

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



Diseño de la trocha carrozable La Fortuna-Sawintza, distrito de San José de Lourdes, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2021

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

AUTOR

Jasmin Isabel Quiñones Villegas

ASESOR

Angel Alberto Lorren Palomino

<https://orcid.org/0000-0002-6432-3453>

Chiclayo, 2025

**Diseño de la trocha carrozable La Fortuna-Sawintza, distrito de
San José de Lourdes, provincia de San Ignacio, departamento de
Cajamarca, 2021**

PRESENTADA POR
Jasmin Isabel Quiñones Villegas

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

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Juan Merino Roncero
PRESIDENTE

Jorge Enrique Álvarez Rufran
SECRETARIO

Angel Alberto Lorren Palomino
VOCAL

Dedicatoria

A mis Padres

Me gustaría extender mi profunda gratitud y mi más sincero cariño. El apoyo continuo que he recibido de ustedes me mantiene motivada y me brindan la fuerza impulsora para culminar mi formación profesional. Este proyecto es una expresión de mi agradecimiento, representando todo lo que he adquirido gracias a su apoyo y enseñanza.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	23%	4%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	fddocuments.ec Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
Revisión de literatura	17
ANTECEDENTES	17
<i>A Nivel Internacional</i>	17
<i>A Nivel Nacional</i>	18
<i>A nivel Local</i>	20
BASES TEÓRICAS	21
<i>Definición de Términos Básicos</i>	21
<i>Normativa básica</i>	23
<i>Contenidos de los Estudios Definitivos de Carreteras</i>	25
Materiales y Metodología	27
TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	27
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	29
POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	29
TÉCNICAS, FUENTES E INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	30
METODOLOGÍA	32
<i>Estudio de Tráfico</i>	32
<i>Estudio de Rutas</i>	37
<i>Estudio Topográfico</i>	48
<i>Estudio de Mecánica de Suelos</i>	50
<i>Estudio de Canteras, Fuentes de agua y Botaderos</i>	58
<i>Diseño Geométrico</i>	60
<i>Estudio Hidrológico</i>	66
<i>Diseño de Obras de drenaje</i>	72
<i>Estudio de Señalización</i>	76
<i>Evaluación de Impacto ambiental</i>	77
Resultados	78
ESTUDIO DE TRÁFICO	78
ESTUDIO DE RUTAS	83
ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	88
ESTUDIO DE SUELOS	89
ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA	94
ESTUDIO DE FUENTES DE AGUA	96
ESTUDIO DE BOTADEROS	96
DISEÑO GEOMÉTRICO	97
DISEÑO DEL PAVIMENTO	98
ESTUDIO HIDROLÓGICO	100
ESTUDIO DE HIDRÁULICA Y DRENAJE	107
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	110
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	112

METRADOS	112
PRESUPUESTO	117
<i>Análisis de Precios Unitarios</i>	117
<i>Resumen del presupuesto</i>	119
<i>Fórmula Polinómica</i>	120
<i>Insumos</i>	121
<i>Programación de Obra</i>	122
DISCUSIONES	123
CONCLUSIONES	124

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N°1: ESTACIÓN DE CONTEO	34
FIGURA N°2: ASAMBLEA CON AUTORIDADES Y POBLACIÓN DEL ÁREA	38
FIGURA N°3: ASAMBLEA CON AUTORIDADES Y POBLACIÓN DEL ÁREA	38
FIGURA N°4: INSPECCIÓN DEL ÁREA.....	39
FIGURA N°5: INSPECCIÓN DEL CAMINO VIGENTE.....	39
FIGURA N°6: PLANTACIÓN DE CAFÉ DENTRO DEL ÁREA.....	40
FIGURA N°7: TERRENOS DE HERBAJE PARA LA GANADERÍA	40
FIGURA N°8: PUNTOS OBLIGADOS DEL ESTUDIO	42
FIGURA N°9: CURVAS DE NIVEL DEL ÁREA.....	43
FIGURA N°10: RUMBO DE PROBABLES TRAYECTORIAS	44
FIGURA N°11: ESTACIÓN TOTAL.....	45
FIGURA N°12: OBTENCIÓN DE COORDENADAS	49
FIGURA N°13: PERSONAL DE APOYO	49
FIGURA N°14: TRAYECTO DE POTENCIALES RUTAS	51
FIGURA N°15: TRAYECTO DE RUTAS	51
FIGURA N°16: MUESTRA DE SUELOS EN EL LABORATORIO	54
FIGURA N°17: ENSAYOS DE LABORATORIO	56
FIGURA N°18: ENSAYOS DE LABORATORIO	57
FIGURA N°19: ENSAYOS DE LABORATORIO	58
FIGURA N°20: DISTRIBUCIÓN DEL FACTOR EQUIVALENTE DE CARGA.....	71
FIGURA N°21: DRENAJE SUPERFICIAL.....	72
FIGURA N°22: DRENAJE SUPERFICIAL BÁSICO CON CUNETAS DE DESCARGA Y DRENES TRANSVERSALES DE ALCANTARILLA.....	74
FIGURA N°23: CORTE LONGITUDINAL DE UN BADÉN.....	75
FIGURA N° 24: ESTUDIO DE TRÁFICO.....	78
FIGURA N° 25: ESTUDIO DE TRÁFICO.....	79
FIGURA N° 26: ESTUDIO DE TRÁFICO.....	79
FIGURA N°27: ALTERNATIVAS DE RUTAS.....	83
FIGURA N° 28: PUNTO DE INICIO DE TOPOGRAFÍA DEFINITIVA.....	88
FIGURA N° 29: TOPOGRAFÍA DE RUTA DEFINITIVA	89

LISTA DE CUADROS

CUADRO N°1: CLASIFICACIÓN VEHICULAR DURANTE 7 DÍAS	80
CUADRO N°2: CONTEO DE TRÁNSITO	80
CUADRO N°3: APLICACIÓN DE FACTORES DE CORRECCIÓN	81
.....	81
CUADRO N°4: TRÁNSITO POR CATEGORIZACIÓN DE VEHÍCULO.....	81
CUADRO N°5: PROYECCIÓN VEHICULAR (SIN PROYECTO).....	82
CUADRO N°6: PROYECCIÓN VEHICULAR (CON PROYECTO).....	82
CUADRO N°7: VIABILIDAD DE AMBAS RUTAS.....	84
CUADRO N°8: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA N°1	85
CUADRO N°9: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA N°2	85
CUADRO N°10: BENEFICIOS POR EXCEDENTES DE PRODUCCIÓN	86
CUADRO N°11: RENTABILIDAD, VAN Y TIR DE LAS ALTERNATIVAS.....	86
CUADRO N°12: EXPROPIACIONES DE TERRENOS.....	87
CUADRO N°13: CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LAS RUTAS	87
CUADRO N°14: CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE AMBAS RUTAS	87
CUADRO N°15: RESULTADOS DE LABORATORIO	90
CUADRO N°16: RESUMEN DE PROCTOR Y CBR.....	93
CUADRO N°17: RESUMEN DEL AFIRMADO SEGÚN LABORATORIO	95
CUADRO N°18: RESUMEN DE GRANULOMETRÍA DEL AFIRMADO	95
CUADRO N°19: RESUMEN DEL ENSAYO CBR REALIZADOS.....	96
CUADRO N°20: FUENTES DE AGUA	96
CUADRO N°21: DESCRIPCIÓN DE LOS BOTADEROS.....	97
CUADRO N°22: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA	97
CUADRO N°23: ESAL DE DISEÑO	98
CUADRO N°24: RESUMEN DE CBR (MEZCLA CON MATERIAL PROPIO).....	99
CUADRO N°25: ESPESOR DE PAVIMENTO	99
CUADRO N°26: CAUCES PRINCIPALES DE LAS CUENCAS	100
CUADRO N°27: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS.....	101
CUADRO N°28: CUADRO DE PARÁMETROS.....	102
CUADRO N°29: PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO	102
CUADRO N°30: PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO	103

CUADRO N°31: PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO	103
CUADRO N°32: PRECIPITACIÓN DE DURACIÓN EN MIN PARA DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO	104
CUADRO N°33: INTENSIDAD DE LLUVIA EN MM/H.....	105
CUADRO N°34: INTENSIDAD EN MM/H	106
CUADRO N°35: ÁREAS APORTANTES.....	107
CUADRO N°36: CAUDAL PARA CUNETAS CON APORTE CORRESPONDIENTE ...	108
CUADRO N°37: DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS CUNETAS	109
CUADRO N°38: DRENAJE TRANSVERSAL PROPUESTO	109
CUADRO N°39: DISEÑO DE ALCANTARILLAS.....	110
CUADRO N°40: DISEÑO DE BADENES	110
CUADRO N°41: RESUMEN DE METRADOS DE BADENES.....	112
CUADRO N°42: RESUMEN DE METRADOS DE CUNETAS.....	113
CUADRO N°43: RESUMEN DE METRADOS DE ALCANTARILLAS	114
CUADRO N°44: GASTOS GENERALES FIJOS.....	117
CUADRO N°45: GASTOS GENERALES VARIABLES	118
CUADRO N°46: RESUMEN GENERAL DE GASTOS	118

LISTA DE TABLAS

TABLA N°1: CONTENIDOS PARA EL ESTUDIO DE CARRETERAS.....	26
TABLA N°2: DATOS DEL DISTRITO SAN JOSÉ DE LOURDES	33
TABLA N°3: TASA DE CRECIMIENTO DEL DISTRITO Y DEPARTAMENTO	36
TABLA N°4: PENDIENTES MÁXIMAS (%).....	41
TABLA N°5: CANTIDAD DE CALICATAS PARA SUELOS.....	53
TABLA N°6: NÚMERO DE ENSAYO MR Y CBR	54
TABLA N°7: RIESGO DE EXCEDENCIA DEL EVENTO DE DISEÑO	68
TABLA N°8: CATEGORÍAS DE LA SUBRASANTE	71

Resumen

Este estudio aplicativo se centra principalmente la elaboración del Diseño de la trocha carrozable La Fortuna – Sawintza, distrito de San José de Lourdes, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2021; ya que, actualmente la zona La Fortuna - Sawintza actualmente tiene un acceso de herradura el cual en épocas de lluvias se vuelve extremadamente dificultoso transitarlo tanto para la población como para los animales de carga, además debido a la falta de una infraestructura vial conveniente, la población se ve limitada en sus posibilidades en el sector económico, sector salud, sector social y el sector cultural. Este proyecto ha sido desarrollado en diversas fases que han llevado al desarrollo total de la tesis, los cuales fueron: la coordinación, recopilación de datos, revisión de literatura y así como la ejecución de los estudios fundamentales requeridos (levantamiento topográfico, ensayos de suelos, estudio hidrológico, etc.) que posteriormente después de obtener los resultados fueron procesados en diferentes programas de ingeniería como: AutoCAD, Civil3D, Google Earth, S10, Ms Project, Microsoft Word, Microsoft Excel, etc. Según los resultados que se han obtenido, se puede afirmar que la construcción de la infraestructura vial, logrará empujar significativamente al progreso económico, social y cultural de la comunidad beneficiada.

Palabras clave: Ensayos de laboratorio, trocha carrozable, topografía, diseño geométrico, afirmado, impacto ambiental.

Abstract

The current application study aims to create the design of the carriage trail La Fortuna – Sawintza, district of San José de Lourdes, province of San Ignacio, department of Cajamarca, 2021; since, currently, the La Fortuna - Sawintza area only has a bridle path which in rainy seasons becomes extremely difficult to pass through both for the population and for pack animals, in addition to not having an adequate path, the population lacks opportunities in the economic sector, health sector and social sector and the cultural sector. This project has undergone multiple stages that have ultimately contributed to the overall development of the thesis, which were: coordination, data collection, literature review and the completion of required basic studies (topographic survey, soil tests, hydrological study, etc.) that later, after obtaining the results, were processed in different engineering programs such as: AutoCAD, Civil3D, Google Earth, S10, Ms Project, Microsoft Word, Microsoft Excel, etc. Based on the results acquired, it can be inferred that building carriageway trail will stimulate the economic, social and cultural advancement of the population it serves.

Keywords: Chariozable trail, laboratory tests, topography, geometric design, affirmed, works of art, environmental impact.

Introducción

Desde los años atrás, la conexión de vías entre pueblos han sido uno de los signos primordiales de civilización, la ejecución de estas vías es una parte del progreso de una ciudad. Como sabemos la infraestructura de una carretera es indispensable para el manejo de las economías que acarea a un país y además produce una extensa gama de rendimientos económicos y sociales, por lo cual su ausencia siempre traerá retrasos y limitación en la accesibilidad a servicios y empleos.

El cambio provocado por la COVID-19, que viene sucediendo desde el año 2020 ha recalcado el valor que tiene el transporte, ya que, desde el comienzo de la pandemia, el grupo del transporte ha desempeñado un papel primordial a la hora de garantizar la movilidad de los colaboradores esenciales para completar sus tareas, al tiempo que contribuye a mantener el desarrollo económico y el apoyo a la distribución mundial de vacunas. Sin embargo, la situación presente por la que estamos atravesando ha revelado las debilidades del sector transporte, con operadores afrontando series dificultades y sufriendo significativas pérdidas económicas globalmente [1].

En el territorio peruano, el sistema vial se clasifica de acuerdo a la categoría detallada a continuación: red primaria o nacional (17.7%), la red secundaria o departamental (19.94%) y, por último, la red terciaria o caminos vecinales (62.9%). En toda la red con la que se cuenta, solo el 13% esta pavimentada y el 87% sin pavimentar [2].

En cuanto a los índices de pobreza, el distrito de San José de Lourdes se sitúa como el segundo lugar más empobrecido dentro de San Ignacio, contando con 21.7% de incidencia de pobreza extrema y un 53.6% de incidencia de pobreza total [3].

El distrito de San José de Lourdes (S JL), está localizada hacia el noreste de la provincia y limita al Norte con Ecuador. S JL, se encuentra a 1180 m.s.n.m de altitud, teniendo dentro de sus actividades económicas principal el sector agrícola, siendo uno de los productos más importante el café con 18747 toneladas métricas [4].

El distrito posee una población de 17 046 residentes, y dispone actualmente de 77 centros poblados, algunos de los cuales no cuentan con lo que vendría siendo una adecuada vía de comunicación, contando únicamente en muchos casos con caminos de herradura el cual trae como consecuencia una gran pérdida socio-económica. Dado este hecho, se ha considerado realizar este proyecto que abarca los caseríos La Fortuna y Sawintza, el cual cuenta con el tipo de camino ya mencionado, y por lo cual se propone que cuente con una infraestructura vial para así poder tener un mejor efecto en los índices de pobreza y además de restablecer la condición de vida de sus pobladores.

El tiempo de recorrido del tramo a estudiar es de 4 a 5 horas en condiciones climáticas favorables, pero durante la temporada de lluvias, este tiempo se extiende a aproximadamente 6 a 7 horas de trayecto, haciendo cada vez más dificultoso la transitabilidad en el camino de herradura. Por lo cual sabemos que el no tener una infraestructura vial en óptimas condiciones, dan resultados con áreas que son alterados en varios aspectos.

Actualmente en el Grupo Educativo, La Fortuna es el centro poblado que cuenta solo con un Pronoi, por otro lado, el caserío Sawintza cuenta con educación inicial y primario. Dado esto sabemos que el contar solo con estos niveles de estudio limita el progreso educativo para dicha población. Si los estudiantes quieren persistir con sus enseñanzas de nivel secundarios o de cualquier otro nivel tienden a acudir al pueblo más cercano, caminando entre 2 hasta 5 horas dependiendo del lugar de procedencia.

En lo que respecta al Sector Salud, los caseríos en mención no cuentan con área en el sector salud, por esto los pobladores que tienen la necesidad de atender sus problemas médicos, deben dirigirse al centro poblado El Diamante, ya que este lugar si cuenta con un centro de salud. Según las atenciones médicas en este establecimiento, los pobladores del caserío La Fortuna ha llegado a tener entre 55 – 60 chequeos médicos mensualmente, por otro lado, los pobladores del caserío Sawintza solo han tenido entre 10 – 15 atenciones mensualmente.

En el Sector Agrícola, la zona del proyecto en el tramo La Fortuna – Sawintza cuenta con comunidades que son altamente agrícolas donde su principal demanda al año 2021 es el café, el cual simboliza el 80% del rendimiento agrícola en la demarcación, mientras que el otro 20 % representa a los productos como el cacao, plátano, maíz, naranjas, etc. Cuando necesitan vender sus productos tiene que hacerlo por medio del actual camino de herradura con ayuda de

los animales de carga, lo cual genera una demora y mucho más cuando se encuentran en tiempos de lluvia.

La importancia de disponer de una infraestructura vial eficiente conlleva la situación en la que las poblaciones se encuentren más desconectados y no son factibles para satisfacer sus necesidades fundamentales, como la adquirir alimentos frescos, vestimenta, medicina, bienes materiales, etc. que no se producen en su zona.

Comprendiendo la información proporcionada, podemos formular la problemática del proyecto a continuación: ¿Cuál sería el Diseño de la trocha carrozable La Fortuna – Sawintza, del distrito SJL, provincia de San Ignacio, departamento Cajamarca, 2021? Con respecto al problema, el proyecto se justifica en diferentes aspectos como:

Justificación Técnica: En el desenvolvimiento del estudio se demuestra la falta de una carretera en el tramo La Fortuna - Sawintza, el cual tiene como consecuencia que no hay una comunicación vial entre ambos lugares y sus alrededores. Por esta razón el presente trabajo aplicará tanto conocimientos y técnicas sobre el diseño de una carretera: pendientes, perfil longitudinal, secciones transversales, etc.; lo cual permitirá cumplir con los parámetros y requisitos que están ligados a las Normas dadas para Carreteras indicadas por MTC y también el Manual de Carreteras vigentes en el país. Por otro lado, también se tuvo en cuenta la selección de obras de artes necesarias: alcantarillas, cunetas, badenes, etc., las cuales son obras que van a llegar a facilitar el escurrimiento del agua superficial y el nivel freático de los alrededores del camino. La ejecución de este estudio proporcionará una guía con recomendaciones y conclusiones necesarias para el análisis de factores que acarrea el no contar con una infraestructura vial óptima para su transitabilidad.

Justificación Económica: Los caseríos dentro del tramo a realizar que son La Fortuna – Sawintza concernientes al distrito de SJL, justifican que el no contar con una carretera produce una dificultad mayor para crear una unión vial directa con los más importantes centros de consumo y comercialización. Por lo cual la edificación de esta carretera contribuirá al beneficio de la comunidad mencionada anteriormente, al permitir que las actividades económicas produzcan ventajas mayores: primeramente, en la agricultura siendo la actividad económica primordial, donde recalcan más lo que vendría siendo la siembra y recogida de café. También,

la atención de animales que no son solo para su propio consumo sino para comercializar en los pueblos aldeanos y algunos otros distritos cercanos.

La realización de dicha carretera permitirá reducir los tiempos de viaje que realizan los pobladores para transportarse de un lugar al otro, además que se ahorrará el costo de operación vehicular y no solo disminuirá los fletes para poder llevar su producción agrícola y ganadera, sino que también tendrá un gran beneficio en lo que es los servicios de salud y educación.

Justificación Social: El proyecto a realizarse tendrá como principales beneficiarios a la comunidad de las localidades La Fortuna y Sawintza, y sus sectores alrededor. Con respecto a las visitas hechas se pudo observar que existe solo un camino de herradura que no se cuenta en la condición de transitabilidad requerida, por lo cual el propósito de realizar esta carretera es que se fomente el desarrollo con vías que estén aptas para su transitabilidad aportando así progreso y bienestar social, permitiendo una fluida interconexión lo cual producirá contacto de forma cercana con los mercados superiores.

Por otro lado, el beneficio se verá al permitir que los pobladores propicien la anexión cultural con los diferentes lugares colindantes, en efecto esto podrá incrementar más y preferibles ocupaciones para dichos pobladores disminuyendo la pobreza localizada en dichos caseríos.

Justificación Ambiental: El proyecto a realizarse busca como cualquier otra obra realizada en la ingeniería, el cuidado del medio ambiente, tanto en lo que vendría siendo el agua, los suelos, los factores: aire, flora y fauna. Por lo cual se debe tener en consideración el EIA con el propósito de supervisar y aplacar los posibles efectos destructivos del proyecto en el entorno.

Como principal objetivo en este proyecto se tiene: diseñar la trocha carrozable La Fortuna-Sawintza a nivel de afirmado, para el distrito de SJL, provincia San Ignacio, departamento Cajamarca. Respecto a los objetivos específicos tenemos: realizar el estudio de topografía, trazo y diseño vial.; realizar estudio de tráfico, estudio de suelos y el diseño de pavimentos; realizar el estudio de canteras y fuentes de agua; realizar estudio de hidrología, drenaje y obras de arte; elaborar su estudio de señalización, seguridad y el EIA; determinar el presupuesto, metrados, APU, cronograma, fórmula polinómica del estudio y realizar los planos necesarios.

Revisión de literatura

Antecedentes

Se realiza una diferencia entre diversos estudios y proyectos de carretera que se relacionan con el de este proyecto, por lo cual se consideró los siguientes informes en cual serán explicados los más relacionados al tema del proyecto a realizarse:

A Nivel Internacional

En 2010, Orobio [5], en su artículo “Consideraciones para diseñar y construir vías en afirmado estabilizadas con cloruro de calcio”, nos presenta algunas sugerencias dirigidas a mejorar la eficacia de la estabilización con cloruro de calcio restringiendo las emisiones de polvo y en el aumento de la durabilidad de las vías, lo que resultaría en una disminución de los costos de mantenimiento.

Este artículo nos sirve de información por si en nuestro proyecto podríamos necesitar estabilizar el afirmado para una mejor durabilidad de la vía, ya que es parte importante al momento de apertura de una carretera que esta infraestructura no vaya a malograrse rápidamente y no tenga la utilización recomendada.

En 2020, Alvaez, Oñate, Esparza y Oñate [6] en el artículo denominado “Evaluación multicriterio aplicada al análisis de movimientos en masa en carreteras de montaña: un caso de estudio de los Andes del Sur del Ecuador”, el objetivo de este estudio consistió en emplear enfoques de evaluación multicriterio para determinar la propensión a desplazamientos en una carretera de montaña ubicada en el sur de Ecuador. En los resultados se detectaron niveles moderados y elevados de vulnerabilidad en la carretera bajo análisis, con la manifestación de graduales tanto rotacionales como traslacionales.

Al revisar este artículo se concluye que dichas evaluaciones de multicriterio, van a ser una herramienta eficaz para que se puedan realizar mapas que muestran la posibilidad de suceso de

la circulación en masa. y que al final del día ayudaran a definir los factores donde hubo mayor ocurrencia de movimiento.

En 2017, Palma, Cervera y Arenas [7] presenta el artículo titulado “Caracterización y mejoramiento del material de afirmado para terraplenes de la cantera Rebecera La Esmeralda ubicada en el kilómetro 7 vía Totumo”, dicho estudio se ha propuesto con el fin de describir y potenciar el material utilizado en los terraplenes provenientes de la cantera Rebecera La Esmeralda, obteniendo de resultados que el material de dicha cantera carece de límites líquidos y plásticos debido a la falta de partículas finas dentro del material y además, se ha encontrado que su contenido de humedad máximo es de 7.8% y su índice CBR es del 20%.

Mediante este artículo se ha demostrado mediante diferentes ensayos y sus respectivos resultados que no es rentablemente económico el que se llegue a mejorar el afirmado de dicha cantera, ya que por más que se llegué a juntar con el triturado no podrá llegar a el CBR requerido, lo cual no va a generar ninguna relación en lo que es el costo-beneficio para que siga el proyecto.

En el 2020, Firat, Hayder, Adbulnaffa y Isik [8] presenta el artículo titulado “Residuos de aluminio en el subsuelo de las carreteras”, con el fin de examinar la viabilidad de emplear desechos de aluminio espiral obtenidos del fresado controlado por computadora (CNC-W) en la edificación de la subrasante de carretera. Dicho estudio tuvo como resultados que al incluir espirales de CNC-W se incrementa el CBR, y también se observó una limitación en las tasaciones del coeficiente permeable con un tamaño de mezcla de hasta 15%.

A Nivel Nacional

En 2021, Fernández y Cuba [9] presentan el estudio llamado “Diseño de la trocha carrozable Casa Blanca para el Distrito de Huanchay Provincia de Huaraz Departamento de Ancash 2020” el cual ha sido realizado con el fin de darle solución a un vía en estado crítico por sus malas condiciones. Dicho estudio tuvo como resultados las características eficientes para el diseño de dicha vía.

La información brindada en esta investigación nos da diferentes resultados que servirán de referencia al realizar nuestro proyecto, ya que se ven temas que son muy relacionados al realizar una trocha carrozable, que es el mismo caso que realizaremos en esta investigación. Por lo cual va a servir para poder realizar un buen proyecto y tener varias opciones de cómo y qué hacer en diferentes puntos.

En 2021, Sifuentes, Camacho y Garcilazo [10] presentan la tesis de pregrado titulado “Estudio del diseño geométrico de la trocha carrozable tramo Chota-Juan de Dios-El Cardón, Paranday – Otuzco - La Libertad - 2021” realizada para aminorar las carencias en los diferentes sectores socioeconómicos al contar con una vía inadecuada. Se obtuvieron resultados efectivos con sus propiedades necesaria al momento de diseñar la carretera.

0

Gracias a la información brindada en este trabajo de investigación y ver que tiene relación con el proyecto a realizarse, va a ser de gran importancia para tener en cuenta con los diferentes aspectos que se deben realizar al hacer un diseño geométrico.

En 2019, Bernuy y Domínguez [11] presentan la siguiente investigación denominada “Diseño de carretera a nivel de afirmado en el tramo Quirihuac – Santo Domingo distrito Laredo, Trujillo, La Libertad 2019”, la cual se ejecutó con el fin de determinar los atributos geométricos y estructurales pertinentes para realizar la carretera en estudio. Dicha investigación tuvo resultados buenos con respecto a las características propias del diseño de la vía.

La información brindada anteriormente, nos servirá de apoyo para tener en cuenta al desarrollar el proyecto y seguir los consejos brindados según dichos resultados obtenidos.

En 2018, Conde y Cueva [12] presentan la investigación denominada “Propuesta de mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera Cusca - Asco, provincia de Corongo, Ancash, según diseño geométrico DG-2018”, el cual se realizó con el fin de proporcionar las metodologías necesarias para mejorar el nivel del afirmado de la estructura vial. Según los resultados obtenidos, dicho estudio garantizó el mejoramiento de la vía en cuestión, trayendo así una mejoría en la calidad de vida de la comunidad en la zona de estudio.

Esta investigación presentada nos servirá como referencia ya que trata temas que vamos a realizar en nuestro proyecto, son temas propios para diseñar la trocha a realizar, por lo cual será

de importancia para comparar resultados y ver lo más objetivamente el diseño geométrico de futuro proyecto.

A nivel Local

En 2018, Roncal [13] presentó el estudio denominado “Diseño de la trocha carrozable San Juan – San Francisco – Tunal, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2016” el cual tiene como fin diseñar las características necesarias al realizar una estructura vial, para así poder brindar a la población una mejoría en la calidad de vida básica que requieren.

Dicho trabajo al ser de la localidad en la que se realizaremos nuestro proyecto será de suma importancia y del cual podremos guiarnos al momento de la realización del expediente de la obra, ya que tendrán muchas características que nos servirán de base y con el cual podremos comparar resultados y proceder a elegir alternativas que sean las más adecuadas para el proyecto que queremos realizar en la siguiente tesis.

En 2019, Rosillo [14] presentó la investigación denominada “Diseño de la trocha carrozable Alto Ihuamaca – San Francisco – Nueva Lima, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2017” tiene como objetivo diseñar geométricamente una estructura vial que pertenece a San Ignacio, para así perfeccionar los sectores socioeconómicos de la comunidad estudiada.

Esta investigación nos servirá de guía ya que tienen las mismas características al proyecto que queremos realizar, por lo cual tendremos en esta información un buen reforzamiento al momento que queramos realizar algún estudio o diseño, siempre comparando resultados para optar por el diseño más adecuado para el proyecto.

En 2020, Ocupa [15] presenta la siguiente tesis de pregrado titulada “Diseño de la carretera La Palma a Nueva Libertad del distrito de Chirinos, provincia San Ignacio, región Cajamarca, 2015” se realizó con el fin de beneficiar a la comunidad diseñando una infraestructura vial, para que así, les permita conectarse con los distritos circundantes con el propósito de impulsar su desarrollo.

La información brindada en esta tesis nos ayuda como referencia valiosa para nuestro proyecto, ya que al ser de la misma localidad y ver que tienen muchas características similares, ayudará a desarrollar las diferentes dudas que puedan resultar durante el trayecto de la realización de esta investigación.

Bases teóricas

Primeramente, debemos partir por las bases teóricas que nos ayudarán a entender el desarrollo del proyecto de investigación. Por eso se explicará de una forma introductoria acerca de los términos básicos y las normativas que engloban al estudio.

Definición de Términos Básicos

- **Afirmado:** consiste en una estrato densamente compactada de materia granular, el cual puede ser procesado o natural, con el fin de resistir directamente las cargas y tensiones generadas por el tráfico en carreteras y caminos sin pavimentar [16].
- **Agregado:** es un componente de naturaleza granular medido por minerales como arena, grava, escoria o roca triturada, el cual es combinado en diversos tamaños para así emplearlo en las diversas construcciones estructurales [16].
- **Alcantarilla:** es una estructura de drenaje superficial construido por debajo de la subrasante de una obra vial, con el propósito de drenar las aguas de la superficie [16].
- **Badén:** son estructuras edificadas en áreas donde se presentan zonas con flujos de agua estacionales, las cuales acceden al paso de agua, piedras y componentes encima del pavimento [16].
- **Bombeo:** son pendientes transversales diseñado en las áreas que se extienden a ambos lados del centro de una estructura vial, con el propósito de mejorar el desagüe de la ya mencionada [16].

- Botadero: es la locación seleccionada como depósito donde se acumulan los residuos generados por una construcción, el cual no cause impactos negativos en el entorno ambiental [16].
- Calicata: viene a ser una excavación practicada en la zona a estudiarse con el propósito de investigar la composición del suelo a diversas profundidades [16].
- Camino de herradura: es el tipo de vía que se caracteriza por su estrechez y diseño curvilíneo, lo que hace que dicha vía no se ajuste a las condiciones topográficas del área [16].
- Cantera: viene a ser una reserva natural el cual contiene componente apropiado para el empleo en la edificación, arreglo y mejora de diversas obras civiles [16].
- Carretera no pavimentada: es una vía en la cual la superficie de rodadura consiste en gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural [16].
- Cunetas: son estructuras al aire libre que se edifican por ambos lados de la vía, con el fin de dirigir el flujo de agua superficial y subterránea [16].
- Curva de nivel: es la línea que, en una representación gráfica o un plano, conecta todos los puntos que tienen la misma elevación vertical, altitud o cota [16].
- Estabilización de suelos: viene a ser el procedimiento para mejorar las diversas propiedades de un terreno, en el cual se pueden agregar productos tanto químicos, naturales o sintéticos [16].
- Plano topográfico: es la representación gráfica que exhibe las características fundamentales de un terreno, las cuales se basan en la recolección de datos obtenidos por el levantamiento topográfico [16].

- Obras de arte: son diversas construcciones diseñadas para gestionar y minimizar los impactos adversos que las aguas superficiales y subterráneas pueden tener en una carretera [16].
- Subbase: viene siendo la capa que se integra sobre la subrasante y directamente debajo de la base de una obra civil [16].
- Subrasante: es la capa de suelo natural que se encuentra a la altura de las operaciones de excavación o relleno, sobre la cual se instala la capa de pavimento o afirmado [16].
- Tránsito: es la circulación tanto de la población, vehículos y animales a lo largo de las carreteras de acceso público [16].
- Trocha carrozable: viene a ser una vía sin pavimentar, la cual se caracteriza por ser construidas constantemente en las zonas rurales donde los terrenos son accidentados y son poco factibles de construir carreteras convencionales [16].

Normativa básica

Manual de diseño geométrico de carreteras (DG-2018) (MC-02-18).

Modelo que sirve para organizar y recopilación de tecnología, además de otros procedimientos en el trazo de estructuras viales, regidas en función de sus conceptos y desarrollo según lineamientos específicos. Este Manual, considera también los cuidados ambientales, en concordancia normas para construir Carreteras y normativa en vigor sobre administración de obras viales. Esté también se encuentra en Manuales para carreteras según reglamentos de gestión de obras viales. [17]

Manual de carreteras “Especificaciones técnicas generales para la construcción” (EG-2013) (MC-01-13).

La finalidad de este manual es hacer que las condiciones, los requisitos, los parámetros y también los procesos de las actividades de construcción de infraestructuras sean uniformes. Este enfoque busca la estandarización de procedimientos para así poder adquirir una óptima condición en las obras, y al mismo tiempo que a la vez contribuya a prevenir resolver las posibles disputas en la gestión de contratación [18].

Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

MTC ha creado dicho Manual considerando que las carreteras ayudan localmente, a nivel de regiones y en todo el ya que tienen un mayor porcentaje de viabilidad en este rubro. Por esto, es necesario que, en todo el país las autoridades competentes implementen esta norma en las obras públicas. Para mayor seguridad vial, los proyectos del sector privado, se regirán al cumplimiento al menos con esta norma [19].

Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje (MC-07-11).

Contiene un resumen de lo más importante de la materia el cual sirve como planificación de estructuras de drenaje superficial y subterráneo en las vías, ajustadas a las necesidades del área circundante del estudio. Además, asiste al proyectista proporcionándole una constante evaluar el caudal, lo que permite concebir estructuras de drenaje capaces de controlar el flujo de aguas superficiales subterráneas y así discurran sobre las calzadas y debajo de ellas, con el fin de que la estructura del pavimento no comprometa la estabilidad debido a las demandas hidrológicas y geomorfológicas del entorno [20].

Manual de carretera: suelo, geología, geotecnia y pavimentos (MC-05-14).

Tiene como fin proporcionar los lineamientos, criterios para la optimización del diseño en capas superiores, superficies de rodadura en vías no pavimentadas, permitiendo que sean estables estructuralmente y así logren mejorar su desenvolvimiento en términos de eficiencia técnica-económica, logrando perfeccionar el bienestar de la sociedad. La mayoría de los sistemas de categorización del terreno se basan en pruebas de naturaleza fáciles para determinar la categoría de terreno en la que serán asignados a un sector específico [21].

Manual de ensayo de materiales (MC-06-16).

Este Manual cumple con las normas y especificaciones instauradas por establecimientos especialistas acreditados a nivel internacional como AASHTO, ASTM, etc., y satisfaciendo las restricciones específicas locales. Esta regulación establece los requisitos que deben satisfacer los profesionales de laboratorio, al igual que los dispositivos utilizados para llevar a cabo las pruebas y la documentación de los resultados en los proyectos encargados por el MTC [22].

Manual de seguridad vial (MC-10-17)

El propósito de este manual es establecer normas ayuden en la mejora de propiedades de infraestructuras viales, para poder incrementar su seguridad intrínseca y proteger las redes viales en favor de sus beneficiarios. Además, identifica y desarrolla elementos, que logren el control en cada etapa de gestión vial [23].

Ley general del ambiente (LEY N°26811)

Implanta los principios y las reglas fundamentales que garantizan el cumplimiento del derecho constitucional en un entorno adecuado en salud, equilibrio para lograr el progreso de las poblaciones. También regula que se cumplan las obligaciones relacionadas al medio ambiental para poder alcanzar el progreso de los pobladores, su desarrollo sostenible económicamente, y que se pueda mejorar los ambientes tanto urbano como rural, con el fin de conservar patrimonios culturales de la nación [24].

Contenidos de los Estudios Definitivos de Carreteras

A continuación, se presentan los diferentes contenidos a tener en cuenta para poder realizar el estudio de una carretera.

Tabla N°1: Contenidos para el estudio de carreteras

Contenidos	Definición
Resumen Ejecutivo	Presenta el estudio definitivo de la vía y proporciona un resumen general del proyecto, ofreciendo de manera concisa y clara un panorama del contenido y los objetivos del mismo.
Memoria Descriptiva	La memoria descriptiva comprende una visión general del proyecto, incluyendo detalles sobre su ubicación, características generales como topografía, clima, altitud, distancias a las poblaciones circundantes, habitantes beneficiada y otros aspectos distintivos que forman parte del proyecto.
Metrados	Engloban la medición y cuantificación de los diferentes elementos que conforman una carretera, incluyendo aspectos como su extensión, amplitud, profundidad y la cantidad de materiales requeridos para su edificación.
APU	Incluirán la valoración de los bienes asociados con personal de obra, materiales y maquinas necesarias para la actividad o partida a realizar.
Presupuesto	Consiste en calcular el precio global de la vía, además abarcará las partidas, los alcances, definiciones y unidades de medida.
Fórmula Polinómica	Se ajusta a las normativa actuales en el campo, en la cual el expediente del diseño puede contener o no las fórmulas para la actualización automática los cambios en los precios.
Cronogramas	Involucra la planificación para ejecutar las partidas genéricas y específicas definidas en el proyecto, instaurando la ruta crítica correspondiente para asegurar el logro de la finalidad del proyecto.

Especificaciones Técnicas	Estas coincidirán con las que se encuentran detalladas en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción, que están vigentes.
Estudios de Ingeniería Básica	Comprenden los siguientes puntos: tráfico, topografía, suelos, canteras, fuentes de agua, hidrología, hidráulica y seguridad vial
Diseños	Comprende los diseños: geométricos, de pavimentos, estructuras, drenajes y seguridad vial.
Estudios Socio Ambientales	Engloba el producto del análisis ambiental del proyecto, cumpliendo con los requisitos de la entidad contratante y en concordancia con la regulaciones actuales sobre la materia.
Planos	Se elaboran de acuerdo a las escalas, formatos, tamaños y cantidades especificadas por la entidad contratante, así como conforme a las regulaciones vigentes.

Fuente: Propia

Materiales y metodología

Tipo y nivel de investigación

Tipo

El estudio indica que este diseño es descriptivo, porque observar, describir y comprender los datos actuales, recolectando los datos necesarios.

Nivel

Por otro lado, de acuerdo al objetivo que persigue el proyecto es aplicada, ya que su finalidad es resolver brindar una solución práctica al aplicar y utilizar conocimientos y saberes

que se adquirieron mediante la práctica en la carrera. Se basa en los descubrimientos de las investigaciones y se utiliza para lograr los objetivos establecidos.

Método

El método para este proyecto es de investigación Inductivo, ya que parten de la observación de múltiples hechos o fenómenos para clasificarlos para establecer relación o puntos de conexión entre ellos. Este caso pertenece al método inductivo ya que se realizarán estudios, ensayos. etc., para así determinar el diseño geométrico de dicha trocha carrozable aplicando la normativa vigente.

Orientación

La orientación de la investigación es Aplicada, ya que utilizamos los conocimientos de DG en carreteras y se verifica los datos.

Enfoque

Este será Mixto ya que, la información podrá ser contados de manera numérica, es decir cuantitativamente con los distintos resultados que se obtenga de los estudios, así como cualitativa para poder describir las propiedades del área a estudiar, para aplicar la perspectiva de la normativa vigente.

Recolección de datos

Este estudio es Retroelectivo, porque se da a partir de fuentes de información sólidos, con el conjunto de investigaciones verídicas como lo son los referentes en los diferentes estudios de diseños geométricos.

Estudio de diseño

La investigación se hará a través de diferentes estudios aplicando las normas vigentes para su diseño tanto geométrico, de estructuras, del pavimento, etc.

Diseño de investigación

Es experimental ya que, a partir del análisis de los datos de una realidad problemática, se procesan diferentes estudios que luego se procesaran en laboratorios para su posible resultado.

Población, muestra y muestreo

Para la población, la siguiente investigación al ser una vía abarca a los pueblos La Fortuna – Sawintza, el cual presenta una longitud de 15 km.

Se calcula la dimensión de una muestra que tiene población finita, y se puede hallar con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 * N - 1 + Z^2 * p * q}$$

Donde:

Z = 1.96 (Nivel de confianza 95%)

P = 0.5 (50 proporciones complementarias)

q = 0.5 (50 proporciones complementarias)

e = 0.05 (error muestral 5%)

N = 15 km (Tamaño de la población)

n =? (Tamaño de la muestra)

Reemplazando valores:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5 * 15}{(0.05)^2 * (15 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{14.406}{0.9954}$$

$$n = 14.473 \text{ km}$$

Muestreo

El muestro para su recolección de datos será especificado:

- Calicatas cada 1km
- Topografía cada 20 m y 10 m en curvas.
- Contenido vehicular por siete días.

Técnicas, fuentes e instrumentos de recopilación de información

Técnicas

Estudio de Tráfico

Procedimiento esencial encargado de cuantificar, categorizar y saber el flujo de transporte (IMDA), las características y el origen del flujo de transporte en una determinada zona o tramo de carretera. Esto se realiza con respecto al formulario o guía de la normativa.

Estudio topográfico

Procedimiento clave para la organización y trazo de estudios de edificación, la cual permite medir y representar las características y niveles presentes en una superficie de terreno, como lo son: orografía, pendientes, alineamiento vertical, cortes transversales, etc.

Estudio de Suelos

Proceso que se encarga de medir y analizar las propiedades del terreno en un determinado entorno, en el cual se realizará con la ayuda de los respectivos ensayos: Contenido de Humedad, Granulometría, Peso específico, Limite líquido, Limite plástico, Resistencia a la abrasión, Equivalente de arena, California Bearing Ratio – CBR y Proctor Modificado

Estudios Hidrológicos

Es el proceso que se requiere para medir y analizar las características y comportamientos de los recursos hídricos en una determinada zona o cuenca hidrográfica.

Fuentes:

- Bibliografía
- Reglamentos actuales
- Manuales
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Instrumentos

Programas de cómputo

Se utilizarán los siguientes: AutoCAD, Civil 3D, Word y Excel, S10, Ms Project y Google Earth Pro

Topografía

Se tiene en cuenta los siguientes instrumentos: Estación Total, Prisma en estación total, Brújula, GPS, Eclímetro, Winchas, Estacas, Libreta, Pintura, pincel, etc.

Laboratorio de mecánica de suelos

Se utilizan los detallados a continuación: Mallas, Hornos, Máquina de los Ángeles, Moldes de Proctor, Moldes de CBR, Equipo de corte directo, Equipo para límites de Atterberg

Metodología

Estudio de Tráfico

Para determinar los parámetros, definir la forma del camino, establecer monitoreos de circulación y estimar el estándar de trabajo para las diferentes infraestructuras de vehículos, es esencial comprender el volumen de vehículos que transitan en la zona.

Se logra esto, llevando a cabo un estudio de tráfico que se encargará de cuantificar, clasificar y cuantificar la cantidad diaria de vehículos al circular en un camino. Luego obtenido el IMDA, se podrán definir las especificaciones del proyecto de la carretera, categorizarla y crear planes de perfeccionamiento y cuidado.

Este describe la media aritmética de las cantidades diarias anuales, probables o vigentes en un fragmento específico del camino. Saber esto nos proporciona la comprensión cuantitativa de la relevancia del camino en la sección en cuestión y facilita evaluar la factibilidad económica.

La carretera se proyecta para una cantidad que se espera sirva al final del diseño y se debe calcular: la demanda diaria promedio, es decir el promedio de movilidades, que se desplazan diariamente por la vía, y aumenta según un porcentaje de crecimiento anualmente. Estas cantidades se obtendrán en forma manual o con sistemas tecnológicos.

Ubicación geográfica de la vía

La propuesta está localizada en San José de Lourdes, perteneciente a San Ignacio, dentro de la región Cajamarca. Se puede ingresar al área de estudio por la carretera longitudinal (DV Olmos – Jaén – Tamborapa – Puerto Chinchipe), luego se continúa por un camino hasta llegar al Centro Poblado El Diamante, y por último se recorre por un camino de herradura hasta el inicio del Proyecto.

Tabla N°2: Datos del distrito San José de Lourdes

Departamento	Cajamarca
Provincia	San Ignacio
Distrito	San José de Lourdes
Extension territorial (km2)	1483
Altura (m.s.n.m)	1180
Población (hab)	19 989

Fuente: Propia

Conteo volumétrico de tráfico

Para poder realizar el recuento de tráfico, se procede a establecer conteos en el camino del proyecto o en los puntos del camino circundantes al área propuesta, y con respecto a sus características se procederá a hacer el recuento. Para recopilar información y establecer los indicadores que precisarán el diseño del camino en análisis, durante el período de recuento se anotan las unidades de movilidad que circulan en el camino, el sentido circulante y la clasificación del vehículo. El recuento de moviidades dura 7 días y por 24 horas consecutivas.

Los puntos de recuento se precisan para 1 estaciones de cálculo, por lo cual se considera los siguientes aspectos:

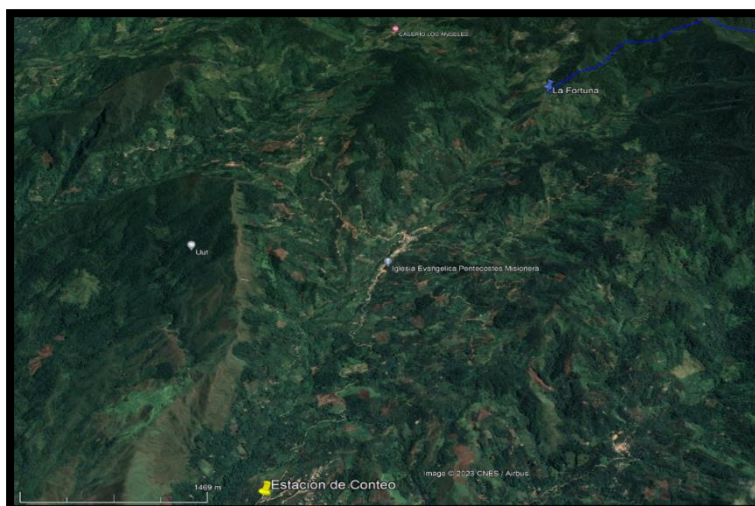
- Para fijar una recopilación de datos más precisa, es crucial encontrar una posición estratégica.
- Tener en cuenta la presencia de otras rutas, para prevenir que el tráfico se redirija hacia ellos y no influya en el recuento.
- Es importante disponer un amplio campo de visión, para identificar fácilmente las moviidades.

El transito vial, se determinó siguiendo la estación, con las sus respectivas coordenadas:

Este: 728808.13

Norte: 9445445.41

Figura N°1: Estación de conteo



Fuente: Google Earth

Contando ya con los trabajadores de asistencia para la recopilación de datos, es vital mencionar que para el conteo vehicular se efectuó en los dos sentidos de la vía, y con ayuda de materiales óptimos para el recuento.

Digitación y Control de Calidad

Se realizará propiamente en el gabinete. La información obtenida en situ pasa a ser manejados en hojas de Excel, en el cual dicho software nos permite tener un control de la cantidad de movilidades diarias, en dirección de circulación y con respecto a la categoría de la movilidad.

Después de haber obtenido los datos, se podrá conocer el flujo de tráfico en circulación para el camino aledaño al proyecto en análisis, como también la categorización de movilidades y los cambios que hay diariamente y a todas horas.

Obtención del recuento

La finalidad al procesar el recuento volumétrico de tráfico de los datos obtenidos es encontrar IMDA, la organización horaria, brindando los resultados de la máxima cantidad horaria.

Empleando mediante lo siguientes formulas:

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

$$\text{I. M. D. S} = \frac{(\text{VDL} + \text{VDMa} + \text{VDMi} + \text{VDJ} + \text{VDV} + \text{VDS} + \text{VDD})}{7}$$

Donde:

IMDs = índice medio diario por semana.

IMDa = índice medio diario por año

FC = Factores de Corrección Estacional

VDL, VDMa, VDMi, VDJ, VDV = Volumen vehicular de días laborables

VDS = Volumen vehicular de día sábado

VDD = Volumen vehicular de día domingo

Proyección de tráfico

En el desarrollo del tráfico para el proyecto, se consideraron los datos del conteo de tráfico llevado a cabo específicamente para este proyecto, en el cual la proyección es 20 años.

Al analizar el tráfico se consideraron 2 categorías de tráfico: tráfico normal (a) y el tráfico que se generará (b).

Con el caso (a), el aumento será espontáneo en relación al desarrollo económico del país, sin intervenciones que provoquen incrementos extremos.

Con el caso (b) (con proyecto), hace referencia al tráfico que circularía si se edifica la ruta, el cual mejoraría la producción agrícola, agropecuaria, además reduciría la duración del recorrido y la distancia entre las comunidades relacionadas al proyecto.

Haciendo referencia a los temas ya mencionados anteriormente, se llegó a elaborar el cálculo para el tráfico ya explicado y en el cual se toman en cuenta para las estimaciones futuras de dicho tráfico.

Crecimiento del tránsito

Para determinar la duración de un camino, es necesario analizar sus variantes de sus condiciones primarias, cuyo análisis se podría complicar debido a la pérdida de la obra o los cambios imprevistos por el uso del terreno, lo que puede generar cambios en las cantidades de tránsito, pautas y las demandas. Es decir, se emplea como fundamento para su diseño y una duración de 20 años.

Proyección

Para realizar la estimación de la demanda, se utilizó una tasa de crecimiento del distrito y departamento detallado a continuación:

Tabla N°3: Tasa de crecimiento del distrito y departamento

rvp =	1.51	Tasa de crecimiento anual de San Ignacio	Vehículos de pasajeros
rvc =	7.5	Tasa de crecimiento anual del PBI Cajamarca	Vehículos de carga

Fuente: INEI

Para obtener el resultado de la proyección del tráfico, se aplicó la formula detallada a continuación:

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

Donde:

T_n = tránsito proyectado al año en vehículo por día

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

r = tasa de crecimiento anual del tránsito

n = año futuro de proyección

Categorización de las carreteras de acuerdo a la demanda

En el territorio peruano los caminos se categorizan según su función demandada, por lo cual según lo obtenido del volumen vehicular se establece la categorización de carretera necesitada.

Las carreteras de tercera clase cuentan con un IMDA menor a cuatrocientos vehículos/día, cada calzada debe tener dos carriles de 3.00m de anchura, se podría tener 2 carriles de máximo 2.50 m excepcionalmente si se sustenta técnicamente.

Las trochas carrozables se pueden transitar, pero no llegan a alcanzar los criterios geométricos de una carretera, con un IMDA menor de doscientos vehículos/día, cada calzada debe tener 4.00 m en lo ancho mínimamente, aquí se debe construir ensanches llamados plazoletas para cruce, mínimo de 500 m cada uno. Podría ser afirmada o sin afirmado.

Estudio de Rutas

Una ruta es un corredor de ancho variable, que enlaza dos o más ubicaciones y, puede pasar por una o más poblaciones en su recorrido, denominado puntos intermedios de paso obligatorios. Existe la posibilidad de que existan dos o más rutas posibles para el estudio de estas, para elegir quien cumple con necesidades y las condiciones necesarias establecidas por normativa.

Al realizar esta investigación va a consistir en un método que se ajustará según los factores involucrados en la delimitación de la ruta. Se iniciará con la selección de datos relacionados con estos aspectos para, posteriormente, llevar a cabo el análisis de la ruta.

Alternativas de ruta

Inspección del terreno

Primero se llevó a cabo una asamblea donde estuvieron presentes los funcionarios pertinentes y los pobladores de la zona involucrada, con el propósito de recibir datos del terreno donde se realizará el estudio, en donde también, se solicitará los permisos necesarios a la población y las autoridades para poder realizar los trabajos en campo.

Se trató temas para el futuro desarrollo del proyecto, como lo son puntos notables de la topografía, puntos de paso, los terrenos que podrían ser expropiados, etc. los cuales se muestran a continuación.

Figura N°2: Asamblea con autoridades y población del área



Fuente: Propia

Figura N°3: Asamblea con autoridades y población del área



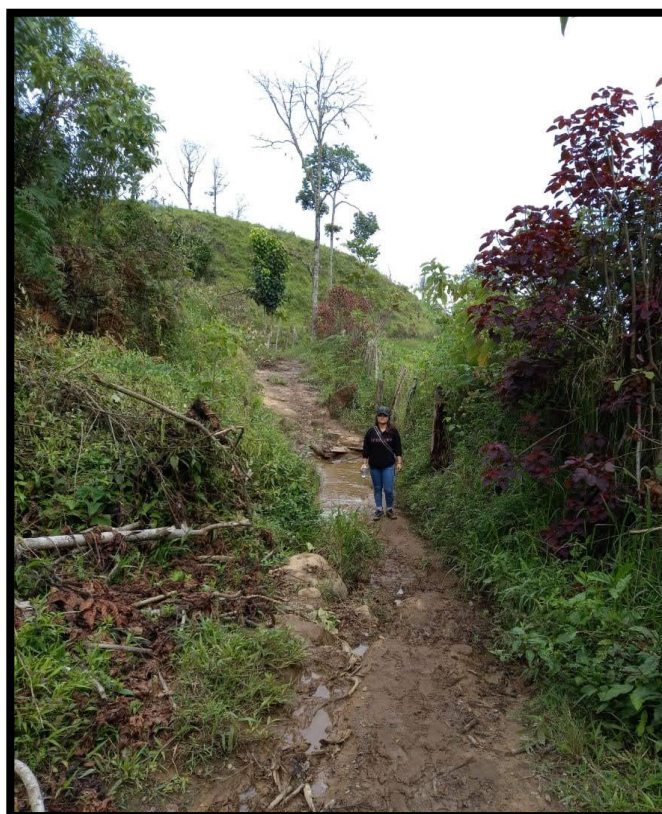
Fuente: Propia

Figura N°4: Inspección del área



Fuente: Propia

Figura N°5: Inspección del camino vigente



Fuente: Propia

Se identificaron las posibles rutas que se podría seguir de acuerdo al terreno presente, tomando en cuenta por donde no se deberá pasar la vía ya que son de propiedad privada. También, se pudo identificar la disposición de escurrimientos, aflorando en la zona.

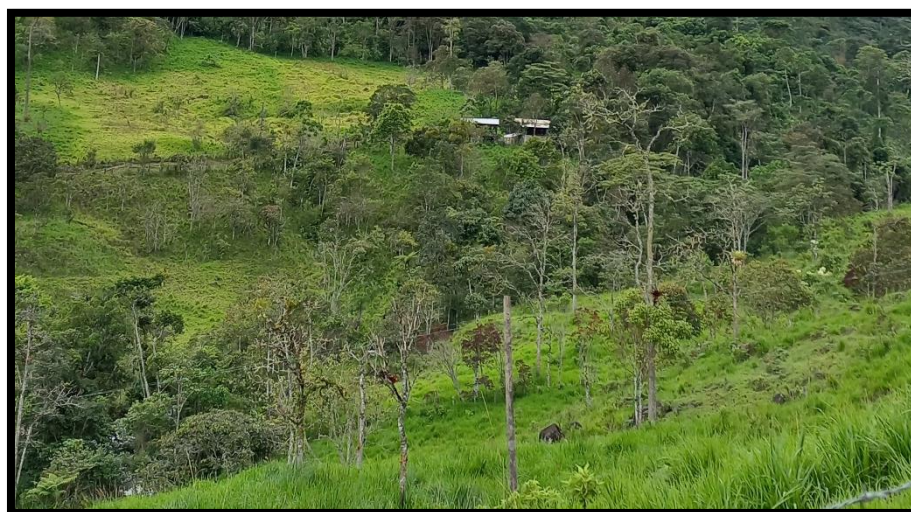
Además, se observó muchas de las propiedades dentro de la zona están cubiertas por hectáreas de productos agrícolas, como lo es el café. Por otro lado, se presenciaron grandes superficies de terreno que albergan pastos, el cual es de uso de ganado vacuno.

Figura N°6: Plantación de Café dentro del área



Fuente: Propia

Figura N°7: Terrenos de herbaje para la ganadería



Fuente: Propia

Fue posible reconocer que en varios puntos la altura en que se encuentran los centros poblados, vienen a ser un factor importante que se debe tener en cuenta al momento de que se realice el trazo de la pendiente.

Luego de tener todos los datos conseguidos en el reconocimiento de campo, se procesó los datos para poder tomando la decisión final acerca de la ruta más adecuada y viable. También, se comprobó las áreas con mayor y menor pendiente, con el propósito de discutir lo más factible el movimiento de tierras que se tenga que llevar a cabo.

Tipo de terreno y la máxima pendiente

Se inicia con la categorización del tipo de terreno, lo que permitirá establecer las restricciones de pendiente y velocidad máxima aplicables en el diseño. Para esta categorización, se recurre a las pautas proporcionadas en el Manual según el DG-2018.

Tabla N°4: 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																				
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	10.00
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

Fuente: [17]

Con respecto a la topografía y el reconocimiento que se llevó a cabo en campo, se llegó a la conclusión que la zona del proyecto estudiado es escarpado o accidentado.

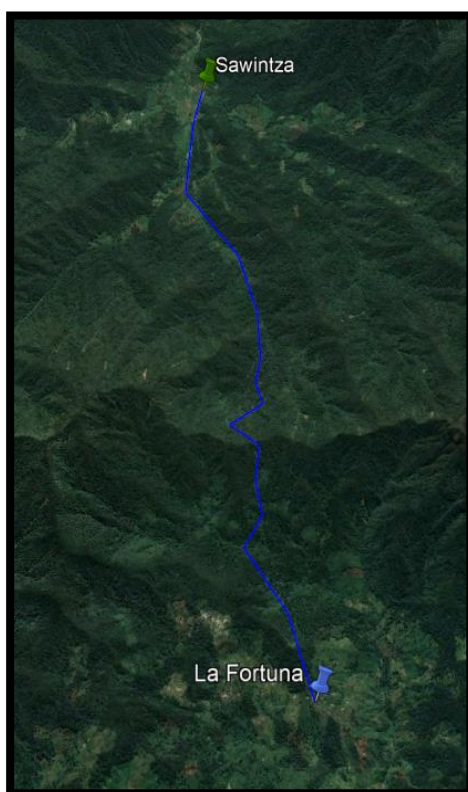
Lineamiento y puntos obligatorios

Al realizar una ruta, se intenta mantener la ruta general al realizar el trazo lo más posible dentro de terreno plano. A pesar de los esfuerzos no siempre se consigue, debido a la topografía de la zona, de tal manera que, al acercarse a la base de una montaña, la inclinación se incrementa encima de los límites permitidos por las regulaciones lo que implica la necesidad de construir la carretera.

Después de llevar a cabo la inspección in situ de la configuración del terreno, la utilización de las tierras en la zona de interés, incluyendo las áreas de cultivo y las secciones que serán utilizadas.

La Fortuna – Sawintza, son los puntos obligados que se han identificado del camino, por lo cual son los centros poblados que debe unir el camino del proyecto.

Figura N°8: Puntos obligados del estudio

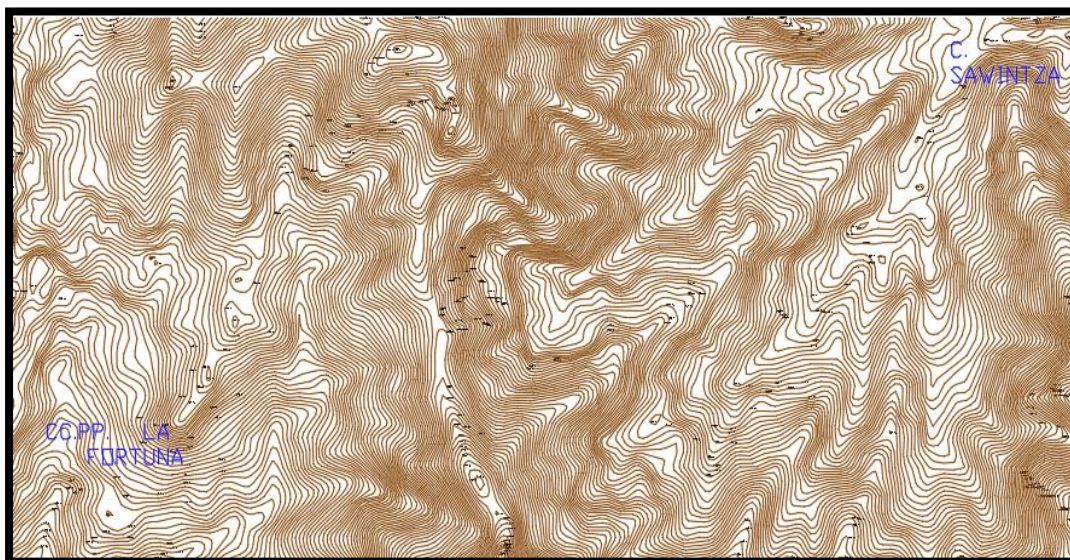


Fuente: Google Earth

Seguido de tener los puntos obligatorios, se ha procedido a ubicar las curvas de nivel del área estudiada, creándolas con Google Earth para luego exportarlas al AutoCad Civil 3D, con la intención para realizar un boceto inicial de las posibles rutas y poder seleccionar la más apropiada.

Cabe señalar que en las curvas que permiten apreciar el nivel, se pudo identificar puntos anteriores que permitieron tener percepción más clara en comparación a la percepción inicial, puntos de transición y puntos de llegada, así también identificar las áreas restringidas que no se puedan pasar.

Figura N°9: Curvas de nivel del área



Fuente: Google Earth - AutoCAD

Alternativa propuesta en campo

Generalidad del trazo

Para fundar una ruta que conecte dos puntos predefinidos, se necesita crear un ancho de terreno en que no presente mayores obstáculos para su uso debido a la topografía y que sea factible construir una carretera que cumpla con las requisitos mínimos y máximos ya establecidos.

Para comenzar a ubicar una ruta cuando esta presenta una topografía plana u ondulada, se procede a realizar un trazo estimado utilizando señalización con una línea, empleando el estacado en el camino vial, tratando de seguir la trayectoria más corta entre los puntos a enlazar, y contemplando que existen zonas accidentadas naturales y edificaciones o alguna clase de instalación

Elección de inclinación para trazar la ruta

La pendiente a trabajar podría oscilar entre un rango entre un aumento mínimo del 1% y una disminución máxima del 1%. De acuerdo con el MC –DG-2018, cuya indicación de pendiente máxima es de 10%.

Proceso

Primeramente, se realizó el reconocimiento del espacio donde se estableció los factibles trayectos, valorando así los procesos más probables para el diseño.

Figura N°10: Rumbo de probables trayectorias



Fuente: Propia

Precio a la visita de campo se dispuso los materiales que se emplearan, como estación total, GPS, eclímetro y estacas.

Figura N°11: Estación total

Fuente: Propia

En algunos tramos de la zona, se observó que se encontraban densos bosques y además fuertes pendientes, lo que requirió el uso de instrumentos como para quitar y abrirse paso.

Después de haber colocado las estacas en los puntos de inflexión; se procedió a obtener las coordenadas de cada punto ayudándonos del GPS, y demás herramientas; para así trasladar las curvas de nivel mediante el programa de Google. Esto permitió estudiar las rutas posibles.

Rutas de estudio

Se hizo posible mediante el levantamiento topográfico para observar si el campo es apto para la elección de la mejor ruta.

Trazo de la línea de inclinación

Seguidamente de disponer la alternativa para trazo N° 01 con las curvas de nivel, se realizó el trazado de una ruta adicional con el fin de evaluar y poder obtener la alternativa más adecuada, para esto se debe utilizar las metodologías de trazo en línea de inclinaciones, para poder características técnicas de cada una y realizar una comparación con resultado de la ruta más adecuada.

Evaluación de beneficios y rentabilidad

Conceptos Generales

Precios sociales

El impacto económico real de la producción de PI en la sociedad se mide por el precio social de la producción de bienes o servicios. Este efecto ocurre porque la producción en cuestión aumenta la disponibilidad del bien o servicio para la sociedad y/o disminuye la cantidad producida por otros productores.

Sin embargo, el verdadero costo económico para la sociedad se mide por el precio social de los insumos utilizados por el PI. El efecto es que el PI desvía estos materiales de otros usos y/o recursos que el país debe brindar para satisfacer la demanda del PI, reduciendo así la producción de otros productos.

En conclusión, se deberá utilizar los precios sociales para así poder determinar los costos de operación con respecto a vehículos, costos que se han invertido y costos para mantener la infraestructura con la finalidad de poder evaluar socialmente el proyecto.

Tasa social de descuento

Se utiliza el método Costo-Beneficio al evaluar proyectos de obras públicas conllevando beneficios para la comunidad a través de la inversión del Gobierno. En este enfoque se debe utilizar un 8%, valor que refleja actualmente los costos de oportunidad en fondos públicos de inversión.

Parámetros de evaluación

Valor Actualizado Neto (VAN)

Es la diferencia costo actualizado y beneficios del proyecto, se aplicará la siguiente formula:

$$VAN = \sum_{I=0}^n (B_{ia} - C_{ia})$$

$$Bia = \frac{Bi}{(1 + r)}$$

$$Cia = \frac{Ci}{(1 + r)}$$

Donde:

VAN = Valor actual neto

Bia = Beneficio del proyecto percibido al año i, actualizado al año cero

Cia = Costo del proyecto incurrido del año i, actualizado al año cero

Bi = Beneficio del proyecto percibido al año i

Ci = Costo del proyecto incurrido al año i

n = Periodo de análisis, en años

r = Tasa social de descuento

Tasa interna de retorno (TIR)

El TIR es de suma importancia con respecto a los proyectos que van a generar costos y después beneficios, por lo cual se debe tener en cuenta que, por lo tanto, si el signo del flujo varía en más de un momento, traerá como consecuencia la existencia de la probabilidad de alcanzar más que un solo TIR. Este representa lo que viene siendo la tasa de actualización social permitiendo que el VAN sea cero de manera analítica.

Se aplica la fórmula de la tasa interna de retorno:

$$\sum_{i=0}^n \frac{Bi - Ci}{(1 + TIR)} = 0$$

Al momento del resultado se debe tener en cuenta que, si tenemos el TIR que permite conocer si el proyecto es rentable o no socialmente

Estudio Topográfico

El estudio de tráfico es un análisis técnico del terreno, el cual involucra la evaluación de la superficie terrestre, tomando en consideración sus propiedades físicas, geográficas y geomorfológicas. El alzamiento topográfico ayuda a establecer los diferentes márgenes horizontales y las altitudes de los componentes en un determinado plano, en cual se dará mediante un proceso de curvas de nivel, a gradillas determinadas.

Se presenta como recomendaciones que en los planos el rango de escala es entre 1:2000 y 1:10000 y que las curvas de nivel se representen en espacios de 5 m altura. Sin embargo, cuando se tienen áreas accidentadas el trazado de curvas a dicho intervalo puede ser poco práctico, por lo cual se deberá indicar un intervalo mayor.

Topografía y trazado

En estudios de gran magnitud, es fundamental que la topografía se georreferencie, por consiguiente, se debe obtener datos de ubicación y altitud precisas. También, en los planos se debe incluir puntos de referencia o el BM para un buena referenciación.

Trabajo in situ

Para realizar los trabajos se incluye el alzamiento en el centro, topográfico en márgenes derecho e izquierdo para conocer secciones transversales y donde se podrá ubicar obras de arte, casas y BM.

Figura N°12: Obtención de coordenadas



Fuente: Propia

Figura N°13: Personal de Apoyo



Fuente: Propia

Se usó una estación marca TOPCOM, trípode, jalones, winchas, primas, etc.

Estudio de Mecánica de Suelos

Las ejecuciones de los trabajos relacionados a mecánicas de suelos se llevan a cabo con el propósito de investigar y comprender las propiedades del terreno lo cual permitirá establecer ciertos parámetros para la planificación del camino.

El estudio se realiza mediante tres fases: primeramente, se recopila información directamente en situ; después se procede a analizar las propiedades de los materiales involucrados evaluando los datos obtenidos y así establecer criterios en diseño.

Ubicación y acceso

La realización del proyecto se ubica según lo detallado a continuación:

Departamento: Cajamarca

Provincia: San Ignacio

Distrito: San José de Lourdes

Localidades: La Fortuna, Sawintza

Descripción de la vía existente

En la fase inicial, el objetivo es reconocer las particularidades del terreno y evaluar la carretera en la región a estudiar. Se observó en la ruta existente se expone un terreno de característica accidentado, además de contener grandes depresiones al ser parte de la región ceja selva.

Figura N°14: Trayecto de potenciales rutas



Fuente: Propia

Figura N°15: Trayecto de rutas



Fuente: Propia

Para realizar el diseño de la vía que unirá La Fortuna – Sawintza, se inició la caminata en el centro poblado La Fortuna con suceso de 0+000 km y se finalizó en el caserío Sawintza con suceso de 14+499.47 km.

La parte a estudiar presenta un camino de herradura como acceso para las localidades existente en a lo largo del tramo, atravesando superficies de cultivos y superficies de ganadería. En el cual se observan superficies con plantas de café, plátanos, etc.

Trabajos realizados en el estudio

Los trabajos relacionados con el estudio de suelo, se realizan para estimar y señalar las propiedades física - mecánica del suelo natural, así como de las capas base que servirán de soporte a la superficie de rodadura.

Se realizarán ensayos destructivos (calicatas) para poder saber la información acerca de las propiedades del terreno en el área a estudiar.

Investigación de suelos

Se llevó a cabo una inspección de la zona, para determinar un programa de exploración, que incluye calicatas y pozos, donde se obtendrá muestras de suelo. La muestra dependerá del tipo de ensayo.

Se definió la cuantificación de calicatas por km según la clasificación del terreno, empleando el manual antes mencionada respecto a suelos y pavimento, que se detalla:

Tabla N°5: Cantidad de calicatas para Suelos

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	1.50 m respecto al nivel de sub rasante 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	1.50 m respecto al nivel de sub rasante 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.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante 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.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante 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.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante 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.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: [21]

Según el desarrollo del estudio, la metodología realizada del tráfico obtuvo un IMDA menor a 200 vehículos/día, que significa es una trocha carrozable. De acuerdo a esto, se excavo una calicata por cada km, alcanzando una profundidad mínima de 1.50m desde la sub rasante.

Se realizaron análisis en situ, ya que son sirven para adquirir la información necesaria que permiten definir las cualidades del área de estudio. Después del estudio en campo, es necesario llevar a cabo ensayos en el laboratorio para su posterior investigación. Se obtuvo muestras de calicatas realizadas, para poder efectuar los ensayos, obteniendo los datos requeridos para poder diseñar la vía a estudiarse.

Figura N°16: Muestra de suelos en el laboratorio



Fuente: Propia

Según [21] se señala que la cantidad de CBR a realizar mínimamente es con respecto a la categorización de la carretera. Por lo tanto, en el estudio se han adquirido muestras cada tres km.

Tabla N°6: Número de Ensayo Mr y CBR

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"> 1 Mr cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
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 con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: [21]

Ensayos en laboratorio

Los trabajos de EMS, fueron realizados en laboratorio “TECNISU F&F”, dichos estudios nos ayudan a evaluar las características que contempla el terreno de la zona a estudiarse. Seguidamente, se detalla los ensayos a ejecutados para el proyecto:

Propiedades Físicas

Humedad

Este ensayo es un método que se utiliza para señalar el valor de humedad contenida en una muestra del terreno. Para dicho ensayo se debe pesar la muestra con su humedad inicial, posteriormente pasa a la máquina de horno a una temperie constante de 105°C durante todo un día, luego se aleja de la máquina para que así se enfríe la muestra y poder pesarlo. Por último, se multiplica por 100 la diferencia de peso de esta manera se obtendrá el porcentaje de humedad natural del terreno.

Granulométrica

Método de ensayo utilizado para estimar la gradación de partículas en un suelo, esto se logra al tamizar el material a través de las mallas N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°140 y N°200 como las especifica el Manual de Ensayo de materiales del MTC.

Límite Líquido y Límite Plástico

La capacidad de ser moldeable viniendo la característica con respecto a la plasticidad de un suelo. Esta propiedad está relacionada con el valor de arcilla que contiene la muestra que pasa por el tamizado N°200. Es importante señalar que un material con un contenido específico de humedad se puede encontrar en cuatro estados: líquido, plástico y seco. Dependiendo del contenido de humedad sea el mínimo, este comenzara a adquirir consistencia lo cual permitirá que dicho material sea trabajable convirtiéndose así en estado plástico.

Método SUCS y Método AASHTO

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es un método de categorización de suelos utilizado para especificar la textura y las dimensiones de las partículas en un suelo. Este método categoriza del terreno en dos amplias categorías: los suelos gruesos y suelos finos; los primeros se subdividen en arena o grava por medio del tamiz N°4, mientras que los finos se subdividen en limo o arcilla.

Cada categorización se identifica con un símbolo compuesto por dos o tres letras. La letra inicial indica la categorización de suelo (G para grava, S para arena, M para limo y C para arcilla), mientras que la siguiente letra indica la gradación del suelo (W para bien graduado, P para pobremente graduado y M para limoso). Si el suelo es orgánico, se agrega la letra O al final del símbolo. Además, se pueden agregar letras adicionales para indicar la compresibilidad del suelo (L para baja compresibilidad y H para alta compresibilidad).

Figura N°17: Ensayos de laboratorio



Fuente: Propia

Figura N°18: Ensayos de laboratorio



Fuente. Propia

Propiedades Mecánicas

Estos ensayos son los que posibilitan establecer la resistencia de los suelos o su reacción ante las cargas aplicadas.

Ensayo Próctor Modificado

Método utilizado para poder determinar la densidad máxima y a su vez la humedad óptima de compactación de un suelo para una determinada carga de compactación. Al llevar a cabo este ensayo podemos obtener los pesos específicos secos del suelo con una compactación determinada.

Es necesario llevar a cabo el ensayo antes de aplicar el material en el terreno para determinar la cantidad de agua necesaria para lograr una compactación óptima.

California Bearing Ratio – CBR (NTP 339.145)

El ensayo CBR es un método que se utiliza para estimar la resistencia y la deformación de un suelo, lo que permite determinar su calidad. Para este ensayo las muestras deben estar en condición saturada, por lo cual se debe contar con un control preciso en dichos ensayos.

La obtención de datos es necesario que se representen en porcentajes, por lo cual la mayoría de los proyectos de pavimentación requieren de la realización de este ensayo teniendo como referencia los valores de las cargas unitarias en distintas profundidades de penetración de cada muestra.

Figura N°19: Ensayos de laboratorio



Fuente: propias

Estudio de Canteras, Fuentes de agua y Botaderos

Canteras

Su finalidad es definir el lugar de la extracción de los agregados para la mejora de suelos, etc., determinando que los materiales sean adecuados para la categoría a emplearse. Para lograr esto, se requiere determinar sus propiedades mediante ensayos en laboratorios.

Las canteras se localizarán con respecto a la distancia del proyecto a llevarse a cabo, cumpliendo con la calidad y cantidad necesarios para el proyecto. Para ello, se llevará a cabo una exploración topográfica del trayecto desde el comienzo de la cantera hasta la construcción, teniendo en cuenta los kilómetros, la longitud y tipo de entrada, igualmente se fijarán límites o fronteras topográficas de las canteras.

Muestreo

Se hacen 05 exploraciones como mínimo, las cuales se ubicarán los puntos de prospección a distancias generalmente iguales, y después se procede a compactar la exploración si es adecuado. El número de muestras recuperadas de la cantera debería ser suficiente para realizar las pruebas necesarias y permitir pruebas adicionales para confirmar o corroborar hallazgos inusuales.

Cada muestra será sometida a sus respectivos ensayos, con el propósito de establecer sus propiedades y aptitudes para los distintos usos que se requieran para las construcciones viales.

Ensayos Estándares

Estos ensayos nos permiten estimar las características del terreno mediante los diferentes ensayos. Aquellos estudios se efectúan según la norma técnica peruana (NTP) y el [22]. A continuación, se detallan:

Ensayos Estándares

- Análisis granulométrico por tamizados
- Limite plástico
- Porcentaje de finos que pasa el tamiz 200
- Clasificación SUCS
- Clasificación de Suelos AASHTO

Ensayos Especiales

- Ensayo de California Bearing Ratio
- Proctor Modificado
- Equivalente de Arena
- Resistencia a la Abrasión
- Humedad Natural
- Sales Solubles Totales

Estudio de fuentes de agua

El propósito de su ubicación es identificar fuentes de agua, rastrear rutas a proyectos y recopilar información detallada sobre clasificación de fuentes, calidad del agua, disponibilidad y cambios estacionales.

Muestreo

Es necesario garantizar que la muestra sea un fiel reflejo de la fuente que se quiere evaluar en términos de calidad, y que no sufra daños ni contaminación antes de su llegada al laboratorio, además, el recipiente debe ser recién adquirido.

Se tomarán muestras que serán sometidas a análisis químicos con el fin de determinar si contienen niveles perjudiciales de ácidos, bases, como cloruro o sulfatos, materia orgánica y otras sustancias que puedan tener un impacto negativo en los materiales destinados a la construcción de pavimentos y obras hidráulicas.

Estudio de botaderos

Estos son los espacios designados para la disposición de materiales resultantes de actividades de excavación durante la fase de construcción de la carretera. Por lo cual se han identificado áreas a lo largo de la vía que presentan las condiciones adecuadas para ser utilizadas como sitios de depósito, es importante tener en cuenta que en estos puntos no debe haber presencia de vegetación para minimizar los impactos en el entorno ecológico y ambiental; estos lugares se ubican en las proximidades de la carretera, pero son propiedad de terceros, por lo que se debe contemplar en el presupuesto la asignación correspondiente o, en su defecto, la autoridad local debe encargarse de gestionar y garantizar el derecho de uso de estas áreas

Diseño Geométrico

Para llegar a cabo un proyecto de la infraestructura vial, se tiene en cuenta que el diseño es respuesta a una necesidad con justificación tanto social como económica. Por lo cual, dichos conceptos son los que ofrecen asistencia a definir los criterios físicos y técnicos que se tendrán

que considerar para el diseño vial del proyecto, y de esta manera, ser capaces de ofrecer resultados excelentes que sean de utilidad para la comunidad local que requiere este servicio.

Categorización de las carreteras en el Perú

Las carreteras, están basadas de acuerdo a la norma DG-2018, en la cual se explica la clasificación con respecto a demanda y orografía. Para demanda, Estas vías pueden variar en categorías, desde autopistas de primera y segunda categoría hasta carreteras de primera, segunda y tercera categoría, e incluso incluyendo las trochas accesibles para vehículos. En cuanto a la clasificación por orografía, tenemos: suelo plano, ondulado, accidentado y escarpado.

Vehículos de diseño

Lo más importante a considerar en el proceso de diseño geométrico es: el tipo, dimensión, peso y otras particularidades de los automóviles que están incluidas en la normativa vigente.

De acuerdo con lo explicado anteriormente, evaluar la clasificación de los vehículos en circulación es esencial, ya que nos permite categorizarlos y determinar las dimensiones representativas de cada grupo que serán utilizadas en la investigación. Por lo tanto, los vehículos de diseños, se refieren a aquellos vehículos seleccionados que poseen un peso significativo, dimensiones y características operativas específicas que se utilizan para establecer los estándares de diseños en los proyectos de carreteras.

Velocidad de diseño

Este parámetro es primordial ya que la velocidad de diseño que es elegida para planificar la carretera, es la opción que permitirá un desplazamiento seguro y comfortable, haciendo prevalecer el diseño en condiciones favorables para el estudio.

Distancia de visibilidad

Dicho recorrido es el que alberga la extensión posterior de la carretera, la cual permitirá la visibilidad sin que dificulte al conductor de la unidad vehicular. Por lo cual, para realizar el diseño de la distancia de visibilidad, se tiene en consideración tres tipos: una es la visibilidad

que hará detener el vehículo; por otro lado, tenemos la visibilidad de adelantamiento; y por último la extensión necesaria para cruzar o acceder a una carretera que sea de vital relevancia.

Visibilidad de parada

Distancia mínima necesaria para que un vehículo que viaja a una velocidad constante pueda detenerse antes de colisionar con cualquier obstáculo en su camino.

Visibilidad de adelantamiento

Es la longitud la cual deberá ser evidente para facilitar al chofer a aventajar a otro vehículo transitando a una razón igual a 15km/h menos con referencia a la velocidad con la que él va.

Sin embargo, esto se dará sin afectar la velocidad de otra movilidad que a la vez transita en el sentido contrario y el cual se hace evidente al comenzar el cambio de sobrepaso.

Diseño geométrico en planta

Tramos en tangente

Se trata de segmentos curvos que tienen un radio único y conectan dos líneas tangentes seguidas, creando una prolongación horizontal de las curvas en el mundo real o en el espacio.

Curvas horizontales

Son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, formando la extensión horizontal de las curvas reales o espaciales.

Curvas de transición

Son espirales para evitar discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que, deben ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos de trazo en su diseño. Para cambiar de la sección transversal con bombeo a los segmentos en curva con peralte y sobreebanco, se requiere un elemento de diseño entrelazado que permita el cambio gradual, conocido como longitud de transición.

Transición de peralte

La inclinación transversal de la carretera en las curvas se emplea para contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo. La transición del peralte se inicia en la línea del borde de la carretera, donde ocurre una modificación gradual de la pendiente de dicho borde, creando una transición entre la zona plana y la zona inclinada de la curva.

Diseño geométrico en perfil

El diseño en perfil también conocido como alineamiento vertical, se compone por una serie de rectas elevadas por curvas verticales parabólicas, las cuales son tangentes a las rectas. Durante el desarrollo del diseño, el sentido de las pendientes se caracteriza por el avance del kilometraje, siendo las pendientes positivas las que provocan un aumento de cotas, y las pendientes negativas las que provocan una disminución de cotas. El alineamiento vertical deberá permitir que los vehículos funcionen continuamente y mantener la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de vía que sea necesaria.

Pendiente mínima

Para garantizar un drenaje de aguas superficiales en toda la calzada, por lo cual es conveniente proporcionar una pendiente mínima del orden de 0.5%. A continuación, se detallan los casos particulares:

- Se pueden adoptar sectores con pendientes de hasta 0.2% si se posee un bombeo de 2% y no contar con bermas y/o cunetas.
- Se pueden adoptar pendientes iguales a cero, si se posee un bombeo de 2.5%.
- Si existen bermas, la pendiente mínima recomendada es del 0.5% y la mínima excepcional es del 0.35%.
- La pendiente mínima es de 0.5% si en el área de transición de peralte, la pendiente transversal se anula.

Curvas verticales

Las curvas se pueden categorizar según su forma, como curvas verticales convexas y cóncavas y según la proporción de sus ramas, como simétricas y asimétricas.

Tangentes verticales

Estas son segmentos de una carretera que conectan dos curvas verticales y las cuales tienen una pendiente uniforme. Estas se utilizan para así proporcionar una transición suave entre las curvas verticales y para poder permitir una visibilidad adecuada para los choferes.

Diseño geométrico de la sección transversal

Se basa en la descripción minuciosa de los componentes de la carretera en un plano de corte vertical alineado horizontal, lo que permite establecer su disposición y dimensiones en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

La sección transversal varía de un punto a otro de la vía, y sus tamaños, formas e interrelaciones dependen de sus funciones, así como de las características del trazado y del terreno.

Calzada

La calzada es parte de un camino que solo tiene uno o más carriles y no tiene bermas. Está dividido en carriles, cada uno de los cuales está destinado a permitir que una fila de vehículos circule en el mismo sentido de tránsito. El número de carriles de cada calzada se determinará en función de las previsiones de tráfico, la composición, el nivel de servicio deseado y el IMDA de diseño. La anchura del carril utilizado será de 3,00 m, 3,30 m y 3.60 m.

Bermas

Se pueden disponer bermas con un ancho mínimo de 0,5 m a cada lado de la calzada. Este ancho debe estar libre de cualquier obstáculo, incluidas las señales y los guardavías.

Las bermas de los tramos tangentes tendrán una pendiente del 4% hacia el exterior de la plataforma. Cuando el valor de la berma en el lado inferior del peralte supere el 4%, la berma seguirá la inclinación. La berma que se encuentra en la parte superior del peralte podría inclinarse en sentido contrario al peralte en un 4%, lo que significa que se inclinará hacia la cuneta.

Bombeo

Para evacuar las aguas superficiales, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima, conocida como bombeo, en tramos en tangente o curvas en contraperalte. El tipo de superficie de rodadura y los niveles de precipitación en la región determinan el bombeo.

Peralte

Es la inclinación transversal de la carretera en curvas para reducir la fuerza centrífuga del vehículo.

Despejes Laterales

Los despejes laterales vienen a ser las áreas libres de obstáculos que se ubican a los lados de la carretera, y el cual tiene el fin de permitir una visibilidad adecuada para los conductores. Estos son utilizados para garantizar la seguridad vial y para prevenir accidentes.

Sobreancho

Es la extensión adicional de la capa de rodadura en las curvas de la carretera para equilibrar el mayor espacio necesitado por las moviidades. La longitud de la trayectoria de las moviidades y la mayor dificultad para mantener el vehículo sin salirse del carril en tramos curvos hacen que sea necesario facilitar sobreanchos en una calzada.

Cunetas

Son estructuras hidráulicas descubierta, estrecha y de sentido longitudinal, las cuales están destinados al transporte de aguas de lluvia y que generalmente están situadas al borde de la calzada. Dichas estructuras están por debajo del nivel de la superficie de rodadura de la carretera.

Taludes

Es la inclinación de diseño del terreno lateral de la carretera, tanto en áreas de corte como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por la línea teórica horizontal y el plano de la superficie del terreno. Los taludes para la sección en corte, variarán de acuerdo a las características geomecánicas del terreno; su altura, inclinación y otros detalles de diseño o tratamiento, se determinarán en función al estudio de mecánica de suelos o geológicos correspondientes, condiciones de drenaje superficial y subterráneo, con la finalidad de determinar las condiciones de su estabilidad, aspecto que debe contemplarse en forma prioritaria durante el diseño del proyecto, especialmente en las zonas que presenten fallas geológicas o materiales inestables, para optar por la solución más conveniente, entre diversas alternativas.

Estudio Hidrológico

Se utiliza métodos con los que se logra una estimación de los caudales para el drenaje planeado a futuro para la vía (drenaje superficial y subterráneo). En este estudio se encargará de determinar las características de la cuenca, precipitaciones, entre otros.

Factores Hidrológicos y Geológicos que inciden en el Diseño Hidráulico de las Obras de Drenaje

Los factores geológicos e hidrogeológicos que influyen en el diseño se refieren a aguas subterráneas y condiciones del suelo.

Área del Proyecto – Estudio de la(s) Cuenca(s) Hidrográfica(s)

El estudio de cuencas deberá efectuarse en planos que cuenta el IGN en escala 1:100000 y preferentemente a una escala de 1/25000.

Características físicas de la cuenca

La priorización de cuencas para la gestión de los recursos hídricos considera criterios fisicoambientales para la selección de cuencas, como lo son: la superficie de la cuenca, la precipitación media anual, la pendiente media, entre otros. La gran cantidad o insuficiencia de

agua en una zona y también la calidad, pueden producir restricciones en su aprovechamiento, así como conflictos en los ecosistemas.

Se detallará las características del recurso hídrico con respecto al proyecto de la carretera en mención, por lo cual, se deberá estudiar las esenciales corrientes de agua, caudales y sus variaciones.

Selección del Período de Retorno

Se considera si el caudal es igualado o superado cada un determinado periodo T, o cada “T” años.

El riesgo de falla admisible según periodo T y vida útil “N”, en la cual se aplica la fórmula del Riesgo de Falla:

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

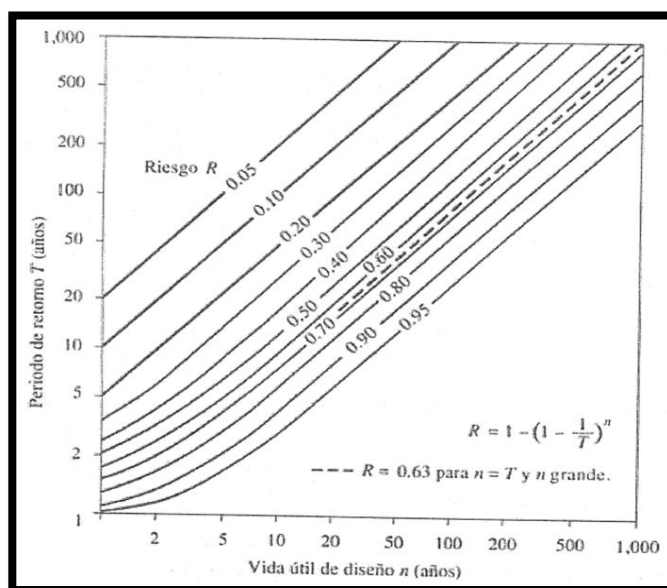
Donde:

R= Probabilidad de que se produzca un caudal superior al de referencia

T= Periodo de retorno del caudal de referencia, en años

N= Periodo de servicio de la cantera, normalmente 20 años

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el periodo de retorno T, fijando la falla admisible R, según la figura siguiente:

Tabla N°7: Riesgo de excedencia del evento de diseño

Fuente: Hidrología aplicada

Determinación de la Tormenta de Diseño

Conforma la entrada y caudales resultantes en el sistema.

Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia

Intensidad promedio con la que dura una lluvia, y se expresa mediante la fórmula de Intensidad Promedio:

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

Donde:

P = profundidad de lluvia (mm)

Td = duración (hrs)

Para el caso de duraciones de tormentas menores a 1 hora, o no se cuente con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas, estas pueden ser calculadas mediante la metodología de Dick Peschke, según la siguiente fórmula:

$$Pd = P24h \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

Pd = precipitación total (mm)

d = duración en minutos

P24h = precipitación máxima en 24 hrs. (mm)

La intensidad se halla dividiendo la precipitación Pd entre la duración. Se han calculado mediante la siguiente fórmula de Intensidad máxima:

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

Donde:

I = intensidad máxima (mm/h)

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

T = periodo de retorno en años

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

Tiempo de Concentración

Periodo que demora una gota para recorrer el punto hidráulico más lejano hasta su salida en la cuenca. Se emplea la fórmula del tiempo de concentración:

$$tc = to + tf$$

Donde:

t_o = tiempo de entrada

t_f = tiempo de flujo en los alcantarillados hasta el punto de interés

Diseño de Pavimento

Del Afirmado

Carreteras no pavimentadas corresponden de bajo volumen de tránsito, con ejes equivalentes de 300000 EE, para periodo útil de 10 y se clasifican:

- Carreteras de tierra constituidas, carreteras gravosas con una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, carreteras afirmadas, carreteras con superficie de rodadura tratada con materiales industriales.

Metodología de diseño

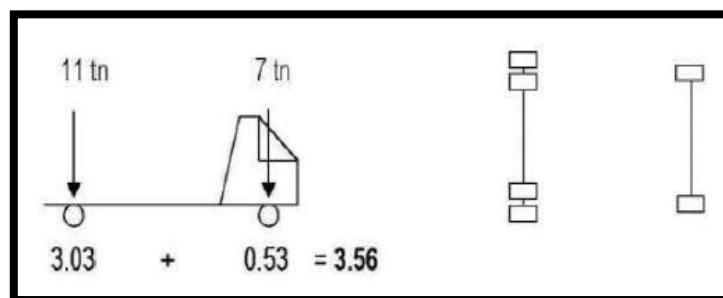
Se presenta una metodología para diseñar estructuras de pavimentos cuya capa de rodadura se compone de material afirmado totalmente, entendiéndose esta como una capa de material granular destinada a soportar las cargas del tránsito, que adicionalmente puede ser tratada para el control del polvo.

Cálculo ESAL de diseño

Calculo del Factor Equivalente de Carga (Camión C2)

Se tiene con respecto al estudio de tráfico determinado, que el camión de diseño será el camión C2, el cual se caracteriza con un eje delantero simple con rueda simple de 7 Ton y un eje posterior simple con ruedas dobles de 11Tn.

Figura N°20: Distribución del Factor Equivalente de Carga



Fuente: ASSHTO

Características de la sub rasante

Se toma en consideración dónde posa el pavimento, determinada en 06 categorías según su capacidad para soporte para CBR.

Tabla N8°: Categorías 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 Extraordinaria	CBR ≥ 30%

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

Espesor del pavimento – NAASRA

Se emplea la ecuación del método NAASRA, que está en función del CBR las cargas actuantes en el afirmado, el cual se indica en su cantidad de repeticiones de EE, por lo que el espesor del afirmado, se calcula de con la siguiente formula:

$$e = [219 - 211x(\log_{10}CBR) + 58x(\log_{10}CBR)^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

E = espesor del afirmado en mm

CBR = valor del CBR de la sub rasante

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

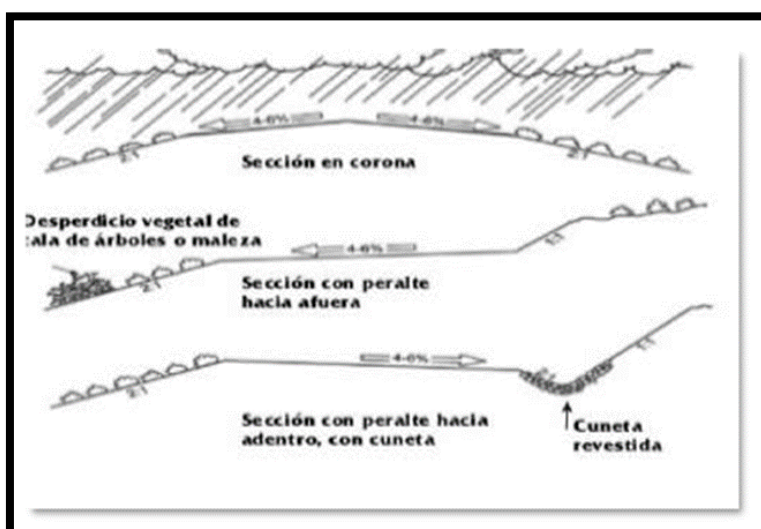
Diseño de Obras de drenaje

En referencia al drenaje existen aspectos a tener en cuenta para diseñarlos y construirlos, dentro de los que se consideran: drenaje superficial de la superficie de la vía; control de agua en entrada y salida de cunetas y tuberías.

Drenaje Superficial

Los drenajes superficiales son estructuras evacúan el agua superficial que llega a la infraestructura, ya sea que discorra natural o artificialmente, permanente o pasajera de tal manera que se garantice su permanencia y estabilidad.

Figura N°21: Drenaje Superficial



Fuente: Ingeniería de caminos rurales

Cunetas

Las cunetas, también llamadas secciones de corte y terraplén, sirven para drenar el agua proveniente de la superficie que proviene en la calzada de la vía y taludes de corte; de manera que sean conducidas hasta una correcta disposición final. Además, sirven de protección al borde de bermas, a taludes de terraplén por la erosión que generan las precipitaciones, como también sirven para continuar las cunetas de corte y poder entregar en una corriente natural.

En lo que respecta a la zona de corte, se evacuan las aguas a partir de cajas colectoras de alcantarillas y, por otro lado, en zona de terraplén las salidas son al terreno mediante bajantes.

Caudal de diseño de cunetas

Dentro del área aferente a la cuenta, se incluirá calzada media o calzada de carretera, sumada a donde se proyecta horizontalmente el talud de corte, hacia la zona de coronación en caso de existir. Por ello para definir el área, se deberá analizar el perfil de la vía, a fin de establecer el sentido que tendrá el drenaje hacia cuentas.

Tipo de sección

Según la normativa es más recomendable utilizar cunetas de sección triangular, ya que están son de fácil adaptación con respecto al entorno de la calzada y el talud. Por lo tanto, se debe limitar las pendientes de la cuneta y la profundidad según las exigencias que brinda el Manual de diseño geométrico DG - 2018.

Funcionamiento Hidráulico de las Cunetas

Reside en verificar que la capacidad hidráulica de cunetas, calculada según Manning, pero debe superar el caudal de diseño y no ser inferior.

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

Siendo:

Q: Caudal de diseño, (m3)

n: Rugosidad según Manning

A: área con presencia de agua, (m²)

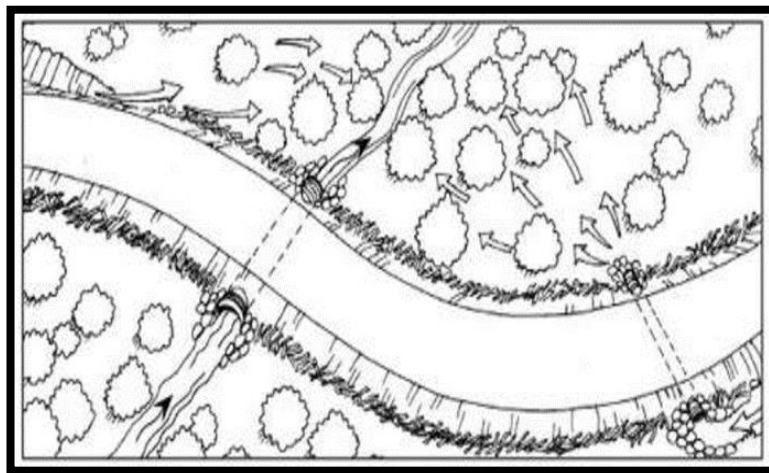
R: radio hidráulico, (m)

S: pendiente, (m/m)

Alcantarillas

Componen los elementos más usuales y adecuados para drenaje superficial de carreteras, se utiliza para el desplazamiento de agua de cunetas a través del camino. Por ello, para su diseño se elige la más económica, pero considerando que el diámetro permita la evacuación del diseñado sin exceder las cargas máximas de entrada, según criterios de arrastre en sedimentos y la mínima dificultad dará recibir mantenimiento.

Figura N°22: Drenaje superficial básico con cuneta de descarga y drenes transversales de alcantarilla



Fuente: Ingeniería de caminos rurales

Funcionamiento Hidráulico de las Alcantarillas

Se calcula hidráulicamente para establecimiento de dimensiones para alcantarillas, según Manning, según canales abiertos y/o tuberías, que permite encontrar la velocidad de flujo y su caudal en régimen uniforme según fórmula:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$Q = VA$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

V = velocidad media de flujo (m/s)

A = área de la sección hidráulica (m²)

P =perímetro mojado (m)

R = radio hidráulico (m)

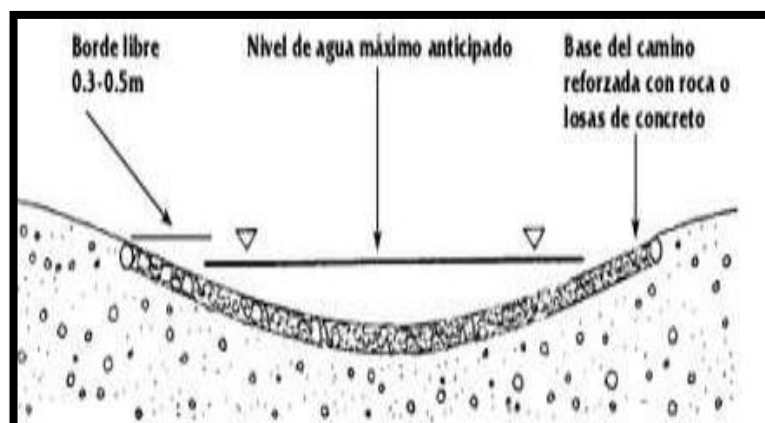
S = pendiente de fondo (m/m)

n = coeficiente de Manning

Badenes

Los badenes se utilizan cuando coincide el fondo del cauce natural con el nivel de rasante, y permite el paso del flujo de partículas sólidas cada cierto tiempo y no ha sido viable proyectar una alcantarilla o puente.

Figura N°23: Corte longitudinal de un Badén



Fuente: Ingeniería de caminos rurales

Funcionamiento Hidráulico de los Badenes

Para el diseño hidráulico se idealizará el badén como un canal trapezoidal con régimen uniforme.

Velocidad de flujo según Manning:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$Q = VA$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

V = velocidad media de flujo (m/s)

A = área de la sección hidráulica (m²)

P =perímetro mojado (m)

R = radio hidráulico (m)

S = pendiente de fondo (m/m)

n = coeficiente de Manning

Estudio de Señalización

La señalización tiene como objetivo proveer control para la circulación vehicular en la vía, es decir, proporcionar orden en el flujo de vehículos y brindar información, a los conductores, relacionada con la carretera que en cuestión.

Clasificación de la Señalización

Las señales necesarias en la vía son:

Señales de reglamentación: sirven como notificación para sus usuarios, acerca de límites o restricciones regidas al transitar por ella, y si no se produce infracción que representa delitos.

Señales preventivas: utilizadas como advertencia para los beneficiarios de carretera acerca de peligros por lo cual las distancias recomendadas para ubicar las señales de prevención son:

Zona en ciudades: 60 m – 75 m

Zona rural: 90 m - 110 m

Señales de información: este tiene como fin el proporcionar información al usuario de la vida, de tal manera que ayuden a guiarlo hasta el lugar que requiere. También, se emplean para identificar sitios relevantes como ciudades, lugares de destino, ríos u otra información de utilidad.

Evaluación de Impacto ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso que implica una serie de estudios y consultas para evaluar las implicaciones de un proyecto (trabajo o actividades) que puedan causar al medio ambiente.

Esta evaluación está hoy plenamente admitida como un importante instrumento preventivo para la preservación de los recursos naturales y la defensa del medio ambiente. Tienen como objetivo principal la incorporación a tales proyectos las recomendaciones que se puedan derivar de la consideración de los elementos, características y procesos más significativos del medio físico, biológico y socioeconómico y facilitar con ello la decisión acerca de su ejecución.

Aquí se evalúa previamente el área del proyecto y su entorno en el ambiente, como social y otros, para predecir impactos sean positivos y negativos del diseño de la luego se propondrá soluciones en la mitigación y daños ambientales. Se basa en la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos tras la aplicación de la metodología y los objetivos mencionados anteriormente

Estudio de Tráfico

Resultados del Conteo Volumétrico del Tráfico – Períodos

Se llevó a cabo el conteo vehicular durante una semana, desde el lunes 06/04 a el domingo 12/04. Este conteo vehicular fue realizado en el cruce El Diamante.

Figura N° 24: Estudio de tráfico



Fuente: Propia

Figura N° 25: Estudio de tráfico



Fuente: Propia

Figura N° 26: Estudio de tráfico



Fuente: Propia

Conteo de tráfico vehicular

Después de procesar los datos recopilados en la estación designada, se obtuvieron los resultados según la tabla detallada a continuación:

Cuadro N°1: Clasificación vehicular durante 7 días

TIPO DE VEHÍCULO	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
Automovil	2	2	1	1	1	2	1	1	3	2	1	1	0	1
Station Wagon	3	4	3	2	3	4	4	1	4	4	2	2	1	2
Pick - Up	5	5	4	3	4	5	3	3	6	4	3	3	3	3
Minivan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combi	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Camión 2E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub Total	12	13	9	7	10	13	9	6	15	12	6	6	4	6
Total	25		16		23		15		27		12		10	

Fuente: Propia

Cuadro N°2: Conteo de tránsito

TIPO DE VEHÍCULO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Automovil	4	2	3	2	5	2	1
Station Wagon	7	5	7	5	8	4	3
Pick - Up	10	7	9	6	10	6	6
Minivan	0	0	0	0	0	0	0
Combi	2	0	2	0	2	0	0
Camión 2E	2	2	2	2	2	0	0
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0
Total	25	16	23	15	27	12	10

Fuente: Propia

Cálculo del IMDA

Aplicando lo detallado en la metodología, se obtuvieron los resultados de las tablas detalladas a continuación:

Cuadro N°3: Aplicación de factores de corrección

TIPO DE VEHÍCULO	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMDs	FC	IMDa
	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	SEMANA			
Automovil	4	2	3	2	5	2	1	19	3	1.1909	3
Station Wagon	7	5	7	5	8	4	3	39	6	1.1909	7
Pick - Up	10	7	9	6	10	6	6	54	8	1.1909	9
Miniban	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1909	0
Combi	2	0	2	0	2	0	0	6	1	1.1909	1
Camión 2E	2	2	2	2	2	0	0	10	1	1.0824	2
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0824	0
Total	25	16	23	15	27	12	10	128	18		22

Fuente: Propia.

Cuadro N°4: Tránsito por categorización de Vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	IMD	DISTRIBUCIÓN (%)
Automovil	3	13.64
Station Wagon	7	31.82
Pick - Up	9	40.91
Minivan	0	0.00
Combi	1	4.55
Camión 2E	2	9.09
Camión 3E	0	0.00
Total	22	100.00

Fuente: Propia

Proyección del tráfico generado

Aplicando la proyección del estudio de tráfico, se obtuvieron los siguientes resultados detallados a continuación:

Cuadro N°5: Proyección vehicular (sin 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	22	22	22	22	22	24	25	25	25	26	26	26	28	29	30	31	31	31	33	33	34	
Automovil	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Station Wagon	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	
Pick - Up	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12
Miniban	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 2E	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Propia

Cuadro N°6: Proyección vehicular (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	22	22	22	22	22	24	25	25	25	26	26	26	28	29	30	31	31	31	33	33	34	
Automovil	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Station Wagon	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	
Pick - Up	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12
Miniban	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 2E	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tráfico Generado	0	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9	9	9	9	10	10	10	
Automovil	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Station Wagon	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Pick - Up	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
Miniban	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMDA TOTAL	22	29	29	29	29	31	32	32	32	33	33	33	35	37	39	40	40	40	43	43	44	

Fuente: Propia

Se obtuvo un IMDA para el estudio de 22 veh/día. Además del IMDA con proyección para 20 años que será de 34 veh/día, y por último el IMDA con proyección generada para 20 años es de 10 veh/día, obteniendo así un IMDA total de 44 veh/día para el proyecto.

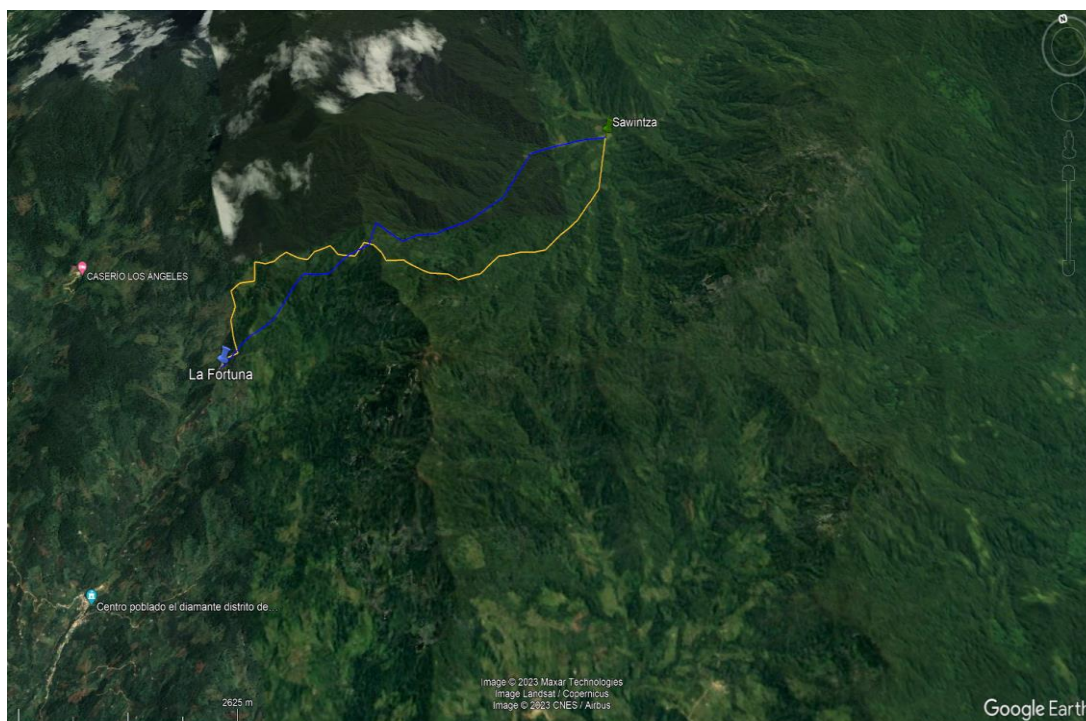
Teniendo en cuenta el análisis brindado por la normativa DG-2018 este estudio estará categorizado por lo siguiente:

La investigación es categorizada como Trocha Carrozables, ya que cuenta con un IMDA igual a 44 veh/día, el cual está dentro del parámetro de dicha categorización que es < 200 veh/día.

Estudio de rutas

Después de realizar el análisis de rutas, se obtuvieron los resultados planteado continuación: la ruta de línea amarilla como ruta N° 01 y la línea azul como alternativa N°02:

Figura N°27: Alternativas de Rutas



Fuente: Google Earth

Alternativas de solución

El inicio del proyecto empieza en el Sector La Fortuna y finaliza en el caserío Sawintza. Dicho tramo, es de mucha vegetación y terrenos de cultivos, además de presentar fuertes pendientes para pasar de un sector a otro, por lo que la trocha va a tener muchas curvas.

Criterios de selección de rutas

Después de analizar las posibles rutas según la metodología respectiva, se tuvo como resultados los siguientes detallados según su factor social, factor económico, factor ambiental y factor técnico. Se observa que la ruta N°2 exhibe condiciones técnicas superiores en comparación con la ruta N°1.

Cuadro N°7: Viabilidad de ambas rutas

Variables		Alternativa N°1	Alternativa N°2
Longitud (m)		15158,00 km	14499,00 km
Orografía		Ondulada-Accidental	Ondulada-Accidental
Velocidad de Diseño		30 km/h	30 km/h
Obras de Arte		24	20
Derechos de Vía (ha)	Cultivos (ha)	19,64	17,84
	Pasto (ha)	8,16	7,43

Fuente: Propia

Cuadro N°8: Evaluación económica de la alternativa N°1

ALTERNATIVA DE RUTA N° 1				
PRODUCTO / PROYECTO	Unidad de medida representativa	Cantidad	Costo por Unidad de medida	Inversión total
CONSTRUCCIÓN DE PROYECTO DE TROCHA CARROZABLE ONDULADO - ACCIDENTAL	S/.	15,158	S/1.000.000,00	S/15.158.000,00
ACTIVIDADES/COMPONENTES	Unidad de medida	Cantidad (km)	Costo unitario (soles)	Costo subtotal (soles)
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	km	15,158	S/185.000,00	S/2.804.230,00
EXPLANACIONES	km	15,158	S/24.000,00	S/363.792,00
TERRAPLENES	km	15,158	S/373.000,00	S/5.653.934,00
TRANSPORTES DE MATERIAL DE AFIRMADO	km	15,158	S/149.000,00	S/2.258.542,00
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	km	15,158	S/255.000,00	S/3.865.290,00
SEÑALIZACIÓN	km	15,158	S/5.000,00	S/75.790,00
MINIGACIÓN AMBIENTAL	km	15,158	S/8.000,00	S/121.264,00
			COSTO DIRECTO	S/15.142.842,00
			GASTOS GENERALES	S/1.514.284,20
			UTILIDAD	S/1.514.284,20
			SUB TOTAL	S/18.171.410,40
			IMPUESTOS (IGV)	18% S/3.270.853,87
			SUB TOTAL COSTO DE INVERSION	S/21.442.264,27
			GESTION DEL PROYECTO*	S/428.845,29
			INVERSION TOTAL	S/21.871.109,56

Fuente: Propia

Cuadro N°9: Evaluación económica de la alternativa N°2

ALTERNATIVA DE RUTA N° 2				
PRODUCTO / PROYECTO	Unidad de medida representativa	Cantidad	Costo por Unidad de medida	Inversión total
CONSTRUCCIÓN DE PROYECTO DE CARRETERA DE TERCERA CLASE EN	S/.	14,499	S/1.000.000,00	S/14.499.000,00
ACTIVIDADES/COMPONENTES	Unidad de medida	Cantidad (km)	Costo unitario (soles)	Costo subtotal (soles)
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	km	14,499	S/185.000,00	S/2.682.315,00
EXPLANACIONES	km	14,499	S/24.000,00	S/347.976,00
TERRAPLENES	km	14,499	S/373.000,00	S/5.408.127,00
TRANSPORTES DE MATERIAL DE AFIRMADO	km	14,499	S/149.000,00	S/2.160.351,00
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	km	14,499	S/255.000,00	S/3.697.245,00
SEÑALIZACIÓN	km	14,499	S/5.000,00	S/72.495,00
MINIGACIÓN AMBIENTAL	km	14,499	S/8.000,00	S/115.992,00
			COSTO DIRECTO	S/14.484.501,00
			GASTOS GENERALES	S/1.448.450,10
			UTILIDAD	S/1.448.450,10
			SUB TOTAL	S/17.381.401,20
			IMPUESTOS (IGV)	18% S/3.128.652,22
			SUB TOTAL COSTO DE INVERSION	S/20.510.053,42
			GESTION DEL PROYECTO*	S/410.201,07
			INVERSION TOTAL	S/20.920.254,48

Fuente: Propia

Además, se evaluaron los beneficios y la rentabilidad de las alternativas mostradas, considerando la relación costo-efectividad y el (VAN)

Cuadro N°10: Beneficios por excedentes de producción

Producción Agrícola De Localidades Beneficiarias					
Cultivos	Cosechas	Rendimiento (Tn./ha.)	Produccion (tn.)	Costo / Quintal	Beneficios (S/.)
Cacao	35 quintales	1,75	61,25	672,00	411600,00
Café	50 quintales	2,50	125,00	664,00	830000,00
Platano	700 racimos	10,50	7350,00	108,00	7938000,00
Yuca	70 quintales	3,50	245,00	120,00	294000,00
TOTAL	855	18,25	7781,25	1564	S/9.473.600,00

Fuente: Propia

Cuadro N°11: Rentabilidad, VAN y TIR de las alternativas

BENEFICIOS Y RENTABILIDAD				
	Alternativa N° 1		Alalternativa N° 2	
Años	Costos	Beneficios	Costos	Beneficios
1	S/15.142.842,00	-S/15.142.842,00	S/14.484.501,00	-S/14.484.501,00
2		S/9.473.600,00		S/9.473.600,00
3		S/9.473.600,00		S/9.473.600,00
4		S/9.473.600,00		S/9.473.600,00
5		S/9.473.600,00		S/9.473.600,00
6		S/9.473.600,00		S/9.473.600,00
7		S/9.473.600,00		S/9.473.600,00
8		S/9.473.600,00		S/9.473.600,00
9		S/9.473.600,00		S/9.473.600,00
10		S/9.473.600,00		S/9.473.600,00
TASA		8,00000		8,00000
∑Beneficios		S/.85.262.400,00		S/.85.262.400,00
VP		S/.59.180.517,31		S/.59.180.517,31
VAN		S/.44.037.675,31		S/.44.696.016,31
TIR		61,74%		64,67%

Fuente: Propia

Longitud de la carretera

En consecuencia, la alternativa número 1 abarca una extensión de 15.158 kilómetros, en contraste con los 14.499 kilómetros de la alternativa número 2.

Cuadro N°12: Expropiaciones de terrenos

EXPROPIACIÓN DE TERRENOS		
Variables	Alternativa de ruta N°1	Alternativa de ruta N°2
N° de Hectareas por expropiar	28 km	25 km
Costo Por hectarea	S/25.000,00	S/25.000,00
Costo de Expropiacion	S/700.000,00	S/625.000,00

Fuente: Propia

Metodología para su selección

A continuación, se detalla los resultados con respecto a los parámetros para la elección de rutas, efectuando un costo beneficio.

Cuadro N°13: Criterio de evaluación de las rutas

CARACTERISTICAS		RUTA 1	RUTA 2
Longitud (m)		15158	14499
Orografia		Ondulada - Accidental	Ondulada - Accidental
N° de Obras de Arte		24	20
Derechos de via (ha)	Cultivos y pastos (ha)	28	25
Expropiaciones (s/.)		700000	625000

Fuente: Propia

Cuadro N°14: Criterios de evaluación de ambas rutas

ESTUDIO DE RUTAS				
Variables	Alternativa de ruta N°1	Punt.	Alternativa de ruta N°2	Punt.
Viabilidad Tecnica				
Longitud	15158,00 km	1	14499,00 km	0
Velocidad de Diseño	30,00 km/h	1	30,00 km/h	1
Obras de Arte	24	1	20	0
N° de Hectareas por expropiar	28	1	25	0
Viabilidad Economica				
Costo Total de la Alternativa	S/16.657.126,20	1	S/15.932.951,10	0
N° de Hectareas por expropiar	28,00 km	1	25,00 km	0
Costo Por hectarea	S/25.000,00	1	S/25.000,00	1
Costo de Expropiacion	S/700.000,00	1	S/625.000,00	0
Puntaje Total de Alternativas	Alternativa de ruta N°1	8	Alternativa de ruta N°2	2

Fuente: Propia

Según el análisis efectuado, se puede observar que debido a los numerosos beneficios que proporciona, la ruta número 2 será la seleccionada para llevar a cabo el levantamiento topográfico definitivo.

Estudios Topográficos

Levantamiento topográfico

Luego de que se haya realizado la topografía de la Ruta definitiva se alcanzaron los datos topográficos de Estaciones de Control y BMs en cada kilómetro

Figura N° 28: Punto de Inicio de Topografía definitiva



Fuente: Propia

Figura N° 29: Topografía de ruta definitiva



Fuente: Propia

Trabajo de gabinete

Exportación de información topográfica

Lo realizado en gabinete se presenta en los Anexos (Ver Planos de Planta y Perfil).

Procesamiento de los datos topográficos

Se realizaron las curvas de nivel con intervalos son de 2 m para curvas menores o secundarias y de 10 m para las curvas mayores o primarias.

Estudio de suelos

Resultados según laboratorio

Según lo analizado en laboratorio, hemos obtenidos los resultados siguientes correspondiente al Anexo, sin embargo, se detalla una tabla resumen de dichos ensayos:

Cuadro N°15: Resultados de laboratorio

CALICATA	KM	PROF.	W %	W OPT. %	DENSIDAD MAX. kg/cm ³	CBR 95 %	CBR 100%	LL %	LP %	IP %	PASA N°40	PASA N°200	SUCS	AASHTO
C - 01	0+000	0.20 - 1.50	16.12	16.80	1.82	5.69	9.85	46.73	28.87	17.86	90.33	85.42	CL	A - 7 - 6 (17)
C - 02	1+000	0.15 - 1.50	24.19	21.85	1.79	3.61	6.18	51.13	26.08	25.05	94.60	91.36	CH	A - 7 - 6 (25)
C - 03	2+000	0.15 - 1.50	20.18	18.67	1.80	4.69	8.12	52.82	30.62	22.60	94.14	90.77	MH	A - 7 - 5 (23)
C - 04	3+000	0.20 - 1.50	25.18	22.13	1.78	5.46	3.18	53.07	26.90	26.17	95.05	92.15	CH	A - 7 - 6 (27)
C - 05	4+000	0.20 - 1.50	27.16	22.95	1.77	3.02	5.31	54.49	26.37	28.12	95.76	92.96	CH	A - 7 - 6 (29)
C - 06	5+000	0.25 - 1.50	20.64	19.52	1.78	4.37	7.56	51.93	30.14	21.79	94.44	91.21	MH	A - 7 - 5 (23)

CALICATA	KM	PROF.	W %	W OPT. %	DENSIDAD MAX. kg/cm ³	CBR 95 %	CBR 100%	LL %	LP %	IP %	PASA N°40	PASA N°200	SUCS	AASHTO
C - 07	6+000	0.15 - 1.50	22.15	20.12	1.79	4.56	7.83	52.69	29.55	23.14	94.78	91.69	MH	A - 7 - 6 (25)
C - 08	7+000	0.20 - 1.50	16.58	16.80	1.82	5.78	10.03	46.02	28.80	17.22	89.86	85.23	CL	A - 7 - 6 (16)
C - 09	8+000	0.25 - 1.50	20.60	19.40	1.78	4.44	7.71	52.29	30.00	22.29	94.37	91.12	MH	A - 7 - 5 (24)
C - 10	9+000	0.20 - 1.50	17.21	17.15	1.81	5.45	9.48	47.69	29.13	18.56	91.11	86.59	CL	A - 7 - 6 (18)
C - 11	10+000	0.15 - 1.50	18.62	17.60	1.80	5.36	9.21	48.13	28.67	19.46	91.67	87.26	CL	A - 7 - 6 (19)
C - 12	11+000	0.10 - 1.50	22.51	20.75	1.77	4.15	7.21	52.32	28.74	23.58	94.62	91.54	MH	A - 7 - 6 (25)

CALICATA	KM	PROF.	W %	W OPT. %	DENSIDAD MAX. kg/cm ³	CBR 95 %	CBR 100%	LL %	LP %	IP %	PASA N°40	PASA N°200	SUCS	AASHTO
C - 13	12+000	0.15 - 1.50	22.10	20.18	1.78	4.31	7.45	52.40	29.90	22.50	94.43	91.11	MH	A - 7 - 6 (24)
C - 14	13+000	0.20 - 1.50	20.95	19.21	1.79	4.45	7.73	50.78	28.89	21.89	94.03	90.63	MH	A - 7 - 6 (23)
C - 15	14+000	0.25 - 1.50	20.56	18.95	1.79	4.56	7.91	50.99	29.67	21.32	93.75	90.16	MH	A - 7 - 6 (22)
C - 16	14+499	0.10 - 1.50	18.75	17.83	1.80	5.24	9.08	47.64	27.98	19.66	92.11	87.83	CL	A - 7 - 6 (17)

Cuadro N°16: Resumen de Proctor y CBR

CALICATA	KM	W %	W OPT. %	DENSIDAD MAX. kg/cm ³	CBR 95 %	CBR 100%	AASHTO
C - 01	0+000	16.12	16.80	1.82	5.69	9.85	A - 7 - 6 (17)
C - 02	1+000	24.19	21.85	1.79	3.61	6.18	A - 7 - 6 (25)
C - 03	2+000	20.18	18.67	1.80	4.69	8.12	A - 7 - 5 (23)
C - 04	3+000	25.18	22.13	1.78	3.18	5.46	A - 7 - 6 (27)
C - 05	4+000	27.16	22.95	1.77	3.02	5.31	A - 7 - 6 (29)
C - 06	5+000	20.64	19.52	1.78	4.37	7.56	A - 7 - 5 (23)
C - 07	6+000	22.15	20.12	1.79	4.56	7.83	A - 7 - 6 (25)
C - 08	7+000	16.58	16.80	1.82	5.78	10.03	A - 7 - 6 (16)
C - 09	8+000	20.60	19.40	1.78	4.44	7.71	A - 7 - 5 (24)
C - 10	9+000	17.21	17.15	1.81	5.45	9.48	A - 7 - 6 (18)
C - 11	10+000	18.62	17.60	1.80	5.36	9.21	A - 7 - 6 (19)
C - 12	11+000	22.51	20.75	1.77	4.15	7.21	A - 7 - 6 (25)

CALICATA	KM	W %	W OPT. %	DENSIDAD MAX. kg/cm ³	CBR 95 %	CBR 100%	AASHTO
C - 13	12+000	22.10	20.18	1.78	4.31	7.45	A - 7 - 6 (24)
C - 14	13+000	20.95	19.21	1.79	4.45	7.73	A - 7 - 6 (23)
C - 15	14+000	20.56	18.95	1.79	4.56	7.91	A - 7 - 6 (22)
C - 16	14+449	18.75	17.83	1.80	5.24	9.08	A - 7 - 6 (17)

Con respecto a los resultados que se obtuvieron del CBR, se sabe que la sub rasante para el proyecto en estudio se puede clasificar como una sub rasante insuficiente, ya que el CBR se establece en el rango 3% a 6%.

Estudio de canteras y fuentes de agua

Estudio de canteras

Se especifica los resultados obtenidos luego de análisis las respectivas muestras en el laboratorio, las cuales permiten constatar si la calidad de dicha cantera será buena.

Resultados de la Cantera Río Chinchipe

Según los ensayos realizados a las muestras, se han obtenido los siguientes resultados que se detallan en los Anexos del presente informe.

Diseño de mezcla de concreto

Según los resultados expresados anteriormente, se llevó a cabo un diseño de mezcla para concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, el cual se presenta detallado en los Anexos del presente informe.

Resultados de Laboratorio (Cantera de cerro Potrero Grande)

Luego de realizar los ensayos pertinentes, se obtuvieron los resultados siguientes, mostrados a continuación mediante un resumen:

Cuadro N°17: Resumen del afirmado según laboratorio

LL (%)	LP(%)	IP(%)	SUCS	AASHTO	DENOMINACION	H(%)
25.65	19.6	6.05	GW- GC	A - 1- a(0)	Grava limoarcillosa	6.3

Fuente: Propia

Cuadro N°18: Resumen de granulometría del afirmado

GRANU. (% QUE PASA)	
3"	-
2"	100
1 1/2"	90.06
1"	82.29
3/4"	76.82
1/2"	70.56
3/8"	62.13
1/4"	51.1
4	44.79
10	33.82
20	30.43
50	23.02
100	17.8
200	14.27

Fuente: Propia

Cuadro N°19: Resumen del ensayo CBR realizados

MDS (g/cm ³)	O.C.H (%)	CBR 95% MDS
2.09	7.4	41

Fuente: Propia

Estudio de fuentes de agua

Se han obtenido los siguientes resultados con respecto a las propiedades del agua, detallando una tabla resumen.

Cuadro N°20: Fuentes de agua

ENSAYOS	Resultados	Especificaciones NTP 339 088	Observación
Sólidos en Suspensión (ppm)	893.2	50000 màx	Cumple
Sulfatos SO ₄ (ppm)	202.4	3000 màx	Cumple
Cloruros Cl (ppm)	106.5	1000 màx	Cumple
Àlcalis como (Na ₂ O+0.658 K ₂ O)	75.0	600 màx	Cumple
pH	7	5.5 -8.0	Cumple

Fuente: Propia

Con respecto a la fuente de agua sacada de la Quebrada Brisas del Picorana, se detallada específicamente en el Anexo.

Estudio de botaderos

Con el fin de reducir gastos excesivos en el flete, y teniendo en cuenta los lugares en los que no se afecta las zonas de cultivo, se han dispuesto los botaderos a lo largo de la carretera, los cuales se ubican en lugares que no alteren el entorno ambiental. Se debe tener en cuenta, que la mayor parte del material de excavaciones serán empleados para relleno en algunos tramos del proyecto. Dichos lugares para botaderos serán descritos en el siguiente cuadro.

Cuadro N°21: Descripción de los botaderos

Nº	UBICACIÓN
1	Km 1+520
2	Km 4+960
3	Km 8+280
4	Km 12+230

Fuente: Propia

Diseño Geométrico

En la siguiente tabla se presentan las características del diseño geométrico para la vía

Cuadro N°22: diseño geométrico de la carretera

Tipo de Carretera	Trocha Carrozable
Orografía	Tipo 3
Velocidad de diseño	20 km/h
Lmin.s	28.0 m
Lmin.o	56.0 m
Lmin.màx	334.0 m
Curva de transición	15.0 m
Curva sin transición	24.0 m
Longitud mínima de transición	11.0 m
Pendiente máxima	10%
Pendiente mínima	0.5%
Distancia de visibilidad de parada	20
Distancia de visibilidad de paso	200
Derecho de vía	15
Ancho de calzada	4
Bombeo	2.5
Peralte máximo	8
Talud de corte	1:4 H:V
Talud de relleno	1:0.6 V:H

Fuente. Propia

Para observar las características a detalles, estos se encontrarán adjuntados en los Anexos respectivos.

Diseño del Pavimento

ESAL de diseño

El equivalente de ejes estándar para el carril de diseño asciende a 94 349 EE de 8,2 Ton, con respecto a un tiempo diseñado para 20 años.

Cuadro N°23: ESAL de diseño

SIMBOLO	TIPO VEHICULO	DIARIO-INICIAL	N° Veh/año	FACTOR CAMION-FC	CARGA POR EJE				ESAL EN CARRIL DE DISEÑO	FACTOR CRECIMIENTO	EAL
					CARGA POR EJE DELANTERO		CARGA POR EJE POSTERIO				
					EJE SIMPLE	EJE SIMPLE	EJE TANDEM	EJE TRIDEM			
Ap	Autos, Station Wagon	20	7300		1 Tn	1 Tn			7.6944417	25.80	198.542
				0.001054	0.000527017	0.000527					
Ac	Pick, Miniban, Combi	15	5475		1.6 Tn	3.3 Tn			361.09736	25.80	9317.527
				0.0659539	0.003453856	0.0625					
C2	Camion	2	730		7 Tn	11 Tn			3287.6672	25.80	84832.881
				4.5036537	1.265366749	3.238287					
TOTAL		37	13505						3656.459		94348.95079

ESAL DE DISEÑO	94349
----------------	-------

Fuente: Propia

Mejoramiento de la Subrasante con Cal Viva

Se ha optado utilizar Cal Viva en 1% en relación al peso del material, para mejorar y/o estabilizar el terreno de fundación como sub rasante con un CBR Mayor de 6%.

Los resultados obtenidos con Cal Viva superan el CBR de Diseño, a continuación, se detalla una tabla resumen:

Cuadro N°24: Resumen de CBR (Mezcla con material propio)

CALICATA	KM	PROF.	Material	% de Adición	W	DENSIDAD		CBR 95 %	CBR 100%	LL %	LP %	IP %	PASANº40	PASANº200	SUCS	AASHTO
					OPT. %	MAX. kg/cm3										
C-02	1+000	0.15 - 1.50	TN	--	21.85	1.79	3.61	6.18	51.13	26.08	25.05	94.60	91.36	CH	A-7-6 (25)	
			Cal Viva	1%	22.88	1.782	11.96	17.8	53.85	28.02	25.83	94.90	92.00	CH	A-7-6 (17)	
C-05	4+000	0.20 - 1.50	TN	--	22.95	1.77	3.02	5.31	54.49	26.37	28.12	95.76	92.96	CH	A-7-6 (29)	
			Cal Viva	1%	23.83	1.761	10.6	16.69	55.2	29.45	25.75	96.00	93.10	CH	A-7-6 (17)	
C-07	6+000	0.15 - 1.50	TN	--	20.12	1.79	4.56	7.83	52.69	29.55	23.14	94.78	91.69	MH	A-7-6 (25)	
			Cal Viva	1%	21.32	1.780	13.63	19.08	56.68	31.02	25.66	95.00	92.00	MH	A-7-5 (16)	
C-10	9+000	0.20 - 1.50	TN	--	17.15	1.81	5.45	9.48	47.69	29.13	18.56	91.11	86.59	CL	A-7-6 (18)	
			Cal Viva	1%	18.25	1.797	15.80	24.32	48.44	30.94	17.50	90.90	87.10	ML	A-7-5 (13)	
C-13	12+000	0.15 - 1.50	TN	--	20.18	1.78	4.31	7.45	52.4	29.9	22.5	94.43	91.11	MH	A-7-6 (24)	
			Cal Viva	1%	21.29	1.771	12.41	17.21	53.04	31.46	21.58	94.90	91.90	MH	A-7-5 (15)	
C-16	14+499	0.10 - 1.50	TN	--	17.83	1.80	5.24	9.08	47.64	27.98	19.66	92.11	87.83	CL	A-7-6 (17)	
			Cal Viva	1%	19.11	1.790	14.55	20.57	48.73	30.05	18.68	92.60	89.00	ML	A-7-5 (13)	

Fuente: propia

Espesor del Pavimento

El espesor calculado y adoptado de la capa de afirmado para un periodo de 20 años es de 30 cm, el cual se detalla a continuación:

Cuadro N°25: Espesor de pavimento

DATOS	
CBR	6
Nrep	41153,185
E =	227,9931 mm
E =	0,23 m
E =	30 cm

Fuente: Propia

Estudio Hidrológico

Características de la Cuenca

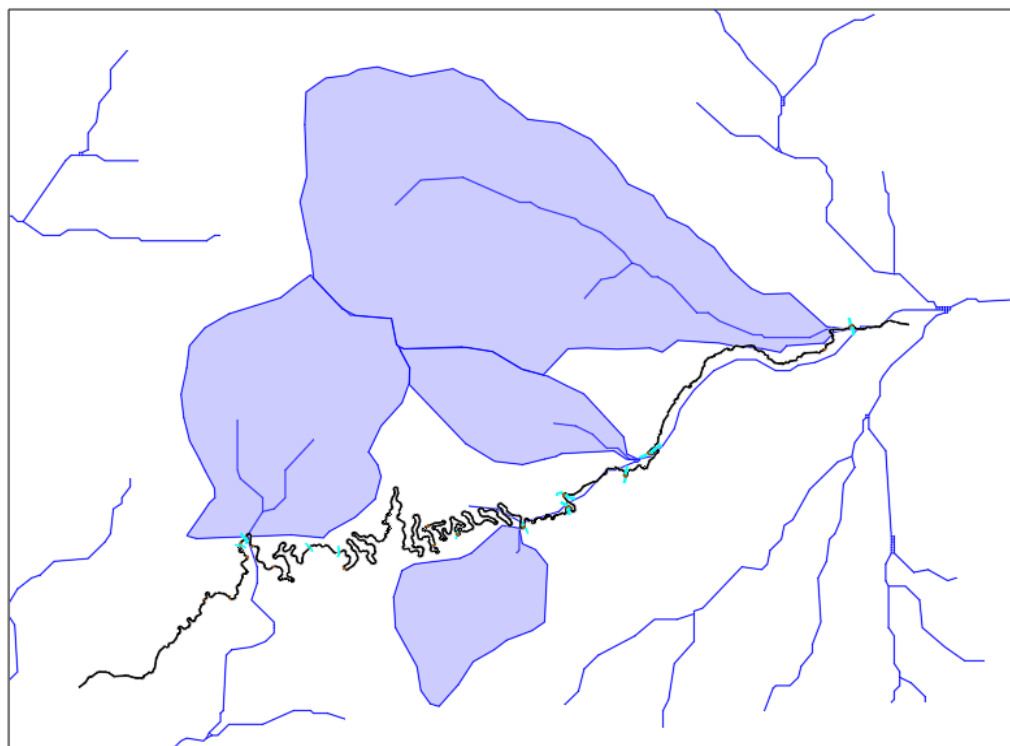
A continuación, se presenta una tabla con las características propias de las cuencas que se obtuvieron:

Cuadro N°26: Cauces principales de las cuencas

CUENCA	PROGRESIVA	AREA (m2)	AREA (ha)	LONGITUD (m)	COTA MAYOR (m)	COTA MENOR (m)
1	2+220	1686001.3	168.60	209.08	2189.82	2176.62
2	10+210	631047.9	63.10	188.28	2052.06	2013.82
3	11+910	816815.0	81.68	689.97	2063.71	1874.52
4	14+060	2452995.4	245.30	1804.52	1892.15	1664.91

Fuente: Propia

Figura N°35: Cuencas



Fuente: Propia

Análisis hidrológico

Se presentan los caudales aportantes de las cuencas estudiadas usando el método racional

Cuadro N°27: Precipitación máxima en 24 horas

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBRE	NOVIEMB.	DICIEMB.
1990												8.0
1991	9.7	29.3	12.7				8.5	26.0	31.5	63.3	18.3	3.8
1992	10.7	24.0	13.6	12.3	12.8	12.3	15.8	9.2	29.0	26.0	22.8	36.0
1993	12.0	60.8	73.5	20.3	18.7	11.1	17.2	8.4	7.9	35.0	27.4	31.5
1994	53.0	45.3	29.0	21.1	24.8	20.0	13.0	12.1	18.2	23.9	36.4	52.0
1995	20.8	18.7	39.2	20.5	71.3	21.4	8.6	12.6	17.7	8.1	74.6	22.6
1996	38.6	45.5	38.1	33.0	19.4	15.0	19.6	12.0	7.2	11.0	12.3	45.0
1997	35.3	25.0	20.9	78.6	27.8	16.3	13.5	12.6	9.5	26.8	31.7	13.0
1998	32.9	100.1	73.4	38.0	48.0	27.5	8.8	6.8	21.9	57.5	36.8	19.6
1999	54.1	55.1	38.5	41.1	86.7	12.0	18.4	19.0	12.8	14.1	49.0	57.8
2000	26.2	50.0	22.4	32.7	15.1	23.2	21.8	16.0	32.0	13.0	7.0	20.2
2001	45.0	20.0	14.3	27.9	40.6	26.0	14.6	12.7	9.8	11.8	23.1	48.0
2002	38.0	23.9	43.3	59.1	23.5	6.7	23.8	4.4	9.3	28.0	37.5	17.5
2003	21.1	12.5	48.7	37.6	22.6	15.2	29.0	12.1	8.5	23.9	52.1	40.0
2004	23.1	12.1	43.0	25.0	24.4	17.9	8.3	4.7	8.8	29.7	38.7	54.3
2005	26.9	118.5	32.1	57.7	15.5	32.9	12.1	18.7	9.0	33.7	33.8	86.2
2006	57.2	48.4	21.2	17.2	14.5	24.5	18.4	7.5	8.7	26.5	63.1	34.3
2007	35.0	35.3	30.6	56.3	30.8	18.5	24.5	15.6	13.9	42.6	62.1	48.3
2008	33.6	53.0	38.9	25.6	19.9	15.2	19.3	14.5	17.1	20.9	28.4	17.3
2009	40.0	28.6	48.6	77.3	14.6	23.7	18.4	14.8	24.8	35.6	30.5	32.0
2010	11.7	83.5	20.4	52.9	46.5	58.5	14.6	7.5	13.9	8.9	15.8	64.4
2011	12.5	62.6	38.1	59.5	51.3	33.9	24.9	11.7	28.3	10.7	61.5	26.7
2012	29.8	21.5	27.3	31.2	29.3	39.4	12.9	17.9	10.8	37.2	23.0	19.5
2013	13.5	12.6	42.0	30.3	28.3	19.1	18.6	19.8	27.9	45.0	3.7	31.3
2014		24.8	40.2	26.9	23.5	23.4	22.2					

Fuente: Propia

Cuadro N°28: Cuadro de Parámetros

N°	AÑO	ANUAL
1	1990	8.0
2	1991	63.3
3	1992	36.0
4	1993	73.5
5	1994	53.0
6	1995	74.6
7	1996	45.5
8	1997	78.6
9	1998	100.1
10	1999	86.7
11	2000	50.0
12	2001	48.0
13	2002	59.1
14	2003	52.1
15	2004	54.3
16	2005	118.5
17	2006	63.1
18	2007	62.1
19	2008	53.0
20	2009	77.3
21	2010	83.5
22	2011	62.6
23	2012	39.4
24	2013	45.0
25	2014	40.2

Fuente: Propia

Parámetros Estadísticos

Se detalla en la tabla siguiente las precipitaciones según las distintas distribuciones aplicadas al estudio

Distribución Smirnov – Kolmogorov**Cuadro N°29: Precipitación en 24 horas para diferentes periodos de retorno**

TR (años)	$F(y)=1-1/TR$	Z	$X=Z*s+x$
5	0.800	0.84162	80.16
10	0.900	1.28155	90.12
20	0.950	1.64485	98.35
25	0.960	1.75070	100.74
50	0.980	2.05375	107.61
100	0.990	2.32635	113.78

Fuente: Propia

Distribución Gumbel

Cuadro N°30: Precipitación en 24 horas para diferentes periodos de retorno

TR (años)	F(y)=1-1/TR	Y	X=u+ay
5	0.800	0.223144	54.85
10	0.900	2.250367	90.66
20	0.950	2.970195	103.37
25	0.960	3.198534	107.41
50	0.980	3.901939	119.83
100	0.990	4.600149	132.16

Fuente: Propia

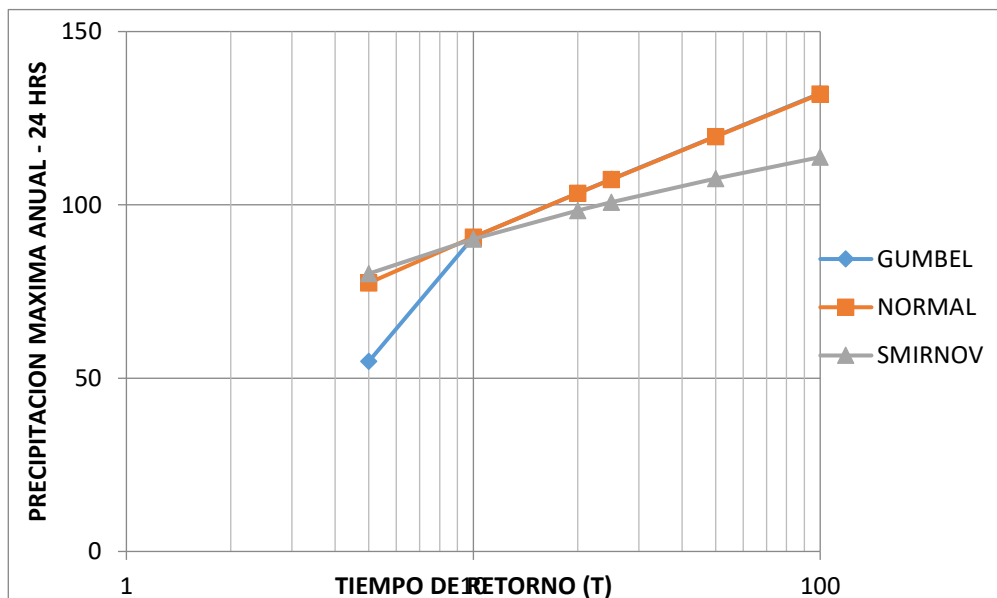
Distribución Log Normal

Cuadro N°31: Precipitación en 24 horas para diferentes periodos de retorno

T. RETORNO	F(z)=1-1/TR	z	xi =e^(z*σy+uy)
5	0.800	0.84162	77.49
10	0.900	1.28155	90.73
20	0.950	1.64485	103.36
25	0.960	1.75070	107.37
50	0.980	2.05375	119.70
100	0.990	2.32635	131.99

Fuente: Propia

Gráfico N°1: Precipitación máxima en 24 horas (mm) Anual, para las 3 Distribuciones



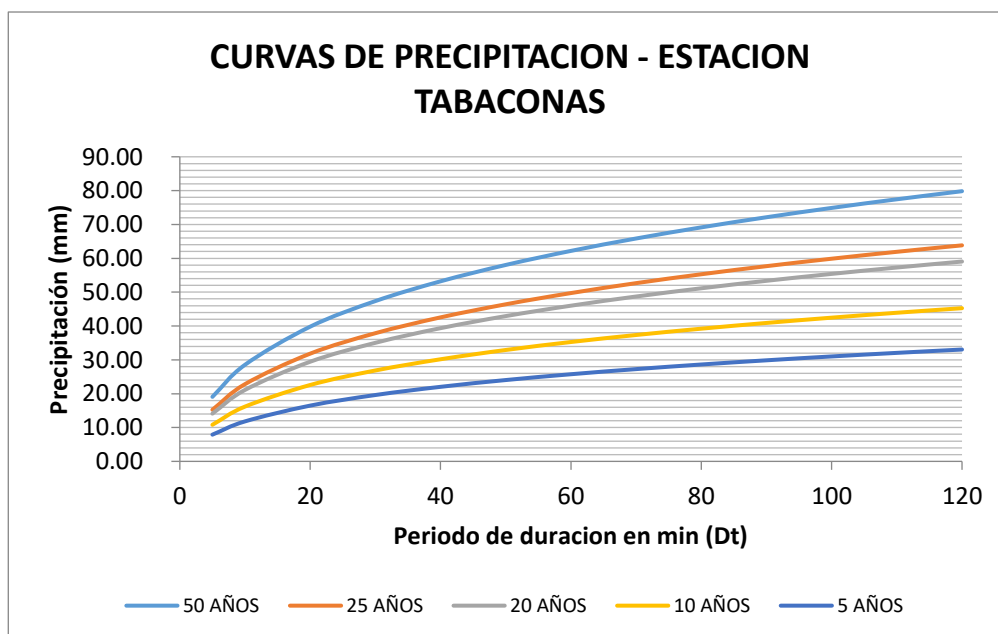
Fuente: Propia

Cuadro N°32: Precipitación de duración en min para diversos periodos de retorno

Dt (min)	Tr (Años)				
	5	10	20	25	50
5	7,89	10,81	14,10	15,25	19,07
10	11,82	16,19	21,11	22,82	28,54
20	16,48	22,57	29,45	31,83	39,81
30	19,61	26,86	35,04	37,88	47,37
40	22,03	30,17	39,36	42,55	53,21
50	24,03	32,91	42,93	46,41	58,04
60	25,75	35,27	46,00	49,73	62,19
70	27,27	37,34	48,71	52,66	65,86
80	28,63	39,21	51,15	55,29	69,14
90	29,87	40,91	53,36	57,68	72,14
100	31,01	42,47	55,40	59,89	74,89
110	32,06	43,91	57,28	61,93	77,44
120	33,05	45,27	59,05	63,84	79,83

Fuente: Propia

Gráfico N°2: Curvas de Precipitación

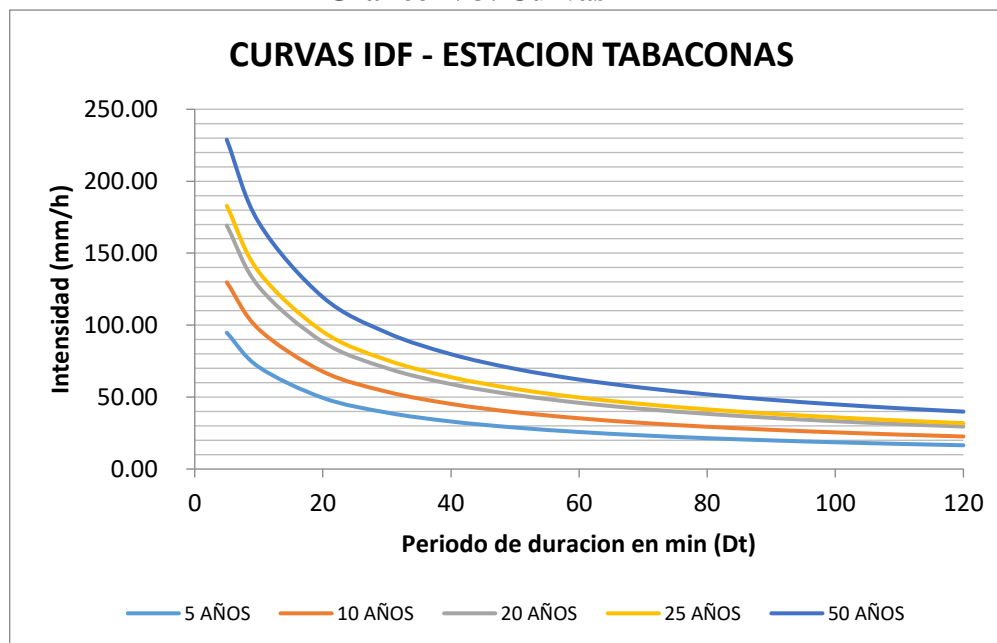


Fuente: Propia

Cuadro N°33: Intensidad de lluvia en mm/h

Dt (min)	Tr (Años)				
	5	10	20	25	50
5	94,74	129,76	169,26	182,98	228,82
10	70,91	97,11	126,68	136,95	171,26
20	49,45	67,72	88,34	95,50	119,43
30	39,22	53,72	70,07	75,75	94,73
40	33,05	45,26	59,04	63,82	79,82
50	28,84	39,50	51,52	55,70	69,65
60	25,75	35,27	46,00	49,73	62,19
70	23,37	32,01	41,75	45,14	56,45
80	21,47	29,41	38,36	41,47	51,86
90	19,91	27,27	35,57	38,46	48,09
100	18,60	25,48	33,24	35,93	44,93
110	17,49	23,95	31,25	33,78	42,24
120	16,53	22,63	29,52	31,92	39,91

Fuente: Propia

Gráfico N°3: Curvas IDF

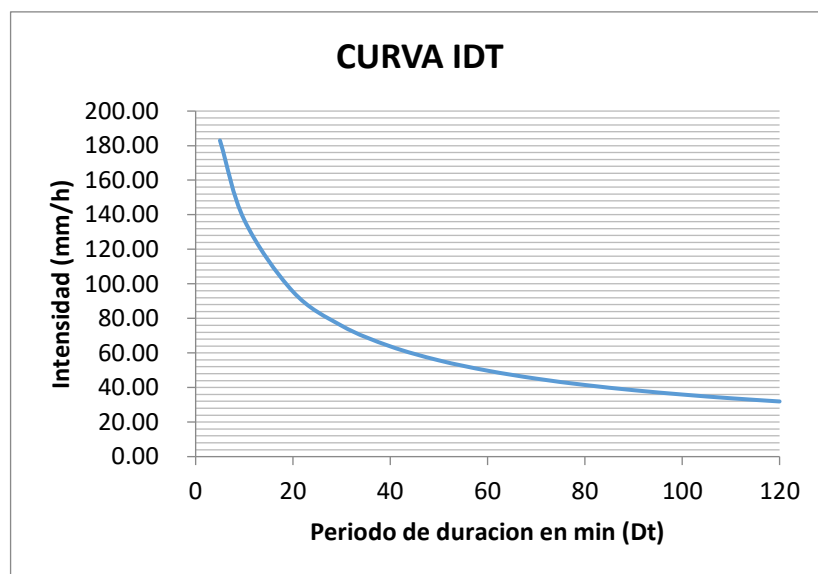
Fuente: Propia

Se presenta también la estimación de intensidad de lluvia con un periodo de retorno de 25 años, y obteniendo dichos resultados:

Cuadro N°34: Intensidad en mm/h

Dt (min)	TR
	25
5	182,98
10	136,95
20	95,50
30	75,75
40	63,82
50	55,70
60	49,73
70	45,14
80	41,47
90	38,46
100	35,93
110	33,78
120	31,92

Fuente: Propia

Gráfico N°4: Curva IDF para un periodo de retorno de 25 años

Fuente: Propia

Estudio de Hidráulica y drenaje

Áreas Aportantes

Se presentan las áreas aportantes que se tendrán en consideración para realizar los diseños de obras de arte.

Cuadro N°35: Áreas Aportantes

N°TRAMO	TRAMO		LONGITUD	PENDIENTE	VIA ANCHO	LADERA ANCHO	AREA VIA (ha)	AREA LADERA (ha)	CUENCA	OBRA DE DRENAJE
	INICIO	TERMINA								
1	+0	+300	300.00	9.51%	2.00	10.00	0.06	0.30		
2	+300	+500	200.00	1.19%	2.00	10.00	0.04	0.20		
3	+500	+800	300.00	2.43%	2.00	10.00	0.06	0.30		
4	+800	1+380	580.00	7.70%	2.00	10.00	0.12	0.58		
5	1+380	1+640	260.00	7.70%	2.00	10.00	0.05	0.26		ALCANTARILLA-N°1(1+380)
6	1+640	1+900	260.00	7.70%	2.00	10.00	0.05	0.26		ALCANTARILLA-N°2(1+640)
7	1+900	2+050	150.00	6.47%	2.00	10.00	0.03	0.15		ALCANTARILLA-N°3(2+050)
8	2+050	2+160	110.00	6.47%	2.00	10.00	0.02	0.11	CUENCA 1	BADEN-N°1(2+160)
9	2+160	2+190	30.00	6.47%	2.00	10.00	0.01	0.03		
10	2+190	2+220	30.00	7.73%	2.00	10.00	0.01	0.03	CUENCA 2	BADEN-N°2(2+220)
11	2+220	2+370	150.00	7.73%	2.00	10.00	0.03	0.15		
12	2+370	2+650	280.00	7.73%	2.00	10.00	0.06	0.28		ALCANTARILLA-N°4(2+370)
13	2+650	3+820	1170.00	7.73%	2.00	10.00	0.23	1.17		ALCANTARILLA-N°5(2+650)
14	3+820	4+060	240.00	7.73%	2.00	10.00	0.05	0.24	CUENCA 3	BADEN-N°3(3+820)
15	4+060	4+290	230.00	7.73%	2.00	10.00	0.05	0.23	CUENCA 4	BADEN-N°4(4+060)
16	4+290	5+150	860.00	7.73%	2.00	10.00	0.17	0.86		ALCANTARILLA-N°6(4+260)
17	5+150	7+460	2310.00	8.61%	2.00	10.00	0.46	2.31		ALCANTARILLA-N°7(7+460)
18	7+460	7+760	300.00	8.61%	2.00	10.00	0.06	0.30		ALCANTARILLA-N°8(7+760)
19	7+760	8+600	840.00	8.61%	2.00	10.00	0.17	0.84	CUENCA 5	BADEN-N°5(8+600)
20	8+600	10+210	1610.00	8.61%	2.00	10.00	0.32	1.61	CUENCA 6	BADEN-N°6(10+210)
21	10+210	10+710	500.00	8.61%	2.00	10.00	0.10	0.50	CUENCA 7	BADEN-N°7(10+710)
22	10+710	10+910	200.00	8.61%	2.00	10.00	0.04	0.20	CUENCA 8	BADEN-N°8(10+910)
23	10+910	11+470	560.00	8.61%	2.00	10.00	0.11	0.56	CUENCA 9	BADEN N°9(11+470)
24	11+470	11+910	440.00	8.61%	2.00	10.00	0.09	0.44	CUENCA 10	BADEN N°10(11+910)
25	11+910	13+720	1810.00	8.61%	2.00	10.00	0.36	1.81		ALCANTARILLA-N°9(13+720)
26	13+720	14+060	340.00	9.93%	2.00	10.00	0.07	0.34		
27	14+060								CUENCA 11	BADEN N°11(14+060)
28	14+060	14+499	439.00	7.01%	2.00	10.00	0.09	0.44		

Fuente: Propia

Diseño de cunetas

Se presentan las características para obtener el caudal que captará la cuneta en el área de aporte correspondiente.

Cuadro N°36: Caudal para cunetas con aporte correspondiente

N°TRAMO DE CUNETAS	TRAMO		LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	AREA VIA (ha)	AREA LADERA (ha)	tc minutos	i (mm/h)	Qvia (m³/s)	Qladera (m³/s)	Qdiseño (m³/s)
	INICIO	TERMINA							0,88	0,4	
1	+0	+300	300	9,51%	0,06	0,30	3,8978	160,722	0,024	0,011	0,034
2	+300	+500	200	1,19%	0,04	0,20	6,3495	125,938	0,012	0,006	0,018
3	+500	+800	300	2,43%	0,06	0,30	6,5911	123,609	0,018	0,008	0,026
4	+800	1+380	580	7,70%	0,12	0,58	7,0239	119,742	0,034	0,015	0,049
5	1+380	1+640	260	7,70%	0,05	0,26	3,7867	163,061	0,021	0,009	0,030
6	1+640	1+900	260	7,70%	0,05	0,26	3,7867	163,061	0,021	0,009	0,030
7	1+900	2+050	150	6,47%	0,03	0,15	2,6511	194,867	0,014	0,006	0,021
8	2+050	2+160	110	6,47%	0,02	0,11	2,0879	219,571	0,012	0,005	0,017
9	2+160	2+190	30	6,47%	0,01	0,03	0,7678	362,021	0,005	0,002	0,008
10	2+190	2+220	30	7,73%	0,01	0,03	0,7169	374,630	0,005	0,002	0,008
11	2+220	2+370	150	7,73%	0,03	0,15	2,4756	201,654	0,015	0,007	0,022
12	2+370	2+650	280	7,73%	0,06	0,28	4,0031	158,594	0,022	0,010	0,032
13	2+650	3+820	1170	7,73%	0,23	1,17	12,039	91,472	0,052	0,024	0,076
14	3+820	4+060	240	7,73%	0,05	0,24	3,5551	168,288	0,020	0,009	0,029
15	4+060	4+290	230	7,73%	0,05	0,23	3,4405	171,067	0,019	0,009	0,028
16	4+290	5+150	860	7,73%	0,17	0,86	9,4984	102,976	0,043	0,020	0,063
17	5+150	7+460	2310	8,61%	0,46	2,31	19,5	71,879	0,081	0,037	0,118
18	7+460	7+760	300	8,61%	0,06	0,30	4,0499	157,676	0,023	0,011	0,034
19	7+760	8+600	840	8,61%	0,17	0,84	8,9486	106,091	0,044	0,020	0,063
20	8+600	10+210	1610	8,61%	0,32	1,61	14,768	82,593	0,065	0,030	0,095
21	10+210	10+710	500	8,61%	0,10	0,50	6,0016	129,536	0,032	0,014	0,046
22	10+710	10+910	200	8,61%	0,04	0,20	2,9638	184,304	0,018	0,008	0,026
23	10+910	11+470	560	8,61%	0,11	0,56	6,5488	124,007	0,034	0,015	0,049
24	11+470	11+910	440	8,61%	0,09	0,44	5,439	136,068	0,029	0,013	0,043
25	11+910	13+720	1810	8,61%	0,36	1,81	16,161	78,954	0,070	0,032	0,102
26	13+720	14+060	340	9,93%	0,07	0,34	4,2213	154,443	0,026	0,012	0,037
28	14+060	14+499	439	7,01%	0,09	0,44	5,8767	130,905	0,028	0,013	0,041

Fuente: Propia

Cuadro N°37: Diseño hidráulico de las cunetas

N°TRAMO DE CUNETETA	TRAMO		Qdiseño (m ³ /s)	PENDIENTE (%)	Z1	Z2	y (m)	α (m)	DATOS HIDRAULICOS			VELOCIDAD	Qcalculado
	INICIO	TERMINA							A(m ²)	P(m)	R(m)		
1	+0,00	+300,00	0,034	9,51%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	4,28	0,24
2	+300,00	+500,00	0,018	1,19%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	1,51	0,09
3	+500,00	+800,00	0,026	2,43%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	2,16	0,12
4	+800,00	1+380,00	0,049	7,70%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,85	0,22
5	1+380,00	1+640,00	0,030	7,70%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,85	0,22
6	1+640,00	1+900,00	0,030	7,70%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,85	0,22
7	1+900,00	2+050,00	0,021	6,47%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,53	0,20
8	2+050,00	2+160,00	0,017	6,47%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,53	0,20
9	2+160,00	2+190,00	0,008	6,47%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,53	0,20
10	2+190,00	2+220,00	0,008	7,73%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,86	0,22
11	2+220,00	2+370,00	0,022	7,73%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,86	0,22
12	2+370,00	2+650,00	0,032	7,73%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,86	0,22
13	2+650,00	3+820,00	0,076	7,73%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,86	0,22
14	3+820,00	4+060,00	0,029	7,73%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,86	0,22
15	4+060,00	4+290,00	0,028	7,73%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,86	0,22
16	4+290,00	5+150,00	0,063	7,73%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,86	0,22
17	5+150,00	7+460,00	0,118	8,61%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	4,07	0,23
18	7+460,00	7+760,00	0,034	8,61%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	4,07	0,23
19	7+760,00	8+600,00	0,063	8,61%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	4,07	0,23
20	8+600,00	10+210,00	0,095	8,61%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	4,07	0,23
21	10+210,00	10+710,00	0,046	8,61%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	4,07	0,23
22	10+710,00	10+910,00	0,026	8,61%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	4,07	0,23
23	10+910,00	11+470,00	0,049	8,61%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	4,07	0,23
24	11+470,00	11+910,00	0,043	8,61%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	4,07	0,23
25	11+910,00	13+720,00	0,102	8,61%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	4,07	0,23
26	13+720,00	14+060,00	0,037	9,93%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	4,38	0,25
28	14+060,00	14+499,00	0,041	7,01%	0,25	1	0,3	0,375	0,06	0,73	0,08	3,68	0,21

Fuente: Propia

Diseño de Alcantarillas

Se presentan resumen de los caudales que captaran las alcantarillas para realizar su diseño posterior.

Cuadro N°38: Drenaje transversal propuesto

PROGRESIVA	OBRA DE DRENAJE	Q DISEÑO (m ³ /s)	TIPO
1+380	ALCANTARILLA-N°1(1+380)	0,0301	Alcantarilla de alivio
1+640	ALCANTARILLA-N°2(1+640)	0,0301	Alcantarilla de alivio
2+050	ALCANTARILLA-N°3(2+050)	0,0208	Alcantarilla de alivio
2+370	ALCANTARILLA-N°4(2+370)	0,0316	Alcantarilla de alivio
2+650	ALCANTARILLA-N°5(2+650)	0,0761	Alcantarilla de alivio
4+260	ALCANTARILLA-N°6(4+260)	0,0630	Alcantarilla de alivio
7+460	ALCANTARILLA-N°7(7+460)	0,1181	Alcantarilla de alivio
7+760	ALCANTARILLA-N°8(7+760)	0,0336	Alcantarilla de alivio
13+720	ALCANTARILLA-N°9(13+720)	0,1390	Alcantarilla de alivio

Fuente: Propia

Cuadro N°39: Diseño de alcantarillas

OBRA DE DRENAJE	Q diseño	PENDIENTE ALCANTARILLA	COEFICIENTE RUGOSIDAD	DIAMETRO (pulgadas)	DIAMETRO (m)	TIRANTE CALCULADO	θ rad	AREA HIDRAULICA	PERIMETRO MOJADO	RADIO HIDRAULICO	CAUDAL CALCULADO	VELOCIDAD DE FLUJO
ALCANTARILLA-N°1(1+380)	0,03	2,00%	0,024	24	0,61	0,457	4,189	0,235	1,277	0,18390845	0,4474489	1,9056284
ALCANTARILLA-N°2(1+640)	0,03	2,00%	0,024	24	0,61	0,457	4,189	0,235	1,277	0,18390845	0,4474489	1,9056284
ALCANTARILLA-N°3(2+050)	0,02	2,00%	0,024	24	0,61	0,457	4,189	0,235	1,277	0,18390845	0,4474489	1,9056284
ALCANTARILLA-N°4(2+370)	0,03	2,00%	0,024	24	0,61	0,457	4,189	0,235	1,277	0,18390845	0,4474489	1,9056284
ALCANTARILLA-N°5(2+650)	0,08	2,00%	0,024	24	0,61	0,457	4,189	0,235	1,277	0,18390845	0,4474489	1,9056284
ALCANTARILLA-N°6(4+260)	0,06	2,00%	0,024	24	0,61	0,457	4,189	0,235	1,277	0,18390845	0,4474489	1,9056284
ALCANTARILLA-N°7(7+460)	0,12	2,00%	0,024	24	0,61	0,457	4,189	0,235	1,277	0,18390845	0,4474489	1,9056284
ALCANTARILLA-N°8(7+760)	0,03	2,00%	0,024	24	0,61	0,457	4,189	0,235	1,277	0,18390845	0,4474489	1,9056284
ALCANTARILLA-N°9(13+720)	0,14	2,00%	0,024	24	0,61	0,457	4,189	0,235	1,277	0,18390845	0,4474489	1,9056284

Fuente: Propia

Diseño de badenes

Se han provisto en el estudio el diseño de 11 badenes en toda la longitud de la vía, para el cual a continuación se presenta una tabla resumen para su diseño.

Cuadro N°40: Diseño de badenes

UBICACIÓN	CAUDAL	ANCHO SOLERA	a (m)	LONGITUD BADEN	n	PENDIENTE	TALUD	TIRANTE ASUMIDO	DATOS HIDRAULICOS			CAUDAL	CONDICION	ALTURA TOTAL
									A	P	R			
km	m ³ /s	b(m)		L(m)		S	Z	Y(m)	m ²	m	m	m ³ /s		y'(m)
BADEN-N°1(2+160)	0,025	2,50	2,00	6,50	0,015	3,00%	33,33	0,40	6,333	29,179	0,217	26,413	SI CUMPLE	0,40
BADEN-N°2(2+220)	32,112	9,50	3,00	15,50	0,015	3,00%	33,33	0,40	9,133	36,179	0,252	42,126	SI CUMPLE	0,40
BADEN-N°3(3+820)	0,029	2,50	2,00	6,50	0,015	3,00%	33,33	0,40	6,333	29,179	0,217	26,413	SI CUMPLE	0,40
BADEN-N°4(4+060)	0,028	2,50	2,00	6,50	0,015	3,00%	33,33	0,40	6,333	29,179	0,217	26,413	SI CUMPLE	0,40
BADEN-N°5(8+600)	0,063	2,50	2,00	6,50	0,015	3,00%	33,33	0,40	6,333	29,179	0,217	26,413	SI CUMPLE	0,40
BADEN-N°6(10+210)	12,103	2,50	2,00	6,50	0,015	3,00%	33,33	0,40	6,333	29,179	0,217	26,413	SI CUMPLE	0,40
BADEN-N°7(10+710)	0,046	4,50	2,00	8,50	0,015	3,00%	33,33	0,40	7,133	31,179	0,229	30,812	SI CUMPLE	0,40
BADEN-N°8(10+910)	0,026	4,50	2,00	8,50	0,015	3,00%	33,33	0,40	7,133	31,179	0,229	30,812	SI CUMPLE	0,40
BADEN-N°9(11+470)	0,049	4,50	2,00	8,50	0,015	3,00%	33,33	0,40	7,133	31,179	0,229	30,812	SI CUMPLE	0,40
BADEN-N°10(11+910)	15,586	4,50	2,00	8,50	0,015	3,00%	33,33	0,40	7,133	31,179	0,229	30,812	SI CUMPLE	0,40
BADEN-N°11(14+060)	41,129	9,50	3,00	15,50	0,015	3,00%	33,33	0,40	9,133	36,179	0,252	42,126	SI CUMPLE	0,40

Fuente: Propia

Evaluación de Impacto Ambiental

Este apartado se desarrolla detalladamente en un informe por separado, el cual estará presentado en los Anexos del estudio. Además, se brinda la Matriz de Leopold, pero de la misma forma detalla se observará en los Anexos.

Señalización y Seguridad Vial

Para el presente estudio en el Anexo N° se presentan las señalizaciones que se tiene en cuenta a lo largo de toda la vía estudiada: La Fortuna – Sawintza

Metrados

Siguiendo, se presenta un cuadro donde se resume los metrados elaborados para el proyecto: Diseño de la Trocha Carrozable La Fortuna – Sawintza, distrito de San José de Lourdes, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2021.

Cuadro N°41: Resumen de Metrados de Badenes

Item	Descripcion	Und	metrado
4.03	BADENES		
4.03.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1422.98
4.03.02	EXCAVACION MANUAL DE TIERRA COMPACTADA	m3	943.97
4.03.03	ELIMINACIO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2334.28
4.03.04	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	1422.98
4.03.05	CONCRETO F'C=210 kg/cm2 PARA BADEN	m3	282.94
4.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA BADEN	m2	191.76
4.03.07	EMBOQUILLADO DE PIEDRA, E=40 m PARA BADEN	m2	1050.20
4.03.08	JUNTA ASFALTICO E=2"	m	639.20
4.03.09	SELECCIÓN Y APILAMIENTO DE PIEDRA GRANDE	m3	420.08
4.03.10	TRANSPORTE DE PIEDRA GRANDE	m3	420.08

Fuente: Propia

Cuadro N°42: Resumen de Metrados de Cunetas

LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
PROGRESIVA			PROGRESIVA		
INICIAL	FINAL	METRADO	INICIAL	FINAL	METRADO
km	km	m	km	km	m
10	1005	995	0	1630	1630
1015	1110	95	1670	2140	470
1195	1265	70	2165	2175	10
1275	1345	70	2210	4875	2665
1435	1445	10	4945	4965	20
1470	1630	160	4985	5015	30
1795	1905	110	5025	5045	20
1915	1950	35	5055	5075	20
2075	2085	10	5085	5095	10
2095	2125	30	5115	5125	10
2230	2785	555	5145	5165	20
2795	2805	10	5175	6395	1220
2815	3515	700	6405	14385	7980
3525	4825	1300	14475	14499,47	24,47
4835	4845	10			
4855	5465	610			
5485	5495	10			
5505	5585	80			
5615	5625	10			
5635	5685	50			
5705	13485	7780			
13495	13510	15			
13525	13650	125			
13775	14085	310			
14095	14105	10			
14115	14130	15			
14145	14390	245			
14490	14499,47	9,47			
SUBTOTAL		13429,47	SUBTOTAL		14129,47
SUMATORIA TOTAL					27558,94

Fuente: Propia

Cuadro N°43: Resumen de Metrados de Alcantarillas

PROGRESIV A	OBRA DE DRENAJE	TIPO	Ø	L=	CONC. f'c=175 kg/cm ²			EMBOQUILLADO DE PIEDRA					
					Ent	Sal	Total(m ³)	L ent	Emb E	L sal	Emb S	Total(m ³)	
1+380	ALCANTARILLA-N°1(1+380)	Alcantarilla de alivio	36	9.65	6.37	3.61	9.98	5.00	1.77	5.00	4.72	6.49	
1+640	ALCANTARILLA-N°2(1+640)	Alcantarilla de alivio	36	10.00	6.37	3.61	9.98	5.00	1.77	5.00	4.72	6.49	
2+050	ALCANTARILLA-N°3(2+050)	Alcantarilla de alivio	36	8.65	6.37	3.61	9.98	5.00	1.77	5.00	4.72	6.49	
2+370	ALCANTARILLA-N°4(2+370)	Alcantarilla de alivio	36	8.40	6.37	3.61	9.98	5.00	1.77	5.00	4.72	6.49	
2+650	ALCANTARILLA-N°5(2+650)	Alcantarilla de alivio	36	7.00	6.37	3.61	9.98	5.00	1.77	5.00	4.72	6.49	
4+260	ALCANTARILLA-N°6(4+260)	Alcantarilla de alivio	36	5.50	6.37	3.61	9.98	5.00	1.77	5.00	4.72	6.49	
7+460	ALCANTARILLA-N°7(7+460)	Alcantarilla de alivio	36	8.00	6.37	3.61	9.98	5.00	1.77	5.00	4.72	6.49	
7+760	ALCANTARILLA-N°8(7+760)	Alcantarilla de alivio	36	7.35	6.37	3.61	9.98	5.00	1.77	5.00	4.72	6.49	
13+720	ALCANTARILLA-N°9(13+720)	Alcantarilla de alivio	36	7.85	6.37	3.61	9.98	5.00	1.77	5.00	4.72	6.49	
							89.82						58.41

Fuente: Propia

PROGRESIV A	OBRA DE DRENAJE	TIPO	Ø	L=	CONC. f'c=175 kg/cm ²			ENCOFRADO		
					Ent	Sal	Total(m ³)	Ent	Sal	Total (m ²)
1+380	ALCANTARILLA-Nº1(1+380)	Alcantarilla de alivio	36	9.65	6.37	3.61	9.98	26.15	3.61	29.76
1+640	ALCANTARILLA-Nº2(1+640)	Alcantarilla de alivio	36	10.00	6.37	3.61	9.98	26.15	3.61	29.76
2+050	ALCANTARILLA-Nº3(2+050)	Alcantarilla de alivio	36	8.65	6.37	3.61	9.98	26.15	3.61	29.76
2+370	ALCANTARILLA-Nº4(2+370)	Alcantarilla de alivio	36	8.40	6.37	3.61	9.98	26.15	3.61	29.76
2+650	ALCANTARILLA-Nº5(2+650)	Alcantarilla de alivio	36	7.00	6.37	3.61	9.98	26.15	3.61	29.76
4+260	ALCANTARILLA-Nº6(4+260)	Alcantarilla de alivio	36	5.50	6.37	3.61	9.98	26.15	3.61	29.76
7+460	ALCANTARILLA-Nº7(7+460)	Alcantarilla de alivio	36	8.00	6.37	3.61	9.98	26.15	3.61	29.76
7+760	ALCANTARILLA-Nº8(7+760)	Alcantarilla de alivio	36	7.35	6.37	3.61	9.98	26.15	3.61	29.76
13+720	ALCANTARILLA-Nº9(13+720)	Alcantarilla de alivio	36	7.85	6.37	3.61	9.98	26.15	3.61	29.76
							89.82			267.84

Fuente: Propia

PROGRESIV A	OBRA DE DRENAJE	TIPO	Ø	L=	CONC. f'c=175 kg/cm ²			RELLENO CON MATERIAL PROPIO		
					Ent	Sal	Total(m ³)	RELLENO	RELLENO DE COBERTURA	Total(m ³)
1+380	ALCANTARILLA-Nº1(1+380)	Alcantarilla de alivio	36	9.65	6.37	3.61	9.98	1.17	7.42	8.59
1+640	ALCANTARILLA-Nº2(1+640)	Alcantarilla de alivio	36	10.00	6.37	3.61	9.98	1.17	7.42	8.59
2+050	ALCANTARILLA-Nº3(2+050)	Alcantarilla de alivio	36	8.65	6.37	3.61	9.98	1.17	7.42	8.59
2+370	ALCANTARILLA-Nº4(2+370)	Alcantarilla de alivio	36	8.40	6.37	3.61	9.98	1.17	7.42	8.59
2+650	ALCANTARILLA-Nº5(2+650)	Alcantarilla de alivio	36	7.00	6.37	3.61	9.98	1.17	7.42	8.59
4+260	ALCANTARILLA-Nº6(4+260)	Alcantarilla de alivio	36	5.50	6.37	3.61	9.98	1.17	7.42	8.59
7+460	ALCANTARILLA-Nº7(7+460)	Alcantarilla de alivio	36	8.00	6.37	3.61	9.98	1.17	7.42	8.59
7+760	ALCANTARILLA-Nº8(7+760)	Alcantarilla de alivio	36	7.35	6.37	3.61	9.98	1.17	7.42	8.59
13+720	ALCANTARILLA-Nº9(13+720)	Alcantarilla de alivio	36	7.85	6.37	3.61	9.98	1.17	7.42	8.59
							89.82			77.29

Fuente: Propia

PROGRESIV A	OBRA DE DRENAJE	TIPO	Ø	L=	CONC. f'c=175 kg/cm ²			EXCAVACION (m ³)						
					Ent	Sal	Total(m ³)	EXC MAT. GRANU ENTR	EXC MAT. GRANU SAL	Cuerpo	Emb E	Emb S	Total(m ³)	
1+380	ALCANTARILLA-Nº1(1+380)	Alcantarilla de alivio	36	9.65	6.37	3.61	9.98	1.55	4.11	7.96	1.77	4.72	20.11	
1+640	ALCANTARILLA-Nº2(1+640)	Alcantarilla de alivio	36	10.00	6.37	3.61	9.98	1.55	4.11	8.28	1.77	4.72	20.43	
2+050	ALCANTARILLA-Nº3(2+050)	Alcantarilla de alivio	36	8.65	6.37	3.61	9.98	1.55	4.11	7.05	1.77	4.72	19.20	
2+370	ALCANTARILLA-Nº4(2+370)	Alcantarilla de alivio	36	8.40	6.37	3.61	9.98	1.55	4.11	6.82	1.77	4.72	18.97	
2+650	ALCANTARILLA-Nº5(2+650)	Alcantarilla de alivio	36	7.00	6.37	3.61	9.98	1.55	4.11	5.54	1.77	4.72	17.69	
4+260	ALCANTARILLA-Nº6(4+260)	Alcantarilla de alivio	36	5.50	6.37	3.61	9.98	1.55	4.11	4.17	1.77	4.72	16.32	
7+460	ALCANTARILLA-Nº7(7+460)	Alcantarilla de alivio	36	8.00	6.37	3.61	9.98	1.55	4.11	6.46	1.77	4.72	18.60	
7+760	ALCANTARILLA-Nº8(7+760)	Alcantarilla de alivio	36	7.35	6.37	3.61	9.98	1.55	4.11	5.86	1.77	4.72	18.01	
13+720	ALCANTARILLA-Nº9(13+720)	Alcantarilla de alivio	36	7.85	6.37	3.61	9.98	1.55	4.11	6.32	1.77	4.72	18.47	
							89.82							167.80

Fuente: Propia

PROGRESIV A	OBRA DE DRENAJE	TIPO	Ø	L=	CONC. f'c=175 kg/cm ²			RELLENO C/ MATERIAL GRANULADO (m ³)						
					Ent	Sal	Total(m ³)	Entrada	Salida	Ancho	Long	Cuerpo	Total(m ³)	
1+380	ALCANTARILLA-Nº1(1+380)	Alcantarilla de alivio	36	9.65	6.37	3.61	9.98	1.5	4.11	0.9144	8.79	1.61	7.27	
1+640	ALCANTARILLA-Nº2(1+640)	Alcantarilla de alivio	36	10.00	6.37	3.61	9.98	1.5	4.11	0.9144	9.14	1.67	7.33	
2+050	ALCANTARILLA-Nº3(2+050)	Alcantarilla de alivio	36	8.65	6.37	3.61	9.98	1.5	4.11	0.9144	7.79	1.42	7.08	
2+370	ALCANTARILLA-Nº4(2+370)	Alcantarilla de alivio	36	8.40	6.37	3.61	9.98	1.5	4.11	0.9144	7.54	1.38	7.04	
2+650	ALCANTARILLA-Nº5(2+650)	Alcantarilla de alivio	36	7.00	6.37	3.61	9.98	1.5	4.11	0.9144	6.14	1.12	6.78	
4+260	ALCANTARILLA-Nº6(4+260)	Alcantarilla de alivio	36	5.50	6.37	3.61	9.98	1.5	4.11	0.9144	4.64	0.85	6.51	
7+460	ALCANTARILLA-Nº7(7+460)	Alcantarilla de alivio	36	8.00	6.37	3.61	9.98	1.5	4.11	0.9144	7.14	1.31	6.96	
7+760	ALCANTARILLA-Nº8(7+760)	Alcantarilla de alivio	36	7.35	6.37	3.61	9.98	1.5	4.11	0.9144	6.49	1.19	6.85	
13+720	ALCANTARILLA-Nº9(13+720)	Alcantarilla de alivio	36	7.85	6.37	3.61	9.98	1.5	4.11	0.9144	6.99	1.28	6.94	
							89.82							62.75

Fuente: Propia

Presupuesto

Análisis de Precios Unitarios

Se detallarán los APUs en los Anexos correspondientes.

Desagregados de gastos generales Fijos

Cuadro N°44: Gastos generales Fijos

1-Gastos Generales Fijos					
1.1-Campamentos					
Item	Descripcion	Incidencia	Cantidad	Costo	Sub Total
1.1.1	Oficina de Contratista	1	1	5000.00	S/ 5,000.00
1.1.2	Oficina de Supervisor	1	1	5000.00	S/ 5,000.00
1.1.3	Almacenes	1	1	8000.00	S/ 8,000.00
1.1.4	Guardania y Enfermeria	1	1	4000.00	S/ 4,000.00
TOTAL					S/ 22,000.00
1.2-Mobiliario, enseres, etc.					
Item	Descripcion	Incidencia	Cantidad	Costo	Sub Total
1.2.1	Escritorio	1	8	150.00	S/ 1,200.00
1.2.2	Respisas	1	8	150.00	S/ 1,200.00
1.2.3	Sillas	1	8	150.00	S/ 1,200.00
TOTAL					S/ 3,600.00
1.3-Utiles de Oficina					
Item	Descripcion	Incidencia	Cantidad	Costo	Sub Total
1.3.1	Lapiceros, Hojas, Archivadores,Folder, etc	1	1	1000.00	S/ 1,000.00
TOTAL					S/ 1,000.00
1.4-Computadora e Impresoras					
Item	Descripcion	Incidencia	Cantidad	Costo	Sub Total
1.4.1	laptop	1	8	2500	S/ 20,000.00
1.4.2	Impresora	1	3	750	S/ 2,250.00
TOTAL					S/ 22,250.00
1.5-Construccion Auxiliares					
Item	Descripcion	Incidencia	Cantidad	Costo	Sub Total
1.5.1	Camino de acceso a canteras	1	1	10000	S/ 10,000.00
TOTAL					S/ 10,000.00
1.3-Otros					
Item	Descripcion	Incidencia	Cantidad	Costo	Sub Total
1.3.1	Gastos de Licitacion	1	1	8000	S/ 8,000.00
1.3.2	Gastos Legales y Notariales	1	1	4000	S/ 4,000.00
TOTAL					S/ 8,000.00
Sub Total Gastos Generales Fijos					S/ 66,850.00

Desagregados de gastos generales variables

Cuadro N°45: Gastos Generales variables

2-Gastos generales Variables

2.1-Personal, Tecnico, Adfministrativo y Auxiliar

Item	Descripcion	cant.	meses	Costo	Sub Total
2.1.1	Ing residente de obra	1	8	5000.00	S/ 40,000.00
2.1.2	Ing. Asistente de residente	3	8	3500.00	S/ 84,000.00
2.1.3	Administrador de obra	1	8	2000.00	S/ 16,000.00
2.1.4	Almacenero	1	8	1500.00	S/ 12,000.00
2.1.5	Secretaria	1	8	1500.00	S/ 12,000.00
2.1.6	Guardianes	1	8	1200.00	S/ 9,600.00
TOTAL					S/ 173,600.00

2.2-Materiales, Servicios y Equipos de Oficinas

Item	Descripcion	Incidencia	meses	Costo	Sub Total
2.2.1	Movilidad	1	8	5000.00	S/ 40,000.00
2.2.2	Equipos de seguridad	1	8	500.00	S/ 4,000.00
TOTAL					S/ 44,000.00

2.3-Ensayos y Pruebas

Item	Descripcion	Incidencia	meses	Costo	Sub Total
2.2.1	Ensayos y pruebas de calidad	1	1	5000.00	S/ 5,000.00
TOTAL					S/ 5,000.00

2.4-Gastos Financieros

Item	Descripcion	Incidencia	meses	Costo	Sub Total
2.3.1	Garantia de Fiel Cumplimiento de Contrato	1	8	23096.48	S/ 23,096.48
2.3.2	Garantia del Adelanto en Efectivo	1	8	23096.48	S/ 23,096.48
2.3.3	Garantia por Beneficios Sociales	1	8	20029.51	S/ 20,029.51
TOTAL					S/ 66,222.46

2.5-Seguros

Item	Descripcion	Incidencia	meses	Costo	Sub Total
2.5.1	Seguro de obra	1	glb	60628.25	S/ 60,628.25
2.5.2	Seguro del Personal	1	glb	30000.00	S/ 30,000.00
TOTAL					S/ 90,628.25

Sub Total Gastos Generales Variables					S/ 379,450.70
--------------------------------------	--	--	--	--	----------------------

Fuente: Propia

Cuadro N°46: Resumen general de Gastos

Resumen general

1-Gastos Generales Fijos	S/ 66,850.00
2-Gastos Generales Variables	S/ 379,450.70
TOTAL GASTOS GENERALES	S/ 446,300.70

Relacion de Costo Directo y Costo Indirecto

Costo Directo	S/ 8,661,178.15
Costo Indirecto	S/ 446,300.70
Relacion de Costo Indirecto/Costo Directo	5.152886781%

Fuente: propia

Resumen del presupuesto

Presupuesto

Presupuesto	0406001	DISEÑO DE TROCHA CARROZABLE LA FORTUNA-SAWINZA, DISTRITO DE SAN JOSE DE LOURDES, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE TROCHA CARROZABLE LA FORTUNA-SAWINZA, DISTRITO DE SAN JOSE DE LOURDES, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
Cliente		QUIÑONES VILLEGAS, JASMIN ISABEL	Costo el	31/05/2023
Lugar		CAJAMARCA - SAN IGNACIO - SAN IGNACIO		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio SI.	Parcial SI.
07.05	PROGRAMACION DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACION				386,696.78
07.05.01	REVEGETACION	ha	0.50	4,164.17	2,082.09
07.05.02	RESTAURACION DE CAMPAMENTOS Y PATIOS DE MAQUINAS	ha	45.50	8,453.07	384,614.69
07.06	PROGRAMA DE CAPACITACION Y MONITOREO AMBIENTAL				10,000.00
07.06.01	PROGRAMA DE CAPACITACION Y MONITOREO AMBIENTAL	gib	1.00	10,000.00	10,000.00
07.07	PLAN DE MEDIDAS DE CONTROL DE ACCIDENTES O CONTINGENCIA				10,000.00
07.07.01	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	gib	1.00	10,000.00	10,000.00
08	FLETE				5,109.78
08.01	FLETE TERRESTRE	gib	1.00	5,109.78	5,109.78
	COSTO DIRECTO				14,126,582.06
	GASTOS GENERALES				948,625.31
	UTILIDAD(5%CD)				706,329.10
	SUBTOTAL				15,781,536.47
	IGV(18%)				2,840,676.56
	TOTAL DEL PROYECTO				18,622,213.03
	SON : DIECIOCHO MILLONES SEISCIENTOS VEINTIDOS MIL DOSCIENTOS TRECE Y 03/100 NUEVOS SOLES				
05	ALCANTARILLAS 1MC 36"				1,219,167.00
05.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	167.80	42.57	7,143.25
05.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	77.29	71.79	5,548.65
05.03	MATERIAL GRANULAR COMPACTADO PARA EMBOQUILLADOS	m3	62.75	92.57	5,808.77
05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	267.84	60.00	16,070.40
05.05	CONCRETO Fc=175 kg/cm2-ALCANTARILLA	m3	89.82	428.56	38,493.26
05.06	REVESTIMIENTO CON PIEDRA EMBOQUILLADO CIA 1-4	m3	58.41	175.99	10,279.58
05.07	ALCANTARILLA TMC 36"	m	72.40	430.15	31,142.86
05.08	PINTURA ASFALTICA	m2	207.98	16.87	3,508.62
05.09	BADEN				1,031,999.33
05.09.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1,422.98	3.12	4,439.70
05.09.02	EXCAVACION MANUAL DE TIERRA COMPACTADA	m3	943.97	38.32	36,172.93
05.09.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,334.98	9.78	22,836.10
05.09.04	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	1,422.98	3.11	4,425.47
05.09.05	CONCRETO f c=210 kg/cm2 PARA BADEN	m3	282.94	579.46	163,952.41
05.09.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA BADEN	m2	191.76	26.72	5,123.83
05.09.07	EMBOQUILLADO DE PIEDRA, E=0.4m PARA BADEN	m3	1,050.20	124.88	131,148.98
05.09.08	JUNTAS ASFALTICAS E=2"	m	639.20	7.08	4,525.54
05.09.09	SELECCION Y APILAMIENTO DE PIEDRA GRANDE	m3	420.08	7.27	3,053.98
05.09.10	TRANSPORTE DE PIEDRA GRANDE	m2	420.08	1,562.37	656,320.39
05.10	CUNETAS				69,172.94
05.10.01	CUNETAS SIN REVESTIR	m	27,568.94	2.51	69,172.94
06	TRANSPORTE				6,064,361.35
06.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR				605,157.95
06.01.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D-<=1KM	m3	20,879.28	4.98	103,978.81
06.01.02	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO D->1KM	m3	368,514.07	1.36	501,179.14
06.02	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE				5,459,203.40
06.02.01	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D-<=1KM	m3	909,941.89	4.98	4,531,510.61
06.02.02	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D->1KM	m3	1,008,361.73	0.92	927,692.79
07	SEÑALIZACION				487,170.34
07.01	HITO KILOMETRICO	und	14.00	547.54	7,665.56
07.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	133.00	471.72	62,738.76
07.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	15.00	521.72	7,825.80
07.04	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00	1,121.72	2,243.44

Fórmula Polinómica

Fórmula Polinómica

Presupuesto 0406001 DISEÑO DE TROCHA CARROZABLE LA FORTUNA-SAWINZA, DISTRITO DE SAN JOSE DE LOURDES, PROVINCIA DE SAN IIGNACIO, DEPARTAMENTO CAJAMARCA

Subpresupuesto 001 DISEÑO DE TROCHA CARROZABLE LA FORTUNA-SAWINZA, DISTRITO DE SAN JOSE DE LOURDES, PROVINCIA DE SAN IIGNACIO, DEPARTAMENTO CAJAMARCA

Fecha Presupuesto 31/05/2023

Moneda NUEVOS SOLES

Ubicación Geográfica 060901 CAJAMARCA - SAN IIGNACIO - SAN IIGNACIO

$$K = 0.050(Ar / Ao) + 0.726(Mr / Mo) + 0.110(Ir / Io) + 0.114(Mr / Mo)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.050	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
2	0.726	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
3	0.110	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
4	0.114	100.000	M	47	MANO DE OBRA

Insumos

Se presenta de manera detallada en los Anexos.

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0406001	DISEÑO DE TROCHA CARROZABLE LA FORTUNA-SAWINZA, DISTRITO DE SAN JOSE DE LOURDES, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO CAJAMARCA			
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE TROCHA CARROZABLE LA FORTUNA-SAWINZA, DISTRITO DE SAN JOSE DE LOURDES, PROVINCIA DE SAN IGNACIO			
Fecha	31/05/2023				
Lugar	060901	CAJAMARCA - SAN IGNACIO - SAN IGNACIO			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Prelo \$/.	Parcial \$/.
MANO DE OBRA					
0147000032	TOPOGRAFO	hh	192.6608	20.10	3,872.48
0147010001	CAPATAZ	hh	13,714.8818	31.46	431,470.18
0147010002	OPERARIO	hh	4,501.5435	26.15	117,715.36
0147010003	OFICIAL	hh	8,986.0591	20.57	184,843.24
0147010004	PEON	hh	53,015.7824	18.60	986,093.55
0147040012	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	618.6671	18.60	11,507.21
0147990008	PROGRAMA DE CAPACITACION Y MONITOREO	est	1.0000	10,000.00	10,000.00
0147990009	PROGRAMA DE CONTINGENCIA	est	1.0000	10,000.00	10,000.00
					1,755,502.02
MATERIALES					
0201020001	ACEITE PARA MOTORES PETROLERO SAE 40	gal	0.4491	39.68	17.82
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	28.1840	2.80	78.92
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	34.2840	2.80	96.00
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kg	40.3520	5.33	215.08
0202010002	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	1.4000	4.90	6.86
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	17.3920	3.81	66.26
0202010006	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3/4"	kg	76.1250	3.81	290.04
0202010017	CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"	kg	19.1760	4.90	93.96
0202940064	PORTICO PARA SEÑAL INFORMATIVA	und	2.0000	500.00	1,000.00
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	45.5000	3.25	147.88
0204000009	ARENA ZARANDADA	m3	55.0187	83.30	4,583.06
0204010003	TIERRA DE CHACRA O VEGETAL	m3	6.0000	25.00	150.00
0204010012	PLANTONES DE ESPECIE ARBOREA EN LA ZONA	und	500.0000	2.00	1,000.00
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	898.2211	67.80	60,899.39
0205000006	PIEDRA CHANCADA DE 1 1/2"	m3	0.2800	75.00	21.00
0205000009	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3	262.5500	50.00	13,127.50
0205000025	PIEDRA SELECCIONADA	m3	46.7280	23.99	1,121.00
0205010000	AFIRMADO	m3	75.3000	44.92	3,382.48
0205010004	ARENA GRUESA	m3	251.1324	75.00	18,834.93
0209010048	ALCANTARILLA METALICA 0=36" E=2.0 MM	m	79.6400	242.93	19,346.95
0213000006	ASFALTO RC-250	gal	7.6704	16.00	122.73
0213000027	EMULSION ASFALTICA	gal	58,000.0000	8.74	506,920.00
0213550001	PINTURA ASFALTICA	gal	51.9950	13.40	696.73
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	btls	3,836.6226	25.00	95,915.57
0221010035	POSTE DE CONCRETO DE 3.60 M	und	15.0000	200.00	3,000.00
0221010037	MORTERO 1:4	m3	11.6820	365.68	4,271.87
0229060005	YESO DE 28 Kg	btls	92.8990	5.00	464.50
0230150036	SEÑAL VERTICAL PREVENTIVA 0.60M X 0.60M FIBRA DE VIDRIO C/L	und	133.0000	150.00	19,950.00
0232000054	FLETE TERRESTRE MOVILIZACION MATERIAL DE ALMACENES	gib	1.0000	5,109.78	5,109.78
0232010004	TRANSPORTE DE AGUA	m3	1,995.1775	7.82	15,602.29
0232970003	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	gib	1.0000	15,000.00	15,000.00
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	1.3200	42.37	55.93
0239020099	TEKNOPOR DE 1"	m2	89.4880	8.00	715.90
0239050000	AGUA	m3	118.4319	5.00	592.16
0239050100	AGUA PARA OBRA	m3	1,545.2957	13.93	21,525.97
0239130016	ESTERA DE 2.00 X 3.00 m	und	15.0000	15.00	225.00
0239900097	SEÑAL VERTICAL INFORMATIVA	und	2.0000	500.00	1,000.00
0239900104	SEÑAL REGLAMENTARIA 0.90M X 0.60M FIBRA DE VIDRIO C/L	und	15.0000	200.00	3,000.00
0243040000	MADERA TORNILLO	p2	1,615.5750	7.50	12,116.81
0244010001	ESTACA DE MADERA	p2	28.4596	1.20	34.15
0244030022	TRIPLAY DE 4" X 8' X 6 mm	pl	25.0000	35.51	887.75
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2	690.3360	4.00	2,761.34
0253000002	PETROLEO DIESSEL # 2	gal	17.9640	11.14	200.12
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	71.1490	29.66	2,110.28
0254010014	PINTURA ESMALTE TEKNO	gal	2.5200	37.90	95.51
0254110014	PINTURA ESMALTE	gal	1.7400	35.00	60.90
0256900012	CALAMINA GALVANIZADA 3.6X0.83X0.3mm	pl	40.0000	35.50	1,420.00
0262110003	POSTE DE 11 m 200 kg	und	133.0000	200.00	26,600.00
0275010001	GIGANTOGRAFIA PARA CARTEL DE OBRA DE 3.6mx2.4m	und	2.0000	2,500.00	5,000.00
					869,934.42
EQUIPOS					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			44,401.92
0337540016	MIRAS Y JALONES	he	37.9936	1.25	47.49

Fecha : 06/10/2023 11:28:24p. m.

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0406001	DISEÑO DE TROCHA CARROZABLE LA FORTUNA-SAWINZA, DISTRITO DE SAN JOSE DE LOURDES, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO CAJAMARCA				
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE TROCHA CARROZABLE LA FORTUNA-SAWINZA, DISTRITO DE SAN JOSE DE LOURDES, PROVINCIA DE SAN IGNACIO				
Fecha	31/05/2023					
Lugar	060901	CAJAMARCA - SAN IGNACIO - SAN IGNACIO				
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Preco \$/.	Parcial \$/.	
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	988.1750	80.00	79,054.00	
0348040009	CAMION CISTERNA 4 X 2 (COMB) 122 HP 2,000 gl	hm	385.1065	80.00	30,808.52	
0348040038	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	24,237.4331	190.00	4,605,112.29	
0349020008	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	20.7980	63.43	1,319.22	
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	66.3188	10.59	702.32	
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	114.8392	20.00	2,296.78	
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	hm	2,752.5170	152.54	419,868.94	
0349030025	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100HP 5.5-20 ton	hm	1,328.2000	132.50	175,986.50	
0349040009	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	13,689.2711	169.50	2,320,331.45	
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	60.2425	130.00	7,831.53	
0349040021	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3	hm	13.9887	180.00	2,517.97	
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	13,952.4134	250.00	3,488,103.35	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	39.9160	8.00	319.33	
0349070052	VIBRADOR DE CONCRETO 11 P3(23HP)	hm	141.4700	10.00	1,414.70	
0349080097	ZARANDA	he	1,090.2515	7.00	7,631.76	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1,790.8509	169.49	303,531.32	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	181.3860	25.00	4,534.65	
0349880020	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	192.6608	10.00	1,926.61	
0349880021	ESTACION TOTAL	hm	19.3329	20.00	386.66	
					11,498,127.31	
Total				\$/.	14,123,563.75	

Programación de Obra

La programación del proyecto se encuentra en los Anexos correspondientes.

Discusiones

En primer lugar, tenemos que la vía se es una trocha carrozable de acuerdo a su clasificación, ya que consta con un IMDA de 44 veh/día.

Seguidamente, según los resultados de la evaluación de dos alternativas de rutas, tenemos que la ruta N°1 tiene una longitud de 15 158 km, 24 obras de arte, aproximadamente s/. 700000 en expropiaciones y es de topografía más accidentada; por otro lado, la ruta N°2, tiene una longitud 14 499.47 km, 20 obras de arte, alrededor de s/. 625000 en expropiaciones y su topografía es menos accidentada que la ruta anterior. Por tal razón, se trabajará con la Ruta N°2 luego de su evaluación.

Con respecto a los estudios de suelos realizados al terreno, con referencia del Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos, encontramos que la sub rasante tiene una calidad pobre (CBR menor a 6%) por lo cual se deberá realizar un mejoramiento, en este caso se tiene se tiene como alternativa el utilizar la Cal Viva, este se utilizará en un 1% de acuerdo al peso del material.

Para el diseño geométrico, observamos que el proyecto tiene una orografía tipo 3 con respecto a la zona de estudio, consta con pendientes muy pronunciada por lo cual se ha trabajado con pendientes máxima de 10%, y también se han utilizado radios mínimos de 15 m.

Con respecto a las canteras, para los agregados se trabajó con la cantera del Rio Chinchipe que se ubica alrededor de 30 km del inicio de obra, esta cantera es de propiedad privada, por lo cual son ofertados en el distrito de San Ignacio, debido a esto ya no consideramos la extracción y apilamiento del material, más bien se considera el costo del agregado en la ciudad mencionada.

Para el afirmado, se cuenta con una cantera que se ubica alrededor de 5 km desde el inicio de obra, la cual no cuenta no cumple con todos los requerimientos sugeridos en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, por lo cual se mejora con un porcentaje de 30% Hormigón, el cual baja su plasticidad y aumenta su capacidad portante del afirmado.

En cuanto a las obras de arte, se han realizado las siguientes: Cunetas, badenes y alcantarillas, con respecto a cunetas sus dimensiones son de 0.30m de altura y 0.45m de ancho sin revestimiento. Se tienen 9 alcantarillas de alivio, las cuales son de material TMC y con un diámetro de 24 pulg. Por otro lado, se tienen 11 badenes con una altura de 0.40 m y una longitud variable (6.50m, 15.50m y 8.50m).

Para el diseño de pavimento, se trabajó con el método de NAASRA, para el cual tenemos que el espesor adoptado es de 30cm para un periodo de diseño de 20 años. Y con respecto a la evaluación del impacto ambiental, sabemos que las actividades durante las etapas del proyecto son mitigables.

Conclusiones

Se concluye que para esta investigación la ruta más conveniente es la alternativa N°2, ya que, a comparación de las otras propuestas, esta alternativa tiene una longitud menor a las demás, lo que conlleva a tener menor recorrido, contar con menos obras hidráulicas y menor expropiación de terrenos.

La población beneficiada directamente son el caserío Sawintza y el centro poblado La Fortuna, con una cantidad de habitantes de 275 habitantes. Y de manera indirecta beneficia a los centros poblados El Diamante, Potrero Grande, Los Ángeles, etc., con alrededor de 4028 habitantes.

El desarrollo de este proyecto beneficiará en la calidad de vida de la población, ya que tendrá mejoramiento en los diferentes sectores: como el sector económico, educación, salud, y social. Por ejemplo, generando empleo, reduciendo costos de transporte de sus productos agrícolas y ganaderos, entre otros.

Tenemos un IMDA proyectado con respecto a un periodo de 20 años, esto en relación con la tasa de crecimiento de la zona y contando con un PBI de 2.60% obteniendo así un IMDA de 44 veh/día, la cual es considerada una trocha carrozable.

Tenemos un diseño geométrico para la ruta final con una longitud de 14 499.47 km, en la cual se ubicaron 11 BMs y 477 Pis.

Los estudios con respecto al suelo, nos dieron resultados los suelo que conforman el terreno natural son: Arcillas (CL), Arcillas (CH), y Limos (MH), presentando una capacidad de soporte denominada “Pobre” ya que son menores a 6%.

Con respecto al mejoramiento de la subrasante, se han tomado en consideración el uso de Cal Viva en 1%. Para la decisión de uso quedará a responsabilidad de la entidad que ejecute la obra.

El diseño de pavimento para el proyecto es de un espesor de 30 cm de material granular afirmado.

Se ubicaron 4 botaderos en diferentes puntos de la zona del proyecto, se decidió esa cantidad con el fin de minimizar los costos de transporte y a la vez mejorar los tiempos de recorrido, basta señalar que dichos puntos no se encuentran vegetados ni cultivados por lo cual no se afectaran.

Las canteras más cercanas para la obtención del material son: la cantera Potrero Grande y la cantera Río Chinchipe, se encuentran a 5 y 30 km respectivamente.

El proyecto estudiado consta con la presencia de obras de arte como: cunetas, 11 badenes y 9 alcantarillas, a fin de proporcionar una buena transitabilidad en la zona cuando se presenten lluvias que alteren la vía.

Con respecto a la señalización, estas señales serán ubicadas en las zonas más críticas a lo largo de la vía., garantizando así la seguridad y la adecuada circulación vehicular en el proyecto de estudio.

Para la construcción del proyecto, se ha concluido un costo de s/. 14 126 582 incluyendo obras de arte, señalización y plan de mitigación.

Tenemos una programación de 270 días con respecto al tiempo de ejecución para la construcción de la vía del proyecto. Por lo cual se debe considerar diversos frentes de trabajo para el desarrollo de las actividades.

Referencias

- [1 Grupo Banco Mundial, «Banco Mundial BIRF-AIF,» 12 Abril 2021. [En línea]. Available:] <https://www.bancomundial.org/es/topic/transport/overview#3>. [Último acceso: 05 Junio 2021].
- [2 Sistema Nacional de Carreteras del Perú, «SINAC,» 31 Diciembre 2012. [En línea]. Available:] http://sijv.mtc.gob.pe/PDF/RESUMEN_GENERAL_2012.pdf. [Último acceso: 05 Junio 2021].
- [3 Mapa de Pobreza Distrital, «INEI,» 2018. [En línea]. [Último acceso: 05 Junio 2021].]
- [4 Instituto Nacional de Estadísticas e Informáticas, «INEI,» 2017. [En línea]. [Último acceso: 05 Junio 2021].]
- [5 A. Orobio, «Consideraciones para el diseño y construcción de vías en afirmado estabilizadas con cloruro de calcio,» *Dyna*, nº 165, pp. 93-100, 2011.]
- [6 M. Alvaez, F. Oñate Valdivieso, C. Esparza y A. Oñate Paladones, «Evaluación multicriterio aplicada al análisis de movimientos en masa en carreteras de montaña: un caso de estudio en los Andes del sur del Ecuador,» *Avances Investigación en Ingeniería*, vol. 17, nº 2, 2020.]
- [7 M. Palma Ramirez, M. Cervera Enciso y E. Arenas Alvarez, «Caracterización y mejoramiento del material de afirmado para terraplenes de la cantera Recebera La Esmeralda ubicada en el kilómetro 7 vía Totumo,» 2017.]
- [8 A. Firat Cabalar, G. Hayder, M. D. Adbulnafaa y H. Isik, «Residuos de aluminio en el subsuelo de las carreteras,» *Ingeniería e Investigación*, vol. 40, nº 1, pp. 8-16, 2020.]
- [9 A. Fernandez Tuni y D. Cuba Calizaya, «Diseño de la trocha carrozable Casa Blanca para el distrito de Huanchay provincia de Huaraz departamento de Ancash 2020,» Trujillo, 2021.]
- [1 G. Sifuentes Damian, L. E. Camacho Ruiz y Y. Garcilazo Medrano, «Estudio del diseño geométrico 0] de la trocha carrozable tramo Chota-Juan de Dios-El Cardón, Paranday-Otuzco- La Libertad - 2021,» Trujillo, 2021.
- [1 F. D. Bernuy Giraldo y R. E. Dominguez Jara, «Diseño de la carretera a nivel de afirmado en el tramo 1] Quirihuac - Santo Domingo Distrito Laredo, Trujillo, La Libertad 2019,» Trujillo, 2021.
- [1 N. Conde Barrientos y T. Cueva Gamarra, «Propuesta de mejoramiento a nivel de afirmado de la 2] carretera Cusca - Asco, provincia de Corongo, Ancash, según diseño geométrico DG-2018,» Huaráz, 2018.
- [1 A. Roncal Espinoza, «Diseño de la trocha carrozable San Juan - San Francisco - Tunal, distrito y 3] provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2016,» Chiclayo, 2018.
- [1 T. Rosillo Ciez, «Diseño de la trocha carrozable Alto Ihuamaca - San Francisco - Nueva Lima, 4] distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2017,» Chiclayo, 2019.
- [1 Y. Ocupa Aguilar, «Diseño de la carretera La Palma a Nueva Libertad del distrito de Chirinos, 5] provincia San Ignacio, región de Cajamarca, 2015,» Chiclayo, 2020.

- [1 Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Glosario de Términos de uso frecuente en 6] proyectos de infratestructura vial,» Lima, 2018.
- [1 Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 7] 2018,» Lima, 2018.
- [1 Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Carretera: Especificaciones Técnicas 8] Generales para Construcción,» Lima, 2013.
- [1 Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas 9] de Bajo Volumén de Tránsito,» Lima, 2008.
- [2 Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y 0] Drenaje,» Lima, 2018.
- [2 Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), «Manual de carreteras, suelos, geología, 1] geotecnia y pavimentos .RD N°10-2014- MTC/14,» 2014. [En línea]. Available: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf.
- [2 Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Ensayo de Materiales,» Lima, 2016. 2]
- [2 Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Seguridad Vial,» Lima, 2017. 3]
- [2 Ministerio del Ambiente, «Ley General del Ambiente N°28611,» Lima, 2005. 4]
- [2 J. Guevara Lozada, «Diseño de la carretera del caserío La Tranca - Nuevo Progreso - Casa Quemada, 5] del distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca, 2016,» Chiclayo, 2019.
- [2 C. Chavarry Vallejos, R. Figueroa Merino y R. Reynaga Tejada, «Estabilización química de capas 6] granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas,» *Polo del Conocimiento*, vol. 5, nº 46, 2020.
- [2 Ala Yo Paredes, Ramiro; Florindez Alvarado, Keivin, «Estudio del diseño de trocha carrozable de 7] los caseríos Quillcaypirca - Adbon - Longotea - Bolivar - La Libertad - 2018,» Trujillo, 2019.
- [2 A. J. Campos Hilas, «Determinación del estado de transitabilidad y nivel de intervención del camino 8] vecinal Magllanal - Loma Santa, distrito de Jaén- Jaén- Cajamarca 2017,» Cajamarca, 2019.
- [2 J. F. Méndez Espinosa, L. C. Pinto Herrera, B. R. Galvis Remolina y J. E. Pachón, «Estimación de 9] factores de emisión de material particulado resuspendido antes, durante y después de la pavimentación de una vía en Bogotá,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 1, nº 27, pp. 43-60, 2016.

- [3 H. Rondón, W. Fernández, D. Patiño, J. Ruge, H. Vacca y F. Reyes, «Caracterización de una escoria 0] de alto horno para proyectos,» *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 33, nº 1, pp. 83-92, 2017.
- [3 C. Corrales Riveros, J. C. Rubio Romero y W. Atoche Díaz, «Caracterización de accidentes de 1] tránsito en carreteras peruanas segun el horario de ocurrencia,» *Engineering, Education and Technology*, 2017.
- [3 Y. F. Perez Tores, «Diseño de la Carretera sector Alto San Juan caserío Independencia Distrito y 2] Provincia de San Ignacio Departamento de Cajamarca,» Chiclayo, 2021.
- [3 Ministerio de Transportes y Comunicación, «Manual de Carretera: Suelo, Geología, Geotecnia y 3] Pavimentos,» Lima, 2014.
- [3 Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Dispositivo de Control de Transito 4] Automotor para calles y carreteras,» Lima, 2016.
- [3 F. D. Fustamante Sánchez, «Estructuración del método de cálculo de IMDA aplicado a proyecto de 5] Av. Sánchez Cerro,» Piura, 2019.