.70 km ²	3.10 m ³ /s
20 años	11.73 min	44.47 mm/hr	0.40	0.70 km ²	3.48 m ³ /s
25 años	11.73 min	46.15 mm/hr	0.40	0.70 km ²	3.61 m ³ /s
50 años	11.73 min	51.80 mm/hr	0.40	0.70 km ²	4.06 m ³ /s
70 años	11.73 min	54.78 mm/hr	0.40	0.70 km ²	4.29 m ³ /s
100 años	11.73 min	58.13 mm/hr	0.40	0.70 km ²	4.55 m ³ /s
200 años	11.73 min	65.24 mm/hr	0.40	0.70 km ²	5.11 m ³ /s

Tabla 99: Resumen de caudales de diseño para un periodo de 70 años

Periodo de retorno para 70 años	
Subcuenca	Caudal de diseño (Q)
1	5.96 m ³ /s
2	8.53 m ³ /s
3	6.25 m ³ /s
4	1.28 m ³ /s
5	8.51 m ³ /s
6	2.34 m ³ /s
7	4.29 m ³ /s

Diseño del pavimento

Tráfico previsto

El periodo de diseño para que esta carretera tenga un buen funcionamiento transitable con el que se habló con anterioridad es de 20 años. Las cargas de tráfico vehicular están dadas por el ESAL o Ejes Equivalentes (EE), que ejerce un efecto sobre el pavimento el cual es de 8.2 Tn o 80 KN.

Es considerable señalar que los vehículos livianos tienen poco impacto en el deterioro del pavimento. De acuerdo al estudio de tráfico que se realizó, el IMDA para un periodo de diseño de 20 años es de 112 veh/h y como vehículo de diseño es el Ómnibus de dos ejes (B2)

Cálculo del ESAL o Eje Equivalente (EE)



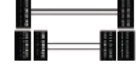



Para el cálculo del ESAL se tuvo en cuenta el sentido del vehículo por año, el factor camión o factor equivalente de carga y el factor de crecimiento acumulado.

Tabla 100: Relación de Cargas por Eje para calcular los Ejes Equivalentes (EE)

Tipo de Eje	Eje Equivalente ($EE_{0.2tn}$)
Eje Simple de ruedas simples (EE_{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE_{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos [13].

Tabla 101: Conformación de los Ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos [13].

Tabla 102: Calculo del F.C

Tipo de Vehículo	Carga de veh. Eje	Eje Equivalente (EE 8.2 Tn)	F.C
Auto	1.00	0.0005	0.001
	1.00	0.0005	
Pick Up	1.00	0.0005	0.001
	1.00	0.0005	
Combi	1.00	0.0005	0.001
	1.00	0.0005	
Camión 2E	7.00	1.2654	3.477
	10.00	2.2118	
Camión 3E	7.00	1.2654	2.526
	16.00	1.2606	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 103: Calculo del ESAL

Tipo de Vehículo	N° veh/día (2 sentidos)	N° veh/día (1 sentido)	N° veh/año	F.C	ESAL en el carril de diseño	Factor de crecimiento	ESAL de diseño
Auto	15.00	7.50	2737.50	0.001	2.885	33.066	95.41
Pick Up	27.00	13.50	4927.50	0.001	5.194	33.066	171.74
Combi	11.00	5.50	2007.50	0.001	2.116	33.066	69.97
Camión 2E	11.00	5.50	2007.50	3.477	6980.399	33.066	230813.56
Camión 3E	9.00	4.50	1642.50	2.526	4148.876	33.066	137186.54
TOTAL	73	36.5	13323	-	11139	165	368337.21

Fuente: Elaboración propia

Clasificación del tráfico según el MTC

Según el ESAL de diseño y de acuerdo al tipo de tráfico pesado expresado en EE se clasifica en Tp2 como se muestra a continuación:

Tabla 104: Tipo de tráfico pesado expresado en EE

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T _{P15}	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos [13].

Módulo de resiliencia (Mr) de las capas del pavimento

Con el dato del CBR que se obtuvo de los ensayos de laboratorio se procedió a calcular el módulo resiliente para los KM correspondientes de las diferentes capas del pavimento.

$$Mr(\text{psi}) = 2555 * CBR^{0.64}$$

Tabla 105: Modulo de resiliencia de la subrasante, subbase y base

KM 0+000		
CBR Subrasante	17.50	%
Mr3=	15956.00	psi
KM 3+000		
CBR Subrasante	18.40	%
Mr3=	16477.00	psi
KM 6+000		
CBR Subrasante	19.20	%
Mr3=	16932.00	psi
KM 9+700		
CBR Subrasante	20.35	%
Mr3=	17574.00	psi
KM 0+000 - KM 9+700		
CBR Subbase	40.00	%
Mr2=	27084.00	psi
CBR Base	80.00	%
Mr1=	42205.00	psi

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de las demás variables

Desviación Estándar Combinada (So)

Se usa valores entre $0.40 < S_o < 0.50$ para pavimentos flexibles según la guía AASHTO, por recomendación se optará por un $S_o = 0.45$

Nivel de confiabilidad (R%)

Tabla 106: Nivel de Confiabilidad según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15	>30'000,000		95%

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos [13].

Diferencial de serviciabilidad (Δ PSI)

Tabla 107: Diferencial de Serviabilidad (Δ PSI) Según Rango de

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T _{P15}		>30'000,000	1.20

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos [13].

Tabla 108: Variables para el cálculo de las capas del pavimento

Desviación Estándar Combinada (So)	0.45	
Nivel de confiabilidad (R%)	75	%
Diferencial de serviciabilidad (ΔPSI)	1.8	

Fuente: Elaboración propia

Determinación del número estructural (SN)

De acuerdo con ábaco de diseño AASHTO para pavimento flexible, se pudo determinar el número estructural y también se identificó los coeficientes estructurales de cada capa del pavimento. Asimismo, se analizó el tipo de capa superficial que se utilizara para la carretera la cual es con un micropavimento de 25mm o con una carpeta asfáltica en caliente.

Tabla 109: Numero Estructural de Diseño según ábaco de diseño AASHTO

Numero Estructural De Diseño			
Sub rasante - KM 0+000	SN3	1.98	Pulg.
Sub rasante - KM 3+000	SN3	1.95	Pulg.
Sub rasante - KM 6+000	SN3	1.93	Pulg.
Sub rasante - KM 9+700	SN3	1.91	Pulg.
Sub base	SN2	1.60	Pulg.
Base	SN1	1.33	Pulg.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 110: Coeficientes Estructurales de acuerdo al componente del pavimento

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2.965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a_1	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.062 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.064 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_2	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_2	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_2	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.060 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $> 15'000,000$ EE

Fuente: *Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos* [13].

Tabla 111: Coeficiente Estructural con micro pavimento 25mm

Capas del pavimento	Coefficiente	/cm	pulg
Capa superficial (Micro pavimento 25 mm)	a1	0.13	0.330
Base	a2	0.052	0.132
sub base	a3	0.047	0.119

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 112: Coeficiente Estructural con Carpeta Asfáltica en Caliente

Capas del pavimento	Coefficiente	/cm	pulg
Capa superficial (Carpeta Asfáltica en Caliente)	a1	0.17	0.432
Base	a2	0.052	0.132
sub base	a3	0.047	0.119

Fuente: *Elaboración propia*

Espesores de las capas del pavimento

Con los datos obtenidos de los números estructurales (SN), coeficientes de drenaje y los coeficientes de capas se obtuvieron los siguientes resultados.

Fig. 45: *Espeor Total del pavimento*

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Fuente: *Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos* [13].

Tabla 113: Cálculos para hallar los espesores de la subbase, base y concreto asfáltico (Carpeta Asfáltica en Caliente)

Base	SN1	1.33	pulg		a1	0.432	Capa superficial
Sub base	SN2	1.6	pulg		a2	0.132	Base
Sub rasante - KM 0+000	SN3	1.98	pulg		a3	0.119	sub base
Sub rasante - KM 3+000	SN3	1.95	pulg				
Sub rasante - KM 6+000	SN3	1.93	pulg				
Sub rasante - KM 9+700	SN3	1.91	pulg				
	m2	1					
	m3	1					
D1	$D1=SN1/a1$	3.08	pulg		Redondeamos a=	3.10	Se recalcula
SN1	$SN1^*=a1xD1$	1.34		OK			
KM 0+000							
D2	$D2=(SN2-SN1^*)/(a2*m2)$	1.98	pulg		Redondeamos a=	2.00	Se recalcula
SN2	$SN2^*=a2xD2xm2$	0.26	1.60	OK			
KM 3+000							
D3	$D3=(SN3-(SN2^*+SN1^*))/(a3*m3)$	3.16	pulg		Redondeamos a=	3.20	Se recalcula
SN3	$SN3^*=a3xD3xm$	0.38	1.98	OK			
KM 6+000							
D3	$D3=(SN3-(SN2^*+SN1^*))/(a3*m3)$	2.74	pulg		Redondeamos a=	2.80	Se recalcula
SN3	$SN3^*=a3xD3xm$	0.33	1.94	OK			
KM 9+700							
D3	$D3=(SN3-(SN2^*+SN1^*))/(a3*m3)$	2.57	pulg		Redondeamos a=	2.60	Se recalcula
SN3	$SN3^*=a3xD3xm$	0.31	1.91	OK			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 114: Espesores mínimos del pavimento para cada capa (Carpeta Asfáltica en Caliente)

Material	Estructura del pavimento	Espesor calculado (Pulg)	Espesor calculado (cm)	Espesor mínimo (cm)
Concreto asfáltico (Carpeta Asfáltica en Caliente)	D1	3.10	7.87	6.00
Base	D2	2.00	5.08	15.00
Sub base - KM 0+000	D3	3.20	8.13	15.00
Sub base - KM 3+000	D3	3.00	7.62	15.00
Sub base - KM 6+000	D3	2.80	7.11	15.00
Sub base - KM 9+700	D3	2.60	6.60	15.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 115: Comprobación del número estructural requerido (SNR) - (Carpeta Asfáltica en Caliente)

Coeficientes estructurales de las capas		
CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
0.170	0.052	0.047

Coeficientes de drenaje para Bases y SubBases granulares no tratadas en pavimentos flexibles	
m2	m3
1	1

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Cálculo de espesores de las capas		
d1	d2	d3
6.0 cm	15.0 cm	15 cm
Capa superficial	Base	SubBase

SNR (Requerido)	1.974	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	2.505	SI CUMPLE

Tabla 116: Cálculos para hallar los espesores de la subbase, base y concreto asfáltico (micro pavimento 25 mm)

Base	SN1	1.33	pulg		a1	0.330	Capa superficial
Sub base	SN2	1.6	pulg		a2	0.132	Base
Sub rasante - KM 0+000	SN3	1.98	pulg		a3	0.119	sub base
Sub rasante - KM 3+000	SN3	1.95	pulg				
Sub rasante - KM 6+000	SN3	1.93	pulg				
Sub rasante - KM 9+700	SN3	1.91	pulg				
	m2	1					
	m3	1					
D1	$D1=SN1/a1$	4.03	pulg		Redondeamos a=	4.10	Se recalcula
SN1	$SN1^*=a1xD1$	1.35		OK			
D2	$D2=(SN2-SN1^*)/(a2*m2)$	1.86	pulg		Redondeamos a=	1.90	Se recalcula
SN2	$SN2^*=a2xD2xm2$	0.25	1.60	OK			
KM 0+000							
D3	$D3=(SN3-(SN2^*+SN1^*))/(a3*m3)$	3.14	pulg		Redondeamos a=	3.20	Se recalcula
SN3	$SN3^*=a3xD3xm$	0.38	1.99	OK			
KM 3+000							
D3	$D3=(SN3-(SN2^*+SN1^*))/(a3*m3)$	2.89	pulg		Redondeamos a=	2.90	Se recalcula
SN3	$SN3^*=a3xD3xm$	0.35	1.95	OK			
KM 6+000							
D3	$D3=(SN3-(SN2^*+SN1^*))/(a3*m3)$	2.72	pulg		Redondeamos a=	2.80	Se recalcula
SN3	$SN3^*=a3xD3xm$	0.33	1.94	OK			
KM 9+700							
D3	$D3=(SN3-(SN2^*+SN1^*))/(a3*m3)$	2.56	pulg		Redondeamos a=	2.60	Se recalcula
SN3	$SN3^*=a3xD3xm$	0.31	1.92	OK			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 117: Espesores mínimos del pavimento para cada capa (micro pavimento 25 mm)

Material	Estructura del pavimento	Espesor calculado (Pulg)	Espesor calculado (cm)	Espesor mínimo (cm)
Concreto asfáltico (Micro pavimento 25 mm)	D1	4.10	10.41	2.50
Base	D2	1.90	4.83	18.50
Sub base - KM 0+000	D3	3.20	8.13	15.00
Sub base - KM 3+000	D3	2.90	7.37	15.00
Sub base - KM 6+000	D3	2.80	7.11	15.00
Sub base - KM 9+700	D3	2.60	6.60	15.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 118: Comprobación del número estructural requerido (SNR) - (micro pavimento 25 mm)

Coeficientes estructurales de las capas		
CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Micropavimento 25mm	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
0.130	0.052	0.047

Coeficientes de drenaje para Bases y SubBases granulares no tratadas en pavimentos flexibles	
m2	m3
1	1

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Cálculo de espesores de las capas		
d1	d2	d3
2.5 cm	18.5 cm	15 cm
Capa superficial	Base	SubBase

SNR (Requerido)	1.974	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	1.992	SI CUMPLE

Análisis del concreto asfáltico

Carpeta asfáltica en caliente

Cuando se aplica y compacta una mezcla de materiales pétreos y cemento asfáltico, se denomina capa asfáltica caliente, en cuyo caso utiliza calor como energía para compactar.

Su procesamiento se lleva a cabo en equipos que pueden ser fijos o móviles. Para evitar la mezcla, los agregados deben separarse por tamaño antes de incorporarse a la mezcla. La película bituminosa debe cubrir todos los elementos que la componen, por lo que debe calentarse y dotarse de una temperatura que permita mezclar homogéneamente el contenido.

Condición climática

- ✓ Se hará la colocación de la carpeta cuando la base está seca.
- ✓ No se deberá construir cuando llueva o exista esta amenaza.
- ✓ La temperatura a la que se debe colocar la carpeta tiene que ser superior a 15°C en la superficie.

Ventajas

- ✓ La carpeta asfáltica en caliente es un pavimento asfáltico de mejor calidad es muy utilizada en proyectos de construcción de vialidades.
- ✓ Resistente al paso de vehículos.
- ✓ Resistencia a la fatiga, resistencia a la trabajabilidad, resistencia al deslizamiento, resistencia al daño por humedad, resistencia al fracturamiento por bajas temperaturas, flexibilidad, durabilidad, estabilidad.

Micro pavimento

Es una mezcla de emulsión asfáltica con polímero, agua y aditivos; correctamente mezclado y aplicado a la superficie preparada de acuerdo con las especificaciones.

Condición climática

- ✓ No se deberá aplicar si la temperatura del aire o del pavimento sea inferior a 10°C.
- ✓ Tampoco cuando haya peligro que se congele el producto finalizado antes de 24 horas.

Usos

- ✓ Recuperación y sellado de ahuellamientos, mantenimiento correctivo o preventivo, sello de grietas superficiales, bacheos y reparación de poca profundidad, microcapa de nivelación, capa intermedia, corrección de desprendimientos de fricción superficial.

Ventajas

- ✓ Reducción de la explotación de canteras
- ✓ Reducir las emisiones de CO₂, el polvo y otros contaminantes ambientales, ya que se reduce la cantidad de unidades requeridas para la producción del micropavimento.
- ✓ Minimiza el consumo de combustible y energía.
- ✓ La capa de rodadura tiene excelente desempeño mecánico y altas resistencias tempranas.
- ✓ Rápida apertura al tránsito sin necesidad de compactación (se abre el tráfico después de una hora aplicada la mezcla)
- ✓ Alto grado de adherencia entre el material granular y el residuo asfáltico, proporcionando así una seguridad en la vía y mayor confort.
- ✓ Reducción en la cantidad de equipos y transporte.

- ✓ Sistema ecos amigable y solución efectiva en costo ya que requiere menor cantidad de material.

Después de haber analizado los dos tipos de capas superficiales se optó por seleccionar el micropavimento ya que cumple con las condiciones climáticas, física y económica para el proyecto. Por lo tanto, los espesores de mi pavimento flexible son: Concreto asfáltico (Micro pavimento) de 2.5 cm, Base de 18.5 cm y Subbase de 15 cm.

Diseño de obras de arte y drenaje

Cunetas

Análisis de existencia de cunetas

Al diseñar una cuneta, primero se debe analizar cuidadosamente la sección transversal para marcar la sección del camino que necesita una cuneta, y del mismo modo las que se pueden omitir, como cuando está a nivel del terreno natural o exista terraplén.

La tabla siguiente muestra el análisis que se realizó.

Tabla 119: Resumen del análisis de cunetas

Resumen Del Análisis De Cunetas					
Lado izquierdo			Lado derecho		
De progresiva	A progresiva	Longitud	De progresiva	A progresiva	Longitud
0+000.00	0+040.00	40.00 m	0+000.00	0+040.00	40.00 m
0+280.00	1+240.00	960.00 m	0+260.00	0+680.00	420.00 m
1+280.00	1+320.00	40.00 m	0+820.00	1+960.00	1140.00 m
1+370.00	1+410.00	40.00 m	2+000.00	2+080.00	80.00 m
1+440.00	1+480.00	40.00 m	2+120.00	2+140.00	20.00 m
1+560.00	1+820.00	260.00 m	2+210.00	2+700.00	490.00 m
2+020.00	2+040.00	20.00 m	2+800.00	3+180.00	380.00 m
2+180.00	2+370.00	190.00 m	3+230.00	3+720.00	490.00 m
2+420.00	2+460.00	40.00 m	3+780.00	4+560.00	780.00 m
2+520.00	2+660.00	140.00 m	4+660.00	5+070.00	410.00 m
2+820.00	2+880.00	60.00 m	5+440.00	6+140.00	700.00 m
3+020.00	3+160.00	140.00 m	6+320.00	6+460.00	140.00 m
3+240.00	3+700.00	460.00 m	6+550.00	6+700.00	150.00 m
3+780.00	4+210.00	430.00 m	6+960.00	7+040.00	80.00 m
4+380.00	4+560.00	180.00 m	7+080.00	7+160.00	80.00 m
4+600.00	5+060.00	460.00 m	7+240.00	7+400.00	160.00 m
5+400.00	6+020.00	620.00 m	7+480.00	7+500.00	20.00 m
6+060.00	6+140.00	80.00 m	7+570.00	7+760.00	190.00 m
6+300.00	6+700.00	400.00 m	7+820.00	7+980.00	160.00 m
6+780.00	6+800.00	20.00 m	8+040.00	8+080.00	40.00 m
6+900.00	7+060.00	160.00 m	8+120.00	8+200.00	80.00 m

7+100.00	7+130.00	30.00 m	8+300.00	8+310.00	10.00 m
7+270.00	7+400.00	130.00 m	8+360.00	8+743.55	383.55 m
7+550.00	7+740.00	190.00 m			
7+780.00	8+040.00	260.00 m			
8+080.00	8+180.00	100.00 m			
8+280.00	8+300.00	20.00 m			
8+340.00	8+743.55	403.55 m			
Total de longitud de cuneta (izq.)		5913.55 m	Total de longitud de cuneta (der.)		6443.55 m

Fuente: Elaboración propia

Área de influencia de las cunetas

Para el área de influencia de la cuneta se suele tener en cuenta el aporte del talud de corte y la calzada. Pero esto ignora lo dicho en la norma DG-2018, también se debe tener en cuenta el área de influencia de los terrenos aledaños para el diseño de la zanja de drenaje [12].

Una vez delimitado el tramo de las cunetas, se determina la ubicación de las quebradas que hemos indicado en nuestro estudio hidrológico. Esto es con el fin para tener en cuenta al analizar la colocación de las alcantarillas de alivio y no colocarlos innecesariamente.

Después de ubicar en que kilometro se encuentra cada quebrada, se procedió hacer así mismo la ubicación de las alcantarillas de alivio. Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje se debe tener en cuenta que no debe sobrepasar la longitud de la cuneta de más de 250 metros y del mismo modo se revisa el perfil para ver si la pendiente es negativa o positiva.

Se muestra a continuación los resultados.

Tabla 120: Ubicación de Alcantarillas de Alivio y Badenes

Ubicación de Alcantarillas de Alivio y Badenes				
Obra de arte	Tipo	Progresiva	Longitud de cuneta que Alivia	Verificación de 250 m
		0+000.00		
1	Alcantarilla de Alivio	0+250.00	250.00	OK
2	Quebrada (Baden)	0+390.00	140.00	OK
3	Alcantarilla de Alivio	0+640.00	250.00	OK
4	Alcantarilla de Alivio	0+890.00	250.00	OK
5	Alcantarilla de Alivio	1+140.00	250.00	OK
6	Alcantarilla de Alivio	1+390.00	250.00	OK
7	Alcantarilla de Alivio	1+640.00	250.00	OK

8	Alcantarilla de Alivio	1+890.00	250.00	OK
9	Alcantarilla de Alivio	2+140.00	250.00	OK
10	Alcantarilla de Alivio	2+390.00	250.00	OK
11	Alcantarilla de Alivio	2+640.00	250.00	OK
12	Alcantarilla de Alivio	2+890.00	250.00	OK
13	Alcantarilla de Alivio	3+140.00	250.00	OK
14	Alcantarilla de Alivio	3+390.00	250.00	OK
15	Alcantarilla de Alivio	3+640.00	250.00	OK
16	Quebrada (Baden)	3+760.00	120.00	OK
17	Alcantarilla de Alivio	4+010.00	250.00	OK
18	Alcantarilla de Alivio	4+260.00	250.00	OK
19	Quebrada (Baden)	4+507.00	247.00	OK
20	Alcantarilla de Alivio	4+757.00	250.00	OK
21	Alcantarilla de Alivio	5+007.00	250.00	OK
22	Alcantarilla de Alivio	5+257.00	250.00	OK
23	Alcantarilla de Alivio	5+507.00	250.00	OK
24	Alcantarilla de Alivio	5+757.00	250.00	OK
25	Alcantarilla de Alivio	6+007.00	250.00	OK
26	Quebrada (Baden)	6+219.00	212.00	OK
27	Alcantarilla de Alivio	6+469.00	250.00	OK
28	Quebrada (Baden)	6+555.00	86.00	OK
29	Alcantarilla de Alivio	6+805.00	250.00	OK
30	Alcantarilla de Alivio	7+055.00	250.00	OK
31	Alcantarilla de Alivio	7+305.00	250.00	OK
32	Alcantarilla de Alivio	7+555.00	250.00	OK
33	Quebrada (Baden)	7+775.00	220.00	OK
34	Alcantarilla de Alivio	8+025.00	250.00	OK
35	Alcantarilla de Alivio	8+275.00	250.00	OK
36	Quebrada (Baden)	8+365.00	90.00	OK
37	Alcantarilla de Alivio	8+615.00	250.00	OK
38	Alcantarilla de Alivio	8+743.55	128.55	OK

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de concentración (t_c)

Para determinar el tiempo de concentración se utilizó el método de Kripiich según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, el cual nos define la siguiente formula:

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

Donde:

L = Longitud de cauce principal (m)

S = Pendiente promedio del cauce principal (m/m)

Coeficiente de escorrentía

Para determinar el coeficiente de escorrentía se asume que el terreno es semipermeable, debido a que no todas las aguas pluviales van a parar al sistema de alcantarillado. Asimismo, se asume un suelo con cultivos y vegetación ligera para cada tramo respectivo.

Tabla 121: Coeficientes de escorrentía de acuerdo a su cobertura vegetal

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Intensidades de diseño

Para la intensidad de diseño en la cuneta se utilizará la fórmula que se obtuvo anteriormente en el Estudio Hidrológico. De acuerdo al Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito [15] el periodo de retorno será de 10 años para el caso de las cunetas.

$I = \frac{K * T^m}{t^n}$	$I = \frac{101.4545 * T^{0.166402}}{t^{0.53752}}$
---------------------------	---

Donde:

I = intensidad máxima (mm/h)

T = periodo de retorno en años

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Caudal de aporte

El caudal de aporte se realizó por el método racional, el cual tiene la siguiente expresión.

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Donde:

A: Área aportante en Km²

I: Intensidad de diseño (mm/hr)

C: coeficiente de escorrentía

Q: Caudal en m³/s

Sección de la cuneta

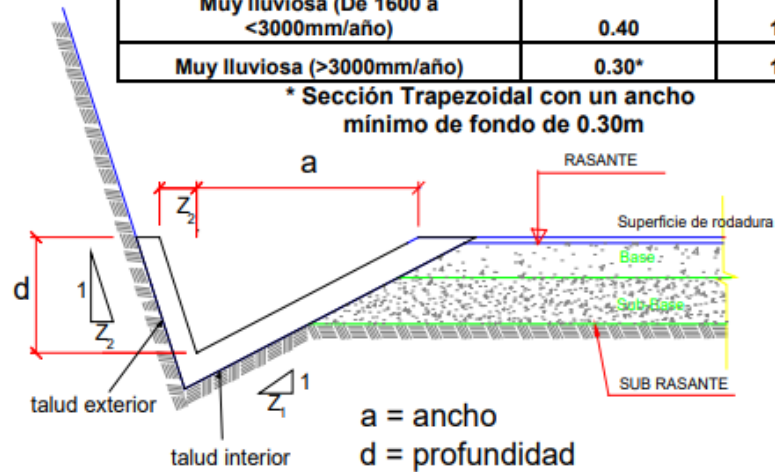
Las cunetas estarán ubicadas al pie del talud de corte, adyacente y paralelo a la calzada, además con un revestimiento recomendado por el Manual de Hidrología [14] de concreto f'c=175 kg/cm² y de 0.075 m de espesor.

Tabla 122: Dimensiones para una cuneta de forma triangular

DIMENSIONES MINIMAS DE CUNETAS TRIANGULAR TÍPICA

REGION	PROFUNDIDAD (d) mts.	ANCHO (a) mts.
Seca (<400mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000mm/año)	0.30*	1.20

* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30m



Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Tabla 123: Velocidades límites admisibles

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

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Sección típica

Ancho (a) = 0.50 m

0.25 H = 0.05 m

Profundidad (H) = 0.20 m

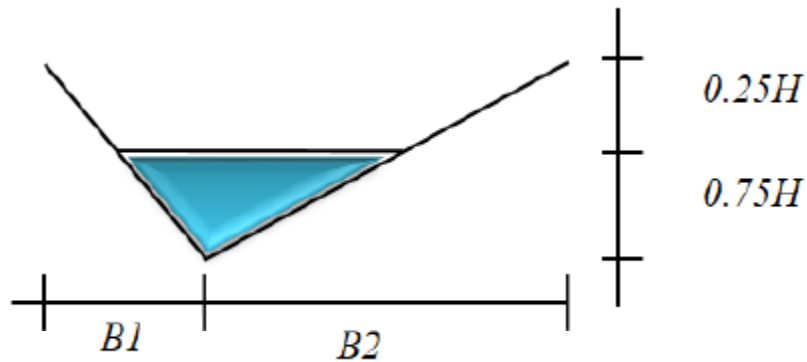
0.75 H = 0.15 m

Z1 = 1.00

B1 = 0.20 m

Z2 = 2.00

B2 = 0.30 m



Para el cálculo del caudal que va a soportar la sección se realizó mediante la fórmula de Manning y también se verificó que fuera mayor a las proporciones de las cunetas. Las pendientes comúnmente coinciden con el perfil longitudinal.

Ecuación de Manning:

$$Q = A * V = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

S : Pendiente del fondo (m/m)

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

A : Área de la sección (m²)

V : Velocidad media (m/s)

P : Perímetro mojado (m)

Q : Caudal (m³/seg)

Otras fórmulas a emplear

$$Rh = \frac{(Z_a + Z_b) * h}{2 \left(\sqrt{1 + Z_a^2} + \sqrt{1 + Z_b^2} \right)}$$

$$P = \left(\sqrt{1 + Z_a^2} + \sqrt{1 + Z_b^2} \right) * h$$

$$A = \frac{(Z_a + Z_b) * h^2}{2}$$

Resultados del análisis

Los resultados que se obtuvieron de acuerdo a las intensidades de diseño, coeficiente de escorrentía, caudales de aporte y verificación de las dimensiones que se seleccionaron para soportar el caudal de aporte.

Tabla 124: Calculo del caudal máximo de aporte para las cunetas

Cálculo del caudal de aporte									
De progresiva	A progresiva	Long. (m)	S (m/m)	C	tc (min)	I (mm/hr)	Área (talud+calzada) - ha	Qaporte (m3/s)	Qaporte máximo (m3/s)
0+000.00	0+250.00	250.00	0.02	0.45	6.27	55.46	0.33	0.023	0.033
0+250.00	0+390.00	140.00	0.02	0.45	4.02	70.50	0.18	0.016	
0+390.00	0+640.00	250.00	0.07	0.5	3.76	73.00	0.33	0.033	
0+640.00	0+890.00	250.00	0.01	0.45	7.34	50.97	0.33	0.021	
0+890.00	1+140.00	250.00	0.09	0.45	3.53	75.55	0.33	0.031	
1+140.00	1+390.00	250.00	0.06	0.45	3.95	71.09	0.33	0.029	
1+390.00	1+640.00	250.00	0.01	0.35	9.93	43.34	0.33	0.014	
1+640.00	1+890.00	250.00	0.08	0.45	3.69	73.76	0.33	0.030	
1+890.00	2+140.00	250.00	0.03	0.4	5.28	60.85	0.33	0.022	
2+140.00	2+390.00	250.00	0.03	0.4	5.28	60.85	0.33	0.022	
2+390.00	2+640.00	250.00	0.06	0.45	4.02	70.42	0.33	0.029	
2+640.00	2+890.00	250.00	0.02	0.4	6.06	56.50	0.33	0.020	
2+890.00	3+140.00	250.00	0.02	0.4	6.06	56.50	0.33	0.020	
3+140.00	3+390.00	250.00	0.07	0.45	3.85	72.15	0.33	0.029	
3+390.00	3+640.00	250.00	0.03	0.4	5.19	61.38	0.33	0.022	
3+640.00	3+760.00	120.00	0.08	0.45	2.10	99.78	0.16	0.019	
3+760.00	4+010.00	250.00	0.05	0.4	4.34	67.59	0.33	0.024	
4+010.00	4+260.00	250.00	0.08	0.45	3.54	75.44	0.33	0.031	
4+260.00	4+507.00	247.00	0.08	0.45	3.51	75.82	0.32	0.030	
4+507.00	4+757.00	250.00	0.08	0.45	3.54	75.44	0.33	0.031	

4+757.00	5+007.00	250.00	0.08	0.45	3.54	75.44	0.33	0.031
5+007.00	5+257.00	250.00	0.08	0.45	3.54	75.44	0.33	0.031
5+257.00	5+507.00	250.00	0.08	0.45	3.54	75.44	0.33	0.031
5+507.00	5+757.00	250.00	0.08	0.45	3.54	75.44	0.33	0.031
5+757.00	6+007.00	250.00	0.06	0.45	3.95	71.11	0.33	0.029
6+007.00	6+219.00	212.00	0.10	0.45	2.93	83.49	0.28	0.029
6+219.00	6+469.00	250.00	0.10	0.45	3.33	77.99	0.33	0.032
6+469.00	6+555.00	86.00	0.05	0.4	1.98	103.04	0.11	0.013
6+555.00	6+805.00	250.00	0.05	0.4	4.51	66.25	0.33	0.024
6+805.00	7+055.00	250.00	0.05	0.4	4.51	66.25	0.33	0.024
7+055.00	7+305.00	250.00	0.03	0.4	5.08	62.14	0.33	0.022
7+305.00	7+555.00	250.00	0.07	0.45	3.84	72.21	0.33	0.029
7+555.00	7+775.00	220.00	0.01	0.35	8.94	45.85	0.29	0.013
7+775.00	8+025.00	250.00	0.03	0.4	5.45	59.80	0.33	0.022
8+025.00	8+275.00	250.00	0.03	0.4	5.45	59.80	0.33	0.022
8+275.00	8+365.00	90.00	0.08	0.45	1.63	114.40	0.12	0.017
8+365.00	8+615.00	250.00	0.08	0.45	3.58	74.95	0.33	0.030
8+615.00	8+743.55	128.55	0.02	0.4	3.86	71.97	0.17	0.013

Fuente: Elaboración propia

Tabla 125: Diseño hidráulico de las cunetas

Diseño hidráulico de cunetas												
De progresiva	A progresiva	Qaporte (m3/s)	S (m/m)	n	Z1	Z2	H (m)	A (m2)	P(m)	Rh (m)	Qi (m3/s)	Qi>Qaporte
0+000.00	0+250.00	0.023	0.02	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.104	OK
0+250.00	0+390.00	0.016	0.02	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.104	OK
0+390.00	0+640.00	0.033	0.07	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.203	OK
0+640.00	0+890.00	0.021	0.01	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.085	OK
0+890.00	1+140.00	0.031	0.09	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.221	OK
1+140.00	1+390.00	0.029	0.06	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.190	OK
1+390.00	1+640.00	0.014	0.01	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.058	OK
1+640.00	1+890.00	0.030	0.08	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.208	OK
1+890.00	2+140.00	0.022	0.03	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.131	OK
2+140.00	2+390.00	0.022	0.03	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.131	OK
2+390.00	2+640.00	0.029	0.06	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.186	OK
2+640.00	2+890.00	0.020	0.02	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.109	OK
2+890.00	3+140.00	0.020	0.02	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.109	OK
3+140.00	3+390.00	0.029	0.07	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.197	OK
3+390.00	3+640.00	0.022	0.03	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.134	OK
3+640.00	3+760.00	0.019	0.08	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.207	OK
3+760.00	4+010.00	0.024	0.05	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.169	OK
4+010.00	4+260.00	0.031	0.08	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.220	OK
4+260.00	4+507.00	0.030	0.08	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.220	OK
4+507.00	4+757.00	0.031	0.08	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.220	OK
4+757.00	5+007.00	0.031	0.08	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.220	OK
5+007.00	5+257.00	0.031	0.08	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.220	OK
5+257.00	5+507.00	0.031	0.08	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.220	OK
5+507.00	5+757.00	0.031	0.08	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.220	OK
5+757.00	6+007.00	0.029	0.06	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.191	OK
6+007.00	6+219.00	0.029	0.10	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.238	OK
6+219.00	6+469.00	0.032	0.10	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.238	OK
6+469.00	6+555.00	0.013	0.05	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.161	OK
6+555.00	6+805.00	0.024	0.05	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.161	OK
6+805.00	7+055.00	0.024	0.05	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.161	OK
7+055.00	7+305.00	0.022	0.03	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.138	OK
7+305.00	7+555.00	0.029	0.07	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.198	OK
7+555.00	7+775.00	0.013	0.01	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.058	OK

7+775.00	8+025.00	0.022	0.03	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.125	OK
8+025.00	8+275.00	0.022	0.03	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.125	OK
8+275.00	8+365.00	0.017	0.08	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.216	OK
8+365.00	8+615.00	0.030	0.08	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.216	OK
8+615.00	8+743.55	0.013	0.02	0.015	1	2	0.2	0.060	0.730	0.082	0.101	OK

Fuente: Elaboración propia

Alcantarillas de Alivio

Dicho proyecto contemplara 31 alcantarillas de alivio, fabricadas con material TMC (láminas de acero corrugado) de 24 pulgadas de diámetro.

Tabla 126: Diseño de las alcantarillas de alivio

Diseño de alcantarilla de alivio														
Progresiva	D(Ø")	D(m)	S (m/m)	A (m2)	P (m)	Rh (m)	Q max - soporta (m3/s)	Qcuneta (m3/s)	Q min - resiste (m3/s)	Verificación de Q	Verificación de Diam.	Vmax (m/s)	V min (m/s)	Verificación de Vel.
0+250.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.023	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
0+640.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.016	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
0+890.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.021	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
1+140.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.031	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
1+390.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.029	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
1+640.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.014	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
1+890.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.030	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
2+140.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.022	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
2+390.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.022	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
2+640.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.029	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
2+890.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.020	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
3+140.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.020	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
3+390.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.029	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
3+640.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.022	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
4+010.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.019	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
4+260.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.031	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
4+757.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.030	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
5+007.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.031	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
5+257.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.031	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
5+507.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.031	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
5+757.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.031	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
6+007.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.029	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
6+469.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.029	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
6+805.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.013	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
7+055.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.024	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
7+305.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.022	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
7+555.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.029	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
8+025.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.013	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
8+275.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.022	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
8+615.00	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.017	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK
8+743.55	24.00	0.61	0.02	0.29	1.92	0.152	0.906	0.013	0.073	OK	OK	2.37	0.25	OK

Fuente: Elaboración propia

Cajas colectoras

Para el tamaño de la caja colectora se han aplicado las dimensiones mínimas especificadas por el Manual de Diseño de Carreteras para Bajo Volumen [15].

Badenes

El diseño de los badenes se realizará con concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y contará con protección de emboquillado de piedra en la salida y entrada.

Tabla 127: Características de las obras de arte (Badén)

Descripción	Progresiva	Ubicación	Topografía	Tipo de obra
Obra de arte 1	0+390.00	Curva	Zona de corte	Baden
Obra de arte 2	3+760.00	Curva	Zona de relleno	Baden
Obra de arte 3	4+507.00	Curva	Zona de corte	Baden
Obra de arte 4	6+219.00	Tangente	Zona de relleno	Baden
Obra de arte 5	6+555.00	Tangente	Zona de corte	Baden
Obra de arte 6	7+775.00	Tangente	Zona de relleno	Baden
Obra de arte 7	8+365.00	Curva	Zona de corte	Baden

Fuente: Elaboración propia

Tabla 128: Caudales de diseño para cada baden

Sub cuencas	C	A (Km2)	Periodo de retorno (50 años)	
			Intensidades (mm/hr)	Q (m3/s)
Sub cuenca 1	0.50	1.29	31.56	5.64
Sub cuenca 2	0.40	1.90	38.26	8.07
Sub cuenca 3	0.40	1.45	36.59	5.91
Sub cuenca 4	0.40	0.17	62.13	1.21
Sub cuenca 5	0.40	2.16	33.43	8.04
Sub cuenca 6	0.40	0.30	65.22	2.21
Sub cuenca 7	0.40	0.70	51.80	4.06

Fuente: Elaboración propia

Diseño del badén

Fig. 46: Modelo de badén

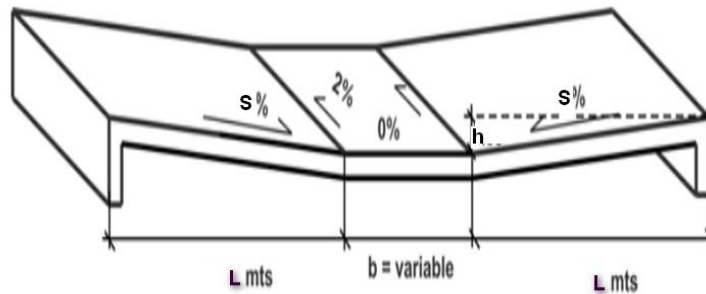
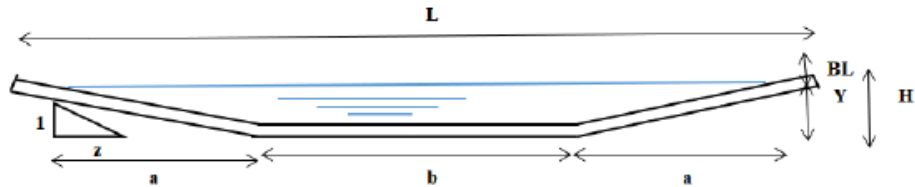


Fig. 47: Forma trapezoidal del badén



Con el uso de la fórmula de Manning se procederá hacer el cálculo hidráulico para el diseño del badén.

Formulas a emplear para un baden tipo trapezoidal:

$$Q = A * V = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

S : Pendiente del fondo (m/m)

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

A : Área de la sección (m²)

V : Velocidad media (m/s)

P : Perímetro mojado (m)

Q : Caudal (m³/seg)

$$Rh = \frac{(b + z * y) * y}{b + 2 * y * (\sqrt{1 + z^2})}$$

$$P = b + 2 * y * (\sqrt{1 + z^2})$$

$$A = (b + z * y) * y$$

Con los datos necesarios se procedió a dimensionar cada una de las secciones de los badenes para las 7 subcuencas encontradas en el Estudio Hidrológico. Los resultados finales se observan en la siguiente tabla:

Tabla 129: Diseño Hidráulico del badén

Descripcion		Caudales (m3/s)			Datos del baden								Datos hidráulicos				Diseño del badén		
Obra	Progresiva	Q cunetas	Q subcuena	Q diseño (m3/s)	n concreto	Tirante asumido - y (m)	b (m)	S (m/m)	So (m/m)	Talud (z)	a	Longitud badén	A (m2)	P (m)	Rh (m)	Veloc. (m/s)	Borde Libre (m)	Q badén (m3/s)	Verificación
Badén 1	0+390.00	0.016	5.640	5.656	0.015	0.350	1.500	0.080	0.020	12.500	3.750	10.250	2.056	10.278	0.200	3.225	0.300	6.632	OK
Badén 2	3+760.00	0.019	8.068	8.087	0.015	0.400	1.500	0.080	0.020	12.500	3.750	11.500	2.600	11.532	0.225	3.493	0.300	9.081	OK
Badén 3	4+507.00	0.030	5.908	5.939	0.015	0.350	1.500	0.080	0.020	12.500	3.750	10.250	2.056	10.278	0.200	3.225	0.300	6.632	OK
Badén 4	6+219.00	0.029	1.208	1.237	0.015	0.200	1.500	0.080	0.020	12.500	3.750	6.500	0.800	6.516	0.123	2.329	0.300	1.863	OK
Badén 5	6+555.00	0.013	8.043	8.056	0.015	0.400	1.500	0.080	0.020	12.500	3.750	11.500	2.600	11.532	0.225	3.493	0.300	9.081	OK
Badén 6	7+775.00	0.013	2.211	2.224	0.015	0.250	1.500	0.080	0.020	12.500	3.750	7.750	1.156	7.770	0.149	2.648	0.300	3.061	OK
Badén 7	8+365.00	0.017	4.057	4.073	0.015	0.300	1.500	0.080	0.020	12.500	3.750	9.000	1.575	9.024	0.175	2.945	0.300	4.638	OK

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de impacto ambiental

Resumen ejecutivo

Objetivo general del EIA

Mitigar e identificar los impactos ambientales producidas por las actividades propias de la ejecución del proyecto “Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca”.

Marco legal

- Ley General del Ambiente.
- Creación del Ministerio del Medio Ambiente.
- Constitución Política de Perú.
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Código Penal
- Código Civil.

Además de las mencionadas anteriormente, se incluyó normativa relacionada con los temas de salud, medio ambiente, seguridad y patrimonio cultura.

Descripción y análisis del proyecto

Antecedentes:

En el camino vecinal existente en La Pushura Baja – Corral Quemado, atraviesa actualmente problemas de intransitabilidad debido al mal estado de esta vía, lo que dificulta acceder a los servicios de transporte, salud, educación de calidad y entre otros que el mundo moderno ofrece en la región de Cajamarca, por lo que el nivel de vida es bajo, estando a la fecha sobre el terreno natural y de material rocoso.

Se observo que la zona de estudio no cuenta con suficiente sección vial ni los anchos necesarios, el cual dificulta el tránsito vehicular, incrementando riesgos de transportes por lo que la calzada de este camino es inferior a 3.0 m como lo clasifica el DG-2018 para una carretera mínima de tercera clase, limitando así la accesibilidad de vehículos mayores.

Ubicación política y geográfica:

Está situada en la región selva baja del Perú en el distrito de Bellavista, provincia de Jaén y departamento de Cajamarca a una altitud de 421 m.s.n.m. que limita por el norte con el distrito de San Ignacio, por el sur con el río de Chamaya, por el este con la provincia de Bagua y por el oeste con el distrito de San José del Alto. Las coordenadas geográficas son 5° 38' 00" de latitud sur y 78°42' 30" de latitud oeste. El distrito cuenta con un área de 870,55km² de extensión, en la que se conforma por centros poblados y valles arroceros.

Características actuales

Tomando de partida la ciudad de Jaén para poder llegar al área del proyecto, se efectuará un trayecto de 23 km en 50 min por la carretera Jaén-San Ignacio y luego por el desvío a la carretera de Bellavista para así dirigirnos por el centro poblado La Pushura Baja que es el punto inicial del proyecto hasta el Corral Quemado que vendría hacer el punto final de la carretera.

Características técnicas del proyecto

Las características técnicas para el diseño geométrico de la carretera La Pushura Baja - Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca que se obtuvo fueron las siguientes:

- Clasificación de la carretera por demanda : Carretera de tercera clase
- Clasificación de la carretera por orografía : Terreno accidentado (tipo 3)
- Vehículo de diseño : B2
- Velocidad de diseño : 30 km/h
- Distancia de visibilidad de parada : 35 m
- Longitud mínima para trazados en "S" : 42 m
- Longitud mínima para el resto de casos : 84 m
- Longitud máxima deseable : 500 m

➤ Radio mínimo	: 25 m
➤ Radio mínimo casos especiales	: 15 m
➤ Sobreechancho	: 5.27
➤ Sobreechancho curvas criticas	: 9.50
➤ Pendiente máxima	: 10%
➤ Calzada	: 6 m
➤ Berma	: 0.50 m
➤ Inclinación de las bermas	: 4%
➤ Bombeo	: 2.5%
➤ Peralte máximo absoluto	: 12%
➤ Peralte máximo normal	: 8%
➤ Talud de corte <5 m	: 1:1
➤ Talud de corte 5-10 m	: 1:1
➤ Talud de corte >10 m	: banquetas
➤ Talud de relleno <5 m	: 1:1.5
➤ Talud de relleno 5-10 m	: 1:1.75
➤ Talud de relleno >10 m	: 1:2

Normas de diseño

- Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018
- Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje
- Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Geología y Geotecnia

- Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos

Descripción de las actividades

Las Partidas que comprende el proyecto son:

Obras preliminares

Movimiento de tierras

Pavimento

- Sub Base
- Base
- Micropavimento

Obras de arte y drenaje:

- Alcantarillas
- Badenes
- Cunetas revestidas con emboquillado de piedra

Plan de manejo ambiental:

- Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas
- Programa de monitoreo ambiental
- Programa de asuntos sociales
- Programa de educación ambiental
- Programa de capacitación ambiental y seguridad
- Programa de prevención de pérdidas y contingencias
- Programa de cierre de obra

Calidad en la construcción

Flete terrestre

Requerimientos de mano de obra

Para que la ejecución del proyecto se desarrolle adecuadamente y eficiente, se requerirá de mano de obra calificada y no calificada.

Mano de obra calificada: Esta compuesta por ingenieros, arquitecto, maestro de obra, operarios, oficiales (albañiles, operadores de maquinaria pesada, pintores, etc.)

Mano de obra no calificada: Está compuesta por peones que serán de la zona local donde se llevará a cabo el proyecto.

Cronograma de ejecución

De acuerdo el diagrama de Gantt el tiempo de ejecución será de 175 días hábiles, lo que corresponde a 6 meses calendario aproximadamente.

Área de influencia del proyecto

Con este proyecto "Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca" tiene una influencia directa que comprende a los beneficiarios del centro poblado La Pushura Baja y Corral Quemado. De manera directa se beneficiarán un total de 118 habitantes y de manera indirecta un total de 3 149 habitantes en sus alrededores y pertenecientes al distrito de Bellavista.

Línea Base Ambiental

Línea de base física: Considera temperatura promedio, clima, viento, lluvia, geología regional y mundial, peligros geológicos nacional, susceptibilidad a movimientos de masa, susceptibilidad a inundación fluvial, geomorfología, topografía, hidrografía e hidrología.

Línea de base biológica: Considera áreas naturales protegidas, ecosistemas acuáticos, paisajes, fauna, flora y formación ecológica.

Línea de base socioeconómica: Considera Problemática social, comunicaciones transporte, economía, salud, demografía, educación, comunidades campesinas y nativas.

Diagnóstico arqueológico: El Proyecto se deberá monitorear la existencia de restos arqueológicos con el fin de poder realizar un plan de monitoreo especializado que abarque la totalidad del área afectada.

Identificación y evaluación de pasivos ambientales

La identificación y evaluación, de los pasivos ambientales relacionados a la fase de ejecución del "Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca ", está orientado a determinar las medidas de mitigación y el monto de financiamiento necesario para la remediación de las áreas afectadas por éstos, con la finalidad de eliminar los pasivos ambientales que ponen en riesgo la infraestructura y sus usuarios.

La afectación por depósitos de material excedente de las excavaciones de manera manual y/o con maquinaria, botaderos, explotación de cantera. En tiempos de pandemia, el uso de mascarillas, guantes, faciales, envases de alcohol, pediluvios y todo lo necesario para cumplir con el protocolo de COVID-19, va a generar residuos sanitarios.

Identificación y evaluación de impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se ha empleado la matriz de Leopold considerando como factores ambientales la tierra, agua, aire, procesos, flora, fauna, uso del suelo, estética nivel económico y factor sociocultural.

En la fase de ejecución se identifica que la acción que genera un mayor impacto, siendo este negativo son las excavaciones afectando de manera directa al aire (polvo, ruido y gases/humos) y al suelo del suelo (agricultura). Además, teniendo un alto valor de importancia; con respecto a las acciones positivas pues en esta fase se consideró la mitigación del impacto ambiental.

Mientras que por parte de los de los factores, el factor más importante positivo resultado ser el empleo pues durante toda la fase se necesitara de la mano de obra quien realice dichas actividades.

Plan de participación ciudadana

La participación ciudadana tiene como objetivo contemplar la acción del Estado a través del proyecto para canalizar los aportes por parte de la sociedad en los procesos ya antes mencionados. Con este plan se conseguirá establecer una relación de respeto mutuo entre los responsables del proyecto y la población, en consecuencia, empezaremos por buscar crear un ambiente adecuado y agradable para el desarrollo correcto de cada actividad de la que demande el proyecto. Los mecanismos considerados para lograr dicho fin son los siguientes:

- 1) Talleres informativos
- 2) Audiencias
- 3) Oficina de información
- 4) Buzón de sugerencias

Plan de Manejo Ambiental

Este plan de manejo ambiental demanda de criterios, programas y técnicas ambientales a aplicarse, en donde el personal encargado del “Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca” deben aplicarlo a cabalidad.

- **Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas**
 - Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes
 - Subprograma de control de erosión y sedimentos
 - Subprograma de protección de recursos naturales
 - Subprograma de salud local
 - Subprograma de seguridad motivo del EIA.
 - Subprograma de protección de recursos arqueológicos y culturales
- **Programa de monitoreo ambiental**
 - Subprograma de monitoreo del medio físico
 - Subprograma de monitoreo del medio biótico.
- **Programa de asuntos sociales**
 - Subprograma de relaciones comunitarias

- Subprograma de contratación de mano de obra local
- Subprograma de participación ciudadana
- **Programa de educación ambiental.**
- **Programa de capacitación ambiental y seguridad**
- **Programa de prevención de pérdidas y contingencias**
 - Subprograma de salud ocupacional
 - Subprograma de prevención y control de riesgos laborales
 - Subprograma de contingencias
- **Programa de cierre de obra**
- **Programa de inversiones**
- **Cronograma de actividades**

Plan de compensación ambiental

Cuando un impacto no se puede mitigar, es necesario compensarlo desde el punto de vista ambiental, por lo que en la investigación de impacto ambiental se necesita una metodología y un plan para garantizar que los proyectos estén protegidos, la protección del medio ambiente y la salud pública. En otras palabras, se utiliza solo en los casos en que el impacto ambiental es severo, irreversible y puede mitigarse a un costo muy alto o sin alternativas de diseño aceptables. La participación pública es fundamental para la EIA porque el propósito de la participación ciudadana es asesorar a las personas sobre el proyecto y sus impactos económicos, sociales y ambientales.

En este proyecto de Evaluación de Impacto Ambiental, a través del análisis del Plan de Manejo Ambiental, es posible evitar, minimizar y reproducir todos los impactos negativos que surjan durante la ejecución del proyecto, debido a que no requiere compensación ambiental. en este informe.

Objetivo general del EIA

Objetivo general

El objetivo general de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es mitigar e identificar los impactos ambientales producidas por las actividades propias de la ejecución del

proyecto “Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca”.

Objetivos específicos

Identificar y analizar en qué medida las actividades realizadas y los resultados obtenidos en el proyecto se ajustan al plan.

Supervisar la calidad del aire y los niveles de ruido ambiental en el área afectada por el Proyecto para recopilar información confiable, comparable y representativa, y evaluar el cumplimiento de los estándares nacionales de calidad del aire ambiental y calidad del ruido ambiental del Reglamento de Normas.

Elaborar informes periódicos sobre el estado ambiental de la obra.

Marco legal

En los últimos tiempos nuestro país mediante sus autoridades se ha alcanzado avances significativos con respecto a la legislación ambiental. Las normas promulgadas permiten regular la relación del hombre con el medio ambiente la cual tiene como objetivo lograr el desarrollo sostenible de nuestro país [27].

El Marco Legal incluye los estudios de impacto ambiental (EIA), que se refiere a un conjunto de normas ambientales generales y específicas relacionadas principalmente con los sectores de transporte, telecomunicaciones, vivienda y construcción, tales como [28]:

Constitución Política de Perú.

La constitución es la Carta Magna, que consiste en un conjunto de leyes que rigen a las personas en sociedad, sus derechos y deberes como ciudadanos, y de lo contrario, reinará el orden, la paz y la paz en el país. En el artículo 67 nos habla de la política ecológica del estado y en el artículo 66 de los recursos naturales.

Ley General del Ambiente

En el Capítulo III: Gestión Ambiental, Art. 25: “Investigación de Impacto Ambiental” indica que un estudio de impacto ambiental es una herramienta de gestión que describe una actividad planificada y el impacto directo o indirecto previsible de una actividad

sobre el medio ambiente físico y social a corto y largo plazo, así como evaluación técnica de la operación.

Normas y leyes sobre instrumentos de gestión ambiental

- Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Reglamento de Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Decreto Supremo N° 008- 2005-PCM
- Ley del Sistema Nacional Evaluación del Impacto Ambiental, Ley N° 27446.

Leyes relacionadas con el sector salud e higiene

- Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo, D.S.009-2005-TR.
- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. N°057-2004-PCM del 24/07/04)
- Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314 del 21 de julio del 2000)
- Ley General de Salud (Ley N°26842 del 20/7/97)

Normas vinculadas al recurso hídrico

- Ley General de Aguas
- Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338 del 31.03.09)

Normas vinculadas a delitos contra el ambiente

- Dictan norma para efectos de formalizar denuncias penales por infracción a la Legislación Ambiental (Ley N° 26331 del 21 de junio de 1996)
- Código Penal (Decreto Legislativo N° 635 del 08/04/1991)

Normas relacionadas con estándares de calidad ambiental

- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 002-2008-MINAM).
- Aprueban el reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (D.S. N° 074-2001- PCM del 24/06/01)

- Declaran inicio de actividades del Programa Anual de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles 2004 (Resolución Presidencial N° 062-2004-CONAM/PCD)
- Aprueban el reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085- 2003-PCM del 30/10/03)

Normas relacionadas con los gobiernos regionales y municipalidades

- Ley Orgánica de Municipalidades. (Ley N° 27972 del 27/05/2003)
- Ley Orgánica de Gobiernos Regionales (Ley N° 27867 del 18/11/02)

Sobre patrimonio cultural

- Delitos Contra el Patrimonio Cultural, Decreto Legislativo N° 635.
- Reglamento de Investigaciones Arqueológicas, R.S.N° 004-2000-ED.
- Ley N° 28296, Ley General de Patrimonio Cultural.

Normativa sobre el ambiente y los recursos naturales

- D.L. °1085 Ley que crea el organismo de supervisión de los recursos forestales y de fauna silvestre.
- El Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas (ANP). D.S.038-2001-AG.
- Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas
- La Ley N° 27308, Ley Forestal y de la Fauna Silvestre
- Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre, D.S.N° 0.34-2004-AG.
- Aprueban categorización de especie amenazadas de fauna silvestre y prohíben su caza captura, tenencia, transporte o exportación con fines comerciales. D.S.N° 0.34-2004-AG.
- Estrategia Natural de la Diversidad Bilógica, D.S.N° 102-2001-PCM del 05-09-2001
- Ley 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales

- Convenio Sobre Diversidad Biológica (CDB), Resolución N° 26181 del 11-05-1993
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.

Sobre participación ciudadana

- Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Es preciso decir que el AID, no se conecta con comunidades nativas de ningún tipo, sin embargo, se toma como referencia dicha norma.
- Resolución Ministerial N° 223-2010-MEM/DM que aprueba Lineamientos para la Participación Ciudadana en las Actividades Eléctricas.
- Aprueban reglamento sobre transparencia, acceso a la información pública ambiental y participación y consulta ciudadana en asuntos ambientales, Decreto Supremo N° 002-2009-NIMAM.

Normativa sobre límites máximos permisibles y estándares de calidad:

- Aprueban Niveles Máximos Permisibles para efluentes líquidos producto de las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
R.D.N° 008-97-EM/DGGA
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido,
D.S.N°085-2003-PCM
- Aprueban disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, Decreto Supremo N° 023-2009-NIMAM.
- Aprueban las Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua,
D.S.N°002-2008-MINAM.
- Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental para el Aire,
D.S.N°074-2001-PCM y D.S. 003-2008-MINAM

Normas de seguridad

- Ley N° 29664, Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres

Descripción y análisis del proyecto

El proyecto consiste en el diseño geométrico de la carretera y toda la fase de construcción que conlleva a esto. La carretera tiene un total de 8.743 Km de longitud, con una velocidad de diseño de 30km/h, 6m de calzada, pendiente máxima de 10%, 0.50 m de berma, 2.5% de bombeo, obras de arte (badén, alcantarilla de alivio y cunetas) y evaluación de impacto ambiental.

Antecedentes

Bellavista es uno de los 12 distritos de la provincia de Jaén; que limita por el sur con el distrito de Jaén, por el norte con el distrito El Milagro, por el este con los distritos de El Milagro y Bagua Grande y por el oeste con los distritos de Jaén y Las Pirias, tiene una altitud de 421 m.s.n.m. Las actividades principales económicas del distrito que se desarrollan, son la ganadería y agricultura, el cual ocupa según la PEA distrital el 83.1%. En consecuencia, el distrito de Bellavista tiene la necesidad de un plan de diseño en carreteras, para una integración de nuestro país, de modo que los centros poblados conectados por estas vías consigan promover y complacer niveles sociales, culturales, y de consumo.

En el camino vecinal existente en La Pushura Baja – Corral Quemado, atraviesa actualmente problemas de intransitabilidad debido al mal estado de esta vía, lo que dificulta acceder a los servicios de transporte, salud, educación de calidad y entre otros que el mundo moderno ofrece en la región de Cajamarca, por lo que el nivel de vida es bajo, estando a la fecha sobre el terreno natural y de material rocoso. Durante épocas de lluvias las quebradas crecen y el agua discurre en todo el terreno del camino, dando así erosiones permanentes hasta transformar zonas intransitables, provocando impedimentos en el camino por la falta de obras de arte y un buen diseño de carretera.

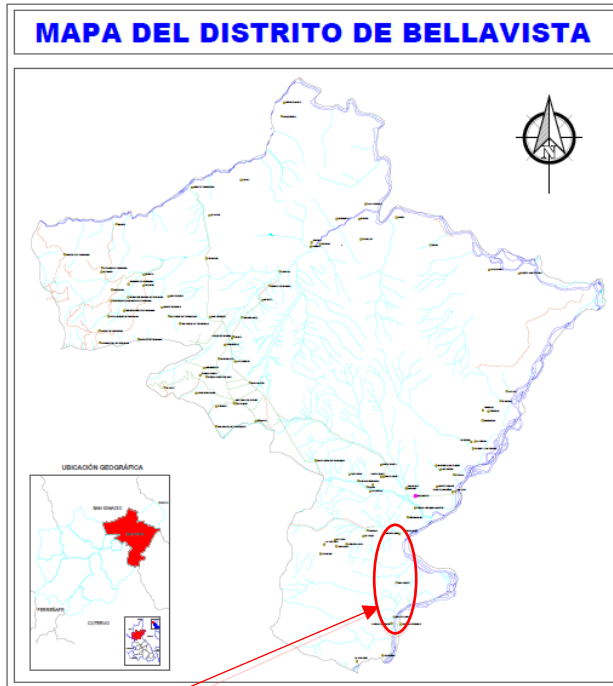
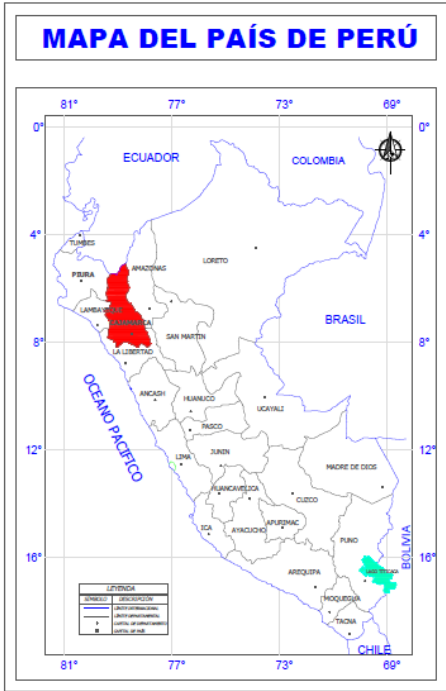
Se observo que la zona de estudio no cuenta con suficiente sección vial ni los anchos necesarios, el cual dificulta el tránsito vehicular, incrementando riesgos de transportes por lo que la calzada de este camino es inferior a 3.0 m como lo clasifica el DG-2018 para una carretera mínima de tercera clase, limitando así la accesibilidad de vehículos mayores.

Ubicación política y geográfica

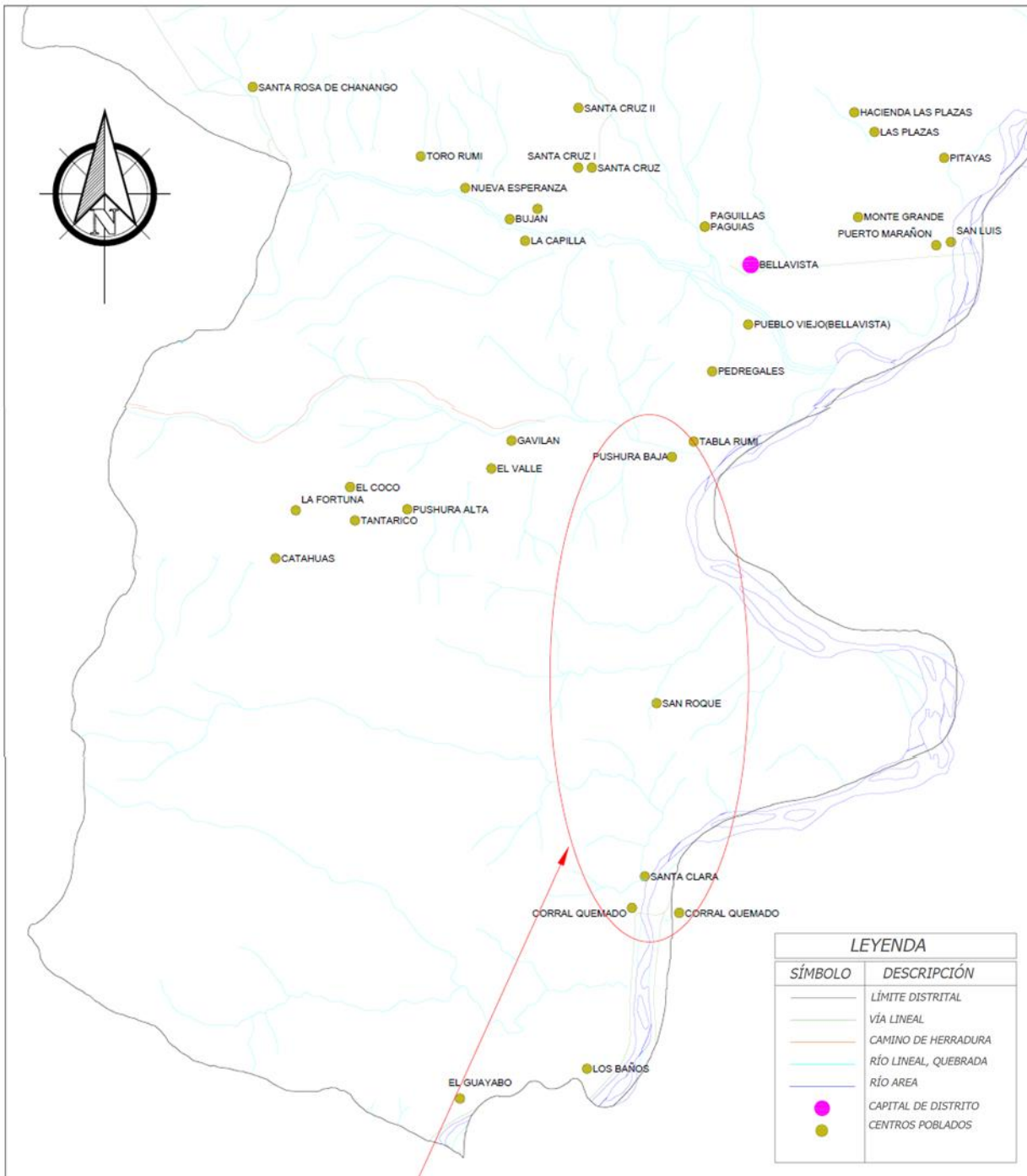
El presente estudio tiene como ubicación política y geográfica:

País	:	Perú
Departamento	:	Cajamarca
Provincia	:	Jaén
Distrito	:	Bellavista
Centros Poblados (Tramo)	:	La Pushura Baja – Corral Quemado
Zona	:	Rural
Región Natural	:	Sierra
Coordenadas Norte y Este	:	755833.77 – 9370854.55 (La Pushura Baja)
Coordenadas Norte y Este	:	755384.94 – 9363481.30 (Corral Quemado)

Está situada en la región selva baja del Perú en el distrito de Bellavista, provincia de Jaén y departamento de Cajamarca a una altitud de 421 m.s.n.m. que limita por el norte con el distrito de San Ignacio, por el sur con el río de Chamaya, por el este con la provincia de Bagua y por el oeste con el distrito de San José del Alto. Las coordenadas geográficas son 5° 38' 00" de latitud sur y 78°42' 30" de latitud oeste. El distrito cuenta con un área de 870,55km² de extensión, en la que se conforma por centros poblados y valles arroceros.



Localización: Diseño de la carretera La Pushura Baja - Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca



Localización: Diseño de la carretera La Pushura Baja - Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca

Características actuales

Tomando de partida la ciudad de Jaén para poder llegar al área del proyecto, se efectuará un trayecto de 23 km en 50 min por la carretera Jaén-San Ignacio y luego por el desvío a la carretera de Bellavista para así dirigirnos por el centro poblado La Pushura Baja que es el punto inicial del proyecto hasta el Corral Quemado que vendría hacer el punto final de la carretera.

Características técnicas del proyecto

Las características técnicas para el diseño geométrico de la carretera La Pushura Baja - Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca que se obtuvo fueron las siguientes:

- Clasificación de la carretera por demanda : Carretera de tercera clase
- Clasificación de la carretera por orografía : Terreno accidentado (tipo 3)
- Vehículo de diseño : B2
- Velocidad de diseño : 30 km/h
- Distancia de visibilidad de parada : 35 m
- Longitud mínima para trazados en “S” : 42 m
- Longitud mínima para el resto de casos : 84 m
- Longitud máxima deseable : 500 m
- Radio mínimo : 25 m
- Radio mínimo casos especiales : 15 m
- Sobreancho : 5.27
- Sobreancho curvas críticas : 9.50
- Pendiente máxima : 10%
- Calzada : 6 m

- Berma : 0.50 m
- Inclinación de las bermas : 4%
- Bombeo : 2.5%
- Peralte máximo absoluto : 12%
- Peralte máximo normal : 8%
- Talud de corte <5 m : 1:1
- Talud de corte 5-10 m : 1:1
- Talud de corte >10 m : banquetas
- Talud de relleno <5 m : 1:1.5
- Talud de relleno 5-10 m : 1:1.75
- Talud de relleno >10 m : 1:2

Normas de diseño

- Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018
- Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje
- Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Geología y Geotecnia
- Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos

Descripción de las actividades

Las Partidas que comprende el proyecto son:

Obras preliminares:

- Cartel de obra 2.40 m x 3.60 m
- Movilización y desmovilización de maquinaria
- Campamento

- Limpieza y deforestación

Movimiento de tierras:

- Trazo y replanteo en carreteras
- Corte de material suelto
- Relleno a nivel de sub rasante
- Perfilado y compactación subrasante zonas de corte
- Carguío de material excedente
- Eliminación de material excedente

Pavimento:

- Sub Base
 - ✓ Trazo y replanteo
 - ✓ Extracción de material seleccionado (afirmado de cantera)
 - ✓ Carguío y transporte a la obra
 - ✓ Conformación de Sub Base $e = 15$ cm
- Base
 - ✓ Trazo y replanteo
 - ✓ Extracción de material seleccionado (afirmado de cantera)
 - ✓ Carguío y transporte a la obra
 - ✓ Conformación de Base $e = 18.5$ cm
- Micropavimento
 - ✓ Trazo y replanteo
 - ✓ Imprimación asfáltica ($e=2.5$ cm)

Obras de arte y drenaje:

- Alcantarillas
 - ✓ Trazo y replanteo
 - ✓ Excavación no clasificada para estructuras
 - ✓ Relleno con material propio para estructuras
 - ✓ Eliminación de material excedente manual
 - ✓ Concreto $f'c = 175$ kg/cm² para estructuras

- ✓ Encofrado y desencofrado normal
- ✓ Alcantarillas TMC d = 24"
- ✓ Emboquillado de piedra con concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$
- Badenes
 - ✓ Trazo y replanteo
 - ✓ Excavación no clasificada para estructuras
 - ✓ Eliminación de material excedente manual
 - ✓ Relleno con material de préstamo
 - ✓ Encofrado y desencofrado normal
 - ✓ Losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 30 \text{ p.m.}$
 - ✓ Emboquillado de piedra con concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$
 - ✓ Juntas de dilatación
- Cunetas revestidas con emboquillado de piedra
 - ✓ Trazo y replanteo
 - ✓ Perfilado y compactación manual
 - ✓ Conformación de emboquillado con c:a 1:5 +piedra grande
 - ✓ Juntas de dilatación en 1" en cunetas (@ 3 m)

Plan de manejo ambiental:

- Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas
 - ✓ Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes
 - Construcción de letrina sanitaria
 - Adquisición de contenedores de residuos solidos
 - Señalización para manejo de residuos sólidos y líquidos
 - Transporte de residuos sólidos y líquidos
 - Manejo de residuos peligrosos
 - ✓ Subprograma de control de erosión y sedimentos
 - Revegetación y reforestación en zonas críticas
 - ✓ Subprograma de protección de recursos naturales
 - Capacitación en conservación del ambiente
 - Señales ambientales

- ✓ Subprograma de salud local
 - Mantenimiento y desinfección de letrinas
 - Control de emisión de ruido, polvo y gases
 - Riego de zona de trabajo
- ✓ Subprograma de seguridad vial
 - Señalización preventiva
 - Capacitación en seguridad vial a la población beneficiaria directa
- ✓ Subprograma de protección de recursos arqueológicos y culturales
 - Elaboración y monitoreo del plan arqueológico
- Programa de monitoreo ambiental
 - ✓ Elaboración del plan de monitoreo ambiental
 - ✓ Monitoreo del plan ambiental
- Programa de asuntos sociales
 - ✓ Subprograma de participación ciudadana
 - Ejecución del subprograma de participación ciudadana
- Programa de educación ambiental
 - ✓ Plan de educación ambiental
- Programa de capacitación ambiental y seguridad
 - ✓ Capacitación del personal obrero
 - ✓ Capacitación de la población local
- Programa de prevención de pérdidas y contingencias
 - ✓ Subprograma de salud ocupacional
 - Controles médicos al personal obrero
 - ✓ Subprograma de prevención y control de riesgos laborales
 - Plan de acción, prevención y control de riesgos laborales
 - ✓ Subprograma de contingencias
 - Señalización preventiva
 - Equipos de primeros auxilios y socorro
 - Implementos de seguridad ocupacional
- Programa de cierre de obra

- ✓ Sellado de letrinas
- ✓ Recuperación de áreas afectadas (DME)
- ✓ Recuperación de áreas afectadas (canteras)
- ✓ Reacondicionamiento de área de campamento y patio de maquinaria

Calidad en la construcción:

- Ensayos de densidad de campo

Flete terrestre:

- Flete terrestre de materiales

Requerimientos de mano de obra

Para que la ejecución del proyecto se desarrolle adecuadamente y eficiente, se requerirá de mano de obra calificada y no calificada.

Mano de obra calificada: Esta compuesta por ingenieros, arquitecto, maestro de obra, operarios, oficiales (albañiles, operadores de maquinaria pesada, pintores, etc.)

Mano de obra no calificada: Está compuesta por peones que serán de la zona local donde se llevará a cabo el proyecto.

Cronograma de ejecución

De acuerdo el diagrama de Gantt el tiempo de ejecución será de 175 días hábiles, lo que corresponde a 6 meses calendario aproximadamente.

Área de influencia del proyecto

Mediante el área de influencia del proyecto analizaremos las zonas que serán afectadas y/o dañadas de forma negativa y por otro lado analizaremos los impactos positivos que se generará durante la ejecución del proyecto denominado " Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca ". Para su análisis correspondiente se considera a los seres vivos que forman parte del biotopo, a los seres inertes o abióticos que forman parte de la biocenosis, a la población humana en sus diferentes formas de organización y asentamiento, así mismo se considerará los factores socioculturales y económicos para ubicar el área geográfica donde se producirán

alteraciones a consecuencia de la ejecución de este proyecto, generando impactos tanto positivos como negativos.

Área de influencia directa

Con este proyecto "Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca" tiene una influencia directa que comprende a los beneficiarios del centro poblado La Pushura Baja y Corral Quemado. De manera directa se beneficiarán un total de 118 habitantes y de manera indirecta un total de 3 149 habitantes en sus alrededores y pertenecientes al distrito de Bellavista.

En las fases de operación y construcción de la carretera, el área de influencia directa (AID) corresponderá al área colindante de la carretera, desde el punto de vista en su medio social, físico y biótico cuyas actividades generaran impactos de mayor intensidad en su entorno, directos e inmediatos.

Fig. 48: Eje de la carretera

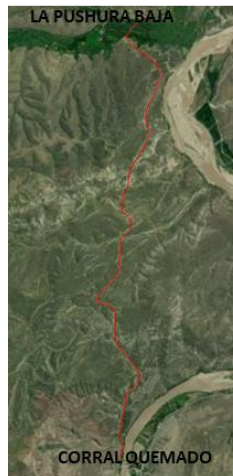
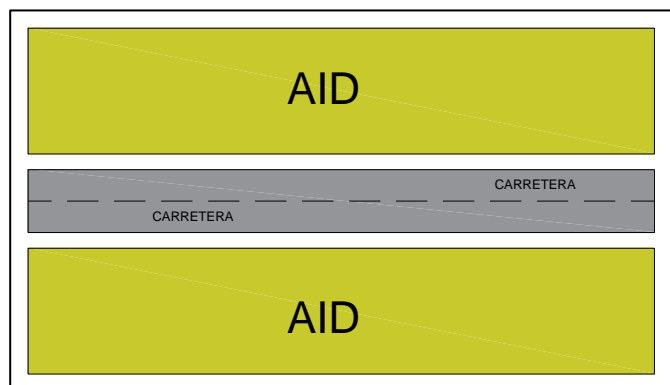


Fig. 49: Área de influencia directa de la carretera

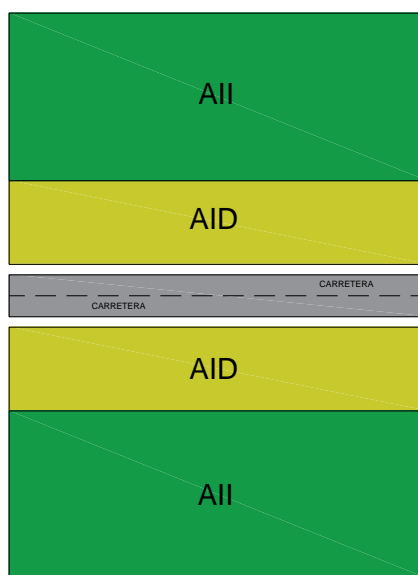


Fuente: Elaboración propia

Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta (AII) en las que se experimentarán impactos ya sean positivos o negativos, por la influencia de varias tendencias culturales, políticas, económicas y sociales combinadas o causadas por el uso de la obra cuando esté en fase de construcción de la carretera, son la misma zona donde se ejecuta el proyecto y sus alrededores. Es decir, principalmente a los centros Poblados de La Pushura Baja y Corral Quemado como también en su entorno, aunque en pequeña escala.

Fig. 50: Área de influencia indirecta de la carretera



Fuente: Elaboración propia

Línea Base Ambiental

Línea de base física (LBF)

Clima

Durante el transcurso del año el distrito de Bellavista la temperatura oscila de 20°C a 34°C, raramente su temperatura puede llegar a más de 38°C y a menos de 18°C. Siendo los meses de mayo a octubre las épocas más calurosas, y los meses de octubre a mayo la de mayor precipitación. Sus veranos son mayormente nublados, cálidos y largos; mientras que en los inviernos son mayormente despejados, calurosos, cortos y secos.

Temperatura promedio

En Bellavista el mes más cálido del año es en enero y el mes más frío del año es en julio, la temperatura promedio diaria es de 34°C. Su temporada fresca dura 1.8 meses y su temporada calurosa dura 5.4 meses.

Viento

La velocidad de viento promedio en Bellavista tiene variaciones estacionales leves en cada año. La época con mayor viento del año es de junio a octubre con una velocidad promedio de viento de 11.1 km/h y la época con menor viento es en agosto con una velocidad promedio de 13.2 km/h.

Lluvia

Bellavista experimenta una variación estacional significativa en la precipitación mensual. El mes menos lluvioso es en julio con un promedio de 3 mm de lluvia y el mes más lluvioso es en marzo con un promedio de 60 mm de lluvia.

Geología regional

Se observó que en el distrito de Bellavista según la geología regional no presenta: estudio petrográfico ni tampoco lito geoquímica.

Geología mundial

Según el estudio de geología mundial que estudia eventos del pasado terrestre, el mapa nos muestra que el distrito de Bellavista está clasificado como Era Mesozoica más conocida como “edad de los reptiles”.

Peligros geológicos nacional

Zonas criticas

Se observó que en el distrito de Bellavista existe un lugar como zona critica, pero en la zona de estudio no hay ningún registro de este.

Peligros geológicos

En la zona de estudio se identificó un peligro geológico clasificado como derrumbe.

Susceptibilidad a movimientos en masa

El movimiento de masa es esencialmente un proceso gravitatorio en el que una parte de la masa terrestre se desplaza a un nivel inferior al que originalmente estaba, sin la mediación aparente de ningún medio de transporte, solo es necesario vencer la fuerza estabilizadora por la fuerza desestabilizadora. En cuanto, al distrito de Bellavista se observó que según la susceptibilidad a movimientos en masa es media y alta.

Susceptible a Inundación Fluvial

Las inundaciones fluviales, o inundaciones de ríos ocurren cuando el nivel del agua en un lago o arroyo sube y desborda la costa y las áreas circundantes. El aumento del nivel del agua puede deberse a fuertes lluvias o deshielo. Se observo que las inundaciones fluviales son bajo y muy bajo.

Geomorfología

Según la ciencia que estudia las formas de la corteza terrestre, nuestra zona de estudio es considerada como: montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria.

Topografía

La topografía de Bellavista en un radio de 3 km tiene grandes variaciones de altitud, con una altitud promedio de 452 msnm y un cambio de altitud máxima de 232 metros. Asimismo, en un radio de 16 km y 80 km tiene grandes variaciones de altitud de 1 047 m y 3 704 m.

En el área de 3km de radio está cubierta por pradera (11%), arboles (13%), tierra de cultivo (30%) y arbustos (40%). En el área de 16 km por tierra de cultivo (22%) y arbustos (53%) y en el área de 80 km por arbustos (23%) y arboles (50%).

Hidrología e hidrografía

Estudia fuentes de agua subterránea para determinar su origen, circulación, condiciones geológicas, interacciones con el suelo, las rocas y los humedales; su estado y naturaleza y su desarrollo. La zona de estudio se encontró que está clasificada como Acuífero Fisurado Kárstico, es un recurso estratégico en muchas regiones del mundo. Estos son acuíferos involucrados principalmente en la fracturación y disolución de formaciones carbonatadas.

En el proyecto cruzan escorrentías y quebradas, por tal motivo se realizó el diseño de obras de arte, con el fin de transportar estas aguas y no dificulte la carretera.

Línea de base biológica (LBB)

Formación ecológica

La zona donde se encuentra el proyecto si cuenta con tierras de cultivos, las cuales se verán amenazadas por montículos de tierra que serán sobreexpuestas sobre ellas. Se plantea la utilización de cintas de seguridad o alambre que rodee estas áreas de cultivos con la finalidad de no destruirlas durante la obra de ejecución (Ver Fotografía 66).

Flora

En las visitas a campo que se realizaron en el área de estudio de influencia directa, se observó distintos tipos de plantas de cultivo como: arroz, plátano, cacao, maíz, yuca; árboles frutales como: coco, maracuyá, papaya y ciruela; arboles forestales como; bambú, algarrobo, molle y cactus.

Tabla 130: Flora del área del proyecto

Flora	Nombre común	Nombre científico
Plantas de cultivo	Arroz	Oryza sativa
	Plátano	Musa paradisiaca
	Cacao	Theabroma cacao
	Maíz	Zea mays
	Yuca	Manihot esculenta
Árboles frutales	Coco	Cocos nucifera L.
	Maracuyá	Passiflora edulis
	Papaya	Carica papaya
	Ciruela	Prunus domestica
Arboles forestales	Bambú	Bambusoideae
	Algarrobo	Ceratonia siliqua
	Molle	Schinus molle
	Cactus	Cactaceae

Fuente: Elaboración propia

Fauna

La fauna tiene un rol muy importante en un ecosistema por los procesos ecológicos, ya que tiene un valor esencial por su diversidad y belleza. En el área de influencia directa cuenta con presencia de fauna como son las aves: águila, gallina, paloma, gallinazo, garza blanca; mamíferos como: perro, gato, vaca, toro, caballo; reptiles y anfibios como: culebra, sapo, lagartija, iguana; asimismo como microfauna e insectos.

Tabla 131: Fauna del área del proyecto

Fauna	Nombre común	Nombre científico
Aves	Águila	Aquila chrysaetos
	Gallina	Gallus gallus domesticus
	Paloma	Columba livia
	Gallinazo	Coragyps atratus

	Garza blanca	Ardea alba
Mamíferos	Perro	Canis lupus familiaris
	Gato	Felis catus
	Vaca	Bos taurus
	Toro	Bos taurus
	Caballo	Equus caballus
Reptiles y anfibios	Culebra	Colubridae
	Sapo	Bufo
	Iguana	Iguana
	Lagartija	Liolaemus sp.

Fuente: Elaboración propia

Paisajes

El área de influencia directa se verá afectada paisajísticamente por la extracción y acumulación de la tierra que harán las maquinarias durante toda la carretera al momento de la extracción del material.

Ecosistemas acuáticos

En el área de influencia directa no se encontró presencia de ecosistemas acuáticos.

Áreas naturales protegidas

Entre las áreas protegidas del distrito de Bellavista están:

Tabla 132: Áreas protegidas del distrito de Bellavista

N°	Recurso turístico	Ubicación				Conservación			Accesibilidad		
		Sector	Distrito	Este	Norte	B	R	M	B	R	M
1	Balneario del río Marañón	Puerto Marañón	Bellavista	760473	9373520		X		X		
2	Manantial de vida (recreo campestre)	Shumba Bajo	Bellavista	741605	9383726		X		X		
3	Campanas de Bellavista Viejo	Bellavista	Bellavista	757225	9372394	X			X		
4	Plaza de armas Santa Cruz	Santa cruz	Bellavista	754569	9374783	X			X		
5	El Potrero sac	Bellavista	Bellavista	755250	9374821	X			X		
6	Plaza de armas Bellavista	Bellavista	Bellavista	757300	9373014	X			X		
7	Puente 24 de julio	Corral Quemado	Bellavista	755482	9363471	X			X		
8	Complejo arqueológico Santa Apolonia	Bellavista	Bellavista	757000	9373681		X		X		
9	Tompependa	Tompependa	Bellavista	762760	9390745	X					X
10	Complejo arqueológico de Turuco	Turuco	Bellavista	755875	9369592	X				X	

Línea base socioeconómica (LBS)

Demografía

La población en la zona de estudio del proyecto es de:

Población censada

Hombre	:	1628 hab.
Mujer	:	1639 hab.
Total	:	3267 hab.
Viviendas	:	1091 viv.
Densidad poblacional	:	17.9 hab/km ²

Comunidades campesinas y nativas

No existen comunidades campesinas que puedan ser afectadas por el proyecto

Educación

No cuenta con centros educativos de nivel primario y secundario, tampoco con un centro de educación superior. Por tal motivo los niños y jóvenes que desean obtener una educación escolar deben caminar grandes distancias para ir a un centro de estudios.

Salud

No cuenta con centros de salud. Pero en el centro poblado de Bellavista si cuenta con un puesto de salud de baja calidad, pero no cuenta con tantos medicamentos, personal o aparatos médicos adecuados.

Economía

La principal economía del área del proyecto es la ganadería y agricultura siendo el arroz, maíz, cacao sus principales cultivos. Cabe mencionar que hay pérdidas de cosechas en la zona por la falta de transitabilidad.

Transporte

Cuentan con vehículos motorizados de 2 a 3 ruedas y en ocasiones de cosechas se usa acémilas.

Comunicaciones

En su gran mayoría cuentan con radios y teléfonos celulares que facilitan las comunicaciones.

Problemática social

El presente proyecto está desarrollado para mejorar el servicio de transitabilidad vehicular en el centro poblado La Pushura Baja y Corral Quemado en el distrito de Bellavista. Ya que el camino vecinal se encuentra en pésimas y es por eso que al realizar los estudios correspondientes para el diseño de la carretera se solucionara las problemáticas existentes antes mencionadas.

Diagnóstico arqueológico

Se incluirá los resultados obtenidos por la evaluación del CIRA (Certificado de inexistencia de restos arqueológicos) ubicados en las proximidades del proyecto: "Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca".

Identificación y evaluación de pasivos ambientales

Un pasivo ambiental se define como una obligación, una deuda derivada de la restauración, mitigación o compensación por un daño ambiental o impacto no mitigado.

Para el presente caso "Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca", un pasivo ambiental se puede definir como el estado del medio ambiente creado por cualquier otra infraestructura en el pasado y que se degrada gradualmente con el tiempo, lo que ahora representa una amenaza para el medio ambiente y la calidad de vida humana. Un pasivo ambiental puede afectar la calidad de los ecosistemas, el aire, suelo y agua degradándolos.

La identificación y evaluación de los pasivos ambientales relacionados con la fase de ejecución “Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca” tuvo como objetivo identificar las medidas de mitigación y las cantidades necesarias, rehabilitar las áreas afectadas para eliminar la responsabilidad ambiental que amenaza la infraestructura y sus usuarios.

Identificación de pasivos ambientales

Los pasivos ambientales se identifican y clasifican en base al conocimiento del conjunto de interacciones entre el proyecto y el medio. Sin embargo, de acuerdo con el Decreto de Urgencia N° 022-2020, las áreas degradadas de las actividades de la construcción y demolición constituyen un pasivo ambiental siempre que se configure lo establecido en el Artículo 4.

La afectación por depósitos de material excedente de las excavaciones de manera manual y/o con maquinaria, botaderos como consecuencia de la partida movimiento de tierras, explotación de cantera, podría causar problemas ambientales.

En tiempos de pandemia, el uso de mascarillas, guantes, faciales, envases de alcohol, pediluvios y todo lo necesario para cumplir con el protocolo de COVID-19, va a generar residuos sanitarios.

Otros posibles pasivos ambientales como maquinarias, Equipos e instalaciones auxiliares abandonadas, pueden evitarse mediante la aplicación estricta del Programa de Cierre de Áreas Auxiliares.

Evaluación de pasivos ambientales

Para las excavaciones manual y con maquinaria, las cuales se hacen a tajo abierto, se debe tener en cuenta el botadero y cantera. Además, se debe precisar las alturas a las que se harán los cortes. Asimismo, en la extracción de material excedente, sabemos que todo el proceso de su extracción implica retirar diversos materiales; además se debe seguir todo un procedimiento para retirarlo de manera segura. Este pasivo ambiental, debe tener un adecuado lugar donde se pondrá todo el material a retirarse, y luego retirarlo del lugar.

Para el protocolo de Covid-19, el cual todos los trabajadores deberán usar a diario, generará residuos sanitarios, los cuales deben ser botados en contenedores químicos, los cuales no se pueden mezclar con otro tipo de basura.

Identificación y evaluación de impactos ambientales

En esta etapa se identifica y evalúa los impactos ambientales potenciales al medio ambiente del área de influencia del “Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca”, en consecuencia, a las actividades que se desarrollan durante la fase de construcción. La metodología empleada es sustentada en base a las acciones identificadas (ver Tabla 133), medios del ambiente potencialmente afectables (ver Tabla 134), factores que puedan estar susceptibles a ser afectados (ver Tabla 135) y una identificación de matriz donde hay impacto positivo, negativo y no existe impacto (ver Tabla 154)

Acciones con potencial a generar impacto

Tabla 133: Acciones con potencial a generar impacto

ACCIONES CON POTENCIAL A GENERAR IMPACTO		
Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
FASE DE EJECUCIÓN	OBRAS PRELIMINARES	Instalación del cartel de obra
		Expropiación de terrenos
		Trazo y replanteo
		Limpieza/ desbroce
		Instalación de almacenes, oficina de campo
		Instalación de servicios higiénicos
		Traslado de equipos y maquinaria
	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Excavaciones
		Transporte y colocación de material de préstamo
		Perfilado a nivel de subrasante
		Acarreo y eliminación de material excedente
	PAVIMENTO	Nivelación y compactación de la subrasante
		Nivelación y compactación de la subbase
		Imprimación asfáltica
	OBRAS DE ARTE	Alcantarillas
		Cunetas
		Badenes
	MANEJO AMBIENTAL	Señales ambientales

		Manejo y transporte de residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Revegetación y reforestación
		Recuperación de área del botadero
		Recuperación de área de la cantera

Fuente: Elaboración propia

Medios del ambiente potencialmente afectables

Tabla 134: Medios del ambiente en la fase de ejecución

MEDIO	FACTORES
CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICO	TIERRA
	AGUA
	AIRE
	PROCESOS
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA
	FAUNA
FACTOR SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	USO DEL SUELO
	ESTETICA
	NIVEL ECONÓMICO
	FACTOR SOCIOCULTURAL

Fuente: Elaboración propia

Factores del ambiente potencialmente afectables

Tabla 135: Factores del ambiente en la fase de ejecución

FACTORES	EVALUACIÓN
TIERRA	1. Materiales de construcción
	2. Suelos
	3. Geomorfología
AGUA	4. Superficiales
	5. Subterráneas
	6. Calidad
	7. Recarga
AIRE	8. Polvo
	9. Gases/ humos
PROCESOS	10. Ruido
	11. Erosión
	12. Compactación
FLORA	13. Estabilidad
	14. Árboles
	15. Arbustos
	16. Herbáceas
	17. Cultivos
FAUNA	18. Aves
	19. Animales terrestres
	20. Especies acuáticas
	21. Microfauna / insectos
USO DEL SUELO	22. Naturaleza y espacios abiertos
	23. Agricultura
	24. Zona Rural

ESTETICA	25. Vistas escénicas y panorámicas
NIVEL ECONÓMICO	26. Comercio
	27. Empleo
	28. Salud y seguridad
	29. Educación
FACTOR SOCIOCULTURAL	30. Seguridad durante el COVID-19
	31. Densidad de la población
	32. Salud y calidad de vida de la población
	33. Construcciones
	34. Redes de transporte (mov, acceso)
	35. Eliminación de residuos

Fuente: Elaboración propia

Matriz de Leopold

Para la evaluación ambiental, se ha considerado La matriz de Leopold. Para lo cual, se planteó qué factores y acciones se realizarán durante la ejecución del proyecto, considerando el medio físico y socioeconómico como factores principales en ser afectados en el estudio realizado. La matriz elaborada, servirá para prever, los impactos negativos y positivos, y a su vez darles solución mediante medidas de mitigación.

Esta matriz consta en considerar un listado de factores ambientales colocados de manera vertical mientras que por otro lado se encuentra un listado de manera horizontal en la cual se detallan las acciones que generan algún impacto, luego de ello se realiza una diagonal en la celda que interseca dichos listados anteriormente mencionados. Posterior a ello se procede a la identificación y evaluación de la puntuación de los impactos.

Finalmente se califican los parámetros de magnitud (de 1 a 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo (+) para efectos positivos y (-) para efectos negativos, en base al grado de intensidad del impacto en sí mismo) e importancia (de 1 a 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo (+) para efectos positivos y (-) para efectos negativos, en base al grado de relevancia del impacto sobre la calidad del medio)

Se realizó la siguiente matriz para la fase del proyecto:

- Matriz de Ejecución (ver Tabla 154)

Descripción de los impactos ambientales

Fase de Ejecución

En esta fase se obtuvo que la acción que genera un mayor impacto, siendo este negativo son las excavaciones afectando de manera directa al aire (polvo, ruido y gases/humos) y al suelo del suelo (agricultura). Además, teniendo un alto valor de importancia; con respecto a las acciones positivas pues en esta fase se consideró la mitigación del impacto ambiental.

Mientras que por parte de los de los factores, el factor más importante positivo resulto ser el empleo pues durante toda la fase se necesitara de la mano de obra quien realice dichas actividades.

Tabla 136: Acciones que generan mayor impacto

ACCIONES QUE GENERAN MAYOR IMPACTO			
1 ^{ro}		-630	Excavaciones
2 ^{do}		-462	Limpieza/ desbroce
3 ^{ro}		-346	Trazo y replanteo
4 ^{to}		-276	Expropiación de terrenos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 137: Factores que generan mayor impacto

FACTORES QUE GENERAN MAYOR IMPACTO			
1 ^{ro}		-313	8. Polvo
2 ^{do}		-216	23. Agricultura
3 ^{ro}		-170	10. Ruido
4 ^{to}		-161	9. Gases/ humos

Fuente: Elaboración propia

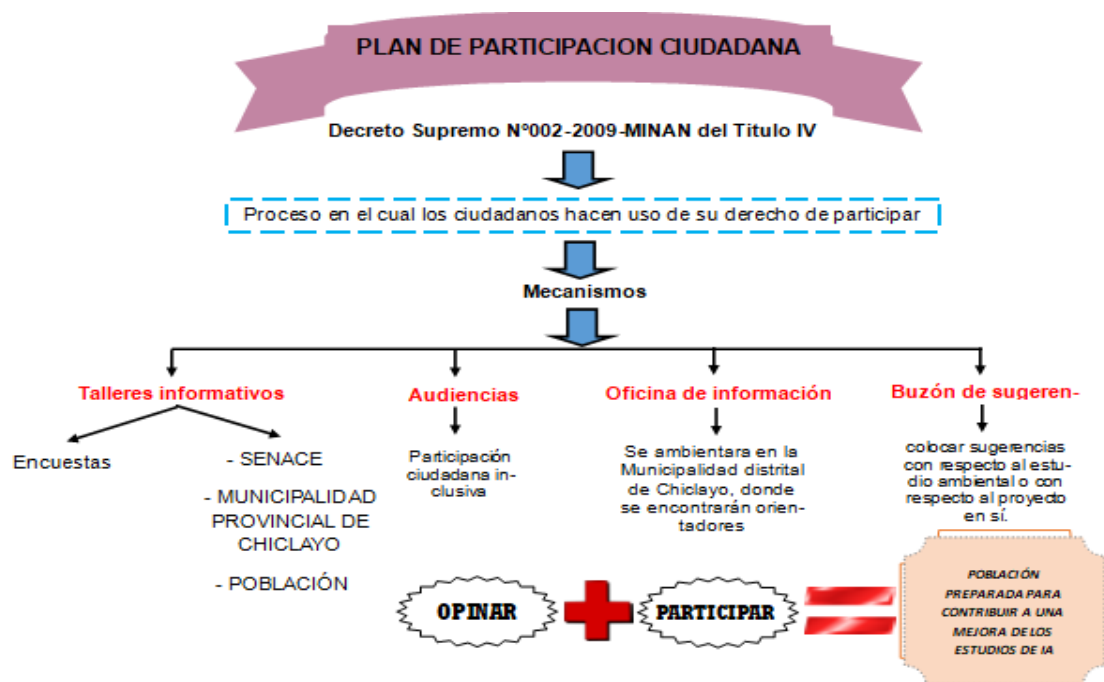
Plan de participación ciudadana

Se realizará las acciones para incentivar a la población a participar sobre la admisión del proyecto por parte de los habitantes de la zona y sobre todo el problema ambiental. Como parte del proyecto el plan debe ser aprobado por el SENCE (Servicio Nacional de Certificación Nacional).

La participación ciudadana tiene como objetivo contemplar la acción del Estado a través del proyecto para canalizar los aportes por parte de la sociedad en los procesos ya antes mencionados. Con este plan se conseguirá establecer una relación de respeto mutuo entre los responsables del proyecto y la población, en consecuencia, empezaremos por buscar crear un ambiente adecuado y agradable para el desarrollo correcto de cada actividad de la

que demande el proyecto. Los mecanismos considerados para lograr dicho fin son los siguientes:

- 1) Talleres informativos
- 2) Audiencias
- 3) Oficina de información
- 4) Buzón de sugerencias



Plan de Manejo Ambiental

La generación de impactos negativos es algo inevitable en la realización de un proyecto, es por ello, que existe un plan de manejo ambiental que busca incrementar los impactos positivos y a través de mecanismos o programas prevenir los impactos negativos en la sociedad y el medio ambiente antes de mitigar.

Este plan de manejo ambiental demanda de criterios, programas y técnicas ambientales a aplicarse, en donde el personal encargado del “Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca” deben aplicarlo a cabalidad.

Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas

Respetar los criterios de diseño y construcción, y así como también una concientización por parte de la población beneficiada de este proyecto de: “Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca” deben aplicarlo a cabalidad.




Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes

Manejo de residuos solidos

Con respecto a la etapa de ejecución del proyecto este subprograma de residuos sólidos busca de una u otra manera prevenir, mitigar o eliminar los impactos negativos potenciales, que podrían resultar producto de la realización de las actividades propias del desarrollo del proyecto. Es por ello, que se consideró la Ley General de Residuos Sólidos N°1278, D.S. N° 014-20117-MINAM.

Entonces, lo que se quiere lograr es que los residuos sólidos producto de la ejecución del proyecto tengan un manejo integral desde su origen hasta su disposición final, consiguiendo de esta forma que los impactos negativos con respecto a estos residuos sean evitados. En la siguiente tabla se presenta un listado de residuos los cuales son originados en la ejecución del proyecto.

Tabla 138: Residuos en la fase de ejecución

RESIDUO	
Restos de materiales excedentes (piedra, arenilla o afirmado)	
Restos de material propio de la excavacion	
Restos de material seleccionado para relleno	
Restos producto de la carpetta asfaltica	
Baterias empleadas para el Teodilito	
Restos de alambre	
Restos de tuberias	
Restos de clavos	
Restos de acero	
Restos de cintas de seguridad	
Restos de cemento, yeso, etc	

Leyenda:

 Peligroso

 No peligroso

Fuente: Elaboración propia

Por ello, en la búsqueda de minimizar el impacto que genere estos residuos, se plantea que para el caso de desechos sólidos como lo de los restos de las tuberías, pilas, cintas de seguridad, restos de cemento, yeso colocar contenedores móviles para su recolección y posterior traslado a su destino final, el cual queda bajo responsabilidad del personal encargado del proyecto. Y con respecto a los restos propio de material de excavación o rellenos, estos deberían ser trasladados de manera independiente al botadero respectivo, función la cual queda bajo la responsabilidad de la programación del proyecto.

Ahora, existe un punto importante que son de los residuos sólidos generados, producto de los equipos y elementos de protección personal del obrero en base a las medidas preventivas del COVID-19, los cuales serán desechados a contenedores colocados específicamente a esta área, los que serían muy aparte de los contenedores de residuos sólidos generados netamente por causa de la realización del proyecto; en la siguiente tabla se presenta el listado de los residuos en base a las medidas preventivas del COVID-19.

Tabla 139: Lista de residuos para protección contra COVID-19

LISTA DE RESIDUOS PRODUCTO DE LA PROTECCION PERSONAL
Mascarillas desechables
Pañitos humedos
Guantes desechos
Protector facial
contenedores de alcohol
Contenedores de hipoclorito de sodio

Fuente: Elaboración propia

Manejo de efluentes

Siguiendo en esa línea de la búsqueda de un manejo adecuado, en este punto se buscará la contratación de una empresa prestadora de servicios de residuos sólidos que se encuentre debidamente registrada en DIGESA, dicha empresa se hará responsable de la instalación, retiro, limpieza y aspiración a los baños portátiles.

Con respecto a los residuos de combustibles, grasas y lubricantes provenientes del mantenimiento de equipos y maquinarias, deberán almacenarse en recipientes adecuados para posterior a ello se le realice una adecuada disposición final. Cabe recalcar que debería existir una supervisión al mantenimiento adecuado del equipo y maquinaria que actúan en el proyecto.

Subprograma de control de erosión y sedimentos

La finalidad de este subprograma es controlar la generación de material particulado que se genera durante las actividades como: la movilización de la maquinaria, las excavaciones, el acarreo y eliminación de material excavado, el tránsito de la maquinaria al momento de abastecer de agua, el relleno y la limpieza final del terreno, en consecuencia, se recomienda tratar de humedecer esas zonas para así amortiguar la dispersión de las partículas.

Ahora con respecto al material producto de los movimientos de tierra (excavaciones), se buscará reutilizarlo en su mayoría en la misma obra, el material que será reutilizado será acumulado temporalmente en un sitio adecuado que no

afecte al llevarse a cabo las otras actividades del proyecto y será cubierto para evitar su dispersión; mientras que por otro lado el material no reutilizado serán desalojados y transportados a botaderos autorizados, así mismo queda totalmente prohibido utilizar como botadero alguna área o espacio del proyecto sin autorización, esta prohibición es hecha tanto para los obreros como para los pobladores beneficiarios.

Subprograma de protección de recursos naturales

Este programa busca ser amigables con el ambiente cuando se realice el proyecto, es por ello que la materia prima que en este caso es el suelo, se trata de reutilizar el material excavado con sus respectivos estudios de suelo para ser empleado de relleno de esa forma minimizamos su demanda, ya que se utilizaría el mismo que se excavo.

Subprograma de salud local

El fin de este subprograma es reducir, mitigar y prevenir los daños con potencial a dañar la salud de la comunidad, de acuerdo a las actividades que se desarrollaran durante la ejecución del proyecto debido al ruido, polvo y emisiones de gases.

Por lo tanto, para evitar daños a la población local, esto se tendrá en cuenta para cada actividad realizada.

Factor aire

Emisiones de gases y polvo:

La emisión de gases producidos por las maquinas que transporta herramientas, equipos y materiales a menudo se deben a un mantenimiento deficiente; así mismo las partículas en suspensión que se puedan generar deben tratar de mitigarse, es por ello que se debe de tener en cuenta:

- El Contratista supervisará la excavación, paleado y remoción de plantas y tierra en toda el área de trabajo.

- Debe evitarse la excavación y remoción de suelo innecesarias, ya que dañan los hábitats, causan incomodidad a los residentes y aumentan la erosión, la inestabilidad y la escorrentía.
- A la hora de efectuarse estos trabajos, el material deberá ser regado constantemente con agua para evitar un excesivo levantamiento de polvo, por tratarse de una zona urbana, además se identificarán los centros de botaderos correspondientes.
- Evitar la acumulación de basura a largo plazo. Siempre que sea posible, los desechos y el exceso de materiales de las operaciones se recolectarán en un tiempo razonable, y los excesos de residuos se identificarán y regarán continuamente.
- Establecer un cronograma acordado para excavaciones y excavaciones masivas, relacionadas con la limpieza o remoción de materiales sueltos y remoción de escombros.
- Se debe comprobar el correcto funcionamiento de los motores de las máquinas y equipos ligeros para evitar desequilibrios en la combustión que puedan dar lugar a emisiones anormales de gases.
- Humedecer el área de trabajo antes de cada jornada para evitar la dispersión de partículas en suspensión.
- La maquinaria encargada del manejo del material de construcción excedente deberá tener la carga cubierta con una malla para evitar la dispersión del material y aumentar la cantidad de partículas en suspensión.

- Es necesario instalar letreros ambientales temporales donde se realicen operaciones significativas, es decir, se realice una generación significativa de gas, polvo y ruido.
- Los trabajadores más expuestos a las emisiones de polvo de los movimientos de tierra deben usar protección respiratoria.

Niveles de ruido:

- Antes de comenzar a trabajar, compruebe el correcto funcionamiento de la maquinaria, de forma que consiga eficiencia, reduzca al mínimo los tiempos, no provoque ruidos molestos por encima del límite legal.
- Instalar silenciadores en los equipos; Evite centralizar la tecnología en un solo lugar. El Contratista realizará el mantenimiento oportuno para reducir el ruido y las vibraciones.
- Para el transporte de residuos al relleno sanitario no podrán ingresar al tráfico más de tres camiones al mismo tiempo, el dosificador y la máquina aglomeradora de suelo en esta área deberán trabajar alternadamente con los camiones.
- Las máquinas que generen ruido excesivo deben tener letreros que indiquen la cantidad máxima de decibelios y se deben proporcionar dispositivos de protección.
- En caso de ser necesario movilizar equipo pesado u otros factores generadores de ruido, se informará mediante folleto a los vecinos de las zonas aledañas para que tomen precauciones con respecto a esta actividad.

- Cuando el nivel de ruido supere los 80 dB, por ejemplo, martillos y taladros, se dispondrán turnos de jornada completa de 7:00 a 15:00 horas.
- Los vehículos de diseño no deberán utilizar sirenas u otras fuentes de ruido innecesarias para evitar el aumento del ruido. Las sirenas solo se utilizarán en caso de emergencia.
- Los trabajadores expuestos a alto nivel de ruido deben usar protección para los oídos.

Factor tierra

El suelo se verá afectado producto de las excavaciones que se van a realizar en la zona, por lo que es necesario tener en cuenta las siguientes medidas para disminuir el impacto ocasionado:

- El Contratista deberá mantener en buen estado los componentes del vehículo para evitar fugas de combustible y/o grasa.
- Deseche el exceso de material apropiado tan pronto como sea posible y deposítelo en un vertedero aprobado o en un depósito de material excedente autorizado (DME) con recibo.
- Retirar moderadamente el material del depósito de material sobrante (DME), arrojarlo directamente al volquete e instalar una placa en el silo para evitar que el viento derrame.
- Deseche las latas o envases de pinturas y productos químicos para la construcción.
- Queda terminantemente prohibido arrojar basura a las corrientes de agua.

- Como medida de mitigación de derrames, retirar tierra contaminada hasta 10 cm. Por debajo del nivel de contaminación, para su posterior disposición.
- Se mejorará el camino de acceso existente y se utilizará para limitar los cambios de suelo causados por el movimiento de vehículos y materiales durante la construcción.

Factor flora

- Las medidas para mejorar la flora en el área donde se ejecutará la carretera, será la implementación de revegetación para áreas asignadas a lo largo del proyecto.
- El personal del proyecto no podrá realizar trabajos de limpieza y reubicación fuera del área permitida.

Seguridad durante el COVID-19

El objetivo de este plan es constatar que el obrero este acatando las ordenes que se le encomendaron con respecto a su cuidado de salud referente a la prevención del COVID-19. Dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

- Usar mascarilla con filtro
- Tener botas de seguridad
- Guantes
- Su alcohol personal
- Respetar el distanciamiento físico
- Realizar el lavado de manos de manera correcta cuando haya terminado su actividad
- Realizarse la desinfección general al finalizar su participación en la actividad del proyecto.

Salud al personal obrero

Aquí también se busca el cumplimiento de las ordenanzas, pero esto es con respecto a la prevención de cualquier tipo de accidente que provenga de la realización de las actividades del proyecto. Dentro de lo que se solicita es que el obrero cuente con:

- Botas de seguridad
- Cascos
- Gafas protectoras
- Protectores de oídos

Factor sociocultural

Se deben tomar medidas más adecuadas para llevar a cabo las actividades de restauración del paisaje. Por lo tanto, en un intento de restaurar el paisaje afectado durante la ejecución de las obras, así como las áreas ocupadas por obras y estructuras temporales, estos serían los siguientes:

- Se debe disponer de contenedores adecuados y suficientes para el almacenamiento seguro de los residuos generados.
- Controlar la recogida de residuos en lugares no previstos.
- Limpieza y mantenimiento periódico de áreas con gran cantidad de escombros y desechos de la construcción.
- Reconfiguración del paisaje y restauración de la vegetación

Subprograma de seguridad motivo del EIA.

Este subprograma tiene como finalidad prevenir y/o disminuir los accidentes que se den de manera fortuita, así como también algún tipo de evento el cual no esté previsto y sea de origen natural, protegiendo en conjunto a sus trabajadores y a la población local.

Implementación y medios de protección personal

El personal de la obra debe llevar equipos de protección para prevenir accidentes, dependiendo del trabajo realizado, tales como:

- Ropa que proteja completamente manos y pies para evitar quemaduras solares, etc.
- Se deberá usar zapatos de seguridad durante la ejecución.
- Se deberá usar guantes durante el encofrado y desencofrado
- Se deberá usar chalecos reflectantes en todo momento para identificar al personal
- Se deberá usar tapones para los oídos/auriculares cuando se trabaja en entornos ruidosos.
- Se deberá usar mascarilla obligatoria cuando se trabaja con polvo, gases tóxicos. En particular, los trabajadores deberán utilizar mascarillas cuando realicen trabajos de limpieza, transporte de sacos de cemento, etc., trituración de terraplenes o utilización de materiales que emitan gases nocivos.
- Se deberá usar cascos obligatorios durante la construcción.
- Se negociará la necesidad del uso a largo plazo de equipos de protección personal para evitar posibles daños a la integridad física de los empleados durante la ejecución de sus actividades. En cuanto a la protección auditiva, todo trabajador o trabajadora expuesta a un nivel de ruido de 75 decibelios deberá utilizar protección auditiva (tapones para los oídos).

Subprograma de protección de recursos arqueológicos y culturales

Se deberá monitorear la existencia de restos arqueológicos con el fin de poder realizar un plan de monitoreo especializado que abarque la totalidad del área afectada. Para esto se deberá contar con los servicios de un arqueólogo para realizar dichos trabajos.

El proyecto deberá contar con un certificado de la inexistencia de restos arqueológicos (CIRA).

Programa de monitoreo ambiental

Define los parámetros para el seguimiento periódico de la calidad de los diversos componentes ambientales que podrían ser afectados durante la ejecución del proyecto, lo cual permitirá evaluar y controlar los factores ambientales críticos para finalmente tomar las decisiones orientadas a la conservación del ambiente.

Por ello, se debe:

- Identificar los factores ambientales que serán impactados negativamente Para evaluar su comportamiento.
- Determinar el programa de recuperación de datos
- Establecer el método de recolección e información del programa de procesamiento de los datos obtenidos, posterior a ello se continúa a ser analizadas ya acuerdo a las normas los procedimientos establecidos para el monitoreo de calidad ambiental
- Considerar los costos y el cronograma de ejecución del plan de monitoreo

Para el cumplimiento de lo que este subprograma propone, se ejecutaran acciones que permitan llevar adelante un adecuado control interno, como por ejemplo mediante la elaboración de informes periódicos acerca de la situación ambiental del proyecto.

Subprograma de monitoreo del medio físico

a) Monitoreo de la calidad del aire

El fin de este monitoreo es la protección de la salud de la población, de la misma forma preservar el ecosistema local en el tiempo en el que se desarrolló las actividades del proyecto, pues como hemos venido viendo la calidad del aire puede ser alterada fácilmente por aquellas actividades como: excavaciones, rellenos, compactado, movilización o tránsito en el área de trabajo. Dentro de la documentación necesaria para cumplir los estándares establecidos está el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM y Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

Con respecto a la ubicación de las estaciones de monitoreo, estarán en la zona de ejecución del proyecto, en la zona de incidencia de trabajo en aquellas zonas donde se desarrollan las actividades, en las cuales exista una eliminación de material cómo lo hacen el caso de las excavaciones.

Esta medición y análisis se realizará por alguna empresa o laboratorio inscrito en INDECOPI y que el principal responsable del monitoreo durante la etapa de ejecución del proyecto será el ingeniero a cargo.

b) Monitoreo del ruido ambiental

El ruido presente en el ambiente es generado por las maquinarias o equipos que se emplean para realizar las excavaciones, rellenos, compactados, como ya anteriormente se ha venido mencionando, con respecto a las actividades que involucran o demandan este tipo de maquinaria para llevarse a cabo el desarrollo de la actividad programada.

Para esto se recurre a lo que el Reglamento de estándares de calidad ambiental para ruido en su Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, para así tomar control en referencia a lo que ahí se encuentra establecido.

Subprograma de monitoreo del medio biótico

Este monitoreo ayudara a evaluar el comportamiento y la repercusión que tendrán los factores frente al desarrollo de actividades propias del proyecto, este monitoreo se hará para la fase de ejecución.

a) Monitoreo de la flora

Este monitoreo será para establecer los puntos que se vieron afectados durante el proceso de ejecución y reestableciéndolos.

Programa de asuntos sociales

Este programa tiene como fin mantener informada a la población acerca de la ejecución que presentará el proyecto, teniendo así el conocimiento absoluto de lo que sucederá durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

Subprograma de relaciones comunitarias

Su finalidad de este subprograma es fortalecer los vínculos con la comunidad, acerca de la base de la prevención de la contaminación ambiental y el mejoramiento de calidad de vida de la población beneficiaria de este proyecto.

a) Difusión

En este subprograma se plantea difundir datos importantes del proyecto y lo que va a ocasionar la realización de las actividades es por ello, que esa comunicación podría llevarse a cabo a través de la publicación en algún tipo de diario local, o a través de redes sociales que es lo que más se usa en la actualidad y pues está al alcance de todos, dichas redes sociales deben ser pertenecientes a la Municipalidad Provincial de Jaén.

b) Comunicación

Esta comunicación debe ser participativa ya que es un instrumento dinamizador de procesos social que garantiza una buena convivencia para promover alternativas de desarrollo sostenible y sustentable que aseguren un fuerte sentido de pertenencia y alcance de los objetivos planteados en el proyecto.

Asimismo, será de manera directa entre los pobladores y los representantes de la Municipalidad (charlas), así como también sería algo viable la entrega de volantes informativos que podría contener el cronograma detallado de lo que se va a realizar para que así, el poblador tome sus precauciones respectivas.

Subprograma de contratación de mano de obra local

Con respecto a este subprograma, lo que se busca es dar oportunidades de empleo a los pobladores de la zona insertándolos a sus cuadrillas programadas, aquí el contratista en algún determinado momento va a requerir mano de obra no calificada y calificada; es ahí, donde el poblador podría acceder a uno de esos puestos de trabajos, la empresa será la encargada de realizar la convocatoria en dicha zona empezando por la publicación del número de puestos de trabajos a cubrir y posterior a ello dar los requisitos que debería poseer el poblador de la zona.

Subprograma de participación ciudadana

Este subprograma tiene como finalidad promover la participación de la población local buscando un ambiente armonioso entre las actividades que se desarrollaran en la etapa de ejecución del proyecto y el entorno social de la zona. Además, con esto se consigue prevenir la generación de conflictos sociales asegurando un proyecto sostenible en el tiempo.

Con respecto a las medidas a considerar está la de que el consultor coordine con los dirigentes de la zona (algún tipo de comité que tengan los centros poblados de La Pushura Baja y Corral Quemado) y con los propietarios de los terrenos que se verán afectadas por el desarrollo de este proyecto; es por ello que se le realizó una encuesta a cada titular, manifestando su acuerdo o aceptación con la realización del proyecto.

Programa de educación ambiental.

Este programa tiene por finalidad que el obrero se encuentre debidamente capacitado, teniendo conocimiento de los lineamientos principales de educación y capacitación ambiental; en lo que respecta al cumplimiento de las actividades específicas evitando los accidentes que podrían suceder; sin embargo, debe estar capacitado para cualquier caso en el que se presente algún tipo de emergencia.

Dentro de las medidas que se plantean implementar son: la planificación de la realización de charlas a los trabajadores; las cuales estén ligadas a los temas de ruido ambiental, polvo, gases/humos y finalmente limpieza en el área de trabajo; otro punto fundamental son las capacitaciones, que serían relacionadas a las maquinarias o equipos que se

emplean en el proyecto y que repercusión genera en la población; buscando mantener un ambiente libre de contaminantes, cabe recalcar que también se plantean las capacitaciones con respecto a la importancia del uso de protección personal. Las medidas que se consideran a parte de las capacitaciones esta la entrega mensual de folletos informativos acerca de los avances del proyecto.

Programa de capacitación ambiental y seguridad

En este programa el encargado de la obra o proyecto debe coordinar con los obreros, en donde se les explique el proyecto, así como también se le dará los alcances sobre el plan de manejo ambiental; la finalidad de este programa es que el trabajador se encuentre capacitado para tener un buen desenvolvimiento en el desarrollo de las actividades que pertenecen al proyecto y también estar atentos a poder atender cualquier tipo de emergencia que podría presentarse. Dentro de los conocimientos básicos que puede tener el trabajador es: uso y manejo de extintores y uso del equipo mínimo de protección personal.

Programa de prevención de pérdidas y contingencias

Este programa tiene por finalidad, planificar una respuesta rápida para contrarrestar cualquier emergencia que se presente. Para ello se distribuirá responsabilidades a cada personal del área de trabajo, así como también el diseñar un plan de emergencia para saber sobrellevar dicha situación no esperada.

Subprograma de salud ocupacional

A través de la Resolución Ministerial 312-2011 de Ministerio de Salud, se estableció el protocolo que hace referencia a los Exámenes médicos ocupacionales, además de ello dice que debe existir un personal médico de salud ocupacional, ya que es el caso de un proyecto que cuente con menos de 200 trabajadores. Es por ello que en este proyecto se cuantificara cuantos trabajadores hay, para así tener la asistencia de un personal médico ocupacional

Con respecto al COVID-19 se seguirá ciertos lineamientos que se encuentran descritos en la Resolución Ministerial 239-2020 Ministerio de salud, para evitar el contagio en el trabajo; dentro de esos lineamientos se encuentran los básicos que

son: conciencia sobre la prevención de infecciones en el lugar de trabajo, uso colectivo de precauciones, equipo de protección personal y monitoreo de la salud de los empleados en el contexto de COVID-19. Para lo que son las medidas que se emplearan en esta fase de ejecución se clasificaran las acciones por zonas siendo la siguiente:

- Control previo: en esta parte lo que se realizaría es identificar al personal con factores de riesgo a través de una evaluación médica para así brindarle un tratamiento diferenciado y riguroso por la gravedad de dicho virus; de la misma forma otra medida de prevención en esta parte es la de organizar el acceso a la obra y la entrada a los vestuarios, de manera que mantengan el distanciamiento físico establecido y reducir a un 50% el aforo en los ambientes de pocas dimensiones.
- Control de desinfección: aquí se pretende acondicionar un ambiente específicamente para lo que es la desinfección en la obra, esta será de manera equipada que no involucre realizar alguna acción en el obrero sino más bien sería como unas cámaras, cabinas o túneles de desinfección peatonal (pulverizadores de ozono y otros desinfectantes para disminuir la propagación del virus) la cual este diseñada para este fin que es el desinfectar.
- Control de vestuarios: en esta parte se promueve el uso correcto de lo que es mascarillas (cumplan con las especificaciones técnicas indicadas en la Resolución Ministerial N° 135-2020-MINSA), protector facial, dicho sea de paso, que deben renovarse periódicamente, aquí también se pide cumplir con el distanciamiento físico de 1.50 metros.
- Control de trabajo: en esta parte simplemente es el cumplimiento en conjunto de todo lo que se mencionó en los tres controles anteriormente mencionados.

Con al riesgo ergonómico:

La ergonomía es aquella disciplina que se encarga del estudio del hombre en su marco de actuación relacionado con el manejo de equipos y maquinarias.

Los peligros ergonómicos son conjuntos de atributos o factores de tareas que aumentan la probabilidad de que una persona o un usuario expuesto a ellos resulte lesionado. Por lo tanto, en este proyecto se especifican los siguientes puntos:

- Ergonomía generada por el ruido que produce la maquinaria de excavación, así como también los equipos de compactación.
- Ergonomía generada por la elevada temperatura del ambiente, originando en el trabajador un calor que podría causar agotamiento, golpe de calor, entre otros.
- Ergonomía generada por las vibraciones, que estas se dan en el proyecto gracias a los equipos de comportamiento, estas vibraciones son transmitidas a las manos, que luego se trasladan a circular por todo el cuerpo. Así también estas vibraciones podrían ocasionar algún tipo de mareos.

Con respecto a lo expuesto anteriormente podemos decir que el riesgo en lo que respecta la salud del obrero es elevada, porque ahora ya no está el riesgo ergonómico sino ahora se le suma el Covid-19, por ello se plantea dos situaciones, siendo estas explicadas a continuación:

- Realizar la modificación en los costos unitarios con respecto a los temas de equipos de protección personal, así como la seguridad del obrero; posterior a ello se procedería a identificar que partidas poseen una cuadrilla considerable de obreros para así reducirla al 50% o también dependiendo del espacio en el que se desarrollara la actividad ese porcentaje del 50% sería manejable. Pero esa reducción de la cuadrilla generaría una deficiencia en el rendimiento y es por ello que ahí se consideraría trabajar con maquinaria para así recuperar o balancear esa reducción de cuadrilla. Y durante todo este

proceso solo quedaría reafirmar los lineamientos básicos de prevención de Covid-19, como por ejemplo mantener el distanciamiento físico de los obreros y la implementación de los equipos de protección personal.

Subprograma de prevención y control de riesgos laborales

Lo que este programa busca en todo el personal de trabajo (administradores, técnicos y obreros) que puedan responder de manera acertada, ante algún evento que ponga en riesgo la salud de estos o que genere algún tipo de daño de infraestructura o instalación que represente un riesgo para la población o personal de trabajo.

Colocar la señalización respectiva en las áreas críticas, cumpliendo la función de avisos explicativos los cuales concienticen a la población, generando en ella una acción de tomar precauciones y así prevenir algún tipo de accidentes.

Subprograma de contingencias

Este subprograma tiene como objetivo presentar conocimientos técnicos que permite diseñar una respuesta organizada y oportuna por parte de los obreros, técnicos o administradores; para afrontar situaciones de emergencia que surjan de una manera inesperada durante la ejecución del proyecto. Dentro de la lista de eventos que se podrían presentar, en base a su procedencia están:

- Posible ocurrencia de problemas sociales.
- Posible ocurrencia de problemas técnicos.
- Posible ocurrencia de derrames aceites y/o combustibles.
- Posible ocurrencia de incendios.
- Posible ocurrencia de accidentes laborales.
- Posible ocurrencia de eventos naturales

La propuesta que se plantea es la conformación de un comité el cual tendrá que encargarse del cumplimiento de los objetivos propuestos en este programa.

Programa de cierre de obra

El objetivo de este subprograma es restaurar las zonas que hayan podido ser alteradas por las instalaciones y operación de instalaciones provisionales programadas por el

contratista, dentro de la actividad más sobresaliente, esta las excavaciones; con esto se consigue minimizar el deterioro ambiental y paisajístico.

Dentro de lo que se va a emprender a recuperar será las áreas verdes de la zona de cultivos, los cuales se verán afectadas por el material excedente producto de la excavación y la forma será a través del personal encargado; quienes se encargaran de darle vida a esas áreas afectadas. También se hará la rehabilitación de la zona del botadero y cantera que hayan sido utilizados en la ejecución del proyecto.

Programa de inversiones

Se estimarán los costos necesarios para el plan de manejo ambiental. En la siguiente tabla se muestran los costos correspondientes.

Tabla 140: Programa de inversiones del Plan de Manejo Ambiental (PMA)

05	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				177,169.01
05.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y CORRECTIVAS				73,344.96
05.01.01	SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EFLUENTES				13,556.54
05.01.01.01	INSTALACIÓN DE BAÑOS QUÍMICOS	und	2.00	1,783.77	3,567.54
05.01.01.02	ADQUISICIÓN DE CONTENEDORES DE RESIDUOS SÓLIDOS	gib	1.00	709.00	709.00
05.01.01.03	SEÑALIZACIÓN PARA MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS	und	4.00	70.00	280.00
05.01.01.04	TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS	gib	1.00	3,000.00	3,000.00
05.01.01.05	MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	gib	1.00	6,000.00	6,000.00
05.01.02	SUBPROGRAMA DE CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTOS				9,302.06
05.01.02.01	REVEGETACIÓN Y REFORESTACIÓN EN ZONAS CRÍTICAS	ha	3.50	2,657.73	9,302.06
05.01.03	SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES				5,734.28
05.01.03.01	CAPACITACIÓN EN CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE	gib	1.00	942.08	942.08
05.01.03.02	SEÑALES AMBIENTALES	und	4.00	1,198.05	4,792.20
05.01.04	SUBPROGRAMA DE SALUD LOCAL				26,600.00
05.01.04.01	MANTENIMIENTO Y DESINFECCIÓN DE BAÑOS QUÍMICOS	gib	1.00	1,200.00	1,200.00
05.01.04.02	CONTROL DE EMISIÓN DE RUIDO, POLVO Y GASES	gib	1.00	2,000.00	2,000.00
05.01.04.03	RIEGO DE ZONA DE TRABAJO	mes	6.00	3,900.00	23,400.00
05.01.05	SUBPROGRAMA DE SEGURIDAD VIAL				1,152.08
05.01.05.01	SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA	und	3.00	70.00	210.00
05.01.05.02	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD VIAL A LA POBLACIÓN BENEFICIARIA DIRECTA	gib	1.00	942.08	942.08
05.01.06	SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES				17,000.00
05.01.06.01	ELABORACIÓN Y MONITOREO DEL PLAN ARQUEOLÓGICO	gib	1.00	17,000.00	17,000.00
05.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL				23,000.00
05.02.01	ELABORACIÓN DEL PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL	gib	1.00	5,000.00	5,000.00
05.02.02	MONITOREO DEL PLAN AMBIENTAL	mes	6.00	3,000.00	18,000.00
05.03	PROGRAMA DE ASUNTOS SOCIALES				4,500.00
05.03.01	SUBPROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA				4,500.00
05.03.01.01	EJECUCIÓN DEL SUBPROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	gib	1.00	4,500.00	4,500.00
05.04	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL				29,930.00
05.04.01	PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	gib	1.00	29,930.00	29,930.00
05.05	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y SEGURIDAD				1,000.00
05.05.01	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL OBRERO	gib	1.00	500.00	500.00
05.05.02	CAPACITACIÓN DE LA POBLACIÓN LOCAL	gib	1.00	500.00	500.00
05.06	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE PERDIDAS Y CONTINGENCIAS				33,078.00
05.06.01	SUBPROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL				12,000.00
05.06.01.01	CONTROLES MÉDICOS AL PERSONAL OBRERO	mes	6.00	2,000.00	12,000.00
05.06.02	SUBPROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS LABORALES				10,000.00
05.06.02.01	PLAN DE ACCIÓN, PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS LABORALES	gib	1.00	10,000.00	10,000.00
05.06.03	SUBPROGRAMA DE CONTINGENCIAS				11,078.00
05.06.03.01	SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA	und	5.00	70.00	350.00
05.06.03.02	EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORRO	gib	1.00	200.00	200.00
05.06.03.03	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD OCUPACIONAL	gib	1.00	10,528.00	10,528.00
05.07	PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA				12,316.05
05.07.01	SELLADO DE INSTALACIÓN DE BAÑO QUÍMICO	und	2.00	23.89	47.78
05.07.02	RECUPERACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS (DME)	ha	3.80	1,534.00	5,829.20
05.07.03	RECUPERACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS (CANTERAS)	ha	2.65	2,260.38	5,990.01
05.07.04	REACONDICIONAMIENTO DE ÁREA DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINARIA	ha	0.25	1,796.22	449.06

Cronograma de actividades

Tabla 141: Cronograma de actividades del Programa de Inversiones

ITEM	PROGRAMAS Y ACTIVIDADES	MESES					
		1	2	3	4	5	6
5.00	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL						
5.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y CORRECTIVAS						
5.01.01	SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EFLUENTES						
5.01.01.01	INSTALACION DE BAÑOS QUÍMICOS	X					
5.01.01.02	ADQUISICION DE CONTENEDORES DE RESIDUOS SOLIDOS	X					
5.01.01.03	SEÑALIZACION PARA MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	X					
5.01.01.04	TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	X	X	X	X	X	X
5.01.01.05	MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	X	X	X	X	X	X
5.01.02	SUBPROGRAMA DE CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTOS						
5.01.02.01	REVEGETACION Y REFORESTACION EN ZONAS CRÍTICAS						X
5.01.03	SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES						
5.01.03.01	CAPACITACION EN CONSERVACION DEL AMBIENTE	X	X	X	X	X	
5.01.03.02	SEÑALES AMBIENTALES	X					
5.01.04	SUBPROGRAMA DE SALUD LOCAL						
5.01.04.01	MANTENIMIENTO Y DESINFECCION DE BAÑOS QUIMICOS	X	X	X	X	X	X
5.01.04.02	CONTROL DE EMISION DE RUIDO, POLVO Y GASES	X	X	X	X	X	X
5.01.04.03	RIEGO DE ZONA DE TRABAJO	X	X	X	X	X	X
5.01.05	SUBPROGRAMA DE SEGURIDAD VIAL						
5.01.05.01	SEÑALIZACION PREVENTIVA	X					
5.01.05.02	CAPACITACION EN SEGURIDAD VIAL A LA POBLACION BENEFICIARIA DIRECTA	X	X	X	X	X	
5.01.06	SUBPROGRAMA DE PROTECCION DE RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES						
5.01.06.01	ELABORACION Y MONITOREO DEL PLAN ARQUEOLOGICO	X	X	X	X	X	X
5.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL						
5.02.01	ELABORACION DEL PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL	X	X	X	X	X	X
5.02.02	MONITOREO DEL PLAN AMBIENTAL	X	X	X	X	X	X
5.03	PROGRAMA DE ASUNTOS SOCIALES						
5.03.01	SUBPROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA						
5.03.02	EJECUCION DEL SUBPROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA	X	X	X	X	X	X
5.04	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL						
5.04.01	PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	X	X	X	X	X	X
5.05	PROGRAMA DE CAPACITACION AMBIENTAL Y SEGURIDAD						
5.05.01	CAPACITACION DEL PERSONAL OBRERO	X	X	X	X	X	
5.05.02	CAPACITACION DE LA POBLACION LOCAL	X	X	X	X	X	
5.06	PROGRAMA DE PREVENCION DE PERDIDAS Y CONTINGENCIAS						
5.06.01	SUBPROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL						
5.06.01.01	CONTROLES MEDICOS AL PERSONAL OBRERO	X	X	X	X	X	
5.06.02	SUBPROGRAMA DE PREVENCION Y CONTROL DE RIESGOS LABORALES						
5.06.02.01	PLAN DE ACCION, PREVENCION Y CONTROL DE RIESGOS LABORALES	X	X	X	X	X	X
5.06.03	SUBPROGRAMA DE CONTINGENCIAS						
5.06.03.01	SEÑALIZACION PREVENTIVA	X					
5.06.03.02	EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORRO	X	X	X	X	X	X
5.06.03.03	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD OCUPACIONAL	X	X	X	X	X	X
5.07	PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA						
5.07.01	SELLADO DE INSTALACION DE BAÑO QUIMICO						X
5.07.02	RECUPERACION DE AREAS AFECTADAS (DME)						X
5.07.03	RECUPERACION DE AREAS AFECTADAS (CANTERAS)						X
5.07.04	REACONDICIONAMIENTO DE AREA DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINARIA						X

Fuente: Elaboración propia

Plan de compensación ambiental

El artículo 2, inciso 22, de la constitución política peruana establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente equilibrado y suficiente para el desarrollo de la vida.

Es una estrategia de conservación de los servicios ambientales, donde los impactos negativos no pueden ser evitados, mitigados ni restaurados, por lo tanto, el impacto se compensa naturaleza por naturaleza. Las estrategias de compensación están incluidas en el plan de compensación ambiental, por lo que es importante recordar que la compensación ambiental solo se puede explicar donde el impacto negativo no se puede evitar, minimizar o remediar el impacto ambiental, es decir, debemos agotar todas las demás medidas de compensación, opciones y estrategias antes de considerar la compensación especificada en el plan ya que son obligatorias para el propietario del proyecto.

Así mismo incluye acciones de restauración que están dirigidas a restablecer la biodiversidad y los valores ecológicos alterados a través de obras de ingeniería y acciones positivas para el ambiente. No es compensación ambiental el pago económico que reciben los pobladores por el uso de sus terrenos.

Cuando un impacto no se puede mitigar, es necesario compensarlo desde el punto de vista ambiental, por lo que en la investigación de impacto ambiental se necesita una metodología y un plan para garantizar que los proyectos estén protegidos, la protección del medio ambiente y la salud pública. En otras palabras, se utiliza solo en los casos en que el impacto ambiental es severo, irreversible y puede mitigarse a un costo muy alto o sin alternativas de diseño aceptables. La participación pública es fundamental para la EIA porque a través de la participación ciudadana se consultará a la gente sobre el proyecto y sus impactos económicos, sociales y ambientales.

En el presente proyecto de la Evaluación de Impacto Ambiental, mediante el análisis del Plan de Manejo Ambiental se ha logrado evitar, mitigar y restaurar todos los impactos negativos generados durante el proyecto, por lo que no se será necesario realizar la Compensación Ambiental en el presente informe.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Las acciones que generaran mayor impacto negativo en el proyecto son: Las excavaciones, limpieza y desbroce. En cuanto a la acción con mayor impacto positivo fue la Revegetación y reforestación.
- Los factores que se verán mayormente afectados son el aire y el uso del suelo, entre ellos tenemos al polvo por los montículos de tierra producto de las excavaciones, la agricultura con respecto a su uso del suelo, en seguida se encuentra el ruido, gases y humos, que se dan principalmente por el uso de las maquinarias que se utilizaran en toda la fase de ejecución del proyecto.
- Para las actividades de movimiento de tierra se utilizará maquinaria pesada, lo cual generará la emisión de gases tóxicos, al realizar estas actividades y al remover el suelo se generará la suspensión de partículas en suspensión. Todo esto generará un impacto negativo a la calidad del aire en la zona del proyecto, generando así malestar en la población.
- La actividad de colocación y extendido de carpeta asfáltica a pesar de que genera impactos negativos en el medio, genera un impacto positivo socialmente debido a que mejora la calidad de vida de los moradores, así como la generación de trabajo.
- Se considera que el proyecto durante la etapa de ejecución tendrá un impacto positivo con respecto al factor socioeconómico, siendo este la generación de empleo.
- Frente a la propagación del Covid-19, según la Resolución Ministerial N° 085-2020-Vivienda, en obra se seguirán los lineamientos establecidos en bioseguridad del subprograma de salud e higiene ocupacional.
- El proyecto de “Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca”. Durante su ejecución ocurrirán impactos

ambientales negativos que son generalmente leves y de corta duración, y que a través de la implementación de un plan de manejo ambiental se lograrán mitigar adecuadamente. Finalmente, el proyecto resulto ser viable en su etapa de ejecución por los motivos señalados anteriormente en el informe.

Recomendaciones

- Se recomienda el constante riego de la zona de obra y del depósito de material excedente para evitar la gran cantidad de partículas en suspensión.
- Analizar de manera minuciosa la zona en la que se llevara a cabo el proyecto, con el objetivo de poder identificar todos los factores que se verán afectados por la realización de este.
- Realizar un análisis exhaustivo del proyecto con la finalidad de localizar los impactos, tanto positivos como negativos, generados por las acciones del proyecto.
- Analizar cuáles serán los posibles impactos generados por la ejecución del proyecto ajenos a las acciones que se realizarán, para ello se deberá recurrir a la zona las veces que sea necesario.
- En general se recomienda seguir las indicaciones descritas en el Programa de prevención, control y/o mitigación ambiental, Programa de contingencias, Plan de cierre y Programa de seguimiento y control. Ello con la finalidad de mantener el equilibrio armónico del medio ambiental después de ejecutar la obra.

Metrados

Se especificaron todas las partidas que se van a requerir para la ejecución del proyecto. Se determinaron teniendo en cuenta recomendaciones por el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas generales para construcción EG-2013 [29], por el "Glosario de Partidas" aplicables a obras de rehabilitación, mejoramiento y construcción de carreteras y puentes [16] y también por el reglamento nacional de metrados.

Tabla 142: Metrados del proyecto

PLANILLA DE METRADOS			
PROYECTO :	Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca		
FECHA :	Noviembre 2022		
PARTIDA N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
1.00	OBRAS PRELIMINARES		
1.01	CARTEL DE OBRA 2.40 m x 3.60 m	Und.	2.00
1.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA	Glb.	1.00
1.03	CAMPAMENTO	Glb.	1.00
1.04	LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN	ha	13.99
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
2.01	TRAZO Y REPLANTEO EN CARRETERAS	Km	8.74
2.02	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m ³	200,539.11
2.03	RELLENO A NIVEL DE SUB RASANTE	m ³	25,504.10
2.04	PERFILADO Y COMPACTACIÓN SUBRASANTE ZONAS DE CORTE	m ²	14,727.67
2.05	CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	240,646.93
2.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	240,646.93
3.00	PAVIMENTO		
3.01	SUB BASE		
03.01.01	EXTRACCIÓN DE MATERIAL SELECCIONADO (Afirmado de cantera)	m ³	11,280.18
03.01.02	CARGUÍO Y TRANSPORTE A LA OBRA	m ³	11,280.18
03.01.03	CONFORMACIÓN DE AFIRMADO SUB BASE e = 15 cm	m ²	75,201.20
3.02	BASE		
03.02.01	EXTRACCIÓN DE MATERIAL SELECCIONADO (Afirmado de cantera)	m ³	12,768.11
03.02.02	CARGUÍO Y TRANSPORTE A LA OBRA	m ³	12,768.11
03.02.02	CONFORMACIÓN DE AFIRMADO BASE e = 18.5 cm	m ²	69,016.81
3.03	MICROPAVIMENTO		
03.03.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA (e = 2.5 cm)	m ²	65,139.60
4.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
4.01	ALCANTARILLAS		
04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA ALCANTARILLAS	m ²	189.10
04.01.02	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m ³	115.35
04.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS	m ³	24.75
04.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m ³	126.89
04.01.05	CONCRETO f _c = 175 kg/cm ² PARA ESTRUCTURAS	m ³	145.30
04.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m ²	685.97
04.01.07	ALCANTARILLAS TMC D = 24"	m	310.00
04.01.08	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO f _c = 175 kg/cm ²	m ²	53.48
4.02	BADENES		
04.02.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA BADENES	m ²	400.50
04.02.02	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m ³	92.03
04.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m ³	101.23
04.02.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m ³	54.56
04.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m ²	22.03
04.02.06	LOSA DE CONCRETO F _c = 210 kg/cm ² + 30 P.M.	m ³	35.07
04.02.07	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO f _c = 175 kg/cm ²	m ³	60.84
04.02.08	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	126.00
4.03	CUNETAS REVESTIDAS CON EMBOQUILLADO DE PIEDRA		
04.03.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA CUNETAS	Km	12.36
04.03.02	PERFILADO Y COMPACTACIÓN MANUAL	m ²	7,957.97
04.03.03	CONFORMACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C:A 1:5 +PIEDRA GRANDE	m ²	7,957.97
04.03.04	JUNTAS DE DILATACIÓN EN 1" EN CUNETAS (@ 3 m)	m	4,119.03

5.00	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		
5.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y CORRECTIVAS		
5.01.01	SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EFLUENTES		
5.01.01.01	INSTALACION DE BAÑOS QUÍMICOS	Und.	2.00
5.01.01.02	ADQUISICION DE CONTENEDORES DE RESIDUOS SOLIDOS	Glb.	1.00
5.01.01.03	SEÑALIZACION PARA MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	Und.	4.00
5.01.01.04	TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	Glb.	1.00
5.01.01.05	MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	Glb.	1.00
5.01.02	SUBPROGRAMA DE CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTOS		
5.01.02.01	REVEGETACION Y REFORESTACION EN ZONAS CRÍTICAS	ha	3.50
5.01.03	SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES		
5.01.03.01	CAPACITACION EN CONSERVACION DEL AMBIENTE	Glb.	1.00
5.01.03.02	SEÑALES AMBIENTALES	Und.	4.00
5.01.04	SUBPROGRAMA DE SALUD LOCAL		
5.01.04.01	MANTENIMIENTO Y DESINFECCION DE BAÑOS QUIMICOS	Glb.	1.00
5.01.04.02	CONTROL DE EMISION DE RUIDO, POLVO Y GASES	Glb.	1.00
5.01.04.03	RIEGO DE ZONA DE TRABAJO	mes	6.00
5.01.05	SUBPROGRAMA DE SEGURIDAD VIAL		
5.01.05.01	SEÑALIZACION PREVENTIVA	Und.	3.00
5.01.05.02	CAPACITACION EN SEGURIDAD VIAL A LA POBLACION BENEFICIARIA DIRECTA	Glb.	1.00
5.01.06	SUBPROGRAMA DE PROTECCION DE RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES		
5.01.06.01	ELABORACION Y MONITOREO DEL PLAN ARQUEOLOGICO	Glb.	1.00
5.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL		
5.02.01	ELABORACION DEL PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL	Glb.	1.00
5.02.02	MONITOREO DEL PLAN AMBIENTAL	mes	6.00
5.03	PROGRAMA DE ASUNTOS SOCIALES		
5.03.01	SUBPROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA		
5.03.02	EIECUCION DEL SUBPROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA	Glb.	1.00
5.04	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL		
5.04.01	PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	Glb.	1.00
5.05	PROGRAMA DE CAPACITACION AMBIENTAL Y SEGURIDAD		
5.05.01	CAPACITACION DEL PERSONAL OBRERO	Glb.	1.00
5.05.02	CAPACITACION DE LA POBLACION LOCAL	Glb.	1.00
5.06	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE PERDIDAS Y CONTINGENCIAS		
5.06.01	SUBPROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL		
5.06.01.01	CONTROLES MEDICOS AL PERSONAL OBRERO	mes	6.00
5.06.02	SUBPROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS LABORALES		
5.06.02.01	PLAN DE ACCION, PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS LABORALES	Glb.	1.00
5.06.03	SUBPROGRAMA DE CONTINGENCIAS		
5.06.03.01	SEÑALIZACION PREVENTIVA	Und.	5.00
5.06.03.02	EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORRO	Glb.	1.00
5.06.03.03	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD OCUPACIONAL	Glb.	1.00
5.07	PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA		
5.07.01	SELLADO DE INSTALACION DE BAÑO QUIMICO	Und.	2.00
5.07.02	RECUPERACION DE AREAS AFECTADAS (DME)	ha	3.80
5.07.03	RECUPERACION DE AREAS AFECTADAS (CANTERAS)	ha	2.65
5.07.04	REACONDICIONAMIENTO DE AREA DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINARIA	ha	0.25
6.00	CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN		
6.01	ENSA YOS DE DENSIDAD DE CAMPO	Glb.	1.00
7.00	FLETE TERRESTRE		
7.01	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES	Glb.	1.00

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto

Cálculo de costos unitarios

Tabla 143: Costo de la movilización y la desmovilización del equipo transportado

EQUIPO TRANSPORTADO			
EQUIPO	PESO	CANTIDAD	N° VIAJES
			C. BAJA 16 tn
RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP 8-10T	8.12	1.00	1.00
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 105 HP	8.5	1.00	1.00
MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO	2.5	1.00	1.00
TRACTOR DE ORUGAS D6-D	9.4	1.00	1.00
RODILLO LISO 7 - 9 Tn	7.57	1.00	1.00
RODILLO NEUMATICO 5.5 - 20 Tn	11.5	1.00	1.00
TOTAL DE VIAJES			6.00
DURACIÓN DEL VIAJE IDA (hm)			3.00
COSTO ALQUILER HORARIO DEL EQUIPO DE TRANSPORTE			250.00
MOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO			4500.00
DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO			4500.00
MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO S/.			9000.00

Tabla 144: Costo de la movilización y la desmovilización del equipo auto transportado

EQUIPO AUTOTRANSPORTADO						
EQUIPO	UND	ALQUILER	CANTIDAD	DISTANCIA km	VELOCIDAD	COSTO TOTAL
VOLQUETE 15 m3	hm	117.45	5	100.00	30.00	1957.50
MOTONIVELADORA 120 HP	hm	210	1	100.00	30.00	700.00
RETROEXCAVADORA	hm	145	1	100.00	30.00	483.33
CARGADOR FRONTAL S/LLANTAS 155 HP, 240 m3	hm	190	1	100.00	30.00	633.33
TOTAL MOVILIZACIÓN DE EQUIPO S/.						3774.17
TOTAL DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO S/.						3774.17
MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO S/.						7548.33

Tabla 145: Costo de Capacitación Ambiental

Und	Recursos	N° veces	Cantidad	Precio	Parcial
	Material de escritorio				S/ 792.00
und.	Folder manila	20	12	S/ 0.50	S/ 120.00
und.	Cuadernillos	20	12	S/ 2.50	S/ 600.00
und.	Lapiceros	20	12	S/ 0.30	S/ 72.00
	Equipo informático				S/ 3,000.00
und.	Laptop Lenovo i7	1	1	S/ 2,700.00	S/ 2,700.00
und.	Parlantes	1	1	S/ 300.00	S/ 300.00
	Equipo multimedia				S/ 2,100.00
und.	Proyector	1	1	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00
	Volantes informativos				S/ 510.00
und.	Trípticos de la información	85	12	S/ 0.50	S/ 510.00
	Refrigerios				S/ 1,938.00
und.	Manzana	85	12	S/ 0.50	S/ 510.00
und.	Galleta	85	12	S/ 1.00	S/ 1,020.00
und.	Fruigo	85	12	S/ 0.40	S/ 408.00
	Capacitador				S/ 22,100.00
Semana	Ing. Ambiental	85	1	S/ 260.00	S/ 22,100.00
Total de la Capacitación de Educación Ambiental					S/ 29,930.00

Resumen del presupuesto

Tabla 146: Resumen del presupuesto de obra

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/	Parcial \$/
01	OBRAS PRELIMINARES				49,952.13
01.01	CARTEL DE OBRA 2.40 m x 3.60 m	und	2.00	832.70	1,665.40
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	16,548.33	16,548.33
01.03	CAMPAMENTOS EN GENERAL	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
01.04	LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN	ha	13.99	2,089.95	29,238.40
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,567,086.25
02.01	TRAZO Y REPLANTEO (EN CARRETERAS)	km	8.74	1,186.31	10,368.35
02.02	CORTE DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO	m3	200,539.11	6.48	1,299,493.43
02.03	RELLENO A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	25,504.10	5.71	145,628.41
02.04	PERFILADO Y COMPACTACION SUB-RASANTES ZONAS CORTE	m2	14,727.67	1.22	17,967.76
02.05	CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	240,646.93	2.20	529,423.25
02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	240,646.93	6.50	1,564,205.05
03	PAVIMENTOS				2,920,249.52
03.01	SUB BASE				443,010.26
03.01.01	EXTRACCION DE MATERIAL SELECCIONADO (Afirmado de cantera)	m3	11,280.18	2.97	33,502.13
03.01.02	CARGUÍO Y TRANSPORTE A LA OBRA	m3	11,280.18	6.57	74,110.78
03.01.03	CONFORMACIÓN DE AFIRMADO SUB BASE e = 15 cm	m2	75,201.20	4.46	335,397.35
03.02	BASE				562,135.02
03.02.01	EXTRACCION DE MATERIAL SELECCIONADO (Afirmado de cantera)	m3	12,768.11	2.97	37,921.29
03.02.02	CARGUÍO Y TRANSPORTE A LA OBRA	m3	12,768.11	6.57	83,886.48
03.02.03	CONFORMACIÓN DE AFIRMADO BASE e = 18.5 cm	m2	69,016.81	6.38	440,327.25
03.03	MICROPAVIMENTO				1,915,104.24
03.03.01	IMPRESIÓN ASFALTICA (e = 2.5 cm)	m2	65,139.60	29.40	1,915,104.24
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				817,626.88
04.01	ALCANTARILLAS				208,266.32
04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA ALCANTARILLAS	m2	189.10	3.38	639.16
04.01.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	115.35	11.81	1,362.28
04.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS	m3	24.75	40.96	1,013.76
04.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	126.89	25.81	3,275.03
04.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	685.97	58.10	39,854.86
04.01.06	CONCRETO f _c =175 kg/cm ² PARA ESTRUCTURAS	m3	145.30	571.86	83,091.26
04.01.07	ALCANTARILLA TMC Ø=24"	m	310.00	241.80	74,958.00
04.01.08	EMBOQUILLADO DE PIEDRA DE CONCRETO f _c = 175 kg/cm ²	m2	53.48	76.14	4,071.97
04.02	BADENES				41,635.33
04.02.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA BADENES	m2	400.50	3.38	1,353.69
04.02.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	92.03	11.81	1,086.87
04.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	101.23	25.81	2,612.75
04.02.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	54.56	34.13	1,862.13
04.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	22.03	58.10	1,279.94
04.02.06	LOSA DE CONCRETO F _c = 210 kh/cm ² + 30 P.M.	m3	35.07	527.98	18,516.26
04.02.07	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO f _c =175 kg/cm ²	m3	60.84	237.30	14,437.33
04.02.08	JUNTA DE DILATACION	m	126.00	3.86	486.36
04.03	CUNETAS REVESTIDAS CON EMBOQUILLADO DE PIEDRA				567,725.23
04.03.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA CUNETAS	m2	12.36	1,186.31	14,662.79
04.03.02	PERFILADO Y COMPACTACIÓN MANUAL	m2	7,957.97	1.16	9,231.25
04.03.03	CONFORMACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C/A 1.5 +PIEDRA GRANDE	m2	7,957.97	66.34	527,931.73
04.03.04	JUNTAS DE DILATACIÓN EN 1" EN CUNETAS (@ 3 m)	m	4,119.03	3.86	15,899.46
05	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				177,169.01
05.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y CORRECTIVAS				73,344.96
05.01.01	SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EFLUENTES				13,556.54
05.01.01.01	INSTALACIÓN DE BAÑOS QUIMICOS	und	2.00	1,783.77	3,567.54
05.01.01.02	ADQUISICION DE CONTENEDORES DE RESIDUOS SOLIDOS	glb	1.00	709.00	709.00
05.01.01.03	SEÑALIZACION PARA MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	und	4.00	70.00	280.00
05.01.01.04	TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
05.01.01.05	MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	glb	1.00	6,000.00	6,000.00
05.01.02	SUBPROGRAMA DE CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTOS				9,302.06
05.01.02.01	REVEGETACION Y REFORESTACION EN ZONAS CRÍTICAS	ha	3.50	2,657.73	9,302.06
05.01.03	SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES				5,734.28

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
05.01.03.01	CAPACITACION EN CONSERVACION DEL AMBIENTE	glb	1.00	942.08	942.08
05.01.03.02	SEÑALES AMBIENTALES	und	4.00	1,198.05	4,792.20
05.01.04	SUBPROGRAMA DE SALUD LOCAL				26,600.00
05.01.04.01	MANTENIMIENTO Y DESINFECCION DE BAÑOS QUIMICOS	glb	1.00	1,200.00	1,200.00
05.01.04.02	CONTROL DE EMISION DE RUIDO, POLVO Y GASES	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
05.01.04.03	RIEGO DE ZONA DE TRABAJO	mes	6.00	3,900.00	23,400.00
05.01.05	SUBPROGRAMA DE SEGURIDAD VIAL				1,152.08
05.01.05.01	SEÑALIZACION PREVENTIVA	und	3.00	70.00	210.00
05.01.05.02	CAPACITACION EN SEGURIDAD VIAL A LA POBLACION BENEFICIARIA DIRECTA	glb	1.00	942.08	942.08
05.01.06	SUBPROGRAMA DE PROTECCION DE RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES				17,000.00
05.01.06.01	ELABORACION Y MONITOREO DEL PLAN ARQUEOLOGICO	glb	1.00	17,000.00	17,000.00
05.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL				23,000.00
05.02.01	ELABORACION DEL PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
05.02.02	MONITOREO DEL PLAN AMBIENTAL	mes	6.00	3,000.00	18,000.00
05.03	PROGRAMA DE ASUNTOS SOCIALES				4,500.00
05.03.01	SUBPROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA				4,500.00
05.03.01.01	EJECUCION DEL SUBPROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA	glb	1.00	4,500.00	4,500.00
05.04	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL				29,930.00
05.04.01	PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	glb	1.00	29,930.00	29,930.00
05.05	PROGRAMA DE CAPACITACION AMBIENTAL Y SEGURIDAD				1,000.00
05.05.01	CAPACITACION DEL PERSONAL OBRERO	glb	1.00	500.00	500.00
05.05.02	CAPACITACION DE LA POBLACION LOCAL	glb	1.00	500.00	500.00
05.06	PROGRAMA DE PREVENION DE PERDIDAS Y CONTINGENCIAS				33,078.00
05.06.01	SUBPROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL				12,000.00
05.06.01.01	CONTROLES MEDICOS AL PERSONAL OBRERO	mes	6.00	2,000.00	12,000.00
05.06.02	SUBPROGRAMA DE PREVENION Y CONTROL DE RIESGOS LABORALES				10,000.00
05.06.02.01	PLAN DE ACCION, PREVENION Y CONTROL DE RIESGOS LABORALES	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
05.06.03	SUBPROGRAMA DE CONTINGENCIAS				11,078.00
05.06.03.01	SEÑALIZACION PREVENTIVA	und	5.00	70.00	350.00
05.06.03.02	EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORRO	glb	1.00	200.00	200.00
05.06.03.03	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD OCUPACIONAL	glb	1.00	10,528.00	10,528.00
05.07	PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA				12,316.05
05.07.01	SELLADO DE INSTALACION DE BAÑO QUIMICO	und	2.00	23.89	47.78
05.07.02	RECUPERACION DE AREAS AFECTADAS (DME)	ha	3.80	1,534.00	5,829.20
05.07.03	RECUPERACION DE AREAS AFECTADAS (CANTERAS)	ha	2.65	2,260.38	5,990.01
05.07.04	REACONDICIONAMIENTO DE AREA DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINARIA	ha	0.25	1,796.22	449.06
06	CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN				2,500.00
06.01	ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
07	FLETE TERRESTRE				15,000.00
07.01	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES	glb	1.00	15,000.00	15,000.00
	Costo Directo				7,549,583.79
	Gastos Generales				603,966.70
	Utilidad				754,958.38
	Sub Total Presupuesto				8,908,508.87
	I.G.V. 18%				1,603,531.60
	TOTAL PRESUPUESTO				10,512,040.47

SON : DIEZ MILLONES QUINIENTOS DOCE MIL CUARENTA Y 47/100 SOLES

Análisis de costos unitarios

Tabla 147: Análisis de precios unitarios del proyecto

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0201001	Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca					Fecha presupuesto	07/10/2022
Subpresupuesto	001	Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca						
Partida	01.01	CARTEL DE OBRA 2.40 m x 3.60 m						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			832.70	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	25.00	20.00		
0101010005	PEON	hh	1.0000	8.0000	14.41	115.28		
						135.28		
	Materiales							
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		1.0000	3.50	3.50		
0207030001	HORMIGON	m3		0.9000	130.00	117.00		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.9000	23.40	21.06		
02180200010004	PERNO HEXAGONAL ROSCA CORRIENTE 3/4 X 12"	und		9.0000	0.80	7.20		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		45.0000	4.20	189.00		
02310500010001	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 4 mm	pln		3.0000	35.20	105.60		
0290170003	IMPRESIÓN DE BANNER P/CARTEL DE OBRA 2.40 m x 3.60 m	und		1.0000	250.00	250.00		
						693.36		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	135.28	4.06		
						4.06		
Partida	01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			16,548.33	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Materiales							
0292010004	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA	glb		1.0000	16,548.33	16,548.33		
						16,548.33		
Partida	01.03	CAMPAMENTOS EN GENERAL						
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : glb			2,500.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Materiales							
0292010005	CAMPAMENTO DE OBRA	glb		1.0000	2,500.00	2,500.00		
						2,500.00		
Partida	01.04	LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN						
Rendimiento	ha/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : ha			2,089.95	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	4.0000	25.00	100.00		
0101010005	PEON	hh	4.0000	32.0000	14.41	461.12		
						561.12		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	561.12	16.83		
03011800020003	TRACTOR DE ORUGAS CAT D6D	hm	1.0000	8.0000	180.00	1,440.00		
0301330004	MOTOSIERRA	hm	1.0000	8.0000	9.00	72.00		
						1,528.83		

Partida	02.01		TRAZO Y REPLANTEO (EN CARRETERAS)				
Rendimiento	km/DIA	MO. 1.2000	EQ. 1.2000	Costo unitario directo por : km			1,186.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.6667	25.00	16.67	
0101010005	PEON	hh	3.0000	20.0000	14.41	288.20	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	6.6667	20.86	139.07	
443.94							
Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		10.5000	12.50	131.25	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		9.0000	4.20	37.80	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		2.0000	30.00	60.00	
229.05							
Equipos							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	6.6667	30.00	200.00	
0301000009	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	6.6667	35.00	233.33	
0301000010	GPS	he	1.0000	6.6667	10.00	66.67	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	443.94	13.32	
513.32							
Partida	02.02		CORTE DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 570.0000	EQ. 570.0000	Costo unitario directo por : m3			6.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0014	25.00	0.04	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0281	14.41	0.40	
0.44							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.44	0.02	
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0140	250.00	3.50	
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0140	180.00	2.52	
6.04							
Partida	02.03		RELLENO A NIVEL DE SUB RASANTE				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 940.0000	EQ. 940.0000	Costo unitario directo por : m3			5.71
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0009	25.00	0.02	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0085	15.93	0.14	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0511	14.41	0.74	
0.90							
Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1000	6.00	0.60	
0.60							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.90	0.03	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0085	150.00	1.28	
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.5000	0.0043	180.00	0.77	
03012000010003	MOTONIVELADORA CAT 120B	hm	1.0000	0.0085	210.00	1.79	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	0.3000	0.0026	130.00	0.34	
4.21							

Partida	03.01.03	CONFORMACIÓN DE AFIRMADO SUB BASE e = 15 cm						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,560.0000	EQ. 2,560.0000	Costo unitario directo por : m2			4.46	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0003	25.00	0.01		
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0188	14.41	0.27		
						0.28		
	Materiales							
0207040001	AFIRMADO	m3		0.1800	15.30	2.75		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0150	6.00	0.09		
						2.84		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.28	0.01		
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0031	150.00	0.47		
03012000010003	MOTONIVELADORA CAT 120B	hm	1.0000	0.0031	210.00	0.65		
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	0.5000	0.0016	130.00	0.21		
						1.34		
Partida	03.02.01	EXTRACCION DE MATERIAL SELECCIONADO (Afirmado de cantera)						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 570.0000	EQ. 570.0000	Costo unitario directo por : m3			2.97	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0014	25.00	0.04		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0281	14.41	0.40		
						0.44		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.44	0.01		
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0140	180.00	2.52		
						2.53		
Partida	03.02.02	CARGUÍO Y TRANSPORTE A LA OBRA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 246.0000	EQ. 246.0000	Costo unitario directo por : m3			6.57	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0325	25.00	0.81		
						0.81		
	Equipos							
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930	hm	0.3000	0.0098	190.00	1.86		
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	1.0000	0.0325	120.00	3.90		
						5.76		
Partida	03.02.03	CONFORMACIÓN DE AFIRMADO BASE e = 18.5 cm						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,090.0000	EQ. 2,090.0000	Costo unitario directo por : m2			6.38	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0004	25.00	0.01		
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0230	14.41	0.33		
						0.34		
	Materiales							
0207040001	AFIRMADO	m3		0.2220	15.30	3.40		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1850	6.00	1.11		
						4.51		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.34	0.01		
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	0.8000	0.0031	150.00	0.47		
03012000010003	MOTONIVELADORA CAT 120B	hm	1.0000	0.0038	210.00	0.80		
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	0.5000	0.0019	130.00	0.25		
						1.53		

Partida	03.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA (e = 2.5 cm)					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,500.0000	EQ. 4,500.0000	Costo unitario directo por : m2			29.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0018	20.14	0.04	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0107	14.41	0.15	
0.19							
Materiales							
0201050005	MEZCLA ASFALTICA	m3		0.0650	440.48	28.63	
0267040008	RESPIRADORES CONTRA GASES	und		0.0010	32.63	0.03	
28.66							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.19	0.01	
0301100005	RODILLO TANDEM	hm	1.0000	0.0018	150.00	0.27	
0301220008	CAMION IMPRIMADOR	hm	1.0000	0.0018	150.00	0.27	
0.55							
Partida	04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA ALCANTARILLAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m2			3.38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0178	20.14	0.36	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	14.41	0.51	
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0178	20.86	0.37	
1.24							
Materiales							
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0500	3.50	0.18	
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0150	12.50	0.19	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.2500	4.20	1.05	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0020	30.00	0.06	
1.48							
Equipos							
0301000009	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0178	35.00	0.62	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.24	0.04	
0.66							
Partida	04.01.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 110.0000	EQ. 110.0000	Costo unitario directo por : m3			11.81
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0073	25.00	0.18	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0727	14.41	1.05	
1.23							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.23	0.04	
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.0727	145.00	10.54	
10.58							

Partida	04.01.03		RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m3			40.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	25.00	0.33	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	15.93	2.12	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.5333	14.41	7.68	
10.13							
Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2000	6.00	1.20	
1.20							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.13	0.30	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.2667	35.00	9.33	
0301100060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.1333	150.00	20.00	
29.63							
Partida	04.01.04		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			25.81
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	25.00	2.00	
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.6000	14.41	23.06	
25.06							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.06	0.75	
0.75							
Partida	04.01.05		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2			58.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	25.00	1.67	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.14	13.43	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	15.93	10.62	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.6667	14.41	9.61	
35.33							
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2600	4.50	1.17	
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0700	3.50	0.25	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	4.20	20.29	
21.71							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.33	1.06	
1.06							

Partida	04.01.06		CONCRETO f _c =175 kg/cm ² PARA ESTRUCTURAS				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3			571.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	25.00	1.67	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	20.14	26.85	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	15.93	21.24	
0101010005	PEON	hh	10.0000	6.6667	14.41	96.07	
							145.83
Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6600	135.00	89.10	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6500	120.00	78.00	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	6.00	1.08	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.7500	23.40	228.15	
							396.33
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	145.83	4.37	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.6667	15.00	10.00	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.6667	23.00	15.33	
							29.70
Partida	04.01.07		ALCANTARILLA TMC Ø=24"				
Rendimiento	m/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m			241.80
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	25.00	2.00	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	15.93	12.74	
0101010005	PEON	hh	3.0000	2.4000	14.41	34.58	
							49.32
Materiales							
02042900010006	ALCANTARILLA METALICA CIRCULAR TMC Ø=24"	m		1.0000	163.00	163.00	
							163.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	49.32	1.48	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.8000	35.00	28.00	
							29.48
Partida	04.01.08		EMBOQUILLADO DE PIEDRA DE CONCRETO f _c = 175 kg/cm ²				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2			76.14
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	25.00	1.00	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	15.93	6.37	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8000	14.41	11.53	
							18.90
Materiales							
02070100050001	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3		0.1250	110.00	13.75	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.1200	120.00	14.40	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1000	6.00	0.60	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.8000	23.40	18.72	
							47.47
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	18.90	0.57	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.4000	23.00	9.20	
							9.77

Partida	04.02.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA BADENES						
Rendimiento	m2/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m2			3.38	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh		0.0178	20.14	0.36		
0101010005	PEON	hh		0.0356	14.41	0.51		
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh		0.0178	20.86	0.37		
						1.24		
Materiales								
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0500	3.50	0.18		
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0150	12.50	0.19		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.2500	4.20	1.05		
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0020	30.00	0.06		
						1.48		
Equipos								
0301000009	ESTACION TOTAL	hm		0.0178	35.00	0.62		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.24	0.04		
						0.66		
Partida	04.02.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 110.0000	EQ. 110.0000	Costo unitario directo por : m3			11.81	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0073	25.00	0.18		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0727	14.41	1.05		
						1.23		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.23	0.04		
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.0727	145.00	10.54		
						10.58		
Partida	04.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			25.81	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	25.00	2.00		
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.6000	14.41	23.06		
						25.06		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.06	0.75		
						0.75		
Partida	04.02.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			34.13	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8000	14.41	11.53		
						11.53		
Materiales								
0207040001	AFIRMADO	m3		0.5000	15.30	7.65		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1000	6.00	0.60		
						8.25		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.53	0.35		
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.4000	35.00	14.00		
						14.35		

Partida	04.02.05		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2			58.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	25.00	1.67	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.14	13.43	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	15.93	10.62	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.6667	14.41	9.61	
35.33							
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2600	4.50	1.17	
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0700	3.50	0.25	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	4.20	20.29	
21.71							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.33	1.06	
1.06							
Partida	04.02.06		LOSA DE CONCRETO F'c= 210 kh/cm2 + 30 P.M.				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m3			527.98
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	25.00	1.25	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.0000	20.14	20.14	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0000	15.93	15.93	
0101010005	PEON	hh	10.0000	5.0000	14.41	72.05	
109.37							
Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6600	135.00	89.10	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6500	120.00	78.00	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	6.00	1.08	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.7500	23.40	228.15	
396.33							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	109.37	3.28	
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.5000	15.00	7.50	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5000	23.00	11.50	
22.28							
Partida	04.02.07		EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO f'c=175 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m3			237.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.5000	25.00	12.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	15.93	7.97	
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.0000	14.41	14.41	
34.88							
Materiales							
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.2500	102.00	25.50	
02070100050001	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3		0.7500	110.00	82.50	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2000	120.00	24.00	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0900	6.00	0.54	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2.4500	23.40	57.33	
189.87							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	34.88	1.05	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5000	23.00	11.50	
12.55							

Partida	04.03.03	CONFORMACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C:A 1:5 +PIEDRA GRANDE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000			Costo unitario directo por : m2	66.34	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	25.00	1.00		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	15.93	6.37		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8000	14.41	11.53		
						18.90		
	Materiales							
02070100050001	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3		0.1250	110.00	13.75		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.1200	120.00	14.40		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.8000	23.40	18.72		
						46.87		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	18.90	0.57		
						0.57		
Partida	04.03.04	JUNTAS DE DILATACIÓN EN 1" EN CUNETAS (@ 3 m)						
Rendimiento	m/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000			Costo unitario directo por : m	3.86	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	25.00	0.20		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.2400	14.41	3.46		
						3.66		
	Materiales							
02221600010024	SELLADOR ADHESIVO ELASTOMÉRICO SIKAFLEX - 1A	m		1.0000	0.09	0.09		
						0.09		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.66	0.11		
						0.11		
Partida	05.01.01.01	INSTALACIÓN DE BAÑOS QUIMICOS						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : und	1,783.77	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.8000	20.14	16.11		
0101010005	PEON	hh	1.0000	8.0000	14.41	115.28		
						131.39		
	Materiales							
0247020003	BAÑO QUIMICO	und		1.0000	1,648.44	1,648.44		
						1,648.44		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	131.39	3.94		
						3.94		
Partida	05.01.01.02	ADQUISICION DE CONTENEDORES DE RESIDUOS SOLIDOS						
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.			Costo unitario directo por : glb	709.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Equipos							
0301050005	CILINDRO VACIO DE COLOR BLANCO	und		2.0000	70.90	141.80		
0301050006	CILINDRO VACIO DE COLOR MARRON	und		2.0000	70.90	141.80		
0301050007	CILINDRO VACIO DE COLOR VERDE	und		2.0000	70.90	141.80		
0301050008	CILINDRO VACIO DE COLOR ROJO	und		2.0000	70.90	141.80		
0301050009	CILINDRO VACIO DE COLOR AZUL	und		2.0000	70.90	141.80		
						709.00		

Partida	05.01.03.02	SENALES AMBIENTALES						
Rendimiento	und/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000			Costo unitario directo por : und		1,198.05
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.1333	14.41	30.74		
						30.74		
	Materiales							
02041600010003	PLATINA DE ACERO 2" X 1/8"	m		3.5000	6.14	21.49		
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.2500	30.00	7.50		
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.2500	44.05	11.01		
02460700010004	PERNOS 1/2" X 2 1/2"	und		4.0000	2.03	8.12		
0265030001	TUBO DE FIERRO DE DIAM. 3"	m		6.0000	15.40	92.40		
02671100040008	SEÑAL AMBIENTAL INFORMATIVA	und		1.0000	1,023.20	1,023.20		
						1,163.72		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	30.74	0.92		
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 250 A	hm	0.5000	0.1333	20.00	2.67		
						3.59		
Partida	05.01.04.01	MANTENIMIENTO Y DESINFECCION DE BAÑOS QUIMICOS						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb		1,200.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Materiales							
0293010007	MANTENIMIENTO Y DESINFECCION DE BAÑOS QUIMICOS	glb		1.0000	1,200.00	1,200.00		
						1,200.00		
Partida	05.01.04.02	CONTROL DE EMISION DE RUIDO, POLVO Y GASES						
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.			Costo unitario directo por : glb		2,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Materiales							
0293010008	CONTROL DE EMISION DE RUIDO, POLVO Y GASES	glb		1.0000	2,000.00	2,000.00		
						2,000.00		
Partida	05.01.04.03	RIEGO DE ZONA DE TRABAJO						
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : mes		3,900.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Equipos							
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	3.7500	30.0000	130.00	3,900.00		
						3,900.00		
Partida	05.01.05.01	SEÑALIZACION PREVENTIVA						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : und		70.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Materiales							
02671100040007	SEÑALES PREVENTIVAS	und		1.0000	70.00	70.00		
						70.00		

Partida	05.05.02	CAPACITACION DE LA POBLACION LOCAL						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb	500.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Materiales							
0293010015	CAPACITACION DE LA POBLACION LOCAL	glb		1.0000	500.00	500.00	500.00	
Partida	05.06.01.01	CONTROLES MEDICOS AL PERSONAL OBRERO						
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : mes	2,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Materiales							
0293010016	CONTROLES MEDICOS AL PERSONAL OBRERO	mes		1.0000	2,000.00	2,000.00	2,000.00	
Partida	05.06.02.01	PLAN DE ACCION, PREVENCION Y CONTROL DE RIESGOS LABORALES						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb	10,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Materiales							
0293010017	PLAN DE ACCION, PREVENCION Y CONTROL DE RIESGOS	glb		1.0000	10,000.00	10,000.00	10,000.00	
Partida	05.06.03.01	SEÑALIZACION PREVENTIVA						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : und	70.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Materiales							
02671100040007	SEÑALES PREVENTIVAS	und		1.0000	70.00	70.00	70.00	
Partida	05.06.03.02	EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORRO						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb	200.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Materiales							
0293010018	EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORRO	glb		1.0000	200.00	200.00	200.00	
Partida	05.06.03.03	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD OCUPACIONAL						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb	10,528.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Materiales							
0293010019	ROPA DE TRABAJO (CONJUNTO)	und		50.0000	102.07	5,103.50		
0293010020	CASCO DE SEGURIDAD	und		50.0000	17.00	850.00		
0293010021	LENTES DE PROTECCION	und		50.0000	15.41	770.50		
0293010022	MASCARILLAS DESCARTABLES	und		150.0000	3.11	466.50		
0293010023	GUANTES	und		50.0000	10.31	515.50		
0293010024	CHALECO REFLECTIVO	und		50.0000	30.81	1,540.50		
0293010025	BOTAS DE JEBE	und		50.0000	25.63	1,281.50		
						10,528.00		

Partida	05.07.01	SELLADO DE INSTALACION DE BAÑO QUIMICO					
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und			23.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh		1.6000	14.41	23.06	
						23.06	
	Materiales						
0213020003	CAL VIVA	ton		0.0600	2.30	0.14	
						0.14	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	23.06	0.69	
						0.69	
Partida	05.07.02	RECUPERACION DE AREAS AFECTADAS (DME)					
Rendimiento	ha/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : ha			1,534.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Materiales						
0293010027	REFORESTACION EN DME	ha		1.0000	1,534.00	1,534.00	
						1,534.00	
Partida	05.07.03	RECUPERACION DE AREAS AFECTADAS (CANTERAS)					
Rendimiento	ha/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : ha			2,260.38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Materiales						
0293010026	RESTAURACION DE CANTERA	ha		1.0000	2,260.38	2,260.38	
						2,260.38	
Partida	05.07.04	REACONDICIONAMIENTO DE AREA DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINARIA					
Rendimiento	ha/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : ha			1,796.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	3.0000	24.0000	14.41	345.84	
						345.84	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	345.84	10.38	
03011800020003	TRACTOR DE ORUGAS CAT D6D	hm	1.0000	8.0000	180.00	1,440.00	
						1,450.38	
Partida	06.01	ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			2,500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Materiales						
0293010028	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO 175 Kg/cm2	und		1.0000	250.00	250.00	
0293010029	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO 210 Kg/cm2	und		1.0000	250.00	250.00	
0293010030	ROTURA DE PROBETAS	und		40.0000	30.00	1,200.00	
0293010031	DENSIDAD DE CAMPO	und		20.0000	40.00	800.00	
						2,500.00	
Partida	07.01	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			15,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Materiales						
0293010032	FLETE TERRESTRE DE INSUMOS	glb		1.0000	15,000.00	15,000.00	
						15,000.00	

Formula polinómica

Tabla 148: Agrupamiento preliminar – Formula Polinómica

Fórmula Polinómica - Agrupamiento Preliminar				
Presupuesto	0201001	Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca		
Subpresupuesto	001	Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca		
Fecha presupuesto	07/10/2022			
Moneda	SOLES			
Indice	Descripción	% Inicio	% Saldo	Agrupamiento
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.013	0.000	
03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	0.005	0.000	
04	AGREGADO FINO	1.469	0.000	
05	AGREGADO GRUESO	7.564	9.033	+04
09	ALCANTARILLA METALICA	0.567	0.000	
13	ASFALTO	20.937	0.000	
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	2.217	23.739	+03+02+13+09
29	DOLAR	0.006	0.000	
37	HERRAMIENTA MANUAL	0.238	0.000	
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	17.327	17.348	+54+29
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.184	0.000	
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	7.584	8.006	+43+37
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	25.479	41.874	+49
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	16.395	0.000	
54	PINTURA LATEX	0.015	0.000	
Total		100.000	100.000	

Tabla 149: Formula Polinómica

Fórmula Polinómica					
Presupuesto	0201001	Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca			
Subpresupuesto	001	Diseño de la carretera La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca			
Fecha Presupuesto	07/10/2022				
Moneda	SOLES				
Ubicación Geográfica	060802	CAJAMARCA - JAEN - BELLAVISTA			
$K = 0.090^*(Ar / Ao) + 0.237^*(Cr / Co) + 0.173^*(Ir / Io) + 0.080^*(Mr / Mo) + 0.420^*(Mr / Mo)$					
Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.090	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
2	0.237	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
3	0.173	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
4	0.080	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
5	0.420	100.000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL

Insumos

Tabla 150: Cantidad y Precios de los insumos

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	3,213.2120	25.00	80,330.30
0101010003	OPERARIO	hh	830.1683	20.14	16,719.59
0101010004	OFICIAL	hh	4,445.1438	15.93	70,811.14
0101010005	PEON	hh	34,966.8453	14.41	503,872.24
0101030000	TOPOGRAFO	hh	140.6674	20.86	2,934.32
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	10.4949	20.86	218.92
					674,886.51
MATERIALES					
0201050005	MEZCLA ASFALTICA	m3	4,234.0740	440.48	1,865,024.92
0203030002	TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	qb	1.0000	3,000.00	3,000.00
0203030003	RECOJO Y TRANSPORTE ESPECIALIZADO DE RESIDUOS PELIGROSOS	qb	1.0000	6,000.00	6,000.00
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kq	184.0800	4.50	828.36
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kq	81.0400	3.50	283.64
02041600010003	PLATINA DE ACERO 2" X 1/8"	m	14.0000	6.14	85.96
02042900010006	ALCANTARILLA METALICA CIRCULAR TMC Ø=24"	m	310.0000	163.00	50,530.00
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	119.0442	135.00	16,070.97
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3	15.2100	102.00	1,551.42
02070100050001	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3	1,047.0613	110.00	115,176.74
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	1,090.7825	120.00	130,893.90
0207030001	HORMIGON	m3	1.8000	130.00	234.00
0207040001	AFIRMADO	m3	28,885.2278	15.30	441,943.99
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	16,500.2340	6.00	99,001.40
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	8,318.6261	23.40	194,655.85
0213020003	CAL VIVA	ton	0.1200	2.30	0.28
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol	230.3940	12.50	2,879.93
02180200010004	PERNO HEXAGONAL ROSCA CORRIENTE 3/4 X 12"	und	18.0000	0.80	14.40
02221600010024	SELLADOR ADHESIVO ELASTOMÉRICO SIKAFLEX - 1A	m	4,245.0300	0.09	382.05
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	3,846.9433	4.20	16,157.16
02310500010001	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 4 mm	pln	6.0000	35.20	211.20
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	44.3792	30.00	1,331.38
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal	1.0000	44.05	44.05
02460700010004	PERNOS 1/2" X 2 1/2"	und	16.0000	2.03	32.48
0247020003	BAÑO QUIMICO	und	2.0000	1,648.44	3,296.88
0265030001	TUBO DE FIERRO DE DIAM. 3"	m	24.0000	15.40	369.60
0267040008	RESPIRADORES CONTRA GASES	und	65.1396	32.63	2,125.51
02671100040007	SEÑALES PREVENTIVAS	und	8.0000	70.00	560.00
02671100040008	SEÑAL AMBIENTAL INFORMATIVA	und	4.0000	1,023.20	4,092.80
02671100160005	SEÑALIZACION PREVENTIVAS	und	4.0000	70.00	280.00
0290150029	UTILES DE ESCRITORIO	qb	2.0000	170.04	340.08
0290170003	IMPRESIÓN DE BANNER PICARTEL DE OBRA 2.40 m x 3.60 m	und	2.0000	250.00	500.00
0291010005	ESPECIE NATIVA	und	945.0000	2.80	2,646.00
0291020001	ABONOS NATURALES	kq	175.0000	3.20	560.00
0292010004	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA	qb	1.0000	16,548.33	16,548.33
0292010005	CAMPAMENTO DE OBRA	qb	1.0000	2,500.00	2,500.00
0293010004	PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	qb	1.0000	29,930.00	29,930.00
0293010005	MATERIAL DIDACTICO (folletos, tripticos, rotafolios.etc)	qb	2.0000	320.04	640.08
0293010006	REFRIGERIOS	qb	100.0000	5.04	504.00
0293010007	MANTENIMIENTO Y DESINFECCION DE BAÑOS QUIMICOS	qb	1.0000	1,200.00	1,200.00
0293010008	CONTROL DE EMISION DE RUIDO, POLVO Y GASES	qb	1.0000	2,000.00	2,000.00
0293010009	ELABORACION DEL PLAN ARQUEOLOGICO	qb	1.0000	5,000.00	5,000.00
0293010010	MONITOREO DEL PLAN ARQUEOLOGICO	qb	1.0000	12,000.00	12,000.00
0293010011	ELABORACION DEL PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL	qb	1.0000	5,000.00	5,000.00
0293010012	MONITOREO DEL PLAN AMBIENTAL	qb	6.0000	3,000.00	18,000.00
0293010013	EJECUCION DEL SUBPROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA	qb	1.0000	4,500.00	4,500.00
0293010014	CAPACITACION DEL PERSONAL OBRERO	qb	1.0000	500.00	500.00
0293010015	CAPACITACION DE LA POBLACION LOCAL	qb	1.0000	500.00	500.00
0293010016	CONTROLES MEDICOS AL PERSONAL OBRERO	mes	6.0000	2,000.00	12,000.00
0293010017	PLAN DE ACCION, PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS	qb	1.0000	10,000.00	10,000.00
0293010018	EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORRO	qb	1.0000	200.00	200.00
0293010019	ROPA DE TRABAJO (CONJUNTO)	und	50.0000	102.07	5,103.50
0293010020	CASCO DE SEGURIDAD	und	50.0000	17.00	850.00
0293010021	LENTES DE PROTECCION	und	50.0000	15.41	770.50
0293010022	MASCARILLAS DESCARTABLES	und	150.0000	3.11	466.50
0293010023	GUANTES	und	50.0000	10.31	515.50
0293010024	CHALECO REFLECTIVO	und	50.0000	30.81	1,540.50
0293010025	BOTAS DE JEBE	und	50.0000	25.63	1,281.50
0293010026	RESTAURACION DE CANTERA	ha	2.6500	2,260.38	5,990.01
0293010027	REFORESTACION EN DME	ha	3.8000	1,534.00	5,829.20
0293010028	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO 175 Kg/cm2	und	1.0000	250.00	250.00
0293010029	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO 210 Kg/cm2	und	1.0000	250.00	250.00

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0293010030	ROTURA DE PROBETAS	und	40.0000	30.00	1.200.00
0293010031	DENSIDAD DE CAMPO	und	20.0000	40.00	800.00
0293010032	FLETE TERRESTRE DE INSUMOS	qjb	1.0000	15.000.00	15.000.00
					3,121,974.57
EQUIPOS					
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	140.6674	30.00	4.220.02
0301000009	ESTACION TOTAL	hm	151.1621	35.00	5.290.67
0301000010	GPS	he	140.6674	10.00	1.406.67
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			21.235.84
0301010043	PROTECTOR MULTIMEDIA	he	16.0000	25.00	400.00
0301050005	CILINDRO VACIO DE COLOR BLANCO	und	2.0000	70.90	141.80
0301050006	CILINDRO VACIO DE COLOR MARRON	und	2.0000	70.90	141.80
0301050007	CILINDRO VACIO DE COLOR VERDE	und	2.0000	70.90	141.80
0301050008	CILINDRO VACIO DE COLOR ROJO	und	2.0000	70.90	141.80
0301050009	CILINDRO VACIO DE COLOR AZUL	und	2.0000	70.90	141.80
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	276.4248	35.00	9.674.87
0301100005	RODILLO TANDEM	hm	117.2513	150.00	17.587.70
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	708.3976	150.00	106.259.64
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930	hm	2.979.0483	190.00	566.019.18
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	2.807.5475	250.00	701.886.88
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	15.0766	145.00	2.186.11
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	3.253.8911	180.00	585.700.40
03011800020003	TRACTOR DE ORUGAS CAT D6D	hm	113.9200	180.00	20.505.60
03012000010003	MOTONIVELADORA CAT 120B	hm	753.4100	210.00	158.216.10
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	12.164.1693	120.00	1.459.700.32
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	497.7645	130.00	64.709.39
0301220008	CAMION IMPRIMADOR	hm	117.2513	150.00	17.587.70
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 250 A	hm	0.5332	20.00	10.66
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	17.5350	15.00	263.03
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 125"	hm	96.8715	15.00	1.453.07
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	166.2185	23.00	3.823.03
0301330004	MOTOSIERRA	hm	111.9200	9.00	1.007.28
					3,749,853.16
Total				S/	7,546,714.24

Programación de obra

En la siguiente tabla se presentan los tiempos de duración de cada partida de la obra, para mayor información revisar el cronograma (ver **ANEXO N° 9: CRONOGRAMA DE OBRA**)

Tabla 151: Tiempos de programación

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO (A)	RENDIMIENTO UNITARIO			TIEMPO (días) D=A/(B*C)
				RENDIMIENTO (B)	UND.	CUADRILLA (C)	
1.00	OBRAS PRELIMINARES						
1.01	CARTEL DE OBRA 2.40 m x 3.60 m	Und.	2.00	1.00	und/día	1	2.00
1.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA	Glb.	1.00	1.00	glb/día	1	1.00
1.03	CAMPAMENTO	Glb.	1.00	1.00	glb/día	1	1.00
1.04	LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN	ha	13.99	1.00	ha/día	2	6.99
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
2.01	TRAZO Y REPLANTEO EN CARRETERAS	Km	8.74	1.20	km/día	1	7.29
2.02	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	200,539.11	570.00	m3/día	3	117.27
2.03	RELLENO A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	25,504.10	940.00	m3/día	1	27.13
2.04	PERFILADO Y COMPACTACIÓN SUBRASANTE ZONAS DE CORTE	m2	14,727.67	2860.00	m2/día	1	5.15
2.05	CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	240,646.93	700.00	m3/día	4	85.95
2.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	240,646.93	169.00	m3/día	15	94.93

3.00	PAVIMENTO						
3.01	SUB BASE						
03.01.01	EXTRACCION DE MATERIAL SELECCIONADO (Afirmado de cantera)	m3	11,280.18	570.00	m3/dia	1	19.79
03.01.02	CARGUÍO Y TRANSPORTE A LA OBRA	m3	11,280.18	246.00	m3/dia	2	22.93
03.01.03	CONFORMACIÓN DE AFIRMADO SUB BASE e = 15 cm	m2	75,201.20	2560.00	m2/dia	1	29.38
3.02	BASE						
03.02.01	EXTRACCION DE MATERIAL SELECCIONADO (Afirmado de cantera)	m3	12,768.11	570.00	m3/dia	1	22.40
03.02.02	CARGUÍO Y TRANSPORTE A LA OBRA	m3	12,768.11	246.00	m3/dia	2	25.95
03.02.03	CONFORMACIÓN DE AFIRMADO BASE e = 18.5 cm	m2	69,016.81	2090.00	m2/dia	1	33.02
3.03	MICROPAVIMENTO						
03.03.01	IMPRIMACIÓN ASFALTICA (e = 2.5 cm)	m2	65,139.60	4500.00	m2/dia	1	14.48
4.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE						
4.01	ALCANTARILLAS						
04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA ALCANTARILLAS	m2	189.10	450.00	m2/dia	1	0.42
04.01.02	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	115.35	110.00	m3/dia	1	1.05
04.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS	m3	24.75	60.00	m3/dia	1	0.41
04.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	126.89	10.00	m3/dia	1	12.69
04.01.05	CONCRETO f'c = 175 kg/cm2 PARA ESTRUCTURAS	m3	145.30	12.00	m3/dia	1	12.11
04.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	685.97	12.00	m2/dia	2	28.58
04.01.07	ALCANTARILLAS TMC D = 24"	m	310.00	10.00	m/dia	2	15.50
04.01.08	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO f'c = 175 kg/cm2	m2	53.48	20.00	m2/dia	1	2.67
4.02	BADENES						
04.02.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA BADENES	m2	400.50	450.00	m2/dia	1	0.89
04.02.02	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	92.03	110.00	m3/dia	1	0.84
04.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	101.23	10.00	m3/dia	2	5.06
04.02.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	54.56	20.00	m3/dia	1	2.73
04.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	22.03	12.00	m2/dia	1	1.84
04.02.06	LOSA DE CONCRETO F'c= 210 kh/cm2 + 30 P.M.	m3	35.07	16.00	m3/dia	1	2.19
04.02.07	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO f'c = 175 kg/cm2	m3	60.84	16.00	m3/dia	1	3.80
04.02.08	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	126.00	100.00	m/dia	1	1.26
4.03	CUNETAS REVESTIDAS CON EMBOQUILLADO DE PIEDRA						
04.03.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA CUNETAS	Km	12.36	1.20	Km/dia	1	10.30
04.03.02	PERFILADO Y COMPACTACIÓN MANUAL	m2	7,957.97	120.00	m2/dia	5	13.26
04.03.03	CONFORMACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C:A 1:5 +PIEDRA GRANDE	m2	7,957.97	20.00	m2/dia	10	39.79
04.03.04	JUNTAS DE DILATACIÓN EN 1" EN CUNETAS (@ 3 m)	m	4,119.03	100.00	m/dia	2	20.60
5.00	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL						
5.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y CORRECTIVAS						
5.01.01	SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EFLUENTES						
5.01.01.01	INSTALACION DE BAÑOS QUIMICOS	Und.	2.00	1.00	Und./dia	1	2.00
5.01.01.02	ADQUISICION DE CONTENEDORES DE RESIDUOS SOLIDOS	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.01.01.03	SEÑALIZACION PARA MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	Und.	4.00	1.00	Und./dia	2	2.00
5.01.01.04	TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.01.01.05	MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.01.02	SUBPROGRAMA DE CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTOS						
5.01.02.01	REVEGETACION Y REFORESTACION EN ZONAS CRÍTICAS	ha	3.50	0.80	ha/dia	1	4.37
5.01.03	SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES						
5.01.03.01	CAPACITACION EN CONSERVACION DEL AMBIENTE	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.01.03.02	SEÑALES AMBIENTALES	Und.	4.00	30.00	Und./dia	1	0.13

5.01.04	SUBPROGRAMA DE SALUD LOCAL						
5.01.04.0 1	MANTENIMIENTO Y DESINFECCION DE BAÑOS QUIMICOS	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.01.04.0 2	CONTROL DE EMISION DE RUIDO, POLVO Y GASES	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.01.04.0 3	RIEGO DE ZONA DE TRABAJO	mes	6.00	1.00	mes/dia	1	6.00
5.01.05	SUBPROGRAMA DE SEGURIDAD VIAL						
5.01.05.0 1	SEÑALIZACION PREVENTIVA	Und.	3.00	1.00	Und./dia	1	3.00
5.01.05.0 2	CAPACITACION EN SEGURIDAD VIAL A LA POBLACION BENEFICIARIA DIRECTA	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.01.06	SUBPROGRAMA DE PROTECCION DE RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES						
5.01.06.0 1	ELABORACION Y MONITOREO DEL PLAN ARQUEOLOGICO	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL						
5.02.01	ELABORACION DEL PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.02.02	MONITOREO DEL PLAN AMBIENTAL	mes	6.00	1.00	mes/dia	1	6.00
5.03	PROGRAMA DE ASUNTOS SOCIALES						
5.03.01	SUBPROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA						
5.03.02	EJECUCION DEL SUBPROGRAMA DE PARTICIPACION CIUDADANA	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.04	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL						
5.04.01	PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.05	PROGRAMA DE CAPACITACION AMBIENTAL Y SEGURIDAD						
5.05.01	CAPACITACION DEL PERSONAL OBRERO	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.05.02	CAPACITACION DE LA POBLACION LOCAL	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.06	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE PERDIDAS Y CONTINGENCIAS						
5.06.01	SUBPROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL						
5.06.01.0 1	CONTROLES MEDICOS AL PERSONAL OBRERO	mes	6.00	1.00	mes/dia	1	6.00
5.06.02	SUBPROGRAMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS LABORALES						
5.06.02.0 1	PLAN DE ACCION, PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS LABORALES	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.06.03	SUBPROGRAMA DE CONTINGENCIAS						
5.06.03.0 1	SEÑALIZACION PREVENTIVA	Und.	5.00	1.00	Und./dia	1	5.00
5.06.03.0 2	EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORRO	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.06.03.0 3	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD OCUPACIONAL	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
5.07	PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA						
5.07.01	SELLADO DE INSTALACION DE BAÑOS QUIMICOS	Und.	2.00	10.00	Und./dia	1	0.20
5.07.02	RECUPERACION DE AREAS AFECTADAS (DME)	ha	3.80	1.00	ha/dia	1	3.80
5.07.03	RECUPERACION DE AREAS AFECTADAS (CANTERAS)	ha	2.65	1.00	ha/dia	1	2.65
5.07.04	REACONDICIONAMIENTO DE AREA DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINARIA	ha	0.25	1.00	ha/dia	1	0.25
6.00	CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN						
6.01	ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00
7.00	FLETE TERRESTRE						
7.01	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES	Glb.	1.00	1.00	Glb./dia	1	1.00

Evaluación de beneficios y rentabilidad

Finalmente se realizó en la parte final de la tesis una evaluación de beneficios y rentabilidad, que estará en relación a los costos del proyecto en la fase de construcción, operación y mantenimiento.

Beneficios del proyecto

Con la producción agrícola que produce la zona directa de influencia. se determinó los beneficios que traerá la apertura de una carretera nueva. A continuación, se muestran algunas tablas de la producción agrícola de la zona.

Gráfico 15: Campaña agrícola del distrito de Bellavista 2020-2021

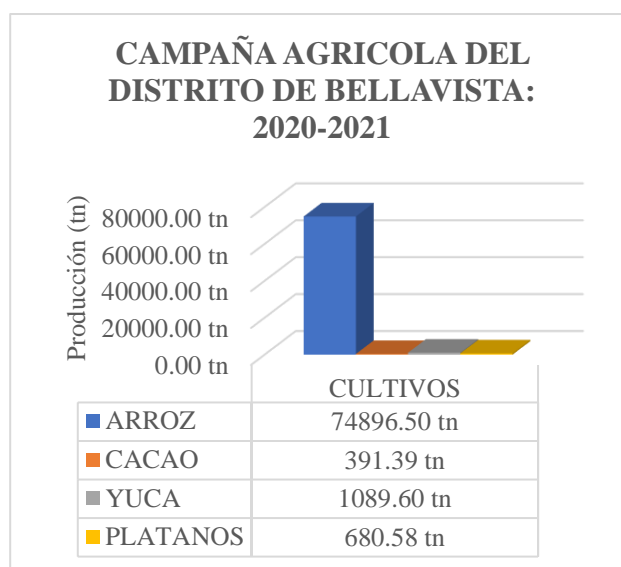


Tabla 152: Excedente de la producción agrícola

		Distrito de Bellavista	Pushura Baja
CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.	TOTAL EJEC.
ARROZ	Siembras (ha.)	9515.00	237.00
	Cosechas (ha.)	9515.00	237.00
	Rendimiento (Kg./ha.)	7871.41	7871.41
	Producción (t.)	74896.50	1865.53
	Precio Chacra (S/Kg.)	1.13	1.13
	Total (soles)	S/ 84,258,562.50	S/ 2,098,715.64

CACAO	Siembras (ha.)	194.00	5.00
	Cosechas (ha.)	194.00	5.00
	Rendimiento (Kg./ha.)	1051.49	1051.49
	Producción (t.)	203.99	5.26
	Precio Chacra (S/Kg.)	7.37	7.37
	Total (soles)	S/ 1,503,610.29	S/ 38,752.84
YUCA	Siembras (ha.)	74.00	2.00
	Cosechas (ha.)	74.00	2.00
	Rendimiento (Kg./ha.)	7872.30	7872.30
	Producción (t.)	582.55	15.74
	Precio Chacra (S/Kg.)	1.10	1.10
	Total (soles)	S/ 640,805.00	S/ 17,319.05
PLATANOS	Siembras (ha.)	411.00	5.00
	Cosechas (ha.)	411.00	5.00
	Rendimiento (Kg./ha.)	7552.38	7552.38
	Producción (t.)	3104.03	37.76
	Precio Chacra (S/Kg.)	0.60	0.60
	Total (soles)	S/ 1,862,418.00	S/ 22,657.15
TOTAL			S/ 2,177,444.69

Costos sociales del proyecto

Costo de inversión

Se siguieron los pasos para la estimación del costo total de inversión según la “Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión” proporcionada por invierte.pe del MEF [30].

Costos de operación y mantenimiento

Se tomaron los valores referenciales de costos de operación y mantenimiento, de acuerdo a la “Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil” [31]. Asimismo, se tomó como referencia el tipo de cambio del mes de octubre que fue de S/ 4.00 para 1 USD.

Rentabilidad del proyecto

Se evaluó la rentabilidad del proyecto, comparando el costo de inversión, costo de operación y mantenimiento, beneficios que se proyectaron por un tiempo determinado de 20 años, el cual vendría hacer la vida útil de este.

Finalmente se tuvo en cuenta que el VAN debe ser positivo y el TIR debe ser mayor al 9% para que el proyecto sea rentable.

Tabla 153: Rentabilidad del proyecto

AÑOS	COSTO DE INVERSIÓN	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BENEFICIOS	BENEFICIOS NETOS
0	S/ 10,512,040.47			-S/ 10,512,040.47
1		S/ 87,926.00	S/ 2,117,444.69	S/ 2,029,518.69
2		S/ 87,926.00	S/ 2,195,790.14	S/ 2,107,864.14
3		S/ 132,572.23	S/ 2,277,034.38	S/ 2,144,462.14
4		S/ 87,926.00	S/ 2,361,284.65	S/ 2,273,358.65
5		S/ 87,926.00	S/ 2,448,652.18	S/ 2,360,726.18
6		S/ 132,572.23	S/ 2,539,252.31	S/ 2,406,680.08
7		S/ 87,926.00	S/ 2,633,204.65	S/ 2,545,278.65
8		S/ 87,926.00	S/ 2,730,633.22	S/ 2,642,707.22
9		S/ 132,572.23	S/ 2,831,666.65	S/ 2,699,094.42
10		S/ 87,926.00	S/ 2,936,438.32	S/ 2,848,512.32
11		S/ 87,926.00	S/ 3,045,086.53	S/ 2,957,160.54
12		S/ 132,572.23	S/ 3,157,754.74	S/ 3,025,182.50
13		S/ 87,926.00	S/ 3,274,591.66	S/ 3,186,665.66
14		S/ 87,926.00	S/ 3,395,751.55	S/ 3,307,825.55
15		S/ 132,572.23	S/ 3,521,394.36	S/ 3,388,822.13
16		S/ 87,926.00	S/ 3,651,685.95	S/ 3,563,759.95
17		S/ 87,926.00	S/ 3,786,798.33	S/ 3,698,872.33
18		S/ 132,572.23	S/ 3,926,909.87	S/ 3,794,337.64
19		S/ 87,926.00	S/ 4,072,205.54	S/ 3,984,279.54
20		S/ 87,926.00	S/ 4,222,877.14	S/ 4,134,951.14
∑Beneficios				S/ 59,100,059.48
Tasa				9%
VP				S/ 24,287,054.93
VAN				S/ 13,775,014.46
TIR				22%

Discusión

Para la clasificación de un proyecto vial se deben realizar ciertos estudios preliminares, en este caso primero se realizó un estudio de tráfico de la zona, de acuerdo a las recomendaciones y los parámetros establecidos por el MTC, se identificó un IMDA de 112 veh/día que se clasifica como trocha carrozable. Pero cabe mencionar que en el presente estudio se ha considerado realizarlo como una carretera de tercera clase que es lo mínimo que pide la norma DG – 2018 y en base a eso se determinaron los parámetros de diseño.

Luego se realizó un estudio de rutas para determinar la mejor alternativa de diseño, tanto técnica y económica. Se propusieron dos rutas, para lo cual se realizó con la ayuda del programa Google Earth para referenciar la topografía y por el método de bruce que tiene en cuenta costos de construcción por km y evaluación técnica de diseño geométrico.

Después de determinar la ruta optima final, se procedió a realizar el levantamiento topográfico de la zona con una estación total marca STONEX R1 PLUS. Las secciones fueron realizadas cada 20 m en línea recta y en curva cada 10 a 5 m. Además de acuerdo a su topografía se clasifica como un terreno accidentado (tipo 3), las cuales tienen una pendiente longitudinal del 8% y pendientes transversales entre 51% y 100%.

Una vez ya obtenido todos los puntos topográficos de la zona de estudio y con la ayuda del programa AutoCAD Civil 3D se puede realizar el diseño geométrico de la carretera en planta, perfil y sección transversal de acuerdo a los parámetros del Manual de carreteras DG-2018. En cuanto a las características de diseño de la carretera, se tiene un radio mínimo de 25 metros y para casos especiales de 15 metros, un peralte máximo absoluto del 12% y una calzada de 6 metros de ancho con taludes de relleno con una altura máxima de 4 m y taludes de corte con altura máxima de 8 m.

Con el diseño final se realizaron estudios de mecánica de suelos, habiéndose ejecutado once (11) calicatas distribuidas a lo largo del desarrollo de la carretera y a una profundidad mínima de 1.50 m. La finalidad fue de obtener los parámetros necesarios que determinen las propiedades físicas y mecánicas del terreno, se hicieron los ensayos de análisis granulométrico, contenido de humedad, clasificación (SUCS), descripción visual-manual, ensayo California Bearing Ratio, Proctor modificado, límite líquido y plástico; de acuerdo al Manual de ensayo de materiales del MTC.

De igual manera, se hizo el estudio de cantera correspondiente por la zona; encantándose la cantera del Río Marañón apta para su uso de material afirmado tanto en términos de ubicación cercana al sitio del proyecto y parámetros de calidad. Así mismo, para el estudio de fuente de agua, se identificó una quebrada ubicada en el KM 0+405, la cual se hizo los ensayos correspondientes en laboratorio, cumpliendo los estándares de calidad para el proyecto. En cuanto a la elección del botadero para el material excedente del proyecto, se identificó un terreno que no afecte el medio ambiente de 3.8 ha con la aprobación del titular del terreno.

Con respecto al estudio hidrológico, se usó el programa ArcGIS para identificar las características de las 7 subcuencas encontradas en el proyecto y también se utilizó el programa Hydrosta2 para importar las precipitaciones máximas históricas de la estación meteorológica cercana a la zona del año 1970 al 2021 proporcionadas por ANA y SENAHMI. De las 8 distribuciones que se realizaron se eligió la que mejor se adapta al estudio que fue la Distribución Gamma 3 parámetros, para luego realizar las curvas IDF e identificar las intensidades máximas de diseño y los caudales máximos según el método racional.

Para el diseño de obras de arte y drenaje, se proyectaron 31 alcantarillas de alivio de 24 pulgadas de diámetro fabricada con material TMC (láminas de acero corrugado), 7 badenes de sección trapezoidal y 12 357.1 m de cunetas de sección triangular; en cuanto a los cálculos se siguieron recomendaciones y parámetros del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Referente al diseño del pavimento, se realizó por el método AASTHO 93 para un pavimento flexible con un ESAL de 368 337.21 y un CBR de la subrasante de 17.5%, 18.40%, 19.20%, 20.35% dando un espesor para todo el tramo de la carretera con un micropavimento de 2.5 cm, 18.5 cm de Base y 15 cm de Sub Base.

Con todos los estudios ya realizados se procedió a elaborar el presupuesto de la carretera, utilizando los estándares de rendimiento de CAPECO y cotizaciones de la ciudad de Jaén en cuanto a precios de materiales del año 2022. El costo total del proyecto fue de S/ 10,512,040.47 para una carretera de 8.74 kilómetros a nivel de micropavimento.

Además, se realizó la programación del proyecto, la cual tendrá una duración de 6 meses con un horario programado de 8 horas diarias de lunes a domingo, a excepción de los feriados y se identificaron las actividades críticas de la obra para no tener retrasos.

En el proyecto también se incluye una evaluación de impacto ambiental, utilizando la matriz de Leopold para evaluar los impactos positivos y negativos del proyecto. Dando como resultados impactos negativos pero que puede ser fácilmente mitigado y también tiene un impacto positivo para la población, siendo así un proyecto viable ambientalmente.

Finalmente, haciendo un análisis de beneficios y rentabilidad del proyecto, de acuerdo a los excedentes de producción de la zona para un periodo de 20 años es mucho mayor a los costos de operación y mantenimiento más el costo de construcción; dando como resultado que el costo del proyecto es viable.

Conclusiones

En el presente estudio se presenta el diseño de 8.743 Km de carretera, con superficie de rodadura de micro pavimento y obras de arte necesarias, uniendo de esta manera los centros poblados de La Pushura Baja y Corral Quemado en el distrito de Bellavista, Jaén, Cajamarca.

La obtención del IMDA es de 112 veh/día, se clasifica como trocha carrozable el cual demuestra que tiene un volumen de tránsito bajo; para el presente estudio se ha considerado realizarlo como una carretera de tercera clase, como proyección al desarrollo de los lugares por donde cruzara la carretera, brindando un mayor beneficio a la comunidad y seguridad a la población.

Se realizó el estudio de rutas correspondiente teniendo dos alternativas de diseño, del cual se eligió la ruta N°01 como la más óptima para el proyecto, ya que cuenta con una extensión y longitud resistente menor a la ruta N°02.

En el estudio topográfico se definió 21 BMs a lo largo del camino vecinal y curvas de nivel primario y secundario cada 2.5m y 0.5m.

De acuerdo a los ensayos realizados en laboratorio de mecánica de suelos se obtuvo un CBR de 17.5% sin necesidad alguna de realizar un mejoramiento al suelo. Asimismo, se realizó el estudio de suelos realizando 11 calicatas cada 1 kilometro con una profundidad mínima de 1.50m sobre la rasante.

En el estudio hidrológico se identificaron 7 subcuencas a lo largo de la carretera, también se realizó el uso de precipitaciones máximas de la estación meteorológica de la ciudad de Jaén del año 1970 al 2021 para graficar las curvas IDF e identificar las intensidades máximas de diseño y los caudales máximos según el método racional.

En la zona de estudios se cuenta con la cantera Rio Marañón el cual cumple con las especificaciones del MTC para el proyecto, para uso de afirmado, de fácil acceso y localizándose en el KM 2+500 del proyecto de la carretera.

La fuente de agua localizada para los trabajos se ubica en el KM 0+405, cuyos estudios de laboratorio correspondientes mostraron datos que cumplen con los estándares de calidad como: solidos en suspensión, sulfatos, cloruros y pH el cual no mostrara problemas de alteración química para ser empleado en las obras de arte.

En cuanto a la elección del botadero para el material excedente del proyecto, se identificó un terreno ubicado en el KM 2+300 de la carretera el cual no afecta el medio ambiente de 3.8 ha, y es apto para la eliminación de excedente del material y se cuenta con el permiso correspondiente.

En el diseño geométrico de la carretera se obtuvo las características siguientes: carretera de tercera clase, terreno accidentado (tipo3), vehículo de diseño B2, velocidad de diseño de 30km/h, radio mínimo de 25m, pendiente máxima de 10%, calzada de 6m, berma de 0.50m, inclinación de las bermas de 4%, bombeo de 2.5%, peralte máximo absoluto de 12%, peralte máximo normal de 8%, talud de corte de 1:1 y talud de relleno de 1:1.5.

En el diseño del pavimento se ha considerado un pavimento flexible con un espesor calculado para la Sub Base de 15 cm, Base de 18.5 cm y superficie de rodadura a base de micro pavimento de 2.5 cm.

En el diseño de obras de arte contara con cunetas de sección triangular con una profundidad (H) = 0.20 m y un ancho de 0.5 m para un caudal máximo de aporte de 0.033 m³/s; 7 badenes de sección trapezoidal con tirantes de 0.20, 0.25, 0.30, 0.35 y 0.40 m y 0.30 de borde libre, de acuerdo para cada caudal de diseño; y 31 alcantarillas de alivio de 24 pulgadas de diámetro fabricada con material TMC (láminas de acero corrugado).

En la evaluación de impacto ambiental, el proyecto es viable ambientalmente, dando como resultados impactos negativos pero que puede ser fácilmente mitigado y también tiene un impacto positivo para la población.

En el presupuesto del proyecto tiene un costo directo de S/ 7,549,583.79, gastos generales equivalente a 8% del costo directo ascendiendo a S/ 603,966.70, utilidad equivalente al 10% del costo directo ascendiendo a S/ 754,958.38 y 18% del IGV ascendiendo a S/ 1,603,531.60. Resultando como costo total del proyecto de S/ 10,512,040.47.

En la programación del proyecto se obtuvo un plazo de 6 meses equivalentes a 175 días para la construcción de la carretera.

En la evaluación de beneficios y rentabilidad dio como resultado, que el proyecto a nivel de costo de inversión, costo de operación-mantenimiento y beneficios del excedente de producción en la zona es rentable ya que el 22% (TIR) > 9% (tasa de descuento).

Recomendaciones

Con respecto al estudio de tráfico si se quiere mejorar la calidad de los datos obtenidos, se recomienda considerar la existencia de algún desvío vehicular en el cruce para definir las estaciones de conteo vehicular. Además, si la vía de estudio no cuenta con algún desvío vehicular, se ubicará una sola estación contabilizando los vehículos que entran y salen del distrito donde se iniciara la carretera.

Con respecto al estudio de ruta se debe de realizar una evaluación de al menos 2 rutas, para escoger la alternativa más óptima para el proyecto.

En cuanto al levantamiento topográfico debe realizarse de acuerdo a la mejor ruta escogida, utilizando equipos topográficos como una estación total y trabajarlo con procedimientos de radiación con la ayuda del programa AutoCAD Civil 3D. También se recomienda que la ubicación de los BMs se localice cada 500 metros a lo largo del tramo de estudio en objetos fijos, garantizando la continuidad del tiempo.

Con respecto al diseño geométrico trabajar con la norma actualizada para diseño de carreteras proporcionada por el MTC. En el caso tu carretera sea tipo trocha carrozable se recomienda realizarlo como una carretera de tercera clase. Asimismo, debe realizarse el diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal corroborando siempre las verificaciones de diseño que cumplan con lo establecido en la norma

Con respecto al estudio de mecánica de suelos tener en cuenta el tipo de carretera para saber el número mínimo de calicatas que se debe realizar por km y su profundidad mínima a nivel de subrasante según el Manual de Suelos del MTC. Realizar sus ensayos correspondientes en laboratorio y también obtener la ubicación de los puntos UTM para plasmarlos en los planos.

Con respecto al estudio de cantera se recomienda buscar una cantera cercana al proyecto para minimizar los gastos, también determinar su área aproximada para garantizar si esta puede abastecer de agregado y afirmado a toda la carretera. Así mismo realizar los ensayos respectivos para verificar si el material de la cantera es apto para usarlo tanto de agregado como de afirmado.

Con respecto al estudio de fuente de agua se recomienda que, una vez extraída la muestra, se analice en laboratorio para que esta no genere en el resultado una variación.

Con respecto al estudio de botadero se recomienda que este cuente con el área suficiente para el arrojamiento del material excedente de la obra.

Con respecto al diseño del pavimento se recomienda hallar el número de ejes equivalentes para un periodo de 20 años y realizarlo como un pavimento flexible para un confort de la población y una calidad de vida útil de la carretera.

Con respecto al estudio hidrológico utilizar las precipitaciones máximas de la estación meteorológica más cercana al proyecto brindadas por el SENHAMI o ANA, así mismo se recomienda la utilización del programa HIDROESTA2 para las diferentes distribuciones que nos recomienda el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, con el fin de saber cuál es la distribución que se ajusta más a nuestros datos. También realizar una regresión potencial para calcular las intensidades máximas y graficar las curvas I-D-F necesarias para los diferentes caudales de diseño.

Con respecto al diseño de obras de arte y drenaje se recomienda un análisis de las secciones transversales para la ubicación de las cunetas; en cuanto a las alcantarillas de alivio estas no deben exceder los 250 m de separación.

Con respecto a la evaluación de impacto ambiental se deben considerar los factores y acciones que generen impacto, con el fin de identificar y mitigar los impactos negativos del proyecto mediante una matriz de Leopold.

Con respecto al presupuesto se recomienda realizar cotizaciones de los materiales en la zona o alrededores, y para un desarrollo detallado la utilización del programa S10. En cuanto a la programación utilizar el programa MS Project para un identificar las actividades críticas de la obra.

Con respecto a la evaluación de beneficios y rentabilidad se recomienda calcular el excedente de producción de la zona donde estará el proyecto y con los cálculos correspondientes ver que el TIR sea mayor a la tasa de descuento para que el proyecto sea rentable.

Referencias

- [1] M. Dourojeanni, «Las carreteras y el impacto ambiental en los bosques tropicales,» SPDA Actualidad Ambiental, 03 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.actualidadambiental.pe/opinion-las-carreteras-y-el-impacto-ambiental-en-los-bosques-tropicales/>. [Último acceso: 17 octubre 2021].
- [2] BANCO MUNDIAL, Informe anual 2017, GRUPO BANCO MUNDIAL, 2017.
- [3] World Economic Forum, «The Global Competitiveness Report 2017–2018,» [En línea]. Available: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018>.
- [4] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Informes Multianuales de Inversiones en Asociaciones Público Privadas 2020-2023,» [En línea]. Available: https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=101579&lang=es-ES&view=article&id=6049.
- [5] H. A. Murillo Home, «Rediseño geométrico y mejoramiento del camino vecinal Gualea Cruz - Urcutambo,» Quito, 2019.
- [6] L. A. Malagón Garzón y L. V. Valero Bernal, «Diagnóstico para el mejoramiento del tramo de la vía Úmbita – Juncal localizado en el departamento de Boyacá, Colombia,» UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, 2018.
- [7] C. D. Freire Ruiz, «Diseño geométrico de la alternativa vial Shuyo-Pinllopata en el tramo KM 20+000- 24+000 perteneciente a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi,» Ambato, 2020.
- [8] F. D. Delzo Cuyubamba, «Propuesta de diseño geométrico y señalización del tramo 5 de la red vial empalme ruta AN-111 - Tingo Chico, provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, Departamento de Huánuco,» 2018.
- [9] Í. G. Coronel Araujo y P. H. Sánchez Reyes, «Diseño de la carretera a nivel de pavimento flexible entre los centros poblados Jatanca y Chascarrape, San Pedro de Lloc – La Libertad,» 2019.
- [10] J. B. CÓRDOVA ALVARADO, «Evaluación de las características geométricas del camino vecinal cruce Tamborillo, caserío Huaranguillo, El Faique Santa Fé, distrito de San José del Alto, provincia de Jaén - Cajamarca, de acuerdo con las normas de diseño geométrico.,» 2019.
- [11] J. E. García Hernández, «Diseño de la carretera tramo Jaén – las Naranjas, distrito y Provincia de Jaén, Cajamarca 2018,» 2018.
- [12] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras: Diseño Geometrico (DG-2018), RD N° 03-2018-MTC/14 (30.01.2018), 2018.

- [13] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos, RD N° 10-2014-MTC/14 (09.04.2014), 2014.
- [14] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, RD N° 20-2011-MTC/14 (12.09.11), 2011.
- [15] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, RM N°303-2008-MTC/02 (04.04.08), 2018.
- [16] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Glosario de Partidas" aplicables a obras de rehabilitación, mejoramiento y construcción de carreteras y puentes, RD N° 17-2012-MTC/14, 2012.
- [17] Presidencia del Consejo de Ministros, Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, 2005.
- [18] M. A. RINCÓN VILLALBA, W. E. VARGAS VARGAS y C. J. GONZÁLEZ VERGARA, Topografía: Conceptos y aplicaciones, E. Ediciones, Ed., Bogotá, 2017, p. 380.
- [19] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial., RD N° 02-2018 MTC/14., 2018.
- [20] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES, 2016.
- [21] MINISTERIO DE AGRICULTURA, "EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA CUENCA DEL RIO MALA" - ESTUDIO HIDROLOGICO, INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES, 2007.
- [22] J. Cárdenas Grisales, Diseño Geométrico de Carreteras, Segunda ed., Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013.
- [23] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual De Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Geología y Geotecnia, Lima: RD N° 16-2012-MTC/14, 2012.
- [24] W. Villavicencio Ugarte, Decreto Supremo 011-79-VC.
- [25] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ficha Técnica Estándar, Instructivo y Líneas de Corte para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas, 633-2018 MTC/01, 2017.
- [26] Instituto Nacional de Estadística e Informática, Producto Bruto Interno por departamentos 2018, 2019.
- [27] Consorcio Callao Salud S.A.C. D+M Arquitectos S.A.C , «Estudio de Impacto Ambiental. Construcción hospital III, Callao,» Lima, Perú, 2010.
- [28] Y. A. Panduro Ojitos, «Tesis: Impactos producidos por la ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad de Jenero Herrera, Loreto, Perú,» Universidad Nacional De La Amazonía Peruana - UNAP. Biblioteca Central, Iquitos, Perú., 2013.

- [29] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013), 2013.
- [30] Ministerio de Economía y Finanzas, Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión, Ministerio de Economía y Finanzas - MEF, 2022.
- [31] Ministerio de Economía y Finanzas, Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil, Dirección General de Política de Inversiones - DGPI, 2011.

Anexos

***ANEXO N° 1: DOCUMENTOS Y
AUTORIZACIÓN***

Doc. 1: Documento que se entregó a la Municipalidad Distrital de Bellavista

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BELLAVISTA
MESA DE PARTES
RECIBO N.º
14 OCT 2021
REG. N.º 9920
HORA 12:05 PM
ED. SEÑAL DE RECEPCIÓN

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Jaén, 14 de octubre del 2021

Mg: Willy Gunther Coronado Cisneros
Alcalde de Bellavista

ASUNTO: SOLICITO CONSTANCIA Y AUTORIZACIÓN DE ACCESO A LA INFORMACIÓN Y PERMISO PARA REALIZAR DIVERSOS ESTUDIOS DE SUELOS, TOPOGRÁFICOS E HIDROLÓGICOS

REFERENCIA: Proyecto de tesis denominado
"MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA PUSHURA BAJA – CORRAL QUEMADO EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA – JAÉN – CAJAMARCA"

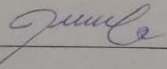
De mi consideración:

Es grato dirigirnos a usted para saludarle y a la vez manifestare lo siguiente:

Que en calidad de alumno Jorge Javier Granda Granadino de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "Mejoramiento del camino vecinal La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista – Jaén – Cajamarca" motivo por el cual solicito una **CONSTANCIA** que certifique que mi proyecto de tesis no cuenta con código SNIP ni se encuentra en el Banco de Proyectos de la Municipalidad Distrital de Bellavista, y que no exista ningún otro estudiante que este realizando dicho proyecto similar. Asimismo, solicito también una **AUTORIZACIÓN** respectiva para el acceso a la información que se requiera y el permiso correspondiente para realizar los diversos estudios como: levantamientos topográficos, estudio de mecánica de suelos e hidrológicos, en la zona en donde se desarrollara el proyecto.


Por lo expuesto ruego a usted acceder a mi solicitud por el motivo antes, mencionado.

Atentamente



Jorge Javier Granda Granadino
DNI: 74759760

Doc. 2: Autorización para realizar diversos estudios de suelos, topográficos e hidrológicos, así mismo que mi proyecto no cuenta con código SNIP ni estudio definitivo.


Municipalidad Distrital De Bellavista
 PROVINCIA DE JAÉN REGION CAJAMARCA
 RUC N° 20215745032
 GERENCIA DE DESARROLLO TERRITORIAL E INFRAESTRUCTURA PÚBLICA

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Bellavista, 21 de octubre del 2021.

CARTA N° 0142 -2021/MDB-GDTIP.

Señor:
Jorge Javier Granda Granadino

Jaén. -

ASUNTO : AUTORIZACION PARA REALIZAR DIVERSOS ESTUDIOS DE SUELOS, TOPOGRÁFICOS E HIDROLÓGICOS.

REF. : Solicitud S/N, de fecha 14 de octubre de 2021


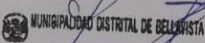
De mi especial consideración:

Por medio del presente reciba Usted un cordial saludo a nombre de la Municipalidad Distrital de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento Cajamarca, al mismo tiempo para manifestarle lo siguiente:

Que, en atención al documento de la referencia comunico que esta Entidad da por aceptado al *Sr. Jorge Javier Granda Granadino*, para que se realice el desarrollo del proyecto de Tesis "*Mejoramiento del camino vecinal La Pushura Baja – Corral Quemado en el distrito de Bellavista – Jaén – Cajamarca*". Teniendo en cuenta que dicho proyecto no cuenta con código Único de Inversiones en el Banco de Proyectos, ni estudio definitivo.

Sin otro particular, es propicia la oportunidad para reiterarle las muestras de mi consideración y estima.

Atentamente;



 Ing. José Yasi Dávila Pérez
 JEFE DE LA GDTIP

c.c
 archivo

Dirección: 6 de agosto N° 269 – Bellavista – Jaén - Cajamarca

Secretaria GDTIP 925245133

Doc. 3: Declaración jurada de no duplicidad del proyecto

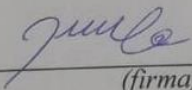
DECLARACIÓN JURADA

Yo, **Granda Granadino Jorge Javier**, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° 74759760, domiciliado en la provincia de Jaén, Calle Marieta 419, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis- Ciclo académico 2021-II DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: **DISEÑO DE LA CARRETERA LA PUSHURA BAJA – CORRAL QUEMADO EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA, JAÉN, CAJAMARCA**, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

La verificación de la no duplicidad se realizó en la medida que se pudo por la coyuntura nacional debido al Covid19.

Jaén, 04 de noviembre del 2021



(firma)



Huella
Dactilar

ANEXO N° 2: ESTUDIO DE TRÁFICO

Fotografía 1: Conteo vehicular a la entrada del centro poblado La Pushura



Fotografía 2: Conteo vehicular



Fotografía 3: Camión de 3E



Fotografía 4: Camión de 2E



Fotografía 5: Combi



Fotografía 6: Camioneta



Fotografía 7: Vehículo retornando



ANEXO N° 3: ESTUDIO DE RUTAS

Fotografía 8: Camino de herradura en épocas de lluvias



Fotografía 9: Agua estancada en el tramo de estudio



Fotografía 10: Estado actual del tramo de estudio



Fotografía 11: Estado actual del tramo de estudio



Fotografía 12: Estado actual del tramo de estudio



Fotografía 13: Estado actual del tramo de estudio



Fotografía 14: Estado actual del tramo de estudio



Fotografía 15: Estado actual del tramo de estudio



ANEXO N° 4: ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Fotografía 16: Trabajo de Campo



Fotografía 17: Nivelación del prisma para la toma de puntos



Fotografía 18: Punto de referencia para cambio de estación con ayuda de clavos para techo con cabeza de paraguas



Fotografía 19: Levantamiento topográfico KM 0+000



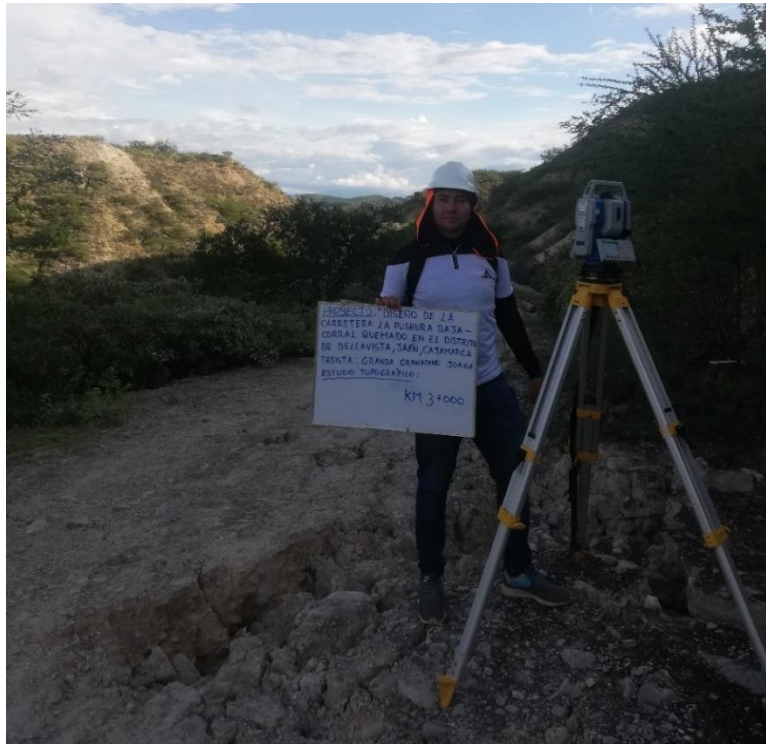
Fotografía 20: Levantamiento topográfico KM 1+000



Fotografía 21: Levantamiento topográfico KM 2+000



Fotografía 22: Levantamiento topográfico KM 3+000



Fotografía 23: Levantamiento topográfico KM 8+000



Fotografía 24: Levantamiento topográfico KM 10+000



Fotografía 25: BM.02



Fotografía 26: BM.05



Fotografía 27: BM.014



Fotografía 28: BM.010



Fotografía 29: BM.018



Fotografía 30: BM.020



***ANEXO N° 5: ESTUDIO DE MECÁNICA
DE SUELOS***

Fotografía 31: Extracción de las muestras



Fotografía 32: Panorama a cielo abierto de la calicata N°01 – KM. 0+000



Fotografía 33: Panorama a cielo abierto de los estratos de la calicata N°01 – KM. 0+000



Fotografía 34: Panorama a cielo abierto de la calicata N°01 – KM. 0+000



Fotografía 35: Panorama a cielo abierto de la excavación calicata N°02 – KM. 1+000



Fotografía 36: Panorama a cielo abierto de los estratos de la calicata N°02 – KM. 1+000



Fotografía 37: Panorama a cielo abierto de la calicata N°02 – KM. 1+000



Fotografía 38: Panorama a cielo abierto de la excavación calicata N°03 – KM. 2+000



Fotografía 39: Panorama a cielo abierto de la calicata N°03 – KM. 2+000



Fotografía 40: Panorama a cielo abierto de la calicata N°04 – KM. 3+000



Fotografía 41: Panorama a cielo abierto de la calicata N°04 – KM. 3+000



Fotografía 42: Panorama a cielo abierto de la calicata N°05 – KM. 4+000



Fotografía 43: Panorama a cielo abierto de la calicata N°05 – KM. 4+000



Fotografía 44: Panorama a cielo abierto de la calicata N°06 – KM. 5+000



Fotografía 45: Panorama a cielo abierto de la calicata N°06 – KM. 5+000



Fotografía 46: Panorama a cielo abierto de la excavación calicata N°07 – KM. 6+000



Fotografía 47: Panorama a cielo abierto de la calicata N°07 – KM. 6+000



Fotografía 48: Panorama a cielo abierto de la excavación calicata N°08 – KM. 7+000



Fotografía 49: Panorama a cielo abierto de la calicata N°08 – KM. 7+000



Fotografía 50: Panorama a cielo abierto de la calicata N°09 – KM. 8+000



Fotografía 51: Panorama a cielo abierto de la calicata N°09 – KM. 8+000



Fotografía 52: Panorama a cielo abierto de la excavación calicata N°10 – KM. 9+000



Fotografía 53: Panorama a cielo abierto de la calicata N°10 – KM. 9+000



Fotografía 54: Panorama a cielo abierto de la calicata N°11 – KM. 9+700



Fotografía 55: Panorama a cielo abierto de la calicata N°11 – KM. 9+700



Fotografía 56: Cuarteo de la muestra



Fotografía 57: Vista de las muestras para Análisis Granulométrico



Fotografía 58: Tamizado de las muestras



Fotografía 59: Ensayo de Límites de Atterberg



Fotografía 60: Ensayo de Humedad



Fotografía 61: Ensayo de Proctor Modificado



***ANEXO N° 6: RESULTADOS DE
ENSAYOS DE LABORATORIO***

***ANEXO N° 7: ESTUDIO DE CANTERA,
FUENTE DE AGUA Y BOTADERO***

Fotografía 62: Cantera Rio Marañón



Fotografía 63: Cantera Rio Marañón



Fotografía 64: Fuente de agua – quebrada Rio Marañón



Fotografía 65: Fuente de agua – quebrada Rio Marañón



***ANEXO N° 8: EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL***

Fotografía 66: Campos de arroz



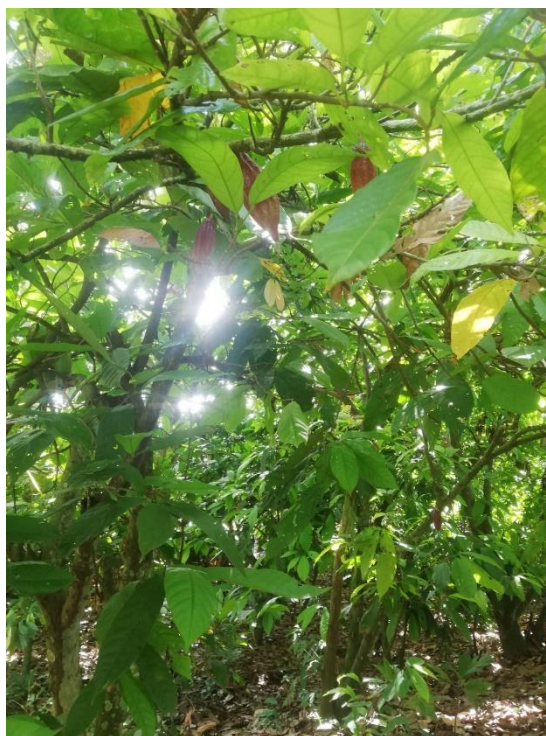
Fotografía 67: Plantas de Plátanos



Fotografía 68: Plantas de coco



Fotografía 69: Árbol de cacao



Fotografía 70: Fauna – Aves



Fotografía 71: Fauna - Insectos



ANEXO N° 9: CRONOGRAMA DE OBRA

ANEXO N° 10: PLANOS