



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mejoramiento de la carretera Simbal – Chual, Distrito Simbal,
Provincia Trujillo – La Libertad”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Alva Claudet, Anthony Joel (ORCID: 0000-0003-0478-4730)

Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani (ORCID:0000-0002-0291-0185)

ASESOR:

Mg. Farfán Córdova Marlon Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

TRUJILLO — PERÚ

2021

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a mis padres Guido Anthony Alva Neyra y Bertha Edith Claudet Sánchez, asimismo a mi hermano, Mateo Joaquín Alva Claudet, porque tuve su apoyo incondicional en todo momento, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mis familiares, a mis abuelos Guido, Dolores, Rosario y a mi abuelo César que desde el cielo ilumina mi camino, a Fiorella que gracias a ellos no hubiese podido alcanzar este objetivo. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

Alva Claudet, Anthony Joel

Dedico este logro al motor y motivo que tengo para salir adelante, mis padres Walter y María, por siempre creer en mi capacidad y lucha constante.

A Juan Carlos, por su comprensión y amor en los más difíciles momentos.

A mi ángel que tengo en el cielo y me inspira.

A mis hermanos Jesús, Noemí y Deysi por ser mis confidentes y mejores amigos.

Y a mi dulce, querida y consentida Bonhy.

Cruz Otiniano, Madhavi

AGRADECIMIENTO

A Dios quién supo guiarme por el buen camino y por darme mucha fuerza para cada barrera que se me podía presentar en el camino.

Agradezco a mis padres y a mi hermano por apoyarme en todo momento y darme el empuje necesario para lograr este objetivo.

A mis familiares que estuvieron siempre conmigo, gracias a ellos todo esto es posible.

A mi asesor de tesis, a profesores de la Universidad César Vallejo por sus enseñanzas y motivaciones.

Alva Claudet, Anthony Joel

Agradezco a Dios por ser quien abre las puertas de mi superación y permite llegar siempre a la meta, por nunca soltarme de su mano y guiar mi camino.

Agradezco a mis padres por inculcarme que la educación siempre será necesaria y útil para salir adelante.

A mi pareja por apoyarme incondicionalmente en mi progreso.

Al ingeniero Edgar Castillo Becerra por darme la primera oportunidad de emprender este camino.

A mis asesores de tesis Luis Horna Araujo y Marlon Farfán Córdova por compartir sus conocimientos y dedicación.

Cruz Otiniano, Madhavi

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
3.1.1. Tipo de Investigación.....	21
3.1.2. Diseño de Investigación.....	21
3.2. Variables y Operacionalización.....	22
3.2.1. Variable.....	22
3.2.2. Dimensiones de la variable.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.4.1. Técnicas.....	23
3.4.2. Instrumentos.....	23
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	25
4.1. Estudio Topográfico.....	25
4.1.1. Generalidades.....	25
4.1.2. Ubicación.....	26
4.1.3. Reconocimiento de la zona.....	28
4.1.4. Metodología de trabajo.....	28
4.1.5. Procedimiento.....	29
4.1.6. Trabajo de gabinete.....	31
4.2. Evaluación superficial de la carretera.....	35
4.2.1. Reconocimiento de la zona de estudio.....	36
4.2.2. Señalización de secciones.....	36
4.2.3. Identificación de fallas.....	37
4.2.4. Evaluación superficial de secciones.....	39
4.2.5. Cálculo del tipo de condición.....	39
4.3. Estudio de Mecánica de Suelos y Canteras.....	41
4.3.1. Estudio de suelos.....	41
4.3.2. Estudio de la cantera.....	45
4.3.3. Estudio de fuente de agua.....	47
4.4. Estudio hidrológico y obras de arte.....	47
4.4.1. Hidrología.....	47

4.4.2. Información hidrometeorológica y cartográfica	48
4.4.3. Hidráulica y drenaje	56
4.4.4. Resumen de obras de arte	58
4.5. Diseño Geométrico de la carretera	60
4.5.1. Generalidades	60
4.5.2. Normatividad.....	60
4.5.3. Clasificación de las carreteras	60
4.5.4. Estudio de tráfico	62
4.5.5. Parámetros básicos para el diseño en zona rural.....	73
4.5.6. Diseño geométrico en planta	77
4.5.7. Diseño geométrico en perfil	79
4.5.8. Diseño geométrico de la sección transversal.....	80
4.5.9. Resumen y consideraciones de diseño en zona rural	83
4.5.10. Diseño de pavimento.....	83
V. DISCUSIÓN	93
VI. CONCLUSIONES	95
VII. RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS	97
ANEXOS	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas	13
Tabla 2: Clase de extensión de los deterioros/fallas de las carreteras	14
Tabla 3: Clase de densidad de los baches	14
Tabla 4: Calificación de Condición	16
Tabla 5: Tipos de condición según calificación de condición	16
Tabla 6: Clasificación de carreteras según demanda	19
Tabla 7: Clasificación de terreno según del Orografía	19
Tabla 8: Coordenadas UTM del inicio y final del tramo	27
Tabla 9: Tabla de Códigos	30
Tabla 10: Identificación de fallas	37
Tabla 11: Tabla de resumen de calificación	39
Tabla 12: Condición de sección	41
Tabla 13: Resumen de ensayos CBR	44
Tabla 14: Ubicación de calicatas propuestas para ensayos	45
Tabla 15: Ubicación de cantera	46
Tabla 16: Ubicación de fuente de agua	47
Tabla 16: Resumen de precipitaciones máximas	51
Tabla 17: Cálculo de variables probabilísticas	52
Tabla 18: Precipitación Máxima Probable	52
Tabla 19: Cálculo de las precipitaciones diarias máximas	53
Tabla 20: Intensidades de lluvia a partir de Pd	54
Tabla 21: Ubicación de alcantarillas de aliviadero	57
Tabla 22: Dimensiones de cunetas	58
Tabla 23: Dimensiones de alcantarillas de alivio	59
Tabla 24: Clasificación de carreteras según demanda	60
Tabla 25: Clasificación de carreteras según orografía	61
Tabla 26: Clasificación de carreteras según demanda	61
Tabla 27: tipo de terreno según del tramo	62
Tabla 28: Factores de Corrección Estacional Promedio (2010-2016)	66
Tabla 29: Tasa de Crecimiento y Producto Bruto Interno (2010-2016)	69
Tabla 30: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras	74
Tabla 31: Longitud mínima de curva de transición	78
Tabla 32: Resumen General del diseño Geométrico	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Calificación para cada tipo de deterioro o falla	15
Figura 2: Calificación de Condición.....	16
Figura 3: Número de ensayos MR y CBR	17
Figura 4: Signos convencionales para Perfil de calicatas- clasificación	18
Figura 5: Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación . .	19
Figura 6: Fórmula para el IMDA.....	20
Figura 7: Configuración de Ejes.....	21
Figura 8: Ubicación departamental	26
Figura 9: Ubicación Provincial	27
Figura 10: Ubicación distrital.....	26
Figura 11: Progresiva Km 00+000	27
Figura 12: Progresiva Km 08+000	27
Figura 13: Reconocimiento de la zona de estudio	28
Figura 14: Puntos de ubicación de las coordenadas UTM.....	30
Figura 15: Trazo de Ruta Simbal-Chual.....	31
Figura 16: Polígono del Tramo Simbal-Chual	32
Figura 17: Configuración de la Ubicación en Global Mapper 2020	32
Figura 18: Curvas de nivel en Global Mapper 2020	33
Figura 19: Curvas de nivel en AutoCAD Civil 3D 2020	34
Figura 20 : Procedimiento de evaluación	35
Figura 21: Reconocimiento de campo y toma de datos	36
Figura 22: Señalización de secciones cada 500 m	36
Figura 23: Tipo de falla y/o deterioro	37
Figura 24 Tipo de falla y/o deterioro	37
Figura 25 Tipo de falla y/o deterioro	38
Figura 26 Tipo de falla y/o deterioro	38
Figura 27: Progresiva con mayor fallas.....	40
Figura 28: Condición de fallas por sección	40
Figura 29: Tipo de mejoramiento	41
Figura 30: Número de Calicatas para Exploración de Suelos.....	42
Figura 31: Resumen de Clasificación SUCS.....	43
Figura 32: Porcentaje de clasificación SUCS.....	43
Figura 33: Condición de CBR al 95%	45
Figura 34: Estación Meteorológica Sinsicap tipo convencional.....	49
Figura 35: Precipitaciones máximas por año	49
Figura 36: Datos históricos de precipitaciones máximas de 24 horas	50
Figura 37: Coeficiente de duración para lluvias de 48 y 1 hora	53
Figura 38: Coeficiente de escorrentía	55
Figura 39: Fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración	55
Figura 40: Inclinaciones máximas de talud (v:h)	56
Figura 41: Dimensiones mínimas de cuneta triangular	56
Figura 42 : Dimensiones de cuneta	57
Figura 43: Ubicación de estación de conteo vehicular	63
Figura 44 y 45: Estación de conteo vehicular	63
Figura 46: fórmula IMD	64
Figura 47: Resumen semanal de conteo vehicular - Entrada	65
Figura 48: Resumen semanal de conteo vehicular - Salida.....	65

Figura 49: Conteo vehicular semanal – Estacion Simbal- 01.....	67
Figura 50: Formula IMDa	67
Figura 51: Resumen Total semanal de conteo vehicular	68
Figura 52: Índice medio diario semanal – IMDs	68
Figura 53: Índice medio diario anual – IMDa.....	68
Figura 54: Proyección de Tráfico 2021-2031	71
Figura 55: Número de repeticiones de Ejes Equivalentes 8.2 tn.....	72
Figura 56: Clasificación de vehículo de diseño	73
Figura 57: Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación ..	74
Figura 58: Anchos mínimos de calzada en tangente	75
Figura 59: Distancia de visibilidad de parada con pendiente	76
Figura 60: Distancia de visibilidad de adelantamiento	76
Figura 61: Longitudes de tramos en tangente.....	77
Figura 62: Simbología de la curva circular	78
Figura 63: Radio exterior mínimo correspondiente a un radio	79
Figura 64: Pendientes máximas (%)	79
Figura 65: Anchos mínimos de calzada en tangente	80
Figura 66: Ancho de bermas.....	81
Figura 67: Pendiente transversal de bermas	81
Figura 68: Valores del bombeo de la calzada	81
Figura 69: Valores de peralte máximo	82
Figura 70: Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V)	82
Figura 71: Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)	82
Figura 72: Condición de CBR	84
Figura 73: Categorías de Subrasante	84
Figura 74: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad	85
Figura 75: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)	86
Figura 76: Índice de serviciabilidad Inicial (PI) según rango de trafico	86
Figura 77: Índice de serviciabilidad Terminal (PT) según rango de trafico.....	87
Figura 78: Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico....	87
Figura 79: Ecuación para determinar el SNR.....	88
Figura 80: Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento	88
Figura 81: Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje mi	89
Figura 82: Número estructural para pavimento flexible.....	90
Figura 83: Módulo Resiliente por correlación con CBR	91
Figura 84: Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa	92

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como título “Mejoramiento de la carretera Simbal – Chual, Distrito Simbal, Provincia Trujillo – La Libertad”, cuyo objetivo general es determinar las características de su diseño de acorde a como al reglamento. Para este estudio se utilizó un diseño no experimental, descriptivo transversal, su muestro fue no probabilístico asimismo se usó la técnica de análisis documental y la observación estructurada. El proyecto tiene una longitud de 08+000 Km, con un terreno accidentado tipo 3 el cual también lo hace propio de tener una pendiente máxima de 10%; en su evaluación superficial obtuvo como resultado una condición actual “regular” haciéndola candidata para un mejoramiento periódico. Según la clasificación SUCS el tramo Simbal-Chual tiene un suelo tipo SP con una subrasante “buena” según designación del Manual de Carreteras: Suelo, Geología Geotécnia y Pavimentos (2014) ya que contiene un CBR de 12%; estudio hidrológico determino que el proyecto de investigación se encuentra en una región seca siendo su precipitación máxima 464.10 mm con una intensidad máxima de 390.06 mm/hr y su diseño geométrico designo que según su clasificación por demanda la carretera Simbal-Chual es de tercera clase con un $IMDA \leq 400$ y propone un pavimento flexible como capa de rodadura mediante la cifra de Ejes Equivalentes.

Palabras clave: pavimento, mejoramiento de diseño, evaluación superficial.

ABSTRACT

This research project is entitled "Improvement of the Simbal - Chual highway, Simbal District, Trujillo - La Libertad Province", whose general objective is to determine the characteristics of its design in accordance with the regulations. For this study, a non-experimental, descriptive cross-sectional design was used, its sampling was non-probabilistic and the technique of documentary analysis and structured observation was also used. The project has a length of 08 + 000 km, with a type 3 rugged terrain which also makes it characteristic of having a maximum slope of 10%; in its superficial evaluation it obtained a "fair" current condition as a result, making it a candidate for periodic improvement. According to the SUCS classification, the Simbal-Chual section has a SP type soil with a "good" subgrade according to the designation of the Highways Manual: Soil, Geology, Geotechnics and Pavements (2014) since it contains a CBR of 12%; A hydrological study determined that the research project is located in a dry region, its maximum precipitation 464.10 mm with a maximum intensity of 390.06 mm / hr and its geometric design designates that according to its classification by demand, the Simbal-Chual highway is third class with an $IMDA \leq 400$ and proposes a flexible pavement as a tread layer by means of the Equivalent Axes number

Keywords: pavement, design improvement, surface evaluation.

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2017, en el norte peruano se produjo el fenómeno del niño costero, dejando diferentes daños en la infraestructura vial a nivel nacional, las intensas lluvias fueron las principales causantes, dando pie al incremento de caudal de ríos y quebradas, presencia de huaycos, etc.; es así que este fenómeno hizo más progresivo aun el deterioro de vías que no están pavimentadas o en su defecto vías con un pavimento pobre y deteriorado.

Según el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA, 2017), las fuertes lluvias que se registraron en Perú afectaron principalmente a tres regiones del norte del país siendo una de ellas La Libertad; el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN 2017) expuso que 3,843 Km de carreteras fueron destruidas por completo y 5,728 Km fueron estropeadas gradualmente.

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2017) elevó un informe llamado Compendio estadístico sobre la evaluación de daños registrados en la región La Libertad, el cual afirma que 369 km de caminos rurales fueron destruidos y 22,338 km afectados; a estos se les dio el mejoramiento y rehabilitación en asfalto y soluciones básicas (pavimento económico) publicó en un informe de Evaluación del Plan Operativo Institucional 2017 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2017).

El distrito de Simbal se encuentra a 33.5 km de distancia de Trujillo, este cuenta con 390.6 km² de superficie territorial siendo uno de los distritos más grandes de la provincia Liberteña, actualmente el Plan Vial Departamental Participativo La Libertad 2010 – 2020 (PROVIAS, 2020) dio a conocer que la Ruta N° LI-110: Carretera que une los pueblos de los distritos de Sinsicap, San Ignacio, Paranday, La Cuesta de la provincia de Otuzco con el distrito de Simbal, tiene una longitud de 65.10 Km, la cual

en su mayoría está a nivel de trocha carrozable y otra cierta parte solo afirmada, indicó también que la situación actual de la RDV (red vial departamental) es preocupante , debido a las pocas o nulas actividades por los responsables directos en cuanto a mejora se trata, lamentablemente a esta situación se suman las particularidades orográficas y meteorológicas en gran manera, asimismo produce un mayor costo para la movilización del transporte de mercancías, ganadería y pasajeros de ruta.

La carretera Simbal –Chual está inserta en la Ruta LI-110 rodeada de ríos y quebradas los cuales incrementan su caudal en época de lluvias, el mapa de carreteras del MTC la clasifica como vía afirmada con terreno natural, lo cual la exonera de estar impermeabilizada ante cualquier torrencial, es así que su estructura no soportó un fenómeno de tal magnitud ocasionando disgregación, nubes de polvo a su paso e inestabilidad del suelo. Ante esta situación es que se pretende dar el mejoramiento a la carretera Simbal – Chual con el fin de optimizar el estado en el que se encuentra la vía para favorecimiento de su población. En tal sentido, se formula la siguiente problemática de investigación: ¿Cuáles son las características del mejoramiento de la carretera Simbal - Chual distrito de Simbal, Trujillo, La Libertad?

En la justificación técnica de este proyecto de investigación se basa en el mejoramiento necesario de la carretera Simbal - Chual, proponiendo optimizar su estado con aplicación de pavimento; asimismo, metodológicamente se estaría sistematizando alternativas de pavimentación mediante la aplicación de pavimentos flexibles (Slurry, lechada asfáltica, tratamientos superficiales, etc.)

Visto de una perspectiva social, este proyecto contribuirá a regenerar la infraestructura de la carretera, el modo de transportarse y facilitará significativamente su transporte de productos agrarios; en el ámbito práctico estaría favoreciendo a exponer el uso de pavimento para caminos

de mediano y bajo tráfico (carreteras terciarias), ya que este es versátil, no genera polvo, no le afecta el contacto ocasional del agua, etc. El mejoramiento se dio actualmente en la ruta LI-105 exactamente en la carretera La Constancia – Simbal y en LI-110 Tramo Simbal-Collambay, la cual tuvo los mismos antecedentes físicos y sociales, cuyos resultados fueron positivos, garantizando un adecuado servicio de transitabilidad, fortaleciendo la zona que productiva con la de consumo y permitiendo así el crecimiento asequible de sus habitantes situada en el en el tramo de estudio.

Para poder proporcionar respuesta a la formulación del problema, se plantea como objetivo general: Determinar las características del mejoramiento de la carretera Simbal - Chual distrito de Simbal, Trujillo, La Libertad; como objetivos específicos: Realizar el levantamiento topográfico del tramo de KM 08+000 de la carretera, Realizar la evaluación superficial para determinar la situación actual de la carretera, Analizar el estudio de suelos de la carretera, Obtener el estudio hidrológico de las obras de arte y Determinar el diseño geométrico del tramo Simbal-Chual.

Ante tal situación planteamos como hipótesis que el mejoramiento de la carretera Simbal-Chual se dará mediante el diseño geométrico de la carretera guiados en lo que fundamenta el Manual de Carreteras DG-2018 y también del capítulo IV del Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial 2018.

II. MARCO TEÓRICO

Para entender mejor el comportamiento de las diferentes alternativas de pavimentos en carreteras de tercera clase (bajo tránsito vehicular), se presentan a continuación algunas investigaciones que muestran la metodología, resultados y conclusiones de estos estudios.

Como antecedentes internacionales tenemos a Castiblanco (2015), quien nos presenta un estudio que presta ayuda técnica teórica-práctica, sobre el uso de los sellos de "Slurry Seals" o lechada asfáltica, nos da a entender la implementación de estas opciones de preservación en vías municipales, asimismo, nos expone que las lechadas y los micropavimentos tienen los mismos fines que son de proteger todas las capas inferiores, también tiene la ventaja de volver impermeable su superficie, mantenerla estéticamente, corrige fallas y/deterioros de tipo erosión y baches, realza su clasificación en el sentido que le da un valor agregado en su recorrido, entre otros. Por último, nos menciona que este método puede ser denominado como una mezcla de emulsiones asfálticas y a la vez modificadas con algunos polímeros y agregados triturados, dado que su espesor tiene una variación en un rango de 10 a 50 mm.

Por su parte Orellana, Peña y Pérez (2015), hicieron una investigación titulada: Propuesta de diseño y proceso constructivo de lechada asfáltica en el mantenimiento de obras viales en El Salvador; concluyendo que el uso del Slurry Seal dado como una técnica superficial aplicada aporta al estatus de las superficies de la vía, respecto a la condición actual del pavimento y la gradación del agregado. Nos mencionan que se debe tener en cuenta que para mejorar la superficie, el Slurry Seal debe ser preparado adecuadamente antes de su aplicación, y se debe tener los cuidados necesarios durante el proceso constructivo, ya que una mala ejecución o descuidos derivarán daños a corto plazo, asimismo consideran que el mantenimiento es el trabajo realizado para mantener un

pavimento que se encuentre en condiciones de tráfico y medio ambiente normales, tan cerca como sea posible a su estado o condición original (recién construido), de tal forma que este incluye la conservación y cuidado de los derechos de vía y de cualquier tipo de pavimento.

Por su parte, Chavarro y Molina (2015) en sus tesis de Evaluación de alternativas de pavimentación, nos mencionan que las carreteras con un IMDA ≤ 400 se dan en gran cantidad en países latinoamericanos, asimismo menciona que es necesario que ciertas entidades aumenten la investigación de tecnologías y fabricación de algunos productos que buscan soluciones acertadas y a un costo menor, para la seguridad de las capas de rodadura de las vías de un tercer nivel, agregando en ciertas soluciones factores económicos, beneficiando de recursos renovables, de la mano con el medio ambiente, el incremento la resistencia y de la calidad de la superficie vial, de la misma forma toman en cuenta diferentes alternativas de rehabilitación y mantenimiento de las cuales divide en tecnologías innovadoras donde están incluidas: la estabilización con sales, la estabilización con un asfalto espumado, estabilización con cenizas geo celdas y material de reciclaje de pavimentos; y tecnologías experimentales donde predominan las estabilizaciones químicas, aditivos especiales de asfaltos naturales y empleo de residuos.

En el ámbito nacional tenemos a la Dirección General de Inversión Pública (DGIP) que expuso el “Manual de Pautas Metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos” el cual tiene que ver con la inversión pública de carreteras (RD003-2015), este nos da algunas orientaciones, como las consideraciones de dichas alternativas tecnológicas de algunos pavimentos tanto en carreteras con un poco tráfico y con un mediano tráfico, en particular con el planteo de tecnologías llamadas pavimentos económicos, de bajos recursos, que por ende hacen costos menores para el momento de la inversión. Asimismo, nos señala que el planteo de opciones de pavimentos de bajos recursos está encaminado a dichas carreteras con una importancia provincial y/o local y que necesitan un

buen perfeccionamiento debido a su demanda, ya sea por su importancia dentro de la red vial o también a ciertas capacidades que generan roles económicos y con esto mencionado traducirlo en un tráfico generado.

De la misma forma organismos como el MTC y INEI en el año 2017 nos indicaron que la población rural de Perú en un 50% es pobre, la escasez de vías accesibles y en estado óptimo les dificulta superarla. En tanto en un boletín la Cámara de Comercio, mencionó en el 2018 sobre la RVD en el Perú está compuesta por 95 863 km y nos dice que es preocupante por lo que el 16% se encuentre pavimentada (con una extensión de 15 496 km). El restante que sería 84% se encuentra en estado de trocha y algunos de afirmado (con una extensión de 80 367 km), en el 2016 el MEF en su publicación titulada “Determinación del estado de transitabilidad y nivel de intervención de los caminos rurales” expone que con el fin de promover el mejoramiento de vías no pavimentadas se elaboró y proponen un modelo de Inventario Vial cuyo objetivo principal exige establecer a detalle la situación actual de estas y una la propuesta para su conservación y/o mantenimiento.

Olano (2016) en su tesis de investigación titulada “Evaluación de la condición de la capa de rodadura del camino vecinal tramo: Trapichillo— Vista hermosa, Distrito de Cumba, Provincia de Jaén, Departamento Cajamarca” explica la evaluación de una carretera no pavimentada la cual describe como objetivo el estado actual de la superficie vial, del mismo modo propone llevar a cabo un inventario y evaluación superficial. Como primer procedimiento se efectuó la evaluación in situ, creando plantillas Excel con la tabla N° 4.4 del Manual de carretas de Conservación Vial y propias. Al culminar el proceso indico el éxito de su proyecto de investigación gracias a los instrumentos didácticos antes mencionados, ya que con los resultados se permitió saber la progresiva con mayor desgaste y tipo de fallas. Por último, recomienda hacer un estudio de tráfico con el cual se determine el acumulado de Ejes Equivalentes (EE)

ya que se puede dar el caso que esta sea expuesta a mayor repetición de cargas las cuales no fueron tomadas en cuenta antes de la creación de la vía.

Sudario (2018) quien en su investigación denominada “Aplicación de micropavimento para la conservación de la carretera afirmada en el tramo Llata –Libertad, distrito de Llata –Huánuco, 2018” nos menciona que en el Perú las vías de comunicación de mayor uso son de tipo camino vecinal y sin embargo su envergadura predomina en demandas mayores a su flujo de IMDA. Las vías de comunicación además de integrar a los pueblos son importantes para su desarrollo; los caminos vecinales o rurales son carreteras de mayor eje longitudinal, sin embargo, su objetivo principal es conectar a los capitales de Provincias y las capitales de Distritos con otros Centros Poblados y según las normas de carreteras son clasificadas como 3U carreteras afirmadas.

Asimismo, Enriquez y Mena (2018), quienes en su tesis llamada "Propuesta de mejoramiento del camino vecinal: Pomabamba – Huayllan" precisan la aplicación de un mortero asfáltico el cual cumpla con las exigencias básicas, con una durabilidad de vida normada en pavimentos cuya inversión sea reducida en su mantenimiento. Nos mencionan también que cuando el mortero asfáltico se aplica de manera adecuada y con una anticipada preparación de la superficie este puede optimizar los tiempos de producción y reduciendo desaciertos en el lapso de su aplicación evitando así futuras y prontas reparaciones. El saneamiento previo de fallas y/o deterioros vigentes en la capa de rodadura es primordial cuando de mantenimiento hablamos ya que aumenta las posibilidades de vida proyectado para el proyecto, debido a que su composición pretendida a través de aditivos no lo hace un pavimento estructural.

En el ámbito local Sandoval (2018) publicó una tesis "Mantenimiento periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera:

Pucara km 13+542 al Dv. Pampas km39+842, donde nos expone que un factor crucial para la durabilidad de un pavimento es el tipo de zona pluvial en la que se desarrolle el proyecto debido a que las máximas precipitaciones deterioran con mayor facilidad el pavimento provocando en el erosiones prematuras y piel de cocodrilo, mayor es el desgaste si de carreteras no pavimentadas hablamos. Los meses con mayor proporción de daños fueron enero, febrero y marzo según el proyecto de Sandoval las cuales tenían un valor promedio de 100 mm y siendo contrarios a esto los meses de junio, julio y agosto en los cuales su precipitación fue menor a 20 mm, asimismo menciona también que un correcto estudio hidráulico de obras de artes asume una importancia primordial debido a que es por ellas donde las precipitaciones darán alivio al líquido elemento evitando así su acción permanente con al calzada. Finaliza diciendo que el tiempo de vida proyectado puede estar estimado de 5 a 20 años, lo que intervendrá en el tipo de pavimento y por ende en su lado económico debido a que no solo el lado Hidrológico es una factora influyente de estudio para el pavimento sino también a vida útil puede afectarse por el transitar de los vehículos dado su aumento o por la mala praxis en su estudio de EE (ejes equivalentes).

El Compendio Estadístico Perú (2015) del INEI expone que 1674 km de carretera en la región La Libertad no están pavimentadas siendo el terreno natural su estructura básica, haciendo llamado inquietante a su mejoramiento debido a su pésimo estado y olvidado mantenimiento. Se tienen estudios como la tesis de Robles (2016) titulada “Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera caserío La Unión – caserío Huaynas, distrito de Huaso - provincia de Julcán – región La Libertad”, donde afirma que el diseño geométrico es un factor de suma importancia en el cual interviene su configuración tridimensional de softwares los cuales proyectan mejor el contexto en el que se encuentra llevándose a cado el proyecto, de tal forma es que se precisa elementos de la carretera los cuales intervienen en su velocidad, ancho, cunetas, bermas, talud, calzada y señalización; de manera que sea segura y

económica con estética. Por último precisa que el diseño geométrico está sujeto a la topografía del terreno, a su EMS y EH.

Alvarado (2015), en su proyecto de investigación denominado Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo La Almiranta – Palo Blanco – Distrito de Quiruvilca – Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad, nos detalla un diseño pensado en el mejoramiento del tramo La Almiranta y Palo Blanco, en el cual menciona el procedimiento para el diseño de un mejoramiento comenzando con el reconocimiento de la zona, su determinación de tipo de orografía (levantamiento topográfico), siguiendo con EMS, estudio pluvial y posteriormente el DG ; es de suma importancia que los parámetros de los factores mencionados cumplan en su totalidad con lo reglamentado dando así como resultados una mantenimiento preventivo y tiempo de vida proyectado.

Contreras y Velásquez (2020) en su tesis “Diseño de la carretera: tramo Collambay – caserío Altamisa, distrito de Simbal, Provincia de Trujillo, La Libertad” nos señalan que su orografía presenta a un terreno tramo a estudiar que es tipo 3, de acuerdo al DG-2018, estableciendo pendientes con rangos del 10 %, teniendo una similitud respecto al levantamiento topográfico del proyecto. Incluso según Soto (2018), con tesis llamado “Diseño para el mejoramiento a nivel de mortero asfáltico de la carretera tramos: motil – Nueva California – Carata, Agallpampa, Otuzco, la libertad”, realizada en la misma provincia y zona de serranía Liberteña detalla que obtuvo como resultado pendientes máximas de 10% y en cuanto a su EM pronosticado se obtuvo muestras del material a cada kilómetro de longitud, debido al manual MTC- (2014) que recomendaba esta cantidad de calicatas con profundidad de 1.5m sujetándose en su clasificación por tipo de orografía y demanda.

Como último antecedente local tenemos a Rojas y Ruiz (2016), “Diseño de la vía de acceso a los caseríos de Santa Rosa Zancobamba, desde la ruta nacional PE – 10B, distrito de Chugay – provincia de Sánchez Carrión

– departamento La Libertad” en donde se indica que el principal objetivo del estudio de su diseño es proponer una carretera que vaya en equilibrio con el medio ambiente, generando el menor daño posible y más bien, generando impactos positivos, que ayuden a la economía de la zona. Llegaron a tener como resultado futuro la mejoría económica de sus habitantes si el proyecto llegaba a desarrollarse por alguna de sus autoridades responsables, debido a que la mejora de transitabilidad de unidades sería notable y junto con ella la movilización de productos y ganadería aumentarían contribuyendo así directamente en su desarrollo. Terminaron recomendando la pronta acción del gobierno en cuanto a caminos terciarios se trata, ya que la mayoría consta de menor favorecimiento siendo los más prioritarios para el desarrollo peruano.

Para comprender el desarrollo de las variables y sus dimensiones, explicaremos a continuación su caracterización y funcionalidad, tanto a nivel teórico como normativo. El MTC contiene y propone normas las cuales comparte en diferentes capítulos y presentaciones para poder realizar un diseño eficaz y eficiente de una carretera. Una de las normas participe del manual de carreteras es la DG-2018, en esta se establecen los parámetros principales e influyentes para la proyección la carretera y también la velocidad recomendada con la que transitaran los vehículos, los valores de las pendientes tanto máximas como mínimas, los radios óptimos en curvas denominados como radios mínimos, bermas explícitamente beneficiarias para los transeúntes, entre otros. Otra de las normas del MTC es el “Manual de Suelos, Geotecnia, Geología y Pavimentos 2014”, esta establece ciertos requisitos para poder diseñar las capas del pavimento, por ejemplo, con los espesores mínimos a nivel de afirmado según el CBR del terreno planteado, la suma de acumulación de ejes equivalentes, el tipo de subrasante, etc. También integra esta lista de normas el “Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2018”, en el cual establecen parámetros para llegar a tener el dimensionamiento de las

alcantarillas según el caudal máximo que puede ser generado y el tipo de zona pluvial en la que se desarrolle el proyecto.

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Colombia (2018), para iniciar con el desarrollo del proyecto tenemos que realizar el levantamiento topográfico, que nos dice que consiste en un estudio descriptivo y técnico a la vez de un terreno, inspeccionando la superficie terrestre de la cual tenemos que tener en cuenta dichas características, tales como las físicas, las geológicas y por último las geográficas dichamente del terreno, a la vez se tiene que tener en cuenta sus alteraciones y sus variaciones, para esto se asigna un almacenamiento de datos que al final va servir como un instrumento de planificación y organización para ciertas obras de construcción.

Thenoux y Gaete (2012), nos dice que como segundo paso para el desarrollo del proyecto es analizar la evaluación técnica del pavimento desde el nivel de servicio hasta un cierto punto de la capacidad de poder resistir las diferentes cargas durante su vida útil. La cantidad de ejes equivalentes de diseño nos dice que tendrá añadido un coeficiente que viene ser el de confiabilidad y este será desde un 50% a un 90%, cabe resaltar que dependerá mucho de cuán importante sea el camino. Esta evaluación técnica del pavimento será muy importante para consignar dichas acciones más adecuadas que serán aplicadas al pavimento que será evaluado. Nos dice que el resultado abarca en la evaluación del pavimento con respecto a su estado funcional y también sus condiciones estructurales.

Por su parte Chang (2014), nos expone que antes de empezar con la estabilización de suelos, comenzaremos con el CBR que determinara la máxima densidad seca de la subrasante, la humedad y también la densidad controlada, nos expone que estos ensayos se ejecutarán sobre unas muestras que estarán compactadas a la humedad para un suelo

específico, para eso se utilizará un ensayo que es una compactación estándar. Asimismo, la norma ASTM D698 nos expone que con el ensayo Proctor vamos a determinar compactar una pequeña parte del suelo dentro de un cilindro y luego se modificará la humedad para luego llegar a una obtención de una compactación máxima para que al final se logrará la humedad óptima de compactación.

El siguiente paso es el estudio hidrológico ya que es fundamental para la ejecución de obras hidráulicas, cabe decir que se emplearán modelos matemáticos, ya que se representará un resumen histórico de precipitaciones que clasificarán la región como seca o lluviosa. Es importante predecir las áreas expuestas a situaciones climáticas tales como el polvo, granizo, entre otros. En conclusión, palabras, con el Manual podemos determinar caudales de diseño y por ende en cualquiera obra hidráulica.

Luego designaremos los espesores de la calzada, y se detallará todas sus características y parámetros, cabe mencionar que también se va detallar el tipo de pavimento. El objetivo de la sección de pavimentos es facilitar los conocimientos en particularidades cuando de espesores de pavimento se trata, detallar su base, sub base y capa superficial de acuerdo a sus EE, con esto lograremos un buen desempeño, tanto como términos técnicos y económicos para que sean beneficiosos para la sociedad. (Manual de Suelos, Geotecnia, Geología y Pavimentos).

Las bases teóricas para nuestra evaluación de la carretera la tomaremos del capítulo IV del Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial 2018 R.D. N°08-2014 MTC/14 - R.D. N° 05-2016 MTC/14, esta nos explica que toda carretera no pavimentada son las que llegan a tener una superficie de rodadura y están a la vez formadas con materiales granulares y que entran a unos tratamientos superficiales.

El estado superficial de las carreteras aun sin pavimento, en otras palabras, afirmadas, se llegan a calificar con su evaluación la cual designa el tipo de fallas y/o deterioros presentes en la vía.

A continuación, mencionaremos ciertos tipos de deterioros y fallas, según el MTC (2018):

Tabla 1: Deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas

Código de daño	Deterioros/ fallas	Gravedad
1	Deformación	1: Huellas/hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm 2: Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm 3: Huellas/hundimientos >= 10 cm
2	Erosión	1: Sensible al usuario, con profundidad < 5 cm 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm 3: Profundidad >= 10 cm
3	Baches (huecos)	1: Pueden repararse por conservación rutinaria 2: Se necesita una capa de material adicional 3: Se necesita una reconstrucción
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario, con profundidad < 5 cm 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm 3: Profundidad >=10 cm
5 y 6	Lodazal o cruce de agua	1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia. No se define niveles de gravedad

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2018)

El proceso de los datos básicos se dará por cada 500 metros para luego poder darle una calificación a la condición superficial de la capa de rodadura, por ende, tenemos que tomar bien claro todos los tipos de falla o deterioro según su cierto nivel que pueda tener de gravedad y también la clase de extensión.

El inicio y fin del nivel de gravedad de cada tipo de deterioro o falla observado tienen que localizarse. Luego dichos datos básicos se procesan aplicando la

Tabla 4-2 que define la clase de extensión para la longitud de la sección de 500m que presenta el deterioro, la Tabla 4-3 que aplica para baches o huecos y la Tabla 4-4 que describe el proceso de calificación de condición superficial de la capa de rodadura de la carretera no pavimentada o afirmada, según el tipo de deterioro o falla.

Tabla 2: Clase de extensión de los deterioros/fallas de las carreteras no pavimentadas

Clase	Descripción	Criterio (porcentaje del área de la sección evaluada)
1	Leve	Menor a 10%
2	Moderado	Entre 10 y 30%
3	Severo	Mayor a 30%

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2018)
(Tabla 4.2)

Para los baches (huecos), se va requerir de una información para poder así calificar la densidad en el tramo afectado, según la cantidad de baches (huecos) por sección de 500m usaremos esta escala:

Tabla 3: Clase de densidad de los baches

Clase	Descripción	Criterio de densidad de baches (huecos) (numero / 500 m)
1	Leve	Menor a 10
2	Moderado	Entre 10 y 20
3	Severo	Mayor a 20

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial
(2018)(Tabla 4-3)

Figura 1: Calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura por secciones de 500m de carreteras afirmadas o no pavimentadas

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro A _{ij} (m ²) Número de deterioros (N _{ij}) Longitud del deterioro (L _{ij})	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m ²) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/falla EF _{ij} = (A _{ij} /As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla
									0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menor a 10%	2. Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%	
1	Deformación	1: Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5 cm	Área (A ₁₁): Daño 1 Gravedad 1 A ₁₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	ancho x 500	EF ₁₁						
		2: Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm	Área (A ₁₂): Daño 1 Gravedad 2 A ₁₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	ancho x 500	EF ₁₂	$EFp = [(EF_{11} \times A_{11} + EF_{12} \times A_{12} + EF_{13} \times A_{13}) / (A_{11} + A_{12} + A_{13})]$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3: Huellas/hundimientos ≥ 10 cm	Área (A ₁₃): Daño 1 Gravedad 3 A ₁₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	ancho x 500	EF ₁₃						
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Área (A ₂₁): Daño 2 Gravedad 1 A ₂₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	ancho x 500	EF ₂₁						
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área (A ₂₂): Daño 2 Gravedad 2 A ₂₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	ancho x 500	EF ₂₂	$EFp = [(EF_{21} \times A_{21} + EF_{22} \times A_{22} + EF_{23} \times A_{23}) / (A_{21} + A_{22} + A_{23})]$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3: Profundidad ≥ 10 cm	Área (A ₂₃): Daño 2 Gravedad 3 A ₂₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	ancho x 500	EF ₂₃						
3	Baches (Huecos)	1: Pueden repararse por conservación rutinaria	Número (N ₃₁): Daño 3 Gravedad 1										
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N ₃₂): Daño 3 Gravedad 2					$EFp = N_{31} + N_{32} + N_{33}$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N ₃₃): Daño 3 Gravedad 3										
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Área (A ₄₁): Daño 4 Gravedad 1 A ₄₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	ancho x 500	EF ₄₁						
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área (A ₄₂): Daño 4 Gravedad 2 A ₄₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	ancho x 500	EF ₄₂	$EFp = [(EF_{41} \times A_{41} + EF_{42} \times A_{42} + EF_{43} \times A_{43}) / (A_{41} + A_{42} + A_{43})]$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3: Profundidad ≥ 10 cm	Área (A ₄₃): Daño 4 Gravedad 3 A ₄₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	ancho x 500	EF ₄₃						
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transitabilidad baja o Intransitabilidad en épocas de lluvia	Área (A ₅₁): Daño 5 Gravedad 1 A ₅₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	ancho x 500	EF ₅₁						$EFp = [(EF_{51} \times A_{51}) / (A_{51})]$
	(6) cruce de agua	1: Transitabilidad baja o Intransitabilidad en épocas de lluvia	Área (A ₆₁): Daño 6 Gravedad 1 A ₆₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	ancho x 500	EF ₆₁	$EFp = [(EF_{61} \times A_{61}) / (A_{61})]$	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
									SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN				

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2018) (Tabla 4.4)

Para determinar la calificación de la condición se lleva a cabo una suma de todo el puntaje de evaluación, el resultado de esta suma será restado a 500 siendo el resultado de la misma la calificación que obtendrá la sección, cabe mencionar que la suma primeramente mencionada no puede exceder a los 500, así como indicaremos en lo siguiente:

Tabla 4: Calificación de Condición

$$\text{CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN} = 500 - \text{SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN}$$

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2018)

La calificación de condición nos va representar cierta condición de la capa de rodadura de las carreteras no pavimentadas, luego se detallará de 3 tipos de bueno, regular o malo.

Por otro lado, mostraremos el nivel de rango para poder darle la condición de la capa de rodadura:

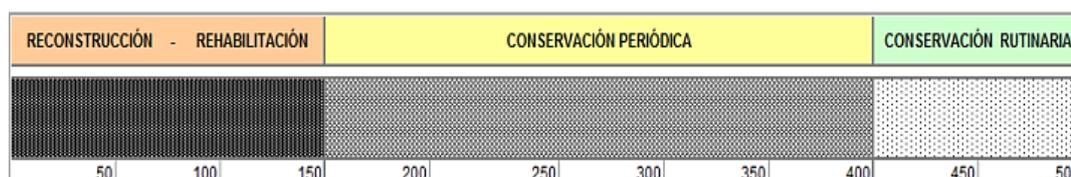
Tabla 5: Tipos de condición según calificación de condición

CONDICIÓN BUENO	> 400
CONDICIÓN REGULAR	>150 y ≤ 400
CONDICIÓN MALO	≤ 150

Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2018)

El mejoramiento se determinará con los resultados de la calificación de condición, nos guiaremos de la siguiente figura que contiene si es necesario una reconstrucción, una conservación periódica u conservación rutinaria, asimismo esta se ve sujeta a parámetros.

Figura 2: Calificación de Condición



Fuente: Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2018)

Para la mecánica de suelos nos apoyaremos en Geotecnia Vial que está normalizada en el Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos R.D N° - 2014-MTC/16 donde nos menciona que, para hacer la exploración de suelos, en primer lugar, deberemos realizarse un reconocimiento de dicho terreno y a la vez identificar las zonas de riesgo.

Figura 3: Número de ensayos 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: Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos 2014(Cuadro 4.2)

Los ensayos que acabamos de observar el cuadro 4.2, es aplicado mayormente a pavimentos nuevos, rehabilitación y mejoramiento, cabe mencionar que para carreteras de tercera clase se tiene que realizar cada 4 km un CBR.

El CBR forma parte del estudio definitivo, ya que efectuaremos ensayos complementarios para los estudios de preinversión y estos mismos nos servirán como comprobatorios. Se podrán realizar ensayos in situ, esta resulta mayormente suelos finos, por ende, se necesita evaluaciones del suelo a profundidad y sus estratos. La cantidad de ensayos mínima va ser

similar al n° de calicatas indicada en el cuadro 4.1, de la mano, utilizaremos las normas internacionales ASTM o AASHTO. Los suelos hallados serán clasificados, se utilizará el que presentaremos a continuación en los cuadros 4.3 y 4.4.

Figura 4: Signos convencionales para Perfil de calicatas- clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fuente: Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos (Cuadro 4.3)

Los trabajos topográficos, llegaremos aplicar el SLUMP (Sistema Legal de Unidades de Medida de Perú), con respecto a sus sistemas de proyección, nos menciona que la proyección cartográfica, que su objetivo es representar la superficie terrestre. Quiere decir que se diferencian por su superficie de proyección, que pueden ser cilíndricas, cónicas, entre otras, estas pueden ser normal, transversal y oblicua.

La proyección transversal de Mercator (TM) es un sistema muy conocido a nivel mundial ya que es muy utilizado porque proyecta la geografía de norte a sur, cabe mencionar de Norte a Sur.

Esta georreferencia tiene forma cilíndrica que encierra todo el mundo, asimismo tiene casi nada un pequeño margen de error en escala en el meridiano central, siendo los más utilizados TM, UTM Y LTM.

En el Manual de Carreteras el Diseño Geométrico DG - 2018 nos menciona la clasificación de carreteras en Perú se da mediante la orografía y su demanda:

Tabla 6: Clasificación de carreteras según demanda

Clasificación de carreteras	IMDA
Autopistas de Primera Clase	Mayor a 6000 veh/día.
Autopistas de Segunda Clase	Entre 6000 y 4001 veh/día
Carreteras de Primera Clase	Entre 4000 y 2001 veh/día
Carreteras de Segunda Clase	Entre 2000 y 400 veh/día
Carreteras de Tercera Clase	Menor a 400 veh/día
Trocha Carrozable	Menor a 200 veh/día

Fuente: Adecuado del Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018

Tabla 7: Clasificación de terreno según del Orografía

CLASIFICACION DE TERRENO	TIPO DE TERRENO
Terreno plano	(tipo 1)
Terreno ondulado	(tipo 2)
Terreno accidentado	(tipo 3)
Terreno escarpado	(tipo 4)

Fuente: Adecuado del Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018

Figura 5: Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

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

Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018 (Tabla 204.01)

El IMDA es la suma del tránsito que se moviliza diariamente por una carretera, asimismo este está sujeto a una velocidad directriz, la cual variara al tipo de carretera.

Un tramo de la carretera se tiene que diseñar para un volumen de tránsito, que llegar a determinarse como una demanda promedio que llegar a servir hasta el último periodo de diseño, obtenido como la cantidad de vehículos promedio, que llegan a utilizar cierta vía diaria y por ende, aumenta la tasa de crecimiento anual. Dichos volúmenes llegan a ser encontrados en una forma manual.

Figura 6: Fórmula IMDA

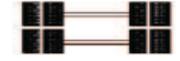
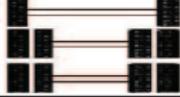
$$IMDA = IMD \times F.C.$$

Fuente: Adecuado del Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%.

Mediante el AASHTO también se puede medir el efecto del tránsito, como ejes equivalentes que se acumulan mediante el periodo de diseño que se llega a tomar en el análisis. Nos dice AASHTO, que un eje equivalente se le llama al efecto de deterioro que llegar a ser causado sobre dicho pavimento por aquel eje básico de 2 ruedas, con una carga de 8.2 toneladas de peso y con los neumáticos a presión de 80 lbs/pulg². En la siguiente Figura 07 se observa la configuración de ejes:

Figura 7: Configuración de Ejes

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

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

Esta investigación fue de tipo aplicada pues propone la aplicación de pavimento económico para el estado actual el que se encuentra la carretera (Cordero, 2009); su temporalidad es de tipo transversal debido a que se recopiló los datos del levantamiento topográfico y del estudio de suelos una sola vez (Heinemann, 2003); asimismo tiene un nivel descriptivo porque estudiaremos y detallaremos como única variable las características del mejoramiento de la carretera Simbal – Chual (Collado, 2017).

3.1.2. Diseño de Investigación

El diseño de investigación considerado fue no experimental – Transversal, descriptivo simple, porque está basada en la observación

y evaluación del estado actual de la carretera no pavimentada cuyo contexto natural se mejorará con posterioridad; asimismo su esquema es el siguiente (Hernández, Fernández y Baptista, 2014):



Dónde:

M: Zona de influencia del proyecto

O: Obtención de datos de los estudios

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variable

La variable de estudio es el mejoramiento de la carretera Simbal – Chual; definiéndose conceptualmente como la ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía, mediante actividades que implican la modificación sustancial y la transformación de una carretera de tierra a una carretera afirmada con capa de protección asfáltica MEF (RD 003-2015).

3.2.2. Dimensiones de la variable

Se tomarán las siguientes dimensiones cuya escala de medición es de razón:

- Levantamiento Topográfico
- Evaluación superficial de carreteras no pavimentadas
- Estudio de mecánica de suelos
- Estudio Hidrológico
- Diseño geométrico de la carretera

3.3. Población, muestra y muestreo

- Población: La población está representada por la carretera LI-110 tramo Simbal – Chual, así como su área de estudio.
- Muestra: Cabe resaltar que por nuestro tipo de investigación no consideraremos muestra ya que estudiaremos toda la carretera. (Figura 15)
- Muestreo: No existe muestreo en este estudio (no probabilístico).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

La técnica de análisis documental se aplicó al estudio de suelos y la técnica de observación estructurada se aplicó a la evaluación superficial del estado actual de la carretera.

3.4.2. Instrumentos

Como instrumento principal se tuvo la Tabla 04-04 que se encuentra en el capítulo IV Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial 2018 R.D. N° 08-2014 MTC/14 - R.D. N° 05-2016 MTC/14 para poder evaluar el estado en el que se encuentra la carretera.

Asimismo, para la recolección de datos en campo usamos el formato de exploración de condición de vías no pavimentadas adaptado del mismo manual.

3.5. Procedimientos

Como primera instancia para la evaluación de la carretera tramo Simbal-Chual se recorrió los 08+000 km siendo la progresiva inicial 00+000 km y la final 08+000 km.

Se identificaron, dividieron y señalaron los tramos cada 500 m como indica el Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos R.D. N°-2014-MTC/16, seguidamente se midieron y anotaron en el Formato de exploración de condición de vías no pavimentadas las fallas y/o deterioros observados.

Una vez obtenidos los datos de campo, se trabajaron en gabinete aplicando la tabla 4.4 del capítulo IV del Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial 2018 R.D. N° 08-2014 MTC/14 - R.D. N° 05-2016 MTC/14 y para finalizar la evaluación se compararán los datos como indican las tablas 5 y 6 de la misma norma ya mencionada.

Para la topografía se obtuvieron imágenes geo referenciales de google Earth, tomando el punto cero y el final para luego ser exportados al Global Mapper siendo obtenidas así las curvas de nivel y su alineamiento los cuales fueron trabajados luego en el Civil 3D.

En cuanto a la mecánica de suelos se hizo el análisis documental de dos expedientes los cuales cuentan con su propio estudio y fueron realizados en zonas aledañas a la propuesta, de la misma forma es que se llevaron a cabo 3 calicatas en el tramo Simbal –Chual ubicadas en las progresivas 00+000, 03+000 y 06+000 km cuyos estratos fueron tratados en el laboratorio siendo sus resultados tomados en cuenta para designar que pavimento es el correcto para la carretera.

3.6. Método de análisis de datos

Con el Google Earth Pro, el Global Mapper 2020 y el AutoCAD Civil 3D elaboraremos el plano de vista en planta de la carretera propuesta, el software Word lo utilizaremos para poder armar el informe del proyecto, vale resaltar que el metodólogo y asesor nos brindarán sus conocimientos en el tema para poder perfeccionar y realizar los análisis de los datos. Finalmente, trabajaremos con el Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial 2018 y el Manual de carreteras: DG-2018 los resultados de la evaluación técnica del pavimento, ET y el EMS, los cuales no ayudaran a determinar las características del mejoramiento que se requiere.

3.7. Aspectos éticos

Los resultados de este proyecto están dados con mucha veracidad, dedicación e ímpetu sin cometer falsificación de información, es por ello que incurrimos a solicitar datos de estudios de expedientes cuya autonomía es de la Municipalidad del distrito de Simbal, de la misma forma es que se cumplirá con el capítulo IV del Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial 2018 R.D. N° 08-2014 MTC/14 - R.D. N° 05-2016 MTC/14 y el Manual de carreteras: DG-2018.

IV. RESULTADOS

4.1. Estudio Topográfico

4.1.1. Generalidades

4.1.1.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico mediante softwares como el AutoCAD Civil 3D 2020, el global Mapper 2020 y el Google Earth Pro nos ayudan a obtener la geometría de la vía, este se llevó a cabo entre el Distrito de Simbal y el Caserío de Chual, comprendiendo 8+000 Km de longitud.

4.1.1.2. Curvas de nivel

El Google Earth Pro expone en formato Text File los puntos topográficos que serán llevados al AutoCAD Civil 3D 2020 para que éste luego de su obtención logre crear superficies que ilustren las curvas de nivel.

4.1.1.3. Trazo de poligonal

Se consideró una poligonal abierta ya que su progresiva de inicio es indistinta a la final.

4.1.1.4. Nivelación del perfil

La nivelación del perfil determina las cotas o elevaciones de puntos a considerar en el terreno a lo largo de la vía.

4.1.2. Ubicación

La investigación fue realizada en el Tramo Simbal-Chual de la carretera LI-110 en el distrito de Simbal, provincia de Trujillo, departamento de la Libertad.

Sus coordenadas se extrajeron con el Datum de referencia WGS-84, Huso 17, zona norte; interpretadas de la siguiente manera:

Figura 8: Ubicación departamental



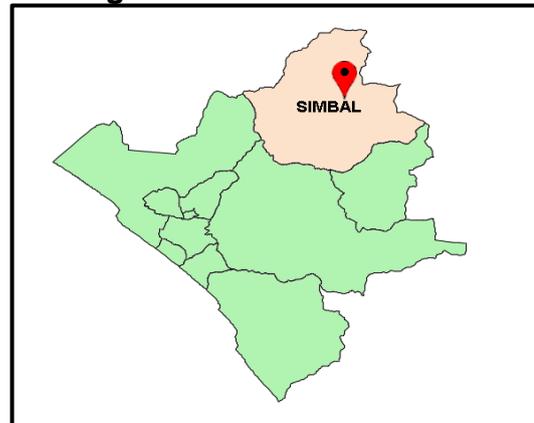
Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Ubicación Provincial



Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Ubicación distrital



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Coordenadas UTM del inicio y final del tramo

TRAMO	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD (m.s.n.m)
Inicio (Km 00+000)	741285	9117578	603
Fin (Km 08+000)	746942	9121269	1166

Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Progresiva Km 00+000



Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Progresiva Km 08+000



Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Reconocimiento de la zona

El reconocimiento de la zona es el principal procedimiento para llevar a cabo un proyecto, es así como obtuvimos información verídica, fehaciente e in situ de la superficie que se trabajó. Es así como se identificaron progresivas de inicio y final del tramo, determinando las siguientes características en todo su trayecto.

- El tramo no cuenta con cunetas.
- El ancho de la vía oscila esta entre los 3.30 m y 5.50 m.
- Es mayor la cantidad de la superficie con daños.

Figura 13: Reconocimiento de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Metodología de trabajo

4.1.4.1. Personal:

- 2 Tesistas

4.1.4.2. Equipos

- Laptop
- Router Wifi inalámbrico
- Vehículo

4.1.4.3. Materiales

- Global Mapper 2020
- AutoCAD Civil 3D 2020
- Google Earth Pro 2020

4.1.5. Procedimiento

4.1.5.1. Puntos de georeferenciación

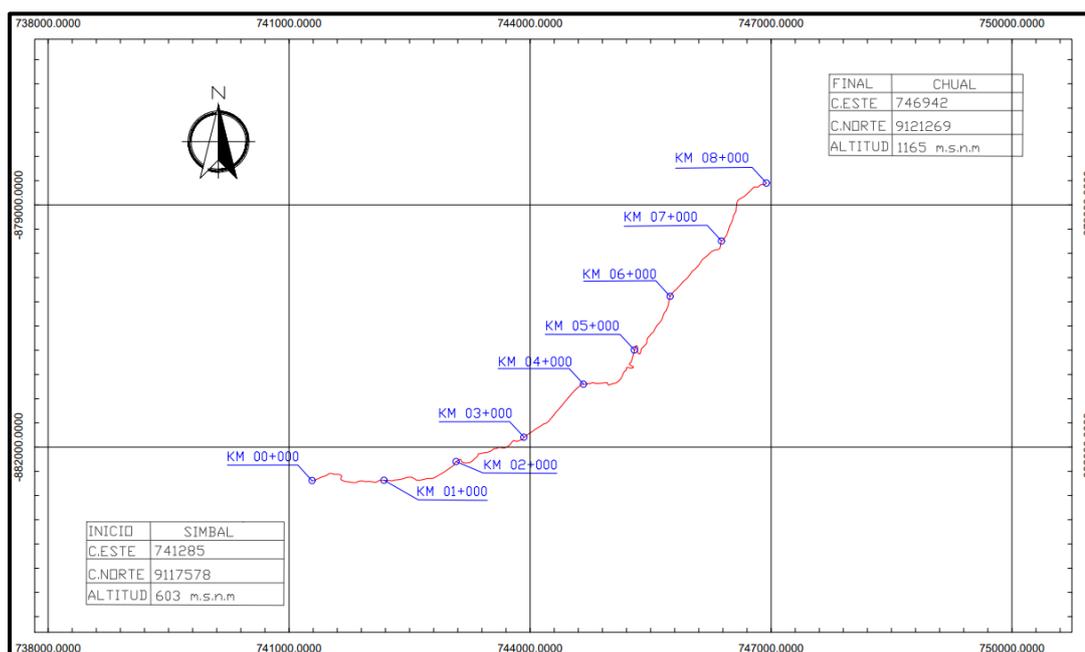
La georeferenciación nos ayuda a posicionar una ruta en una localización geográfica única, para esta usamos el Datum WGS84 el cual nos expone coordenadas norte y este.

4.1.5.2. Puntos de ubicación

- Punto Inicial: km 00+000 ubicado en el sector parte alta de Simbal (Barrio Chino) con coordenadas E=741285, N=9117578 y Z=603 m.s.n.m.

- Punto Final: km 08+000 ubicado en el Caserío de Chual con coordenadas E=746942, N=9121269 y Z=1165 m.s.n.m.

Figura 14: Puntos de ubicación de las coordenadas UTM



Fuente: Elaboración propia

4.1.5.3. Toma de detalles y rellenos topográficos

La orografía de la carretera Simbal-Chual es accidentada, esta se encuentra con deterioros como erosión de material granular, baches y deformaciones producto del discontinuo mantenimiento de la vía.

4.1.5.4. Códigos utilizados en el levantamiento topográfico

Tabla 09: Tabla de Códigos

CODIFICACIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
PI	Punto de inflexión horizontal
PC	Principio de curva horizontal
PT	Principio de tangente horizontal
P	Puente
CAL	Calicata
K	Progresiva

Fuente: Elaboración propia

4.1.6. Trabajo de gabinete

4.1.6.1. Levantamiento topográfico de la zona

El punto de partida para el inicio de la topografía es el km 00+000 ubicado en el sector parte alta de Simbal (Barrio Chino) desde este es que se identificara en el software Google Earth Pro todo el tramo y señalizara hasta llegar al punto final.

Iniciamos con el trazo de la ruta la cual sirvió para tener una vista en planta del tramo completo el cual intensificamos a estudio.

Figura 15: Trazo de Ruta Simbal-Chual



Fuente: Elaboración propia en Google Earth Pro

Luego del trazo de ruta, se diseñó un polígono el cual se expandió por toda la zona de estudio, este será registrado y guardado como archivo KMZ para luego ser exportado al Global Mapper 2020

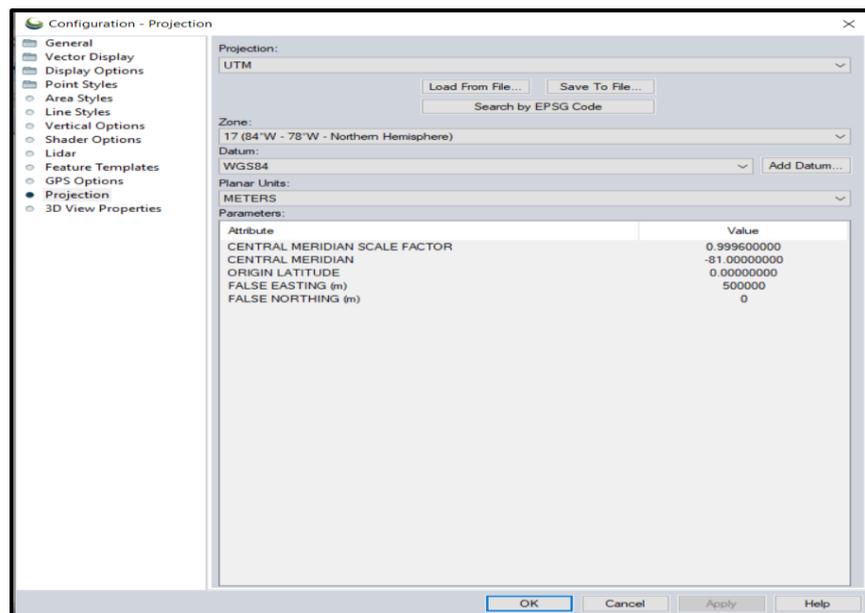
Figura 16: Polígono del Tramo Simbal-Chual



Fuente: Elaboración propia en Google Earth Pro

Al ingresar al Global Mapper 2020, la configuración de ubicación es sumamente importante, es por ello que en el comando “Configuración” seguidamente “Projection” se selecciona la proyección en coordenadas UTM, se ubica la Zona 17 Norte, se detalla el Datum que es el WGS84 y por último la unidad en la que trabajamos que es en metros.

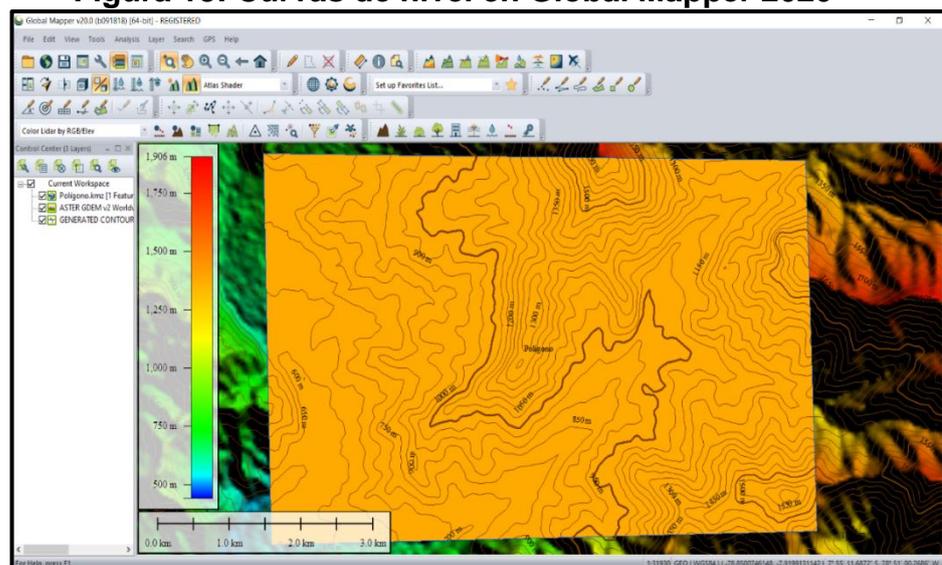
Figura 17: Configuración de la Ubicación en Global Mapper 2020



Fuente: Elaboración propia en Global Mapper 2020

Para ingresar el polígono que guardamos en formato KMZ, nos dirigimos al comando “Open Data Files”, una vez ingresado el archivo nos dirigimos al icono que tiene forma de mundo llamado “Connect to Online Data” este ayuda a conectarse a datos de mapeo de numerosas fuentes integradas y proporcionadas por el usuario; a continuación, es que se podrá ingresar las curvas de nivel con el comando “Analysis” en “Generate Contours (from terrain grid)”.

Figura 18: Curvas de nivel en Global Mapper 2020



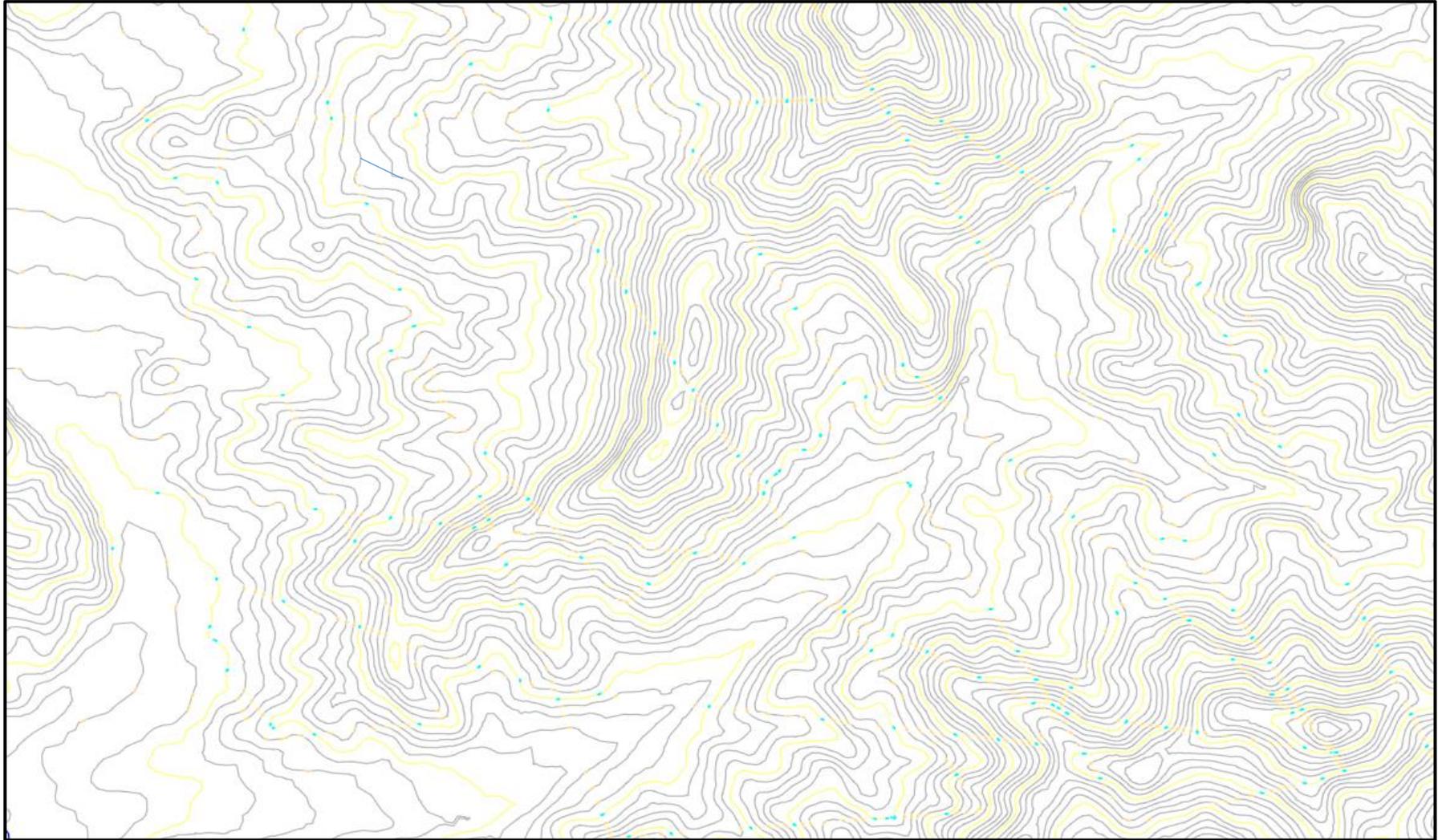
Fuente: Elaboración propia en Global Mapper 2020

Obtenidas las curvas de nivel guardamos el archivo con formato Text File el cual sirvió también para conservar los puntos topográficos.

Para exportar las curvas de nivel al AutoCAD Civil 3D 2020 ingresamos al software en el comando “Prospector”, agregamos los puntos en “Points” y para las curvas de nivel en “Surfaces”.

A continuación se muestra la obtención de las curvas de nivel la cual nos ayudara a identificar más adelante su tipo de terreno con ayuda del procedimiento de orografía según la DG-2018.

Figura 19: Curvas de nivel en AutoCAD Civil 3D 2020



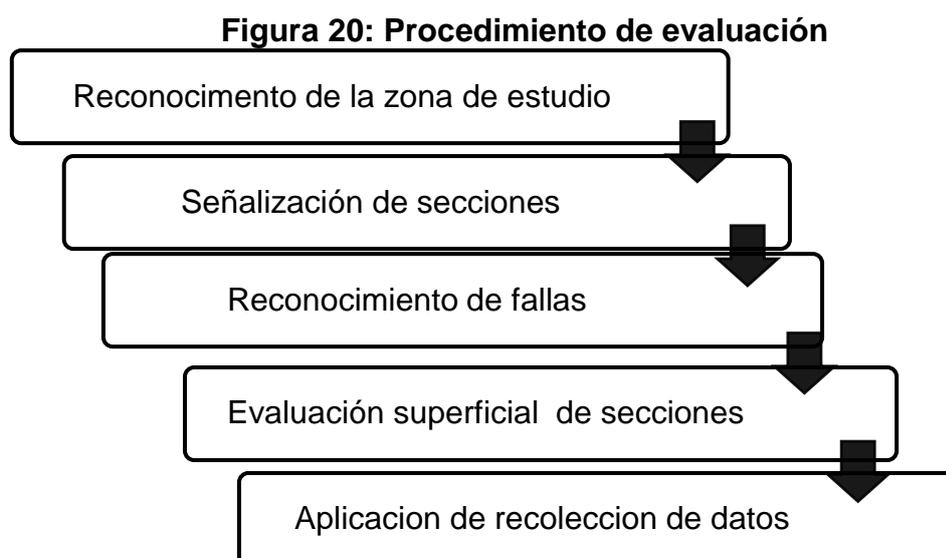
Fuente: AutoCAD Civil 3D 2020

A continuación también se creó el alineamiento horizontal, enumeró etiquetas de los PI'S, insertó cuadros de elementos de curvas, se insertó perfil longitudinal o alineamiento vertical, se trazó la rasante en el alineamiento vertical, se actualizó datos de las bandas del perfil, definió la obra lineal – corredor, se elaboró las líneas de muestreo – sample lines, intersectó las secciones transversales, la visualización del reporte movimiento de tierra, se mejoró el diseño para la presentación final, creó la cuadrícula de coordenadas y por último se obtuvo el recorrido virtual de la vía.

Cabe especificar que todo lo antes mencionado se hizo de acuerdo a como exige el Manual de carreteras DG-2018.

4.2. Evaluación superficial de la carretera

Esta corresponde al trabajo que se hizo en campo, acá es donde se llegarán a identificar todos los daños, por ende, el tipo de deterioro o falla, las cantidades de baches que puedan existir, su nivel de gravedad. Toda esta información se colocó en la tabla de instrumentos de recolección de datos que fueron mencionados. Se registró el recorrido desde la progresiva Km 00+000 al Km 08+000, cada 500 metro se realizó las mediciones de cada deterioro o falla. El siguiente gráfico muestra el procedimiento que se llevó a cabo:



Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Reconocimiento de la zona de estudio

El reconocimiento del tramo en estudio se diseñó según la metodología indicada por el Manual de Carreteras de Mantenimiento o Conservación Vial del MTC en su Capítulo IV.

Figura 21: Reconocimiento de campo y toma de datos



Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Señalización de secciones

De la misma forma que se reconoció el tramo en estudio también se realizó su señalización indicando su progresiva en 16 secciones de 500 m cada una.

Figura 22: Señalización de secciones cada 500 m



Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Identificación de fallas

Sé identificó y designó las fallas en campo según la tabla 1 de deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas.

Tabla 10: Identificación de fallas

Código de daño		Deterioro/Fallas
1	Deformación	<p>Figura 23</p> 
2	Erosión	<p>Figura 24</p> 

3	Baches (huecos)	<p style="text-align: center;">Figura 25</p> 
4	Encalaminado	<p style="text-align: center;">Figura 26</p> 
5 y 6	cruce de agua y lodazal.	<p>Se abstuvo de la falla de lodazal o cruce de agua debido a no encontrarse en el tramo .</p>

Fuente: Elaboración adaptada por los investigadores del Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2018)

Ya completada la inspección de campo, se procesó los datos obtenidos en 16 plantillas Excel la cuales calcularon 500 m cada una de ellas, así mismo estas determinaron ancho de la vía, progresiva, tipo de falla, nivel de gravedad y el área deteriorada. (Anexos desde el N°03 al N° 18)

4.2.4. Evaluación superficial de secciones

La tabla 04 expone el puntaje para cada tipo de deterioro o falla por secciones de 500 m en carreteras afirmadas o no pavimentadas según la extensión promedio ponderada que se obtuvo después de ingresar datos y calcular cada una de ellas. (Anexos del 9 al 34).

4.2.5. Cálculo del tipo de condición

Todos los datos de puntaje de condición de las secciones fueron ingresados a la tabla de calificación de fallas (se obtuvo el valor y determino si es bueno, regular y/o malo). (Anexos del 35 al 50).

Tabla 11: Tabla de resumen de calificación

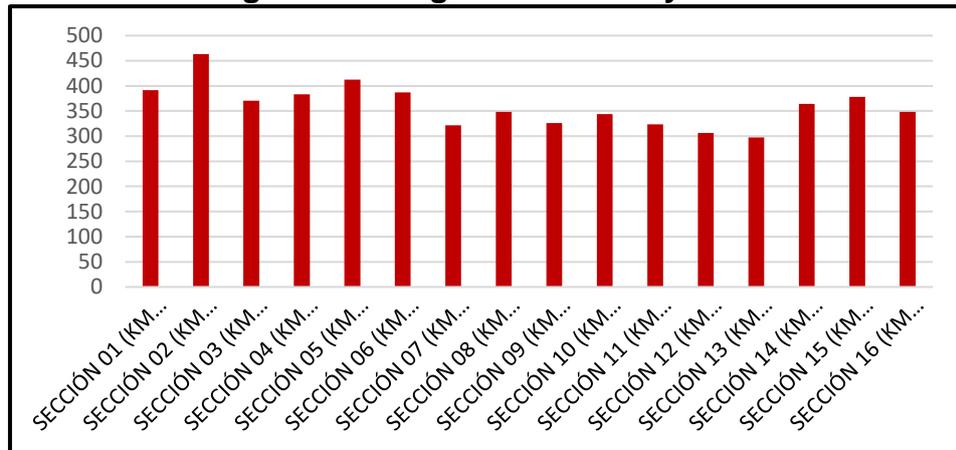
Sección y Progresiva	Calif. de Cond. por Sección	Condición
sección 01 (km 00+000 - 00+500)	330	Regular
sección 02 (km 00+500 - 01+000)	293	Regular
sección 03 (km 01+000 - 01+500)	325	Regular
sección 04 (km 01+500 - 02+000)	310	Regular
sección 05 (km 02+000 - 02+500)	340	Regular
sección 06 (km 02+500 - 03+000)	203	Regular
sección 07 (km 03+000 - 03+500)	285	Regular
sección 08 (km 03+500 - 04+000)	342	Regular
sección 09 (km 04+000 - 04+500)	218	Regular
sección 10 (km 04+500 - 05+000)	148	Malo
sección 11 (km 05+000 - 05+500)	352	Regular
sección 12 (km 05+500 - 06+000)	391	Regular
sección 13 (km 06+000 - 06+500)	370	Regular

sección 14 (km 06+500 - 07+000)	365	Regular
sección 15 (km 07+000 - 07+500)	410	Bueno
sección 16 (km 07+500 - 08+000)	413	Bueno

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar mejor las secciones con mayores fallas en todo el tramo se elaboró el siguiente gráfico:

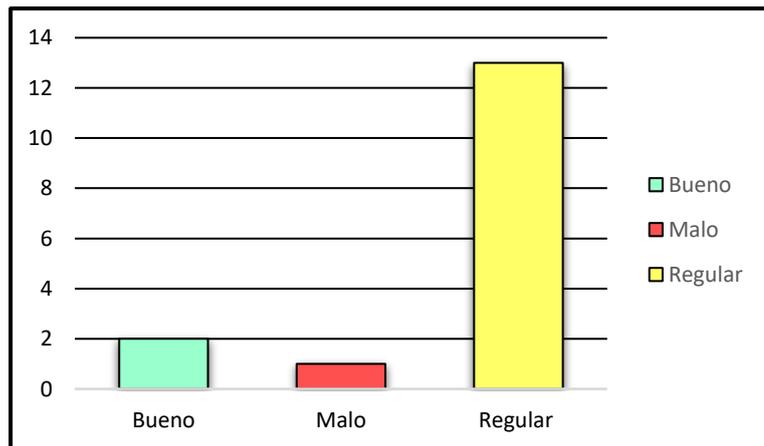
Figura 27: Progresiva con mayor fallas



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se hizo el grafico para identificar la condición de las secciones en general:

Figura 28: Condición de fallas por sección



Fuente: Elaboración propia

El promedio de condición del tramo de 08+000.00 Km es el siguiente:

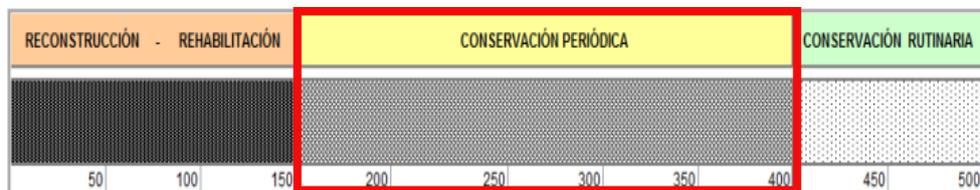
Tabla 12: Condición de sección

BUENO	>400	318.44	REGULAR
REGULAR	>150 Y ≤400		
MALO	≤150		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la calificación de condición de la superficie se podrá estimar el tipo de conservación a realizar en cada sección de 500 m de longitud como recomienda la norma:

Figura 29: Tipo de mejoramiento



Fuente: Adecuado del Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2018)

4.3. Estudio de Mecánica de Suelos y Canteras

4.3.1. Estudio de suelos

4.3.1.1. Alcance

El estudio de suelos y canteras está direccionado con prioridad a la investigación de tesis “Mejoramiento de la carretera Simbal – Chual, Distrito Simbal, Provincia Trujillo – La Libertad” para ello se llevó a cabo el análisis documental con la información cedida de estudios de suelos del Expediente “Estudio Definitivo Mejoramiento de la Carretera Simbal – La Cuesta – Paranday – San Ignacio – Sinsicap – Collambay – Simbal” cedido por el ingeniero a cargo. Cabe mencionar que debido a la coyuntura en la que se realizó la investigación (COVID-19) fue necesario recurrir a esta técnica.

4.3.1.2. Objetivos

Especificar la particularidad física y el tipo de suelo que se trabajara según el tramo en estudio.

4.3.1.3. Descripción de los trabajos

El cuadro 4.2 detalla que para el EMS del proyecto será necesario realizar cada dos kilómetros una calicata y esto se definió dado al tipo de carretera según su demanda.

Figura 30: Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Nº Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1 km se realizará un CBR
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

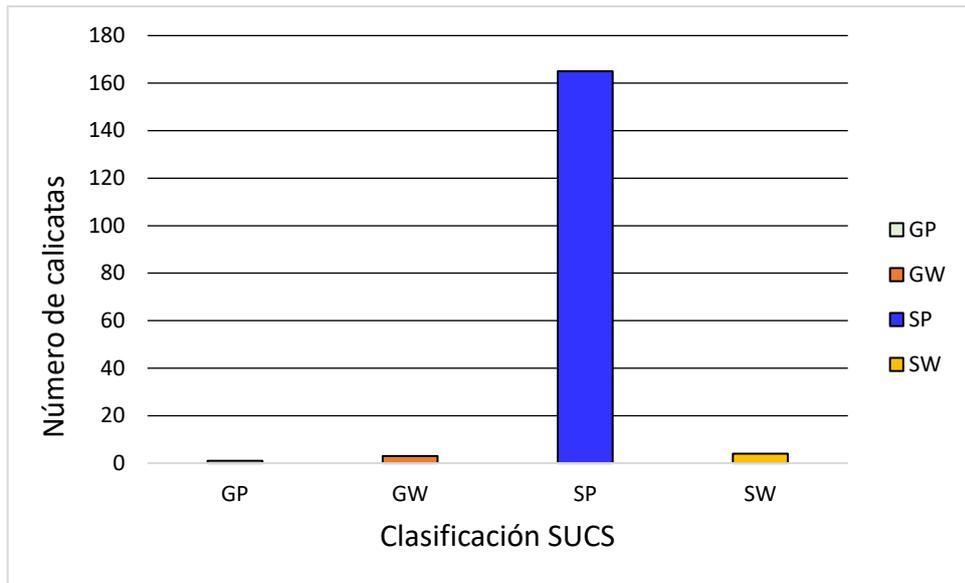
Fuente: Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos 2014(Cuadro 4.2)

El número de ensayos indicado en el cuadro 4.2, se aplica para pavimentos nuevos, reconstrucción y mejoramiento.

Con ayuda de la técnica de análisis documental, fue que se decidió elaborar gráficos que ayudaran a identificar el tipo de suelo y el CBR ya que en el trayecto del expediente “Estudio Definitivo Mejoramiento de la Carretera Simbal – La Cuesta – Paranday – San Ignacio – Sinsicap – Collambay – Simbal” se hizo 1 calicata cada 500m siendo un total de 180 calicatas en 89+500 Km de los cuales los 08+000Km primeros pertenecen al tramo Simbal-Chual.

En los ensayos de laboratorio de todas las calicatas se obtuvo su clasificación SUCS, cuyos tipos se ordenaron como se muestra en la siguiente figura:

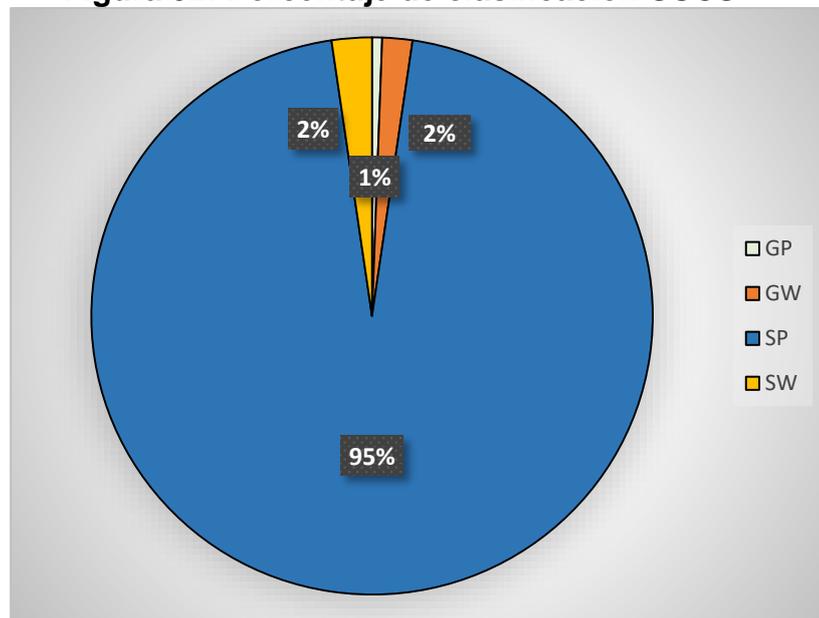
Figura 31: Resumen de Clasificación SUCS



Fuente: Elaboración propia

Se determinó entonces que el 95% de los ensayos de laboratorio contiene el mismo tipo de suelo denominado SP (arena mal graduada).

Figura 32: Porcentaje de clasificación SUCS



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en el expediente de 89 km se efectuó solo 23 calicatas con ensayos para obtener el CBR y se procedió a una deducción semejante

a la anterior con el valor de su CBR al 95% de todas las calicatas como se muestra en la siguiente tabla:

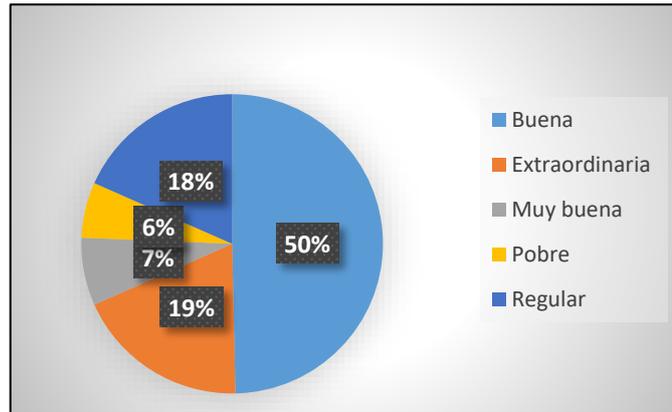
Tabla 13: Resumen de ensayos CBR

LADO	N° DE ENSAYOS	N°CC	KM	CBR(%)	
				95% de MDS	100% de MDS
Izquierdo	1	5	02+000	19.50	33.70
Izquierdo	2	15	07+000	12.30	20.90
Derecho	3	22	10+500	12.40	16.90
Derecho	4	28	13+500	7.20	9.10
Izquierdo	5	37	18+000	7.00	8.00
Derecho	6	46	22+500	6.30	11.10
Derecho	7	54	26+500	12.00	38.20
Izquierdo	8	65	32+000	3.40	5.80
Izquierdo	9	69	34+000	7.50	11.80
Izquierdo	10	75	37+000	10.00	16.80
Derecho	11	85	42+000	5.40	10.90
Izquierdo	12	94	46+500	12.00	21.00
Izquierdo	13	103	51+000	3.80	5.90
Derecho	14	108	53+500	8.00	17.60
Izquierdo	15	117	58+000	18.00	23.20
Derecho	16	125	62+000	6.60	11.60
Derecho	17	131	65+000	20.00	38.70
Izquierdo	18	139	69+000	12.00	19.00
Izquierdo	19	149	74+000	16.00	35.60
Derecho	20	154	76+500	7.50	13.30
Izquierdo	21	169	84+000	3.80	8.90
Izquierdo	22	171	85+000	11.40	17.00
Derecho	23	174	86+500	51.00	85.00

Fuente: Elaboración propia

Mediante un gráfico dinámico que ofrece Excel es que se procedió a obtener el porcentaje de la cifra en común de CBR, el cual arrojó los siguientes resultados:

Figura 33: Condición de CBR al 95%



Fuente: Elaboración propia

Debido a los resultados de los gráficos y resumen se dedujo que el CBR promedio es 12% (subrasante buena), siendo el resultado de su porcentaje obtenido que lo deduce.

Tabla 14: Ubicación de calicatas propuestas para ensayos en tramo Simbal-Chual

KM	N° CC	CBR al 95%
00+000	1	12%
01+000		
02+000		
03+000	2	12%
04+000		
05+000		
06+000	3	12%
07+000		
08+000		

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Estudio de la cantera

La cantera es la fuente que sirve de aprovisionamiento de materiales en el proyecto, para identificarla se hizo un estudio previo a lo largo

de la carretera, habiéndose ubicado bancos de materiales apropiados para los procesos de explotación.

Una vez identificadas las muestras se las remitió al laboratorio para los exámenes respectivos

4.3.2.1. Identificación de la cantera

La cantera está ubicada al Noreste del Distrito de Simbal, exactamente en el km 09+695 al lado izquierdo a una distancia de 05 m, cuya ladera es suave depósito deluvial coluvial constituida por gravas arcillosas, mezcla de grava-arena-arcilla siendo esta lo más cercana posible a la carretera cuyas facilidades de acceso son óptimas, asimismo cuenta con un volumen explotable suficiente para cubrir las necesidades del mejoramiento propuesto.

4.3.2.2. Evaluación de las características de la cantera

Los resultados de análisis documental del Expediente “Estudio Definitivo Mejoramiento de la Carretera Simbal – La Cuesta – Paranday – San Ignacio – Sinsicap – Collambay – Simbal” nos permitieron designar que la cantera número 03 (C-03) es la más óptima para abastecer el proyecto ya que cumple con las especificaciones de CBR.

Tabla 15: Ubicación de cantera

Cantera		C-03			
Ensayos	KM.	9+695	9+695	9+695	
	Contenido De Humedad (%)	2.0	2.5	2.2	
	Limite Liquido (%)	34.8	35.2	29.9	
	Limite Plástico (%)	22.3	23.3	20.0	
	Índice Plástico (%)	12.5	11.9	9.9	
	Granulometría	< 0.075 Mm			62.1
		0.075 Mm A 4.750 Mm			25.3
		4.750 Mm A 75 Mm			12.6
	Clasificación	AASHTO	A-2-6(0)	A-2-6 (0)	A-2-4 (0)
		SUCS	GC	GC	GC
	CBR (%)	100% DE M.D.S.	40.7		
	Peso Especifico		2.44	2.56	2.56
Abrasión (%)		56.6	55.8	55.8	

Contenido de Sales (%)	Ag. Fino	0.44	0.42	0.44
Área (M2)		1197.596		
Profundidad (M)		3.00		
Volumen Bruto (M3)		3592.788		
Volumen Efectivo (M3)		2874.2304		
Rendimiento (%)		80		
Lado izquierdo a 05 Metros de Carretera				

Fuente: Expediente “Estudio Definitivo Mejoramiento de la Carretera Simbal – La Cuesta – Paranday – San Ignacio – Sinsicap – Collambay – Simbal”

4.3.3. Estudio de fuente de agua

A lo largo del tramo de los 8 km se identificaron 2 fuentes de agua las cuales corresponden a los torrentes del sector de estudio y cuyo acceso es ideal asimismo cabe resaltar que estas fuentes son permanentes, de consumo humano, transparente, no contienen ninguna oloración y no son acidas.

4.3.3.1. Ubicación de fuente de agua

Las ubicaciones de estas se dan como es muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16: Ubicación de fuente de agua

FUENTES DE AGUA	
Nº DE FUENTE	UBICACIÓN
Fuente de Agua 01	Río la Cuesta, Puente Km. 4+640.
Fuente de Agua 02	Pontón km 4+740 en quebrada Sangal

Fuente: Expediente “Estudio Definitivo Mejoramiento de la Carretera Simbal – La Cuesta – Paranday – San Ignacio – Sinsicap – Collambay – Simbal”

4.4. Estudio hidrológico y obras de arte

4.4.1. Hidrología

4.4.1.1. Generalidades

Este estudio es sumamente importante para evacuar y conducir al elemento H₂O que se encuentra derivado por precipitaciones y llegan

a la vía mediante construcciones de las obras de arte debido a que puede llegar afectar tanto de manera interna como externa a la calzada y demás elementos.

4.4.1.2. Objetivos del estudio

Para que la vía se mantenga en un buen estado, se estableció los máximos caudales de las precipitaciones en cada zona de la vía y así establecer obras de arte dichamente adecuadas ya que estas se van a encargar de captarlas y a la vez evacuar todos los fluidos que pueden llegar a afectar y a la vez determinar los caudales de diseño.

Otro de los objetivos será determinar las características hidrológicas de las sub cuencas que llegan a interceptar la vía mencionada.

4.4.1.3. Estudios hidrológicos

Se comenzó con la información hidrológica y meteorológica disponible cerca del tramo Simbal-Chual, asimismo se consideró criterios de diseño y métodos con el fin de determinar el más óptimo para el proyecto de investigación.

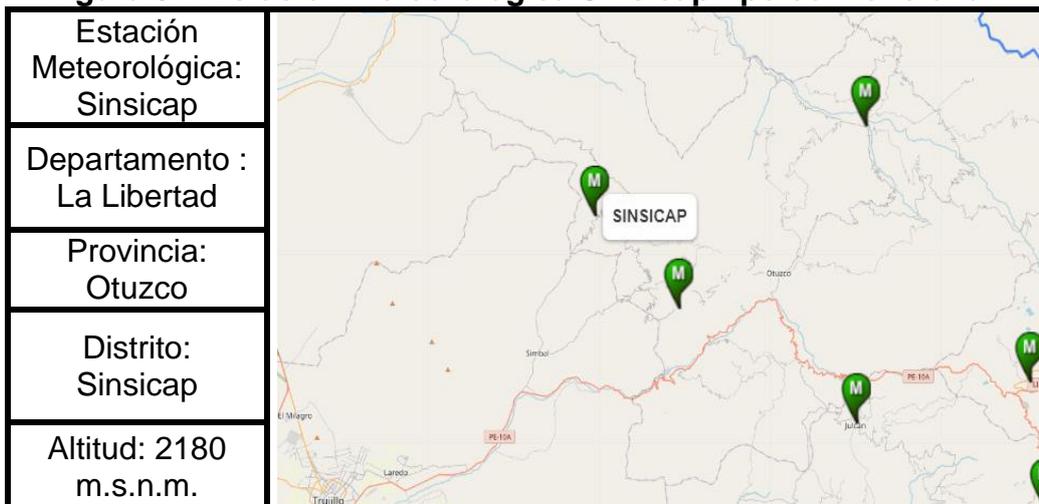
Se indago mediante SENAMHI información del nivel de precipitación y la ubicación de la estación meteorológica más cercana al tramo.

4.4.2. Información hidrometeorológica y cartográfica

4.4.2.1. Información pluviométrica

El SENAMHI proporciono y proporciona información pluviométrica cuantificada de hace varios años hasta la actualidad. Como se mencionó anteriormente se consideró factible tomar la Estación Meteorológica Sinsicap tipo convencional.

Figura 34: Estación Meteorológica Sinsicap tipo convencional

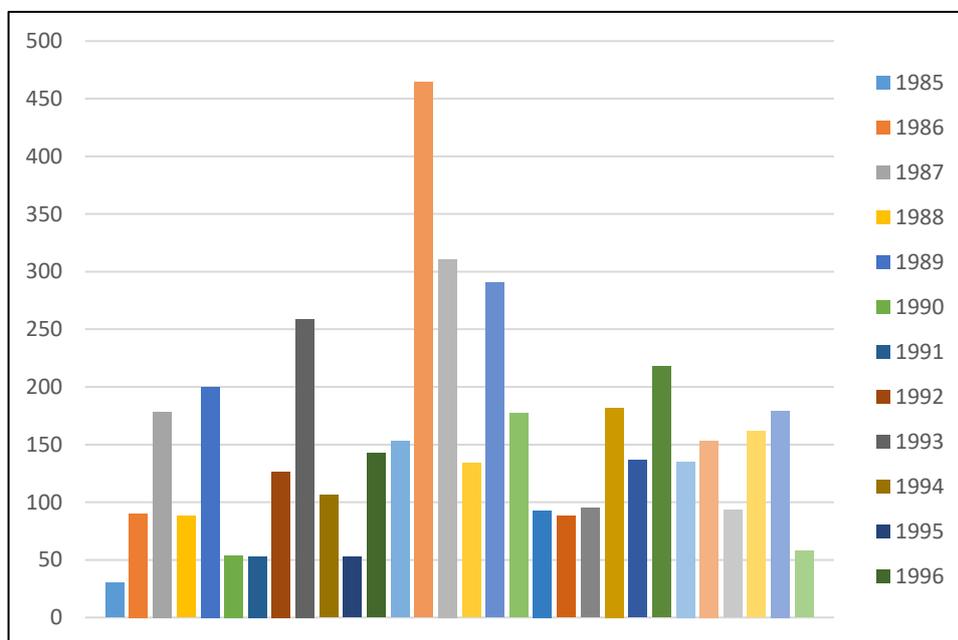


Fuente: Adaptación propia de SENAMHI

4.4.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas

Para determinar la precipitación máxima en una hora tenemos que analizar la data histórica en 24 horas. Luego de l se obtendrá la máxima precipitación.

Figura 35: Precipitaciones máximas por año



Fuente: Elaboración propia

Figura 36: Datos históricos de precipitaciones máximas de 24 horas por mes y año (mm)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MAX. ANUAL
1985	30.22	26.95	27.21	8.43	3.84	0.00	0.00	0.03	3.43	0.02	0.00	13.31	30.22
1986	89.97	21.54	25.33	71.82	0.03	0.00	0.02	11.73	0.01	3.82	6.43	31.23	89.97
1987	91.16	67.04	178.64	52.25	1.22	2.10	0.00	0.00	0.03	5.12	8.80	6.52	178.64
1988	88.03	59.16	35.14	52.35	8.11	0.01	0.00	0.00	0.03	11.52	3.60	7.74	88.03
1989	28.04	200.31	92.64	30.33	1.60	1.40	0.00	2.71	6.62	49.50	0.02	0.00	200.31
1990	5.73	24.05	52.34	3.33	0.02	1.24	0.00	0.00	0.92	14.42	53.73	8.41	53.73
1991	3.45	16.95	53.25	27.83	4.42	0.00	0.00	0.00	0.02	17.94	3.64	10.62	53.25
1992	44.83	40.23	107.13	126.34	11.00	13.71	0.01	0.02	5.31	1.22	1.30	1.34	126.34
1993	28.25	130.21	258.86	60.69	6.98	0.02	0.01	0.02	10.54	17.88	18.31	30.54	258.86
1994	62.87	77.36	106.36	51.04	6.27	4.72	0.01	0.00	2.53	2.83	19.12	30.77	106.36
1995	38.05	52.62	38.46	16.23	6.20	2.80	0.80	0.00	1.40	9.00	10.60	32.30	52.62
1996	43.20	99.80	142.30	24.50	1.20	0.00	0.00	0.00	3.60	16.60	3.60	2.50	142.30
1997	12.70	58.00	29.80	63.20	1.30	1.90	0.00	0.00	6.00	10.20	31.50	152.80	152.80
1998	286.40	365.40	464.10	74.90	21.40	3.10	0.00	0.00	3.90	12.30	4.70	17.00	464.10
1999	48.20	310.80	63.90	61.70	58.90	0.60	1.80	0.00	6.80	4.80	4.00	33.30	310.80
2000	35.90	134.20	133.30	89.20	43.80	0.04	0.00	4.92	26.55	2.13	8.51	41.55	134.20
2001	104.53	101.21	290.42	80.42	9.16	4.90	0.00	0.00	18.69	11.55	13.53	10.92	290.42
2002	5.94	177.15	120.73	80.16	0.92	2.50	0.02	0.00	1.91	17.77	47.73	16.06	177.15
2003	30.35	92.74	36.33	20.84	10.74	1.12	0.10	0.00	0.02	1.83	16.31	54.04	92.74
2004	10.14	88.22	35.77	15.54	13.57	0.02	0.01	0.01	0.04	52.45	12.82	16.06	88.22
2005	33.84	40.46	95.01	33.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.76	5.31	25.44	95.01
2006	44.96	181.71	152.11	43.93	0.02	3.83	0.03	0.01	1.44	0.81	23.94	34.13	181.71
2007	52.35	0.00	136.52	66.66	30.12	0.00	0.01	0.34	0.34	26.23	28.42	16.23	136.52
2008	100.93	218.01	176.52	68.54	3.08	2.32	0.61	2.07	0.93	17.78	30.63	4.33	218.01
2009	135.13	106.04	113.76	31.75	2.07	0.02	1.83	0.40	0.02	22.97	17.11	17.93	135.13
2010	38.07	153.43	61.05	53.66	10.65	0.24	0.01	0.00	21.84	2.10	10.03	12.84	153.43
2011	55.96	26.35	59.32	93.43	0.82	1.10	0.04	0.01	2.64	2.63	19.84	37.94	93.43
2012	69.33	108.78	161.55	67.63	10.10	5.51	0.00	0.02	2.62	33.45	17.59	17.44	161.55
2013	36.74	68.85	179.15	7.76	8.19	0.01	0.00	0.04	0.00	40.00	0.00	7.70	179.15
2014	57.60	21.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.60
MÁX. MENSUAL	286.40	365.40	464.10	126.34	58.90	13.71	1.83	11.73	26.55	52.45	53.73	152.80	464.10

Fuente : SENAMHI

Según los datos analizados de SENAMHI declara como una precipitación máxima de 464.10 mm.

Tabla 16: Resumen de precipitaciones máximas

AÑO	MES	P. máx.(mm)
1985	Enero	30.22
1986	Enero	89.97
1987	Marzo	178.64
1988	Enero	88.03
1989	Febrero	200.31
1990	Noviembre	53.73
1991	Marzo	53.25
1992	Abril	126.34
1993	Marzo	258.86
1994	Marzo	106.36
1995	Febrero	52.62
1996	Marzo	142.30
1997	Diciembre	152.80
1998	Marzo	464.10
1999	Febrero	310.80
2000	Febrero	134.20
2001	Marzo	290.42
2002	Febrero	177.15
2003	Febrero	92.74
2004	Febrero	88.22
2005	Marzo	95.01
2006	Febrero	181.71
2007	Marzo	136.52
2008	Febrero	218.01
2009	Enero	135.13
2010	Febrero	153.43
2011	Abril	93.43
2012	Marzo	161.55
2013	Marzo	179.15
2014	Enero	57.60
	P. máx.	464.10

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos

El MTC en su Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje propone diferentes modelos de distribución para determinar precipitaciones, intensidades y caudales máximos para diferentes periodos de retorno.

De acuerdo con lo mencionado a través el modelo probabilístico de distribución Gumbel obtuvimos las precipitaciones máximas probables, Asimismo, calculamos la variable probabilística media, desviación estándar, parámetro de escala y parámetro de posición para periodos de retorno como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17: Cálculo de variables probabilísticas

Media:150.9mm
Desviación Estandar:91.30mm
Parámetro de Escala:71.19 mm
Parámetro de Posición : 109.00 mm

Tabla 18: Precipitación Máxima Probable

N°	AÑO	Precipitación (mm)		N°	AÑO	Precipitación (mm)	
		P. Max. Anual	Media			P. Max. Anual	Media
1	1985	30.22	252.39	16	2000	134.2	252.386178
2	1986	89.97	19693.44	17	2001	290.42	19693.4444
3	1987	178.64	732.42	18	2002	177.15	732.424011
4	1988	88.03	3288.64	19	2003	92.74	3288.64018
5	1989	200.31	3827.48	20	2004	88.22	3827.48444
6	1990	53.73	3033.44	21	2005	95.01	3033.43921
7	1991	53.25	1000.04	22	2006	181.71	1000.03521
8	1992	126.34	184.05	23	2007	136.52	184.054444
9	1993	258.86	4613.58	24	2008	218.01	4613.57921
10	1994	106.36	223.70	25	2009	135.13	223.701878
11	1995	52.62	11.18	26	2010	153.43	11.1778778
12	1996	142.3	3209.98	27	2011	93.43	3209.97788
13	1997	152.8	131.41	28	2012	161.55	131.408011
14	1998	464.1	844.68	29	2013	179.15	844.677344
15	1999	310.8	8553.78	30	2014	57.6	8553.78351
					Suma	4502.6	241741.36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para diferentes periodos de 2 a 50 años

Periodo retorno	Variable reducida	Precipitación (mm)	Probabilidad de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xt)	XT (mm)
2	0.3665	135.0884	0.5000	153.9468
5	1.4999	215.7740	0.8000	245.8960
10	2.2504	269.1949	0.9000	306.7745
20	2.9702	320.4374	0.9500	365.1705
25	3.1985	336.6923	0.9600	383.6945
50	3.9019	386.7657	0.9800	440.7582

Fuente: Elaboración propia

La precipitación máxima por tiempo de duración la denominamos P_d y es obtenida mediante precipitación máxima por el coeficiente como se representa de la siguiente manera:

Figura 37: Coeficiente de duración para lluvias de 48 y 1 hora

Duración de la precipitación en horas	Coeficiente
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Fuente: Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito-Dirección de Estudios Especiales

Mediante la precipitación máxima por tiempo de duración dividida entre el tiempo de duración determinamos la intensidad de la lluvia en un tiempo dado.

Tabla 20: Intensidades de lluvia a partir de Pd

Tiempo de duración (t)		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno					
Hr	min	2	5	10	20	25	50
48	2880.0	4.2	6.8	8.4	10.0	10.6	12.1
24	1440.0	6.4	10.2	12.8	15.2	16.0	18.4
22	1320.0	6.8	10.8	13.5	16.1	16.9	19.4
20	1200.0	7.2	11.4	14.3	17.0	17.8	20.5
18	1080.0	7.7	12.3	15.3	18.3	19.2	22.0
16	960.0	8.4	13.4	16.7	19.9	20.9	24.0
14	840.0	9.1	14.6	18.2	21.6	22.7	26.1
12	720.0	10.1	16.2	20.2	24.0	25.3	29.0
10	600.0	11.2	18.0	22.4	26.7	28.0	32.2
8	480.0	12.3	19.7	24.5	29.2	30.7	35.3
6	360.0	14.4	23.0	28.6	34.1	35.8	41.1
5	300.0	15.4	24.6	30.7	36.5	38.4	44.1
4	240.0	16.9	27.0	33.7	40.2	42.2	48.5
3	180.0	19.5	31.1	38.9	46.3	48.6	55.8
2	120.0	23.9	38.1	47.6	56.6	59.5	68.3
1	60.0	38.5	61.5	76.7	91.3	95.9	110.2

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2.4. Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia

Mediante una plantilla Excel de elaboración propia de los investigadores se obtuvo la curva de intensidad mediante la fórmula empírica de Talbot la cual relaciona la intensidad máxima y la duración de un periodo de retorno que en este caso fue de 5,10,20 y 50 años. (Anexo N°51)

4.4.2.5. Cálculos de caudales

Normalmente el método más usado para elaborar obras y estructuras hidráulicas las cuales llevaran a buen rumbo las aguas de lluvias es el

método racional, por ende, fue usado para la investigación por los testistas.

De igual forma se tomó el coeficiente de escorrentía que es el valor de acuerdo a las características del proyecto.

Figura 38: Coeficiente de escorrentía

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
Pavimento asfáltico y concreto	0.70 – 0.95
Adoquines	0.50 – 0.70
Superficie de grava	0.15 – 0.30
Bosques	0.10 – 0.20
Zonas de vegetación densa	
• Terrenos granulares	0.10 – 0.50
• Terrenos arcillosos	0.30 – 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 – 0.80
Zonas cultivadas	0.20 – 0.40

Fuente: Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito (cuadro 12.4.d)

4.4.2.6. Tiempo de concentración

Lo que tarda en llegar una gota a su destino es conocido como tiempo de concentración y se determina de la siguiente manera:

Figura 39: Fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA t_c (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t_c por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.</p>	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
Izzard (1946)	$t_c = \frac{525 \cdot (0.0000276 \cdot i + c) \cdot L^{0.33}}{S^{0.333} \cdot i^{0.667}}$ <p>i = intensidad de lluvia, mm/h c = coeficiente de retardo L = longitud de la trayectoria de flujo, m. S = pendiente de la trayectoria de flujo, m/m.</p>	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y Áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de i por L debe ser ≤ 3800 .

Fuente: Manual de carreteras hidrología, hidráulica y drenaje

4.4.3. Hidráulica y drenaje

4.4.3.1. Drenaje superficial

Este proyecto de investigación propone tipos de drenaje superficial para la conducción de agua superficiales como lo es el drenaje longitudinal apostado en cunetas y aliviaderos; con respecto al drenaje transversal tenemos un pontón con una luz de 8.55 m

4.4.3.2. Diseño de cunetas

Se llegó a tomar como referencia la ecuación Manning digitada y elaborada en una plantilla de Excel por los investigadores ver Anexo N°, el cual definirá su caudal que llega a transitar con la cuneta totalmente llena y caudal que llega a producir la velocidad máxima.

Figura 40:Inclinaciones maximas de talud (v:h)

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)		
	< 750		> 750
<70	1:02	(*)	1:03
	1:03		
> 70	1:03		1:04

Fuente: Manual de Hidrologia ,Hidraulica y Drenaje (Cuadro 304.12)

Figura 41:Dimensiones minimas de cuneta triangular

REGION	PROFUNDIDAD (d) mts.	ANCHO (a) mts.
Seca (<400mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000mm/año)	0.30*	1.20

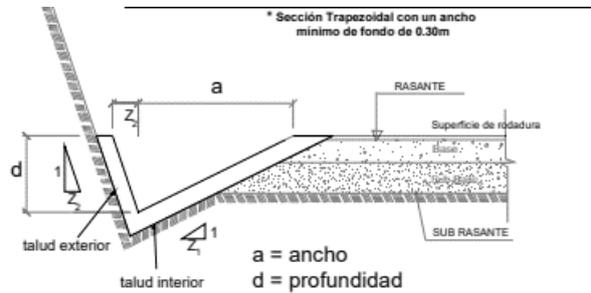
Fuente: Manual de Hidrologia ,Hidraulica y Drenaje(Fig. 28)

Talud:

- Inclinación al talud de corte =1:0.5 (Za)
- Inclinación a la berma y/o calzada =1:2 (Zb)
- Coeficiente de rugosidad de Manning $n = 0.015$
- Precipitación (mm/año) = 390.06 mm/año ➡ Region Seca

- Profundidad=0.20 d(m)
- Ancho=0.5 a(m)

Figura 42 : Dimensiones de cuneta



Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (Fig.Nº28)

4.4.3.3. Diseño de alcantarilla de alivio

El propósito de las alcantarillas de alivio es dirigir el escurrimiento a puntos clave donde exista corte o media ladera para evacuar el agua.

Tabla 21: Ubicación de alcantarillas de aliviadero

Nº	PROGRESIVAS	
	DESDE	HASTA
1	Km 7+810.00	Km 7+480.00
2	Km 7+430.00	Km 7+320.00
3	Km 7+150.00	Km 6+900.00
4	Km 6+900.00	Km 6+700.00
5	Km 6+700.00	Km 6+480.00
6	Km 6+410.00	Km 6+080.00
7	Km 6+080.00	Km 5+850.00
8	Km 5+850.00	Km 5+660.00
9	Km 5+640.00	Km 5+330.00
10	Km 5+240.00	Km 5+140.00
11	Km 5+130.00	Km 4+930.00
12	Km 4+930.00	Km 4+740.00
13	Km 4+280.00	Km 4+000.00
14	Km 4+000.00	Km 3+740.00
15	Km 3+740.00	Km 3+440.00
16	Km 3+440.00	Km 3+150.00

17	Km 3+060.00	Km 2+910.00
18	Km 2+850.00	Km 2+540.00
19	Km 2+540.00	Km 2+260.00
20	Km 2+100.00	Km 1+900.00

Fuente: Elaboración propia

Datos de terreno y Dimensiones para la A.A:

- $n = 0.030$
- $S = 2.00\%$
- $Y = 0.70 D$
- Calzada = 6.00 m
- Berma = 0.50 m

4.4.3.4. Consideraciones de Aliviadero

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones considera factible que las alcantarillas de alivio no tengan una distancia superior de 250 metros. de separación. Para el proyecto Mejoramiento de la carretera Simbal – Chual, Distrito Simbal, Provincia Trujillo – La Libertad se consideraron alcantarillas de sección circular.

4.4.4. Resumen de obras de arte

Se resume a continuación las dimensiones de todas las cunetas y alcantarillas de aliviadero, asimismo se anexo sus plantillas de cálculo con resultados en los nexos N°52,53 Y 54.

Tabla 22: Dimensiones de cunetas

N° CUNETAS	LONG.	PROF.	TIRANTE HID.	TIR.	ANCHO	TALUD INTERIOR	TALUD EXTERIOR
	(m)	h (m)	Y (m)	T (m)	a (m)	Zb (m)	Za (m)
1	330.00	0.35	0.25	0.88	0.70	1:2	1:1
2	110.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1
3	250.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1
4	200.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1
5	220.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1
6	330.00	0.35	0.25	0.88	0.70	1:2	1:1
7	230.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1

8	190.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1
9	310.00	0.35	0.25	0.88	0.70	1:2	1:1
10	100.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1
11	200.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1
12	190.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1
13	280.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1
14	260.00	0.35	0.25	0.88	0.70	1:2	1:1
15	300.00	0.35	0.25	0.88	0.70	1:2	1:1
16	290.00	0.35	0.25	0.88	0.70	1:2	1:1
17	150.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1
18	310.00	0.35	0.25	0.88	0.70	1:2	1:1
19	280.00	0.35	0.25	0.88	0.70	1:2	1:1
20	200.00	0.30	0.20	0.75	0.60	1:2	1:1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Dimensiones de alcantarillas de alivio

N° DE ALCANTARILLA	DIÁMETRO DE TUBERÍA	LONGITUD DE TUBERÍA		
		SECCIÓN TRANSVERSAL	ESPESOR BORDE	LONGITUD TOTAL
	D (m)	L (m)	e (m)	L (m)
1	0.90	8.16	0.20	8.40
2	0.90	7.70	0.20	7.90
3	0.90	6.23	0.20	6.50
4	0.90	6.23	0.20	6.50
5	0.90	7.73	0.20	8.00
6	0.90	6.23	0.20	6.50
7	0.90	6.23	0.20	6.50
8	0.90	6.23	0.20	6.50
9	0.90	6.23	0.20	6.50
10	0.90	7.00	0.20	7.20
11	0.90	6.50	0.20	6.70
12	0.90	6.23	0.20	6.50
13	0.90	6.80	0.20	7.00
14	0.90	6.43	0.20	6.70
15	0.90	6.23	0.20	6.50
16	0.90	6.23	0.20	6.50
17	0.90	6.23	0.20	6.50
18	0.90	8.66	0.20	8.90
19	0.90	6.23	0.20	6.50
20	0.90	6.97	0.20	7.20

Fuente: Elaboración propia

4.5. Diseño Geométrico de la carretera

4.5.1. Generalidades

El proyecto de investigación denominado “Mejoramiento de la carretera Simbal – Chual, Distrito Simbal, Provincia Trujillo – La Libertad” tuvo como objetivo específico elaborar el diseño geométrico de la carretera, el cual dispone clasificación vial, estudio de tráfico, parámetros básicos para el diseño de zona rural, diseño geométrico de planta, diseño de perfil, diseño geométrico de secciones transversales, resumen y consideraciones de diseño en zona rural, diseño de pavimento y por último la señalización de la vía.

Cabe mencionar que cada uno de estos enunciados cumplen con la normativa que ofrece el MTC.

4.5.2. Normatividad

Para el diseño geométrico se consideró el Manual de Carreteras DG-2018, la cual está actualizada y vigente aquí en Perú, esta respaldó los criterios y parámetros necesarios.

4.5.3. Clasificación de las carreteras

La clasificación de una carretera está en función de su demanda y su orografía como se muestra a continuación.

4.5.3.1. Clasificación por demanda

Según el Manual de carreteras DG-2018 precisa que cuando el índice medio anual (IMDA) de una carretera es menor a 400 veh/día está viene hacer de tercera clase.

Tabla 24: Clasificación de carreteras según demanda

Clasificación de carreteras	IMDA
Autopistas de Primera Clase	Mayor a 6000 veh/día.
Autopistas de Segunda Clase	Entre 6000 y 4001 veh/día
Carreteras de Primera Clase	Entre 4000 y 2001 veh/día
Carreteras de Segunda Clase	Entre 2000 y 400 veh/día
Carreteras de Tercera Clase	Menor a 400 veh/día
Trocha Carrozable	Menor a 200 veh/día

Fuente: Adecuado del Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018

4.5.3.2. Clasificación por su orografía

La orografía profundiza en identificar el tipo de terreno en el que se va trabajar según el Manual de Carreteras DG-2018, una vez obtenidas las curvas de nivel seleccionamos 20 medidas del desnivel que hay entre estas en AutoCAD Civil 3D, las medidas que se obtuvimos las llevamos una plantilla que elaboramos en Excel las cuales nos ayudaran también a identificar las pendientes y como resultado final tendremos el tipo de terreno en el que trabajamos.

Tabla 25: Clasificación de carreteras según orografía

ZONA	ZONA		DIF. DE COTAS	DIST.DE COTAS	S (%)	OROGRAFÍA	TIPO
	SUPERIOR	INFERIOR					
1	840	820	20	37.59	53.2	Accidentado	Tipo 3
2	860	840	20	43.77	45.7	Ondulado	Tipo 2
3	960	940	20	33.17	60.3	Accidentado	Tipo 3
4	1160	1140	20	28.07	71.3	Accidentado	Tipo 3
5	1240	1220	20	28.47	70.2	Accidentado	Tipo 3
6	1340	1320	20	23.01	86.9	Accidentado	Tipo 3
7	760	740	20	34.89	57.3	Accidentado	Tipo 3
8	860	840	20	28.06	71.3	Accidentado	Tipo 3
9	760	740	20	43.56	45.9	Ondulado	Tipo 2
10	940	920	20	25.62	78.1	Accidentado	Tipo 3
11	1040	1020	20	24.25	82.5	Accidentado	Tipo 3
12	1380	1360	20	26.95	74.2	Accidentado	Tipo 3
13	960	940	20	37.55	53.3	Accidentado	Tipo 3
14	1180	1160	20	36.31	55.1	Accidentado	Tipo 3
15	1140	1120	20	26.87	74.4	Accidentado	Tipo 3
16	1360	1340	20	30.79	65.0	Accidentado	Tipo 3
17	1160	1140	20	27.04	74.0	Accidentado	Tipo 3
18	1060	1040	20	34.84	57.4	Accidentado	Tipo 3
19	1280	1260	20	26.34	75.9	Accidentado	Tipo 3
20	1180	1160	20	31.40	63.7	Accidentado	Tipo 3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Clasificación de carreteras según demanda

N°	Tipo	Número	%
1	Llano	0	0
2	Ondulado	2	20
3	Accidentado	18	80
4	Escarpado	0	0
Total		20	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: tipo de terreno según del tramo

CLASIFICACION DE TERRENO	TIPO DE TERRENO
Terreno plano	(tipo 1)
Terreno ondulado	(tipo 2)
Terreno accidentado	(tipo 3)
Terreno escarpado	(tipo 4)

Fuente: Adecuado del Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018

4.5.4. Estudio de tráfico

4.5.4.1. Generalidades

Mediante el estudio de tráfico se precisa el índice medio diario anual el cual determinara también la acumulación de EE del tramo Simbal-Chual para así realizar el proyecto con visión y proyectándose en un periodo de 10 años.

4.5.4.2. Conteo y clasificación vehicular

Durante 7 días seguidos se obtuvo y acumulo el conteo de vehículos para los cuales fueron registrados por los investigadores en la estación de conteo denominada por los mismo Simbal.

4.5.4.3. Metodología

Las estaciones de conteo juegan un papel muy importante cuando de estudio de tráfico hablamos, para ello se dispuso una estación en la cual estuvieron ubicados los tesisistas, asimismo cada uno de ellos fue responsable de registrar la información in situ en Formato de Conteo y Clasificación Vehicular (Anexo N°56) que propone el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en la Ficha Técnica Estándar para Carreteras Interurbanas.

Al cabo del trascurso de los días indicados por el Manual de Carreteras DG-2018 la información fue llevada a gabinete para su procesamiento correspondiente.

4.5.4.4. Procesamiento de la información

4.5.4.4.1. Ubicación de Estaciones de conteo

La ubicación del tramo en evaluación estimara la ubicación de una estación de conteo, debido a ello se la designo al inicio del tramo siendo el Kilómetro 0+000.

Figura 43: Ubicación de estación de conteo vehicular



Fuente: Elaboración propia

Figura 44 y 45: Estación de conteo vehicular



Fuente: Elaboración propia

4.5.4.5. Determinación del índice medio diario (IMD)

El volumen de tráfico determinara el IMD o denominado también como IMDS (índice medio diario semanal), este volumen fue sumado diariamente durante 7 días y los datos fueron obtenidos en la estación de conteo Simbal.

Figura 46: formula IMD

$$IMD = \frac{5 * VDL + VS + VD}{7} x F. C.$$

Fuente: Manual de Carreteras DG 2018

El estudio de tráfico para el tramo Simbal-Chual se dio inicio el día lunes 14 de junio del 2021 a las 7:00 am culminándose el día domingo 20 de junio del 2021. Para cada día se intercalo a los tesistas para que el trabajo y responsabilidades se diera por igual.

Asimismo, se hizo un resumen sumando todos los días de conteo en una en dos tablas (la primera de entrada y la segunda de salida), las cuales especifican la misma hora y el mismo tipo de vehículos en el que transito el tráfico contabilizado como se muestran en la Fig. N°47 y la Fig. N°48.

Figura 47: Resumen semanal de conteo vehicular - Entrada

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
Diag. vehicular																				
07-08	1	3	1	12	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	13.13
08-09	3	5	2	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	10.00
09-10	9	8	3	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	18.13
10-11	8	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	11.25
11-12	9	6	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	12.50
12-13	1	5	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	7.50
13-14	1	4	1	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	8.13
14-15	5	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5.00
15-16	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3.75
16-17	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3.13
17-18	0	2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3.13
18-19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2.50
19-20	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.25
20-21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.63
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	47	44	18	28	8	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	100.00
%	29.38	27.50	11.25	17.50	5.00	0.00	9.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración propia

Figura 48: Resumen semanal de conteo vehicular - Salida

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
Diag. vehicular																				
07-08	1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3.77
08-09	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2.52
09-10	0	1	0	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	5.66
10-11	2	1	1	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	6.92
11-12	1	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4.40
12-13	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4.40
13-14	1	6	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	6.92
14-15	3	1	3	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	7.55
15-16	1	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4.40
16-17	10	3	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	11.95
17-18	7	9	2	4	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	16.98
18-19	8	8	3	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	17.61
19-20	2	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	6.29
20-21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.63
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	41	41	18	33	6	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159	100.00
%	25.79	25.79	11.32	20.75	3.77	0.00	12.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración propia

4.5.4.6. Determinación del factor de corrección

Dado a que el volumen de tráfico varía dependiendo la época del año es que es necesario el factor de corrección estacional el cual fue adquirido de la Ficha Técnica Estándar para Carreteras Interurbanas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2010-2016 (MTC) en ella se encuentran todos los factores de corrección estacional de todos los meses del año de todas las estaciones de peaje del Perú.

La estación de peaje Conviaal Sierra Norte está ubicada en el Centro Poblado Menocucho y es la que corresponde por ser la más cercana al tramo de estudio.

Tabla 28: Factores de Corrección Estacional Promedio (2010-2016)

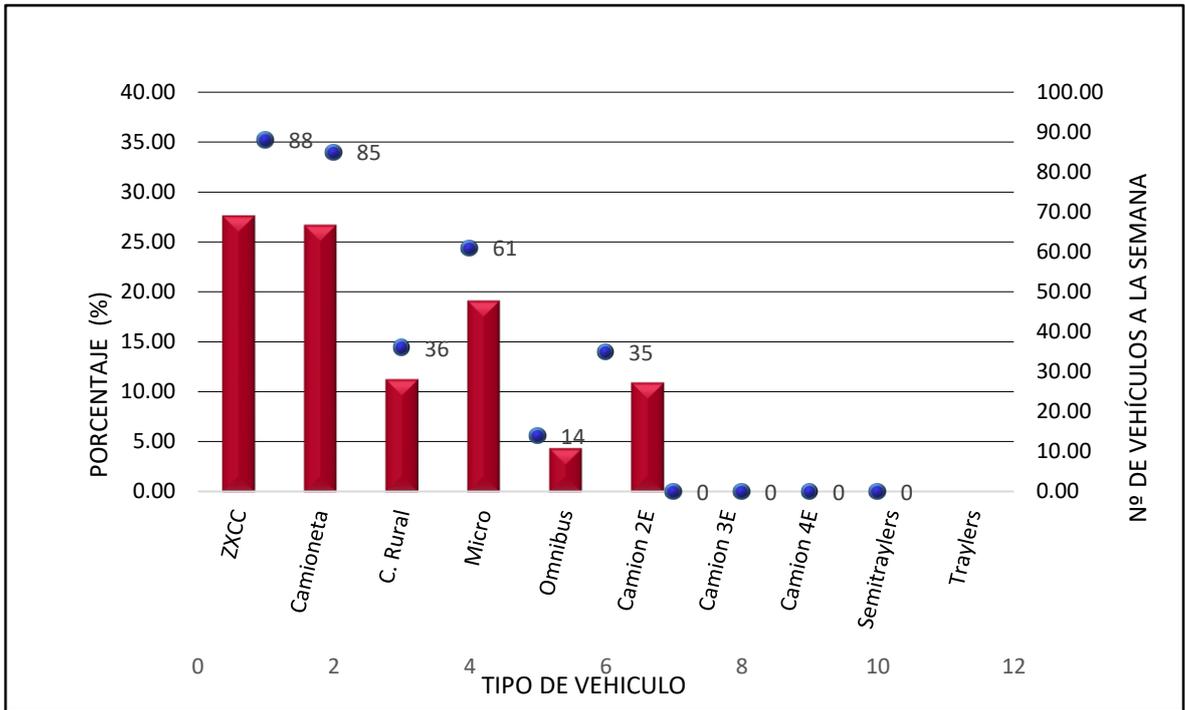
Mes	FCE Ligero	FCE pesado
Enero	0.9317	1.0902
Febrero	1.0027	1.0710
Marzo	1.0511	1.1233
Abril	1.0791	1.0356
Mayo	1.0349	0.9978
Junio	1.0573	0.9628
Julio	0.9502	0.9467
Agosto	0.9064	0.9518
Setiembre	1.0854	1.0001
Octubre	0.8523	0.8032
Noviembre	0.7838	0.7510
Diciembre	0.5208	0.6242

Fuente: Adaptación propia de la Ficha Técnica Estándar para Carreteras Interurbanas (MTC)

4.5.4.7. Resultados del conteo vehicular

Una vez consolidada la información de campo obtenida en la estación de conteo vehicular, se analizó por tipo de vehículo y sentido como se muestra en la figura 49.

Figura 49: Conteo vehicular semanal – Estacion Simbal- 01



Fuente : Elaboración propia.

4.5.4.8. IMDA por estación

El índice medio diario anual es el IMDs multiplicado por el factor de corrección estacional como muestra en la siguiente formula:

Figura 50: Formula IMDa

$$IMDa = IMDs \times F.C.$$

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018

Una vez obtenido el conteo semanal (IMDs) se aplicó la fórmula IMDa como se muestra en las siguientes tablas :

Figura 51: Resumen Total semanal de conteo vehicular

DÍA	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitrailers				Trailers				TOTAL	UND	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
T.VEHÍCULO																				
MERCOLES	7	9	5	9	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	VEH/DÍA
JUEVES	8	11	4	8	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	VEH/DÍA
VIERNES	11	10	4	10	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	VEH/DÍA
SABADO	11	8	6	10	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	VEH/DÍA
DOMINGO	11	10	7	9	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	VEH/DÍA
LUNES	16	9	6	7	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	VEH/DÍA
MARTES	24	28	4	8	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	VEH/DÍA
TOTAL	88	85	36	61	14	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	319	
%	27.59	26.65	11.29	19.12	4.39	0.00	10.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración propia

Figura 52: Índice medio diario semanal – IMDs

IMDs / T.VEHÍCULO	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitrailers				Trailers				TOTAL	UND	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
PROMEDIO TOTAL	12.57	12.14	5.14	8.71	2.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.57	VEH/DÍA
PROMEDIO RED. TOTAL	13.00	13.00	6.00	9.00	2.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.00	VEH/DÍA

Fuente: Elaboración propia

Figura 53: Índice medio diario anual – IMDa

TRAMO	UBICACIÓN DE CONTEO	ESTACION	SENTIDO	IMD	TIPO DE VEHICULO											
					AUTOMOVIL	CAMIONETA	CAMIONETA RURAL	MICROBUS	OMNIBUS 2 E	OMNIBUS 3 E	CAMION 2E	CAMION 3 E	CAMION 4 E	SEMI TRAYLERS	TRAYLERS	
SIMBAL-CHUAL	Progresiva : 00 + 000 Km	ES-01	E	24	7	5	3	5	1	-	3	-	-	-	-	
			S	25	7	7	2	5	1	-	3	-	-	-	-	
			E + S	49	14	12	5	10	2	-	6	-	-	-	-	
			%	100.0	28.57	24.49	10.20	20.41	4.08	0.00	12.24	0.00	0.00	0.00	0.00	

Fuente: Elaboración propia

4.5.4.9. Proyección de tráfico

La proyección de tráfico se fundamentó en los indicadores macroeconómicos que corresponden a la población, según la Ficha Técnica Estándar para Carreteras Interurbanas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) sustenta una tasa de crecimiento de vehículos ligeros y vehículos pesados con un porcentaje de TC y PBI, cabe mencionar que se consideró un horizonte de 10 años.

Tabla 29: Tasa de Crecimiento y Producto Bruto Interno (2010-2016)

Departamento	Veh. Ligeros TC	Departamento	Veh. Pesados PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%
Lambayeque.	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima.	1.45%	Lima.	3.69%
Loreto.	1.30%	Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco.	0.84%	Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%	Piura.	3.23%
Puno.	0.92%	Puno.	3.21%
San Martín.	1.49%	San Martín.	3.84%
Tacna.	1.50%	Tacna.	2.88%
Tumbes.	1.58%	Tumbes.	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

Fuente: Adaptación propia de la Ficha Técnica Estándar para Carreteras Interurbanas (MTC)

Es así que se analizó que el porcentaje para vehículos livianos es 1.26% y el de vehículos pesados 2.83% para el de departamento de La Libertad.

4.5.4.10. Tráfico generado

El tráfico generado se sujeta al tipo de proyecto que se está elaborando, en el caso del Tramo Simbal-Chual será 15% ya que se trata de un mejoramiento de la vía.

4.5.4.11. Tráfico total

El reglamento indica que el tráfico total es la suma del tráfico normal obtenido en campo y el tráfico generado que es el que se obtiene al calcular el porcentaje de tipo de proyecto (15%).

Figura 54: Proyección de Tráfico 2021-2031

Año	VEHICULOS LIGEROS				VEHICULOS PESADOS													TRAFICO PROYECT.	TRAFICO GENERADO	IMDa TOTAL
	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitrailers				Traylers						
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
Diag. vehicular																				
2021	14.00	13.00	6.00	10.00	2.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	8.00	58.00
2022	14.00	13.00	6.00	10.00	2.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	8.00	58.00
2023	14.00	13.00	6.00	10.00	2.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	8.00	58.00
2024	15.00	13.00	6.00	10.00	2.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.00	8.00	59.00
2025	15.00	14.00	6.00	11.00	2.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.00	8.00	62.00
2026	15.00	14.00	6.00	11.00	2.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.00	8.00	62.00
2027	15.00	14.00	6.00	11.00	2.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.00	8.00	62.00
2028	15.00	14.00	7.00	11.00	2.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.00	8.00	63.00
2029	15.00	14.00	7.00	11.00	3.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.00	8.00	64.00
2030	16.00	15.00	7.00	11.00	3.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.00	9.00	67.00
2031	16.00	15.00	7.00	11.00	3.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	59.00	9.00	68.00

Fuente: Elaboración propia

4.5.4.12. Cálculo de ejes equivalentes

AASHTO define el cálculo de ejes como el resultado del daño de deterioro causado sobre el pavimento (factor destructivo de diferentes cargas); la Estación de Conteo Simbal determino la cuantía de repetición de carga por cada tipo de vehículo.

Figura 55: Número de repeticiones de Ejes Equivalentes 8.2 tn.

TIPO DE VEHÍCULO	TRAFICO ACTUAL	FACTOR DE CRECIMIENTO	TRAFICO DE DISEÑO	FACTOR VEHÍCULO	EE	FACTOR DIRECCIÓN	FACTOR CARRIL	N _{rep de EE 8.2 tn}
	T_a	$F_c = \frac{[(1+t)^n - 1]}{t}$	$T_d = T_a \times F_c \times 365$	F_v	$EE = T_d \times F_v$	F_d	F_c	$N_{rep de EE 8.2 tn} = EE \times F_d \times F_c$
VEHÍCULOS LIGEROS		$t = 1.26\%$						
AUTOMOVIL	14	10.59	54115	0.0027	146	0.50	1.00	73
CAMIONETA	13	10.59	50250	0.0427	2146	0.50	1.00	1073
CAMIONETA RURAL	6	10.59	23192	0.0427	990	0.50	1.00	495
MICROBUS	10	10.59	38854	0.1194	4615	0.50	1.00	2308
VEHÍCULOS PESADOS		$t = 2.83\%$						
OMNIBUS 2E (B2)	2	11.37	8300	4.5037	37381	0.50	1.00	18691
OMNIBUS 3E	0	11.37	0	0.0000	0	0.50	1.00	0
CAMION 2E (C2)	5	11.37	20750	3.4772	72152	0.50	1.00	36076
CAMION 3E (C3)	0	11.37	0	2.5260	0	0.50	1.00	0
CAMION 4E	0	11.37	0	0.0000	0	0.50	1.00	0
SEMI TRAYLERS	0	11.37	0	1.3731	0	0.50	1.00	0
TRAYLERS	0	11.37	0	0.0000	0	0.50	1.00	0
PERIODO DE DISEÑO (n)	10 AÑOS							58715

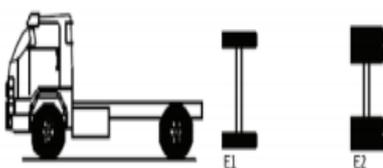
Fuente: Elaboración propia

Ejes. E 8.2 tn= **58,715 EE.**

4.5.4.13. Clasificación de vehículo

Analizando la figura N°55 se dedujo que el vehículo C2 predomina en cuanto a ser el que más desgaste produce debido a su EE, debido a ello es que se le considero como vehículo de diseño.

Figura 56: Clasificación de vehículo de diseño

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LOS VEHÍCULOS							LONGITUD MÁXIMA
CAMION E2 (C2)								12.30
EE SEGÚN TABLA	$EEs1 = (P/6.6)^4$	$EEs2 = (P/8.2)^4$						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
CARGA SEGÚN CENSO DE CARGA (TON)	7.00	10.00						
TIPO DE EJE	EJE SIMPLE	EJE SIMPLE						
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE						TOTAL FACTOR
PESO	7.00	10.00						
FACTOR EE	1.2654	2.2118						3.4772

Fuente: Elaboración propia

4.5.5. Parámetros básicos para el diseño en zona rural

4.5.5.1. Índice medio diario anual (IMDA)

Una vez obtenido mediante el conteo vehicular el índice de vehículos determinaremos por sentido y tipo de vehículo el IMDA como se muestra en la figura N°53.

4.5.5.2. Velocidad de diseño

Los rangos en los cuales se tiene que sostener la velocidad dependerán y estarán sujetos a su clasificación por demanda y orografía, en el caso para el tramo en estudio se busca que las condiciones de transitabilidad mejoren, haciendo un ligero mejoramiento del trazo por el cual su velocidad es de 30 Km/h.

Figura 57: Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera

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

Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018(Tabla 204.01)

4.5.5.3. Radios mínimos

Las curvas poseen un radio el cual esta designado para cada tipo de velocidad según el Manual de Carreteras DG-2018, en el caso de estudio corresponde un radio de 25 m, este será necesario para la disminución de velocidad y cambio de dirección.

Tabla 30: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	f máx.	Radio redondeado (m)
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	40	12.00	0.16	70.3	70
	50	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
130	12.00	0.08	665.4	665	

Fuente: Adaptado del Manual de Carreteras DG-2018(Tabla 302.02)

4.5.5.4. Anchos mínimos de calzada en tangente

Dado que la vía es de bajo volumen de tránsito se consideró un ancho de 6.00 m tomando en cuenta la velocidad de diseño ya antes mencionada, asimismo vale mencionar que el ancho mínimo hace referencia a la longitud transversal determinada al tránsito vehicular.

Figura 58: Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h																			5.00	5.00
40 km/h															6.60	6.60	6.60	6.60	5.00	
50 km/h										7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	5.00	
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60			
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60			
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20			6.60	6.60			
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20			6.60	6.60			
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 (Tabla 304.01).

4.5.5.5. Distancia de visibilidad

La visibilidad juega un papel importante cuando a maniobras del conductor ejecutadas con seguridad se tratan, se consideró parámetros para la distancia de visibilidad y son los siguientes:

4.5.5.5.1. Distancia de visibilidad de parada

Para determinar la distancia mínima que tiene el vehículo en movimiento para detenerse, se tomó la distancia de velocidad de diseño la cual está sujeta de acuerdo la pendiente de bajada o subida como se muestra en la siguiente figura de la Tabla 205.01-A del Manual de Carreteras DG-2018.

Figura 59: Distancia de visibilidad de parada con pendiente

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018. (Tabla 205.01-A)

4.5.5.2. Visibilidad de adelantamiento

Así como se dispuso una distancia de parada también se hizo una la distancia de adelantamiento, esta definirá la facultad del conductor al sobrepasar con seguridad a otro que maneje a una rapidez baja.

Figura 60: Distancia de visibilidad de adelantamiento

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 (Tabla 205.03).

4.5.6. Diseño geométrico en planta

4.5.6.1. Generalidades

El diseño geométrico en planta o también conocido como alineamiento horizontal, está formado por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten un transitar suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente.

El relieve del terreno controla el radio de curvas horizontales, la velocidad de diseño y distancia de velocidad

4.5.6.2. Tramos en tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño

Para los tramos entre final y el punto inicial de dos curvas, los valores mínimos aceptables están en función de la velocidad directriz, y se determina en la tabla siguiente:

Figura 61: Longitudes de tramos en tangente

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

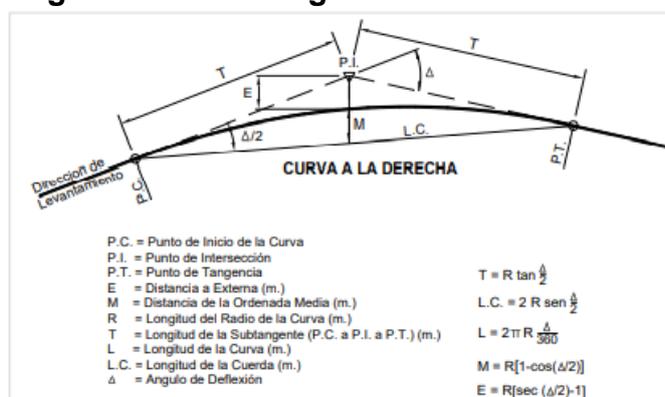
Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 (Tabla 302.01).

4.5.6.3. Curvas circulares

Los elementos principales para un exitoso manejo de la velocidad de diseño para una carretera son las curvas horizontales, que se generan en la unión de dos tangentes consecutivas y nace una curvatura con un

radio determinado, en estas curvas la DG-2018 considera los siguientes elementos:

Figura 62: Simbología de la curva circular



Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 (Figura 302.01).

4.5.6.4. Curvas de transición

Una curva de transición evita y contrarresta la fuerza que producen los vehículos al momento de transitar haciendo que este sea seguro y cómodo. Se determinó que el peralte es 12% de acuerdo a su velocidad como lo adjudica la siguiente tabla.

Tabla 31: Longitud mínima de curva de transición

Velocidad Km/h	Radio min. m	J m/s ³	Peralte máx.	A mín. m ²	Longitud de Transición (L)	
					Calculada m	Redondeada m
30	24	0.5	12	26	28	30
30	26	0.5	10	27	28	30
30	28	0.5	8	28	28	30
30	31	0.5	6	29	27	30
30	34	0.5	4	31	28	30
30	37	0.5	2	32	28	30

Fuente: Adaptación del Manual de Carreteras DG-2018 (Tabla 302.10)

4.5.6.5. Curvas de vuelta

El terreno del tramo Simbal-Chual tiene una topografía accidentada por el cual se busca cumplir con la pendiente máxima, y en casos se hace necesario la creación de curvas vuelta, para el diseño de estos elementos se toma en cuenta el cuadro siguiente y gráfico.

Figura 63: Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 (Figura 302.12).

4.5.7. Diseño geométrico en perfil

4.5.7.1. Generalidades

El tipo de terreno que tenemos es accidentado y de acuerdo con eso para realizar el diseño en perfil es necesario hacer que la rasante se adecue al perfil del trazo existente, evitando los tramos en contrapendiente, para evitar extensiones innecesarias.

4.5.7.2. Pendiente

Cuando pendiente transversal se anula, la pendiente mínima tendrá que ser de 0.5% asimismo la pendiente máxima según la velocidad de diseño vendría a ser 10%. Cabe mencionar que el valor de la pendiente podrá variar hasta en 1% según casos que excedan según nos dice el Manual de Carreteras.

Figura 64: Pendientes máximas (%)

Demanda Vehículos/día	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400					
	Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Tercera clase		Tercera clase		Tercera clase					
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.00	0.00		
40 km/h																			9.00	8.00	9.00	10.00
50 km/h										7.00	7.00				8.00	9.00	8.00	8.00	8.00			
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00				
70 km/h			5.00	5.00	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: Manual de Carreteras DG-2018 (Figura 303.01).

4.5.7.3. Curvas verticales

Los cambios de pendiente contiguos en el alineamiento vertical son conectados mediante curvas verticales parabólicas, siempre que la diferencia algebraica sea mayor del 0.01 y 0.02 para carreteras pavimentadas y no pavimentadas respectivamente.

4.5.8. Diseño geométrico de la sección transversal

4.5.8.1. Generalidades

El diseño de una sección transversal dependerá de su elemento más importante que es la zona destinada a ser la carretera, para las cuales sus medidas deben cumplirse según el Manual de Carreteras D.G. 2018, asimismo esta proyectará las bermas, el corte de talud, cunetas y elementos complementarios.

4.5.8.2. Calzada

Se determinó según reglamento que la carretera tendrá una calzada con una longitud de 6.00 m la cual corresponde según su velocidad de diseño.

Figura 65: Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h																	6.00	6.00	6.00	6.00
40 km/h																	6.60	6.60	6.60	6.00
50 km/h										7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.00
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60			
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60			
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		6.60	6.60			
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20			6.60	6.60			
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 (Figura 304.01).

4.5.8.3. Bermas

El proyecto de investigación consta de una carretera de tercera clase con terreno accidentado debido a ello demanda una berma con 0.50 m y una inclinación de 4 puntos porcentuales.

Figura 66: Ancho de bermas

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día							
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h																	1.20	1.20	0.90	0.50
50 km/h									2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90		
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00			1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 (Figura 304.02).

Figura 67: Pendiente transversal de bermas

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 (Figura 304.03).

4.5.8.4. Bombeo

El bombeo es necesario para evacuar el agua en la temporada de precipitaciones fuertes. La Tabla 304.03 especifica los valores de bombeo de la calzada.

Figura 68: Valores del bombeo de la calzada

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 (Figura 304.03).

4.5.8.5. Peralte

El peralte dependerá del tipo de zona, en el caso del tramo Simbal-Chual se sitúa en un terreno accidentado en una zona rural, por ello es que se considera un peralte de 8%.

Figura 69: Valores de peralte máximo

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

Fuente: Adaptado del Manual de Carreteras DG-2018 (Figura 304.05).

4.5.8.6. Taludes

El corte de talud dependerá del tipo de material del que se encuentra el tramo, para precisarlo la siguiente tabla lo explica:

Figura 70: Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V)

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 (Figura 304.10).

Figura 71: Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018 (Figura 304.11).

4.5.9. Resumen y consideraciones de diseño en zona rural

Tabla 32: Resumen General del diseño Geométrico

Características básicas de Diseño	
Clasificación por demanda	Carretera de tercera clase
Clasificación por orografía	Tipo 3
IMDA	< 400 Veh/día
Diseño Geométrico	
Velocidad de diseño	30 Km/h
Radio mínimo	25.00 m
Ancho de calzada	6.00 m
Longitud de pendiente	L min S = 42 m
	L min. 0= 84 m
	L máx. =500 m
Bermas	0.50 m
Bombeo	2.5%-3.0%
pendiente máxima	10%
pendiente mínima	5%
Vehículo tipo	C2
Peralte	absoluto = 12%
	normal = 8%

Fuente: Elaboración propia

4.5.10. Diseño de pavimento

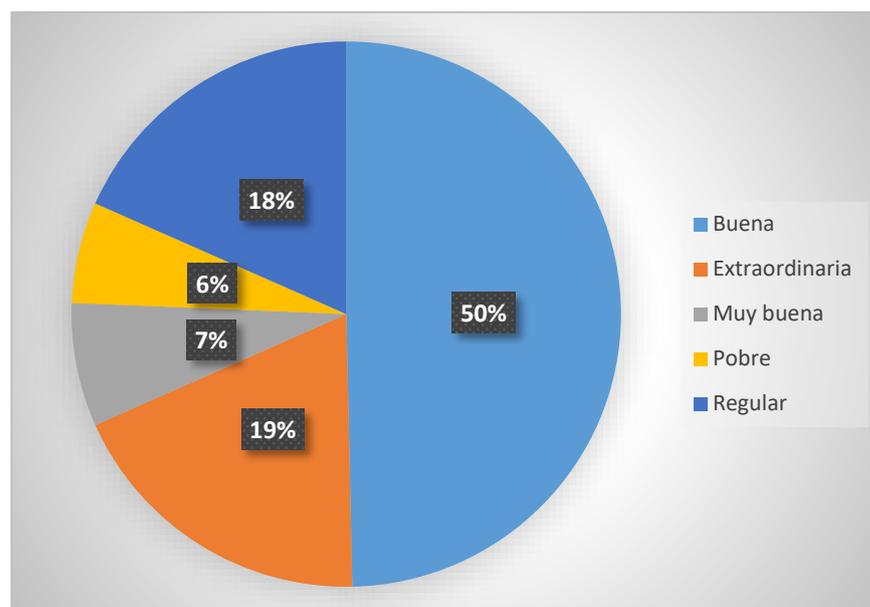
4.5.10.1. Generalidades

Para una carretera el diseño de su pavimento es esencial debido a que dependerá de ello que este tenga el éxito y productividad prevista, para ello se consideró los datos del CBR obtenidas en el estudio de suelos, la cual designara que tipo de subrasante se tiene en el tramo y la cual se trabajará.

4.5.10.2. Datos del CBR mediante el estudio de suelos

Para determinar el tipo de subrasante se analizó los datos obtenidos de CBR con el cuadro 12.4 Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014.

Figura 72: Condición de CBR



Fuente: Elaboración propia

Figura 73: Categorías de 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 Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014(cuadro 12.4)

Se concluyó que el tramo Simbal-Chual posee una subrasante buena en su categoría por tener un CBR ≥ 10% a CBR < 20% evidenciado en sus ensayos.

4.5.10.3. Datos del estudio de tráfico

En el cálculo para hallar el valor de ejes equivalentes de 8.2 Tn de estudio del proyecto en estudio se obtuvo el valor de 58,715 EE, este valor lo categoriza en un rango de TP3 en el nivel de confiabilidad.

4.5.10.4. Nivel de confiabilidad

Uno de los principales parámetros para determinar el diseño de pavimento es la confiabilidad, convirtiéndose así en el punto de partida notablemente debido al carácter empírico pues introduce unos términos que le dan un margen de seguridad al diseño:

Figura 74: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}		>30'000,000	95%

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014

4.5.10.5. Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_R)

Cada valor de confiabilidad (R%) tiene un valor de desviación estándar (Z_R) para compatibilizar los dos comportamientos:

Figura 75: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014

4.5.10.6. Desviación Estándar Combinada (So)

Los valores que se tomen en la desviación estándar estarían dados entre 0.40 y también en 0.50 según reglamento actual.

4.5.10.7. Nivel de Serviciabilidad

El nivel de serviciabilidad estará en PSI y este es un numero de 0 entre 5, siendo 0 una vía sin ningún nivel de servicio y 5 la máxima dota en el nivel de servicio, normalmente este valor esta entre 1.5 y 2.5 en su serviciabilidad inicial y 4 y 4,2 en su Serviciabilidad final.

Figura 76: Índice de serviciabilidad Inicial (PI) según rango de trafico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	3.80
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014

Figura 77: Índice de serviciabilidad Terminal (PT) según rango de tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014

De la diferencia del índice de serviciabilidad inicial y terminal obtendremos la variación de serviciabilidad denominada como Δ PSI:

Figura 78: Diferencial de Serviabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	1.80

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014

4.5.10.8. Numero Estructural Requerido (SNR)

El Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014 adoptó coeficientes estructurales para la ecuación SN de ASSHTO, la cual representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo conformaran.

Figura 79: Ecuación para determinar el SNR

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

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014

Figura 80: Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a _i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2.965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a ₁	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a ₁	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a ₁	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehiculos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a ₁	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehiculos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014

Figura 81: Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

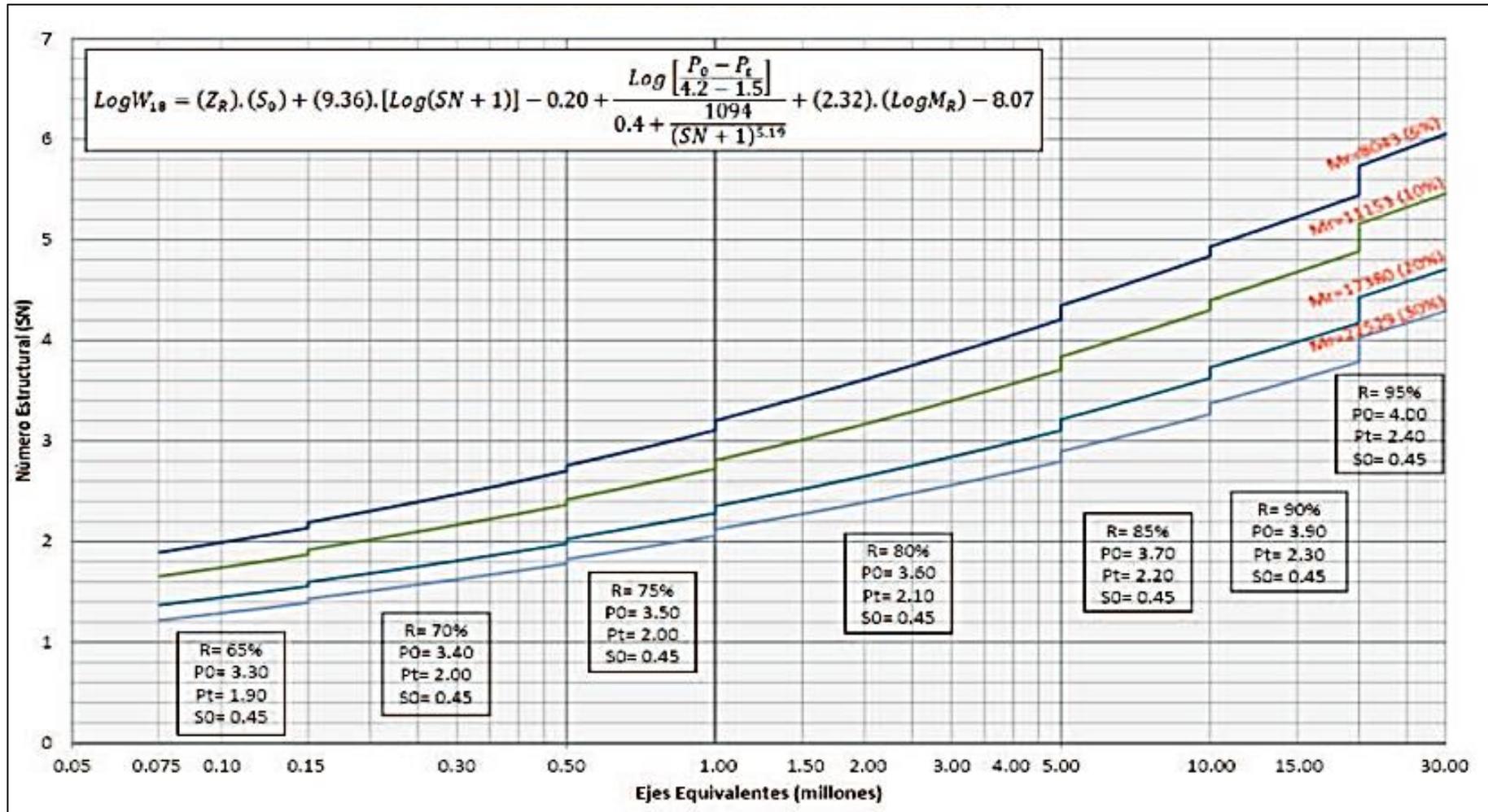
Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014

Cabe mencionar que el coeficiente de drenaje para la base y subbase se asumieron como 1.00 según lo adoptó el manual antes mencionado.

También se precisa que el SN según AASHTO no tiene una solución única y quedara a criterio del ingeniero proyectista buscando un nivel de servicio, funcionales y estructurales menores a los permisibles.

Asimismo, el Manual determina mediante la siguiente imagen el número estructural para pavimentos flexibles de acuerdo a su número de EE. y rango de tipo de suelo, luego este será calculado para ser asumido como numero estructural efectivo.

Figura 82: Número estructural para pavimento flexible



Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2014

4.5.10.9. Cálculo del Módulo Resiliente

Ya anteriormente se obtuvo datos del CBR obtenidos mediante el estudio de suelos, siendo CBR promedio 12.

Figura 83: Módulo Resiliente por correlación con CBR

CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (Psi)	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (MPa)	CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (Psi)	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (MPa)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Fuente: Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014”

Apoyándonos en lo que sustenta la figura anterior se definió que el MR es igual a 12,533.00 (PSI) que en MPA es 86.41.

4.5.10.10. Espesor de pavimento, base y sub base granular

Para determinar los espesores de la capa de rodadura instaremos en Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014” página 167 el cual está adaptado según el método AASHTO 93 clasifica según sus Ejes Equivalentes (EE) acumulados el tipo de espesor de base y capa superficial.

Figura 84: Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T _{P2}	300,001	500,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T _{P3}	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T _{P4}	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014”

Se llegó a definir mediante la cifra de Ejes Equivalentes en el proyecto que el diseño recomendado es de 7mm de carpeta asfáltica en caliente con una base granular de 150mm.

V. DISCUSIÓN

El mejoramiento de la carretera Simbal-Chual es un proyecto de investigación con un tramo de 08+000 Km de carretera sin asfaltar inserta en la Red Vial Departamental LI-110, ubicado en el distrito de Simbal, Provincia de Trujillo, Departamento La Libertada en Perú; se clasifica según su orografía como tipo 3 debido a su terreno natural accidentado el cual también lo hace propio de tener una pendiente de 10% asimismo esto respalda el levantamiento topográfico el cual se realizó mediante la vinculación del Google Earth Pro 7.3., Global Mapper 2020 y el AutoCAD Civil 3D 2020, estos softwares proyectaron la topografía del proyecto debido a la coyuntura en la que se encontraron los investigadores (confinamiento y aislamiento social debido al COVID-19); de tal forma es que avala el estudio topográfico Contreras y Velásquez en su tesis “Diseño de la carretera: tramo Collambay – caserío Altamisa, distrito de Simbal, Provincia de Trujillo, La Libertad” por ser un tramo de aledaño a la R.V.D LI-110 y haber ejecutado su levantamiento en campo obteniendo así las mismas características de terreno.

Se detalló que el 87% de la carretera tiene fallas y/o deterioros como baches, encalaminado, deformación y erosión según su evaluación superficial; el cálculo de puntaje de condición obtuvo un promedio de 181.56 utilizándose después para obtener la calificación de condición la cual dio una cifra de 318.44, esta cifra expone el estado del afirmado; obteniéndose así la condición actual como REGULAR haciéndolo candidato para un mejoramiento periódico, cabe mencionar que para tener conocimiento del estado actual de la carretera del tramo en estudio se realizó una evaluación en campo sustentada en el reglamento actual del MTC para vías no pavimentadas, expuesto en su capítulo IV detalla la evaluación superficial en carreteras no pavimentadas el mismo reglamento que fue utilizado en la tesis “Evaluación de la condición de la capa de rodadura del camino vecinal tramo: Trapichillo – vista hermosa, distrito de Cumba, Provincia de Jaén ,Departamento de Cajamarca” cuyo

tramo se especifica al ser evaluado obtuvo el mismo resultado de condición superficial.

El análisis documental jugó un papel importante en esta investigación, dadas ya las circunstancias coyunturales explicadas anteriormente se obtuvieron dos expedientes técnicos de zonas aledañas al tramo propuesto para mejoramiento y un expediente técnico cuyo estudio de mecánica de suelos fija de hace 10 años en el mismo tramo. El estudio de suelos se basó de acorde Manual de Carreteras: Suelo, Geología Geotécnica y Pavimentos (2014), el cual detalla al tramo Simbal-Chual como un tramo con una subrasante buena en su categoría por tener un con un promedio de 12% , asimismo en su estudio ofreció dos canteras las cuales están en el trayecto de la misma vía igualmente con identificaron dos fuentes de agua las cuales corresponden a los torrentes del sector de estudio y cuyo acceso es ideal asimismo cabe resaltar que estas fuentes son permanentes, de consumo humano, transparente, no contienen ninguna oloracion y no son acidas.

Haciendo referencia al diseño geométrico, la carretera Simbal-Chual se clasificó como una vía de tercera clase dados los datos obtenidos del estudio de tráfico con un IMDA ≤ 400 veh/día, una velocidad de directriz de 30 km/h, un radio mínimo de 25.00 m ,una calzada de 6.00 m ,bermas de 0.50m , bombeo de 2.5%-3.0% y un peralte de 12% ;cuya clasificación precisa el Manual de Carreteras DG-2018 y la cual también tomó Sandoval (2018) en su tesis "Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842".

VI. CONCLUSIONES

El levantamiento topográfico de este proyecto de investigación se hizo mediante softwares los cuales están diseñados para elaborar topografía georeferencial y proyectarla. Se concluye entonces que mediante la orografía del tramo Simbal-Chual es de tipo 3 denominado terreno accidentado poseedor de pendientes transversales de 51% y 100% y pendientes longitudinales predominantes que se encuentran entre 6% y 10%.

La evaluación superficial para la carretera no pavimentada Simbal-Chual se realizó in situ y se desarrolló el análisis en gabinete. El estado actual de la carretera es regular exigiéndose así según reglamento un mejoramiento periódico.

El estudio de mecánica de suelos definió que el suelo del tramo Simbal-Chual es según su clasificación SUCS de tipo SP y el promedio de CBR al 95% es de 12%, tiene dos canteras en su recorrido y dos fuentes de agua.

El estudio hidrológico determinó que el proyecto de investigación se encuentra en una región seca siendo su precipitación máxima 464.10 mm con una intensidad máxima de 390.06 mm/hr.

El diseño geométrico designó que según su clasificación por demanda la carretera Simbal-Chual es de tercera clase con un $IMDA \leq 400$ y propone un pavimento flexible como capa de rodadura mediante la cifra de Ejes Equivalentes 58,715 dando como diseño recomendado de 7mm de carpeta asfáltica en caliente con una base granular de 150mm.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los futuros tesisistas realizar topografía in situ dado que para este proyecto se usó softwares proyectan levantamientos topográficos en modo solo referencial debido a la coyuntura actual del COVID-19.

Asimismo, se recomienda hacer un estudio de suelos actual a la zona del tramo para corroborar el estudio obtenido de hace 10 años.

Se recomienda a las autoridades responsables que se preste mayor presupuesto a las obras viales de tercera clase para beneficio de la población.

REFERENCIAS

1. ALVARADO, Yanira. Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo La Almiranta –Palo Blanco – Distrito de Quiruvilca – Provincia de Santiago de Chuco –Departamento La Libertad. (Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo ,2017.
Disponible en:<http://181.224.246.204/index.php/INNOVACION/article/download/1709/1386/>
2. BBC Mundo Sistema Nacional de Información Ambiental. 14 de marzo 2017.
Disponible en : <https://sinia.minam.gob.pe/novedades/que-nino-costero-que-esta-afectando-peru-ecuador-que-puede-ser>
3. CASTIBLANCO, John. Uso de micropavimento para adecuación de vías municipales. Tesis (Para el grado de Ingeniero Civil) Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada ,2015.
Disponible en :<https://core.ac.uk/download/pdf/143448615.pdf>
4. CENTRO de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN) [en línea]. Andina .11 de mayo 2017. [Fecha de consulta: 18 de octubre] Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-desastres-naturales-danaron-43900-km-carretera-todo-pais-666510.aspx>
5. CULE María y SOLIER Ruth. La carga vehicular que soporta la estructura del pavimento urbano de la Urb. Prolongación Benavides y su relación con los parámetros de la norma CE 0.10 (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo ,2019.
Disponible, en:https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3105/CIV_T030_77367105_T%20%20%20SOLIER%20PEREZ%20RUTH%20MERCEDES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

6. CHAVARRO, Walter y MOLINA, Carolina. Evaluación de alternativas de pavimentación para vías de bajos volúmenes de tránsito. Tesis (Especialización en ingeniería de Pavimentos) Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 2015.
Disponible, en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2617/1/Evaluaci%C3%B3n-alternativas-pavimentaci%C3%B3n-v%C3%ADas-bajos-vol%C3%BAmenes-de-tr%C3%A1nsito.pdf>
7. CHANG, L. (17 de diciembre de 2014). C.B.R. (California Bearing Ratio). Disponible, en: <https://es.slideshare.net/chininx100pre/cbr-ensayos>
8. DIAZ Robinson y DIAZ Segundo. "Diseño de la carretera a nivel de afirmado de san Ignacio - Callunchas - Chuite, Distrito Sinsicap, Provincia Otuzco, Departamento La Libertad (Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
Disponible, en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33483/diaz_gr.pdf?sequence=1&isAllowed=y
9. GIS Provias. Estudio definitivo Rehabilitación de la carretera Panamericana Norte, Tramo Km 557+600-KM 86+600 Tramo I: KM.586+600-KM.736+600 [Fecha de consulta: 14 de junio].
Disponible, en: http://gis.proviasnac.gob.pe/Expedientes/2013/EXP_PANNORTE/dvd1/EVIT-TRUJILLO/ANEXOS/ESTUDIO
10. GIS. Estudio Definitivo para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Quinoa-San Francisco. [Fecha de consulta: 29 de junio].
Disponible, en: <http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2011/LP00062011/DVD1/COMPONENTE%20DE%20INGENIERIA/VOLUMEN%2001/INFORME%20DE%20MANTENIMIENTO%20RUTINARIO%20Y%20PERIODICO%20TOMO%201-1.pdf>

11. CRISOLOGO Helver y HERNANDEZ Erick. Mejoramiento del diseño de infraestructura vial entre el desvío Charat y distrito de Charat, Otuzco, La Libertad. (Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo ,2020.
Disponible, en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54885>
12. ENRIQUEZ, Nilber y MENA, Omar. Propuesta de mejoramiento del camino vecinal Pomabamba - Huayllán, utilizando mortero asfáltico (Slurry Seal) provincia de Pomabamba, 2018. (Título profesional de Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo ,2018.
Disponible, en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26695/Enriquez_ANM-Mena_IOG.pdf?sequence=4&isAllowed=y
13. INSTITUTO Geográfico Agustín Codazzi Levantamiento topográfico [en línea]. [Fecha de consulta: 12 de octubre].
Recuperado de: <https://www.igac.gov.co/es/contenido/en-que-consiste-un-levantamiento-topografico>
14. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación [en línea].6°. ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V.,2014. [Fecha de consulta :18 de octubre].
Disponible, en: <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
15. HEINEMANN, Klaus. Introducción a la Metodología de la Investigación Empírica [en línea].1°. ed. Barcelona: Paidotribo,2003. [Fecha de consulta :29 de octubre].
Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=bjYAButfB4C&lpq=PA176&dq=inve>

[stigaci%C3%B3n%20transversal%20metodologia%20cietufa&hl=es&pg=PA176#v=onepage&q=investigaci%C3%B3n%20transversal%20metodologia%20cietufa&f=false](https://www.indeci.gob.pe/wpcontent/uploads/2019/01/201802271714541.pdf)

16. INSTITUTO Nacional de Defensa Civil (INDECI). Compendio Estadístico del Indeci 2017 Gestión Reactiva. Perú ,2017 [Fecha de consulta :18 de octubre de2020].

Disponible, en: <https://www.indeci.gob.pe/wpcontent/uploads/2019/01/201802271714541.pdf>

17. LLANOS, Andrés y REYES, Shirly. Estudio comparativo de los ensayos californiana bearing ratio (CBR) de laboratorio y penetración dinámica de cono (pdc) en la localidad de picsi (Título profesional de Ingeniero Civil). Pimentel: Universidad Cesar Vallejo ,2017.

Disponible, en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5443>

18. MINISTERIO de transportes y comunicaciones 2013. Lima 10 de junio del 2013. Disponible, en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4877.pdf

19. MINISTERIO de Economía y Finanzas(MEF). Dirección de Proyectos de Inversión Pública. Perú,2015. [Fecha de consulta :15 de octubre de 2020].

Disponible, en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf

20. MINISTERIO de Economía y Finanzas (MEF) Fichas técnicas Sectoriales [Fecha de consulta :15 de mayo de 2021].

Disponible, en: https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100713&view=article&catid=789&id=5514&lang=es-ES

21. MINISTERIO de transporte y comunicaciones(MTC). Compendio Estadístico Perú 2015 [Fecha de consulta :15 de octubre de 2020].
Disponble en :
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1253/cap19/cap19.pdf
22. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones(MTC). Plan Operativo Institucional 2019.Perú,2019. [Fecha de consulta :18 de octubre].
Disponble en: <https://www.pvn.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/poi-2019-pia-aprob-de.pdf>
23. MINISTERIO de transportes y comunicaciones(MTC). Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial (2018). Perú,2018. [Fecha de consulta :09 de octubre].
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf
24. MINISTERIO de transportes y comunicaciones(MTC). Determinación del estado de transitabilidad y nivel de intervención de los caminos,2016 [Fecha de consulta :18 de octubre de 2020].
Disponble, en:
https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/metas/taller_PI_meta4_0_3.pdf
25. MINISTERIO de transportes y comunicaciones. Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito-2015 (Perú).
Disponble, en:
<http://www.sutran.gob.pe/wpcontent/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>
26. MINISTERIO de transportes y comunicaciones. Manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018 (Perú).

Disponible, en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

27. MINISTERIO de obras públicas y comunicaciones. Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (Catálogos de fallas) 2016. Republica dominicana.

Disponible en :<https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificaci%C3%B3n-fallas.pdf>

28. ORELLANA Mauricio, PEÑA Edgar y PEREZ Blanca. Propuesta de diseño y proceso constructivo de lechada asfáltica en el mantenimiento de obras viales en el Salvador. Tesis (Grado de Ingeniero Civil) Salvador, 2015.

Disponible, en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3196/1/PROPUESTA%20DE%20DISE%C3%91O%20Y%20PROCESO%20CONSTRUCTIVO%20DE%20LECHADA%20ASFALTICA%20EN%20EL%20MANTENIMIENTO%20DE%20OBRAS%20VIALES%20EN%20EL%20SALVADOR.pdf>

29. OLANO Jhosver, Evaluación de la condición de la capa de rodadura del camino vecinal tramo: Trapichillo - Vista Hermosa, distrito de Cumba. (Título profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

Disponible en : <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1096>

30. PROVIAS. Estudio de tráfico de carretera: EMP. 3S (Mollepuquio)-Chinchaypujio. Cotabambas-Tambobamba-Chalhuahuacho. 2015. [Fecha de consulta: 12 de mayo].

Disponible, en: http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2015/CP_42/Perfil%20Aprobado/1%20Estudio%20de%20Tráfico.pdf?fbclid=IwAR3UGNTUxyJs_e28byTckJaUMpAyLM-mGs-0k-Nsq7FBrbNB5ioBnvOIHCW4

31. PROVIAS. Plan Vial Departamental Participativo La Libertad 2010 – 2020. [Fecha de consulta: 14 de octubre].
Disponible en :
http://www.proviasdes.gob.pe/planes/lalibertad/pvdp/PVDP_lalibertad2010_2020.pdf
32. PROVIAS. Resolucion Ministerial 633-2018 MTC/01-2018.Peru. [Fecha de consulta: 19 de mayo].
Disponible, en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/300188/d198929_opt.pdf
33. PERÚ: nuevos caminos rurales para reducir la pobreza [Noticias]. Perú: Banco Mundial (08 de noviembre de 2012) [Fecha de consulta: 10 de octubre].
Recuperado de: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2012/11/08/peru-new-roads-to-reduce-poverty>
34. REVISTA colombiana de Ingeniería Civil [en línea] Bogotá UPC, 2016 [fecha de consulta: 20 de octubre].
Recuperado, en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071833052016000400003
35. REVISTA Perú construye Porcentaje de la red vial no está pavimentada [en línea]. Perú: [Fecha de consulta: 10 de octubre].
Recuperado de: <https://peruconstruye.net/2018/11/16/peru-que-porcentaje-de-la-red-vial-no-esta-pavimentada/>
36. ROBLES, Joselito. Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera Caserío La Unión – Caserío Huaynas, Distrito de Huaso-Provincia de Julcán - Región la Libertad. (Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo ,2016.
Disponible, en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/15458/robles_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

37. RAMÍREZ Mercedes, Jorge. Diseño geométrico para el mejoramiento de la carretera san juan –Canucubamba – Desvío el progreso, distrito de Chugay – provincia de Sánchez Carrión – la libertad (Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo ,2018.
Disponible, en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25076/ramirez_mj.pdf?sequence=1
38. SUDARIO Caqui, Adrián. Aplicación de micropavimento para la conservación de la carretera afirmada en el tramo Llata –Libertad, distrito de Llata –Huánuco, 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo ,2018.
Disponible, en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34678>
39. SANDOVAL Rivera, Yeltsin. Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842. (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo ,2018.
Disponible, en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26905/Sandoval_RYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
40. SNIP. Instalacion de puente vehicular sobre el Rio Pichari, Distrito de Pichari, La Convención, Cusco. [en línea]. Perú: [Fecha de consulta: 10 de octubre].
Disponible en: <http://docshare02.docshare.tips/files/24970/249709547.pdf>
41. TACUE Jhon. Obtención de curvas de nivel. Universidad del Cauca Colombia [Fecha de consulta: 10 de mayo].
Recuperadode: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2012/11/08/peru-new-roads-to-reduce-poverty>

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de operalización

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	TIPO DE I.	DISEÑO DE I.	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉC. DE RECOL. DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Mejoramiento de la carretera Simbal - Chual, Distrito Simbal, Provincia Trujillo - La Libertad.	¿Cuáles son las características del mejoramiento de la carretera Simbal - Chual distrito de Simbal, Trujillo, La Libertad?	El mejoramiento de la carretera Simbal-Chual se dará mediante el diseño de la estructura del pavimento económico, por lo que se cumplirá con el Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial 2018 y el Manual de carreteras: DG-2018	Mejoramiento de la carretera	Levantamiento Topográfico Evaluación superficial de carretas no pavimentadas Estudio de mecánica de suelos Estudio Hidrológico de obras de arte Diseño de pavimento	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar las características del mejoramiento de la carretera Simbal - Chual distrito de Simbal, Trujillo, La Libertad.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>-Realizar el levantamiento topográfico del tramo de KM 08+000 de la carretera. - Realizar la evaluación superficial para determinar la situación actual de la carretera -Analizar el estudio de suelos de la carretera. -Obtener el estudio hidrológico de las obras de arte. -Determinar el diseño geométrico del tramo Simbal-Chual</p>	Aplicada Transversal Descriptiva	No experimental – Transversal	Carreteras no pavimentadas	Tramo Simbal-Chual	análisis documental y la observación estructural	Tabla 04-1 de Evaluación de deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas que se encuentra en Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial 2018

Anexo N° 02: Formato de conteo y clasificación vehicular



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

FORMATO N° 1.3

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN		

ESTACION		
CODIGO DE LA ESTACION		
DIA Y FECHA		

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combl		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
00	E																				
A																					
01	S																				
01	E																				
A																					
02	S																				
02	E																				
A																					
03	S																				
03	E																				
A																					
04	S																				

ENCUESTADOR : _____

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC : _____

Anexo N° 3

Evaluación de sección N°: 01

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 01					SECCION N°: 01 (KM 00+000 - 00+500)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel					Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani				
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCIÓN EVALUADA (m)	DETERIOROS/ FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
00+000.00	00+020.00	5.50	Baches	3	2	2		20.00	20.00
00+020.00	00+090.00	5.50	Erosion	2	2		5.50	70.00	385.00
00+090.00	00+110.00	5.50	Baches	3	3	8		40.00	40.00
00+110.00	00+160.00	5.50	Deformación	1	3		5.10	50.00	255.00
00+110.00	00+160.00	5.50	Erosion	2	1		5.30	50.00	265.00
00+180.00	00+300.00	5.50	Deformación	1	1		4.60	120.00	552.00
00+310.00	00+320.00	5.50	Baches	3	3	10		10.00	10.00
00+330.00	00+400.00	5.50	Erosion	2	1		5.00	70.00	350.00
00+400.00	00+440.00	5.50	Baches	3	1	2		10.00	10.00
00+410.00	00+480.00	5.50	Erosion	2	3		5.00	70.00	350.00
00+480.00	00+500.00	5.50	Erosion	2	2		5.00	20.00	100.00

Anexo N° 4

Evaluación de sección N°: 02

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 02					SECCION N°: 02 (KM 00+500 - 01+000)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel					Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani				
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCION EVALUADA (m)	DETERIOROS/FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
00+500.00	00+550.00	6.00	Erosion	2	2		6.00	50.00	300.00
00+550.00	00+590.00	5.00	Erosion	2	2		4.80	40.00	192.00
00+590.00	00+650.00	5.50	Erosion	2	2		4.90	60.00	294.00
00+650.00	00+700.00	5.50	Deformación	1	1		5.20	50.00	260.00
00+710.00	00+750.00	5.50	Erosion	2	3		4.90	40.00	196.00
00+760.00	00+850.00	6.00	Erosion	2	2		6.00	90.00	540.00
00+860.00	00+890.00	5.50	Erosion	2	3		5.40	30.00	162.00
00+890.00	00+920.00	5.50	Erosion	2	3		4.80	30.00	144.00
00+920.00	00+950.00	5.50	Erosion	2	2		5.10	30.00	153.00
00+960.00	00+990.00	5.50	Encalaminado	4	1		4.50	30.00	135.00
00+990.00	01+000.00	5.50	Baches	3	3	25		10.00	30.00

Anexo N° 5

Evaluación de sección N°: 03

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 03					SECCION N°: 03 (KM 01+000 - 01+500)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani									
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCION EVALUADA (m)	DETERIOROS/FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
01+000.00	01+090.00	5.50	Erosión	2	2		5.40	90.00	486.00
01+090.00	01+100.00	5.50	Baches	3	3	8		10.00	10.00
01+100.00	01+190.00	5.50	Erosión	2	3		5.50	90.00	495.00
01+190.00	01+220.00	5.50	Erosión	2	2		4.90	30.00	147.00
01+220.00	01+280.00	5.50	Erosión	2	1		4.60	60.00	276.00
01+280.00	01+350.00	5.50	Erosión	2	1		4.20	70.00	294.00
01+355.00	01+400.00	5.50	Erosión	2	2		4.90	45.00	220.50
01+400.00	01+430.00	5.50	Erosión	2	3		5.00	30.00	150.00
01+430.00	01+450.00	5.50	Erosión	2	2		4.00	20.00	80.00
01+460.00	01+469.00	5.50	Baches	3	2	13		9.00	9.00
01+470.00	01+490.00	5.50	Deformación	1	1		5.00	20.00	100.00
01+490.00	01+500.00	5.50	Encalaminado	4	1		5.10	10.00	51.00

Anexo N° 6

Evaluación de sección N°: 04

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 04					SECCION N°: 04 (KM 01+500 - 02+000)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani									
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCION EVALUADA (m)	DETERIOROS/FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
01+500.00	01+520.00	5.50	Erosión	2	2		5.20	20.00	104.00
01+530.00	01+550.00	5.50	Erosión	2	2		4.60	20.00	92.00
01+550.00	01+590.00	5.50	Deformación	1	3		4.80	40.00	192.00
01+590.00	01+623.00	5.50	Erosión	2	2		5.00	33.00	165.00
01+630.00	01+650.00	5.50	Erosión	2	2		5.40	20.00	108.00
01+650.00	01+685.00	5.50	Baches	3	1	8		25.00	25.00
01+685.00	01+710.00	5.50	Erosión	2	3		4.80	25.00	120.00
01+710.00	01+735.00	5.50	Erosión	2	1		4.50	25.00	112.50
01+736.00	01+760.00	5.50	Baches	3	2	12		24.00	24.00
01+765.00	01+780.00	5.50	Erosión	2	2		3.90	15.00	58.50
01+790.00	01+815.00	5.50	Erosión	2	2		5.00	25.00	125.00
01+818.00	01+870.00	5.50	Erosión	2	2		5.50	52.00	286.00
01+875.00	01+900.00	5.50	Erosión	2	1		4.30	25.00	107.50
01+900.00	01+950.00	5.50	Erosión	2	2		5.00	50.00	250.00
01+955.00	01+970.00	5.50	Erosión	2	2		4.90	15.00	73.50
01+980.00	01+990.00	5.50	Erosión	2	1		5.50	10.00	55.00
01+990.00	02+000.00	5.50	Erosión	2	2		4.20	10.00	42.00

Anexo N° 9

Evaluación de sección N°: 07

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 07					SECCION N°: 07 (KM 03+000 - 03+500)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel					Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani				
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCION EVALUADA (m)	DETERIOROS/FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
03+000.00	03+010.00	5.50	Erosión	2	1		5.50	5.00	27.50
03+010.00	03+015.00	5.50	Baches	3	3	10		15.00	15.00
03+020.00	03+110.00	5.50	Erosión	2	1		5.50	90.00	495.00
03+110.00	03+210.00	5.50	Encalaminado	4	1		5.30	100.00	530.00
03+210.00	03+270.00	5.50	Erosión	2	1		4.00	60.00	240.00
03+280.00	03+350.00	5.50	Erosión	2	2		3.90	70.00	273.00
03+350.00	03+400.00	5.50	Erosión	2	2		5.00	50.00	250.00
03+400.00	03+450.00	5.50	Erosión	2	3		5.50	50.00	275.00
03+450.00	03+460.00	5.50	Erosión	2	3		4.90	10.00	49.00
03+460.00	03+485.00	5.50	Erosión	2	1		4.80	25.00	120.00
03+490.00	03+500.00	5.50	Baches	3	2	14	5.00	10.00	50.00

Anexo N° 10

Evaluación de sección N°: 08

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 08					SECCION N°: 08 (KM 03+500 - 04+000)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel					Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani				
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCION EVALUADA (m)	DETERIOROS/FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
03+500.00	03+550.00	4.30	Erosión	2	1		5.20	50.00	260.00
03+550.00	03+585.00	4.30	Erosión	2	1		4.70	35.00	164.50
03+590.00	03+610.00	4.30	Erosión	2	2		5.50	20.00	110.00
03+610.00	03+655.00	4.30	Erosión	2	2		4.80	45.00	216.00
03+655.00	03+660.00	4.30	Baches	3	1	11		5.00	5.00
03+665.00	03+690.00	4.30	Erosión	2	3		4.90	25.00	122.50
03+690.00	03+700.00	4.30	Erosión	2	3		5.50	10.00	55.00
03+710.00	03+750.00	4.30	Erosión	2	1		5.50	40.00	220.00
03+750.00	03+765.00	4.30	Deformación	1	3		4.00	15.00	60.00
03+768.00	03+793.00	4.30	Erosión	2	1		5.00	25.00	125.00
03+795.00	03+800.00	4.30	Erosión	2	2		4.00	5.00	20.00
03+810.00	03+822.00	4.30	Erosión	2	2		1.10	12.00	13.20
03+822.00	03+850.00	4.30	Erosión	2	2		2.30	28.00	64.40
03+870.00	03+880.00	4.30	Erosión	2	1		2.40	10.00	24.00
03+890.00	03+915.00	4.30	Erosión	2	1		1.20	25.00	30.00
03+920.00	03+955.00	4.30	Baches	3	3	9		30.00	30.00
03+980.00	04+000.00	4.30	Erosión	2	1		1.20	20.00	24.00

Anexo N° 11

Evaluación de sección N°: 09

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 09					SECCION N°: 09 (KM 04+000 - 04+500)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani									
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCION EVALUADA (m)	DETERIROS/FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
04+000.00	04+015.00	5.50	Baches	3	2	12		15.00	15.00
04+015.00	04+035.00	5.50	Erosión	2	1		4.50	20.00	90.00
04+040.00	04+060.00	5.50	Erosión	2	1		5.00	20.00	100.00
04+065.00	04+090.00	5.50	Deformación	1	1		4.30	25.00	107.50
04+090.00	04+120.00	3.30	Erosión	2	1		3.30	30.00	99.00
04+120.00	04+150.00	3.30	Erosión	2	1		3.30	30.00	99.00
04+150.00	04+185.00	3.30	Erosión	2	1		3.30	35.00	115.50
04+185.00	04+210.00	3.30	Erosión	2	1		3.30	25.00	82.50
04+230.00	04+260.00	3.30	Erosión	2	3		3.30	30.00	99.00
04+260.00	04+265.00	3.30	Baches	3	1	13		5.00	5.00
04+268.00	04+350.00	3.30	Erosión	2	1		5.50	82.00	451.00
04+350.00	04+400.00	5.50	Erosión	2	1		5.40	50.00	270.00
04+400.00	04+430.00	5.50	Erosión	2	1		5.50	30.00	165.00
04+430.00	04+470.00	5.50	Deformación	1	2		4.30	40.00	172.00
04+475.00	04+485.00	5.50	Encalaminado	4	1		5.50	10.00	55.00
04+485.00	04+500.00	5.50	Erosión	2	2		5.20	20.00	104.00

Anexo N° 12

Evaluación de sección N°: 10

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 10					SECCION N°: 10 (KM 04+500 - 05+000)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani									
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCION EVALUADA (m)	DETERIROS/FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
04+500.00	04+510.00	3.30	Erosión	2	1		3.30	10.00	33.00
04+510.00	04+555.00	3.30	Erosión	2	1		3.30	45.00	148.50
04+555.00	04+595.00	3.30	Erosión	2	1		3.30	40.00	132.00
04+600.00	04+630.00	3.30	Erosión	2	1		5.50	30.00	165.00
04+630.00	04+670.00	5.50	Erosión	2	1		4.80	40.00	192.00
04+670.00	04+730.00	3.30	Deformación	1	1		4.30	30.00	129.00
04+730.00	04+760.00	5.50	Baches	3	1	25		30.00	30.00
04+760.00	04+810.00	5.50	Erosión	2	1		5.50	50.00	275.00
04+810.00	04+890.00	5.50	Erosión	2	1		5.50	80.00	440.00
04+890.00	04+920.00	5.50	Erosión	2	1		5.50	30.00	165.00
04+920.00	05+000.00	5.50	Encalaminado	4	3		5.00	80.00	400.00

Anexo N° 13

Evaluación de sección N°: 11

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 11					SECCION N°: 11 (KM 05+000 - 05+500)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani									
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCION EVALUADA (m)	DETERIOROS/FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
05+000.00	05+040.00	5.30	Erosión	2	2		4.80	40.00	192.00
05+050.00	05+070.00	5.30	Deformacion	1	1		2.80	20.00	56.00
05+090.00	05+120.00	5.30	Erosión	2	3		5.30	30.00	159.00
05+120.00	05+140.00	5.30	Erosión	2	1		5.30	20.00	106.00
05+148.00	05+170.00	5.30	Erosión	2	1		2.80	22.00	61.60
05+175.00	05+275.00	5.30	Erosión	2	2		4.90	100.00	490.00
05+280.00	05+285.00	5.30	Erosión	2	2		4.50	5.00	22.50
05+290.00	05+310.00	5.30	Baches	3	2	15		60.00	60.00
05+310.00	05+385.00	5.30	Erosión	2	1		5.30	75.00	397.50
05+400.00	05+460.00	5.30	Erosión	2	3		2.50	25.00	62.50
05+485.00	05+500.00	5.30	Baches	3	3	5		5.00	5.00

Anexo N° 14

Evaluación de sección N°: 12

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 12					SECCION N°: 12 (KM 05+500 - 06+000)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani									
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCION EVALUADA (m)	DETERIOROS/FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
05+500.00	05+510.00	5.50	Erosión	2	1		2.20	10.00	22.00
05+580.00	05+640.00	5.50	Erosión	2	1		2.80	60.00	168.00
05+650.00	05+700.00	5.50	Erosión	2	2		3.60	50.00	180.00
05+720.00	05+735.00	5.50	Deformación	1	1		4.70	15.00	70.50
05+750.00	05+800.00	5.50	Erosión	2	3		1.20	50.00	60.00
05+815.00	05+880.00	5.50	Erosión	2	3		4.00	65.00	260.00
05+950.00	05+960.00	5.50	Erosión	2	1		2.30	10.00	60.00
05+980.00	06+000.00	5.50	Baches	3	3	11		20.00	20.00

Anexo N° 17

Evaluación de sección N°: 15

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 15					SECCION N°: 15 (KM 07+000 - 07+500)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel									
Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani									
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCION EVALUADA (m)	DETERIOROS/FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
07+000.00	07+080.00	5.30	Erosión	2	3		0.50	80.00	40.00
07+100.00	07+110.00	5.30	Baches	3	2	5		10.00	10.00
07+120.00	07+160.00	5.30	Erosión	2	3		2.80	40.00	112.00
07+165.00	07+185.00	5.30	Erosión	2	2		3.60	20.00	72.00
07+220.00	07+245.00	5.30	Erosión	2	1		1.10	25.00	27.50
07+270.00	07+290.00	5.30	Erosión	2	1		2.00	20.00	40.00
07+350.00	07+380.00	5.30	Erosión	2	2		1.00	30.00	30.00
07+400.00	07+430.00	5.30	Erosión	2	2		2.60	30.00	78.00
07+445.00	07+480.00	5.30	Erosión	2	2		4.60	25.00	115.00
07+485.00	07+490.00	5.30	Deformación	1	1		5.00	5.00	25.00
07+497.00	07+500.00	5.30	Baches	3	3	6		3.00	3.00

Anexo N° 18

Evaluación de sección N°: 16

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SIMBAL – CHUAL, DISTRITO SIMBAL, PROVINCIA TRUJILLO – LA LIBERTAD									
HOJA DE REGISTRO N° : 16					SECCION N°: 16 (KM 07+500 - 08+000)				
NOMBRE DE LA VIA : Tramo Simbal-Chual					FECHA: 23/04/2021				
EJECUTORES : Alva Claudet, Anthony Joel									
Cruz Otiniano, Madhavi Nahamani									
PROGRESIVA		ANCHO DE LA SECCION EVALUADA (m)	DETERIOROS/FALLAS	CODIGO DE DAÑO	NIVEL DE GRAVEDAD	NUMERO DE BACHES	ANCHO DEL DETERIORO (m)	LONGITUD DEL DETERIORO (m)	AREA DETERIORADA
DEL KM	AL KM								
07+500.00	07+530.00	5.30	Erosión	2	1		5.00	30.00	150.00
07+540.00	07+560.00	5.30	Erosión	3	2		2.60	20.00	52.00
07+570.00	07+605.00	5.30	Bache	3	2	9		45.00	45.00
07+610.00	07+670.00	5.30	Erosión	2	2		3.00	60.00	180.00
07+720.00	07+740.00	5.30	Erosión	2	3		2.50	20.00	50.00
07+760.00	07+795.00	5.30	Erosión	2	3		5.00	35.00	175.00
07+850.00	07+880.00	5.30	Erosión	2	1		2.20	30.00	66.00
07+890.00	07+955.00	5.30	Deformación	1	1		5.20	65.00	338.00
07+985.00	08+000.00	5.30	Erosión	2	3		1.00	15.00	15.00

Anexo N° 19

Sección 01: (KM 00+000 - 00+500)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Ni) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Área del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFLJ = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFP = Menos a 10%	2: Moderado EFP = entre 10% y 30%	3: Severo EFP = mayor a 30%	
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Área(A11): Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho (del deterioro)	552.00	5.5	500	2750.00	20.07						
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Área(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	0.00	0	500	0.00	0	16.66	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	33.00
		3: Huellas / hundimientos >=10cm	Área(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	255.00	5.5	500	2750.00	9.27						
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Área(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	615.00	5.50	500	2750.00	22.36						
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Área(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	485.00	5.50	500	2750.00	17.64	18.46	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	37.00	
		3: Profundidad >= 10cm	Área(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	350.00	5.50	500	2750.00	12.73						
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	2.00	5.50					0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve EFP = Menor a 10 baches	2: Moderado EFP = entre 10 y 20 baches	3: Severo EFP = mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	2.00	5.50			22.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	18.00	5.50									
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Área(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	5.50	500	2750.00	0						
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFP = [(EF21 \times A21 + EF22 \times A22 + EF23 \times A23) / (A21 + A22 + A23)]$	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00
		3: Profundidad >= 10 cm	Área(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0						
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transitabilidad baja o intranquilidad en épocas de lluvia	Área(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFP = [EFS1 \times A51] / (A51)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50	
	(6) cruce de agua	1: Transitabilidad baja o intranquilidad en épocas de lluvia	Área(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFP = [EFS1 \times A61] / (A61)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	51	
										SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN			170.00	

Anexo N° 20

Sección 02: (KM 00+500 - 01+000)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Ni) Longitud del deterioro	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFiJ = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Conición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve Efp = Menos a 10%	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%	
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Área(A11)= Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho (del deterioro)	260.00	5.50	500	2750.00	9.45						
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Área(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	0.00	0	500	0.00	0	9.45	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	19.00
		3: Huellas / hundimientos >= 10cm	Área(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	0.00	0	500	0.00	0						
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Área(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	135.00	5.50	500	2750.00	4.91						
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Área(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	1479.00	6.00	500	3000.00	49.30	39.10	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	78.00	
		3: Profundidad >= 10cm	Área(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	502.00	5.50	500	2750.00	18.25						
3	Bachos (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	0.00	5.50					0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve Efp = Menor a 10 baches	2: Moderado Efp = entre 10 y 20 baches	3: Severo Efp= mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	0.00	5.50			25.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	25.00	5.50									
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Área(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho (del deterioro)	135.00	5.50	500	2750.00	4.91						
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	4.91	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	10.00
		3: Profundidad >= 10 cm	Área(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0						
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transibilidad baja o intransibilidad en épocas de lluvia,	Área(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$Efp = [EF51 \times A51] / (A51)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50	
	(6) cruce de agua	1: Transibilidad baja o intransibilidad en épocas de lluvia.	Área(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$Efp = [EF61 \times A61] / (A61)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	51	
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN														207.00

Anexo N° 21

Sección 03: (KM 01+000 - 01+500)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Área del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFiJ = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla	
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menos a 10%	2: Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%		
1	Deformación	1. Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Área(A11)= Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho (det.)	0.00	0.00	500	0.00	0.00							
		2. Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Área(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	0.00	0.00	500	0.00	0	6.98	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	14.00	
		3. Huellas / hundimientos >=10cm	Área(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	192.00	5.50	500	2750.00	6.98							
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Área(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	275.00	5.50	500	2750.00	10.00							
		2. Profundidad entre 5cm y 10cm	Área(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	1304.00	5.50	500	2750.00	47.42	37.90		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	76.00	
		3. Profundidad >= 10cm	Área(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	145.00	5.50	500	2750.00	5.27							
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	8.00	5.50						0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menor a 10 baches	2: Moderado EFp = entre 10 y 20 baches	3: Severo EFp= mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	6.00	5.50				14.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00	
		3. Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	0.00	5.50										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad e 5 cm	Área(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0							
		2. Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = \frac{[(EF21 \times A21 + EF22 \times A22 + EF23 \times A23)]}{(A21 + A22 + A23)}$	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00	
		3. Profundidad >= 10 cm	Área(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0							
5 y 6	(5) Lodazal	1. Transitabilidad baja o intranquilidad en épocas de lluvia.	Área(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = \frac{[EF51 \times A51]}{(A51)}$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
	(6) cruce de agua	1. Transitabilidad baja o intranquilidad en épocas de lluvia.	Área(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = \frac{[EF61 \times A61]}{(A61)}$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	51		
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN											190.00				

Anexo N° 22

Sección 04: (KM 01+500 - 02+000)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Área del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFp = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla	
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menos a 10%	2: Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%		
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero <a 5cm	Área(A1)= Daño 1 Gravedad 1 A1= Longitud x Ancho (del deterioro)	100.00	5.00	500	2500.00	4.00							
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Área(A2)= Daño 1 Gravedad 2 A2= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	0.00	500	0.00	0	4.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	8.00	
		3: Huellas / hundimientos >=10cm	Área(A3)= Daño 1 Gravedad 3 A3= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	0.00	500	0.00	0							
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Área(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (del deterioro)	721.00	5.00	500	2500.00	28.84							
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Área(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (del deterioro)	942.50	5.00	500	2500.00	37.70	31.61		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	63.00	
		3: Profundidad >= 10cm	Área(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (del deterioro)	645.00	5.00	500	2500.00	25.80							
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	0.00	5.00						0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menor a 10 baches	2: Moderado EFp = entre 10 y 20 baches	3: Severo EFp = mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	13.00	5.00				21.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	8.00	5.00										
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad e 5 cm	Área(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho (del deterioro)	51.00	5.00	500	2750.00	1.85							
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	5.00	500	2750.00	0	1.85	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	4.00	
		3: Profundidad >= 10 cm	Área(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	5.00	500	2750.00	0							
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transibilidad baja o intransibilidad en épocas de lluvia.	Área(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	5.00	500	2750.00	0	EFp = [EF51 x A51]/ (A51)]	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
	(6) cruce de agua	1: Transibilidad baja o intransibilidad en épocas de lluvia.	Área(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	5.00	500	2750.00	0	EFp = [EF61 x A61]/ (A61)]	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	51		
										SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN				175.00	

Anexo N° 23

Sección 05: (KM 02+000 - 02+500)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFiJ = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla	
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menos a 10%	2: Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%		
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Área(A11)= Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	0.00	500	0.00	0.00							
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Área(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	148.50	5.50	500	2750.00	5.4	5.40	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	11.00	
		3: Huellas / hundimientos >=10cm	Área(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.00							
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Área(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	569.00	5.50	500	2750.00	20.69							
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Área(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	865.20	5.50	500	2750.00	31.46	24.67		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	49.00	
		3: Profundidad > = 10cm	Área(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	214.00	5.50	500	2750.00	7.78							
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	7.00	5.50						0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menor a 10 baches	2: Moderado EFp = entre 10 y 20 baches	3: Severo EFp = mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	9.00	5.50				21.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	5.00	5.50										
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Área(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	5.50	500	2750.00	0							
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [(EF21 \times A21 + EF22 \times A22 + EF23 \times A23) / (A21 + A22 + A23)]$	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00	
		3: Profundidad >= 10 cm	Área(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0							
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transibilidad baja o intransibilidad en épocas de lluvia.	Área(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [EF51 \times A51] / (A51)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
	(6) cruce de agua	1: Transibilidad baja o intransibilidad en épocas de lluvia.	Área(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [EF61 \times A61] / (A61)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
										SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN				160.00	

Anexo N° 24

Sección 06: (KM 02+500 - 03+000)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFiJ = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Conición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menos a 10%	2: Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%	
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Area(A11)= Daño 1 A11= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	0.00	500	0.00	0.00						
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Area(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.00	500	2000.00	0.0	9.68	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	19.00
		3: Huellas / hundimientos >=10cm	Area(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	193.50	4.00	500	2000.00	9.68						
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Area(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	1377.40	4.00	500	2000.00	68.87						
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Area(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.00	500	2000.00	0.00	68.87		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	138.00
		3: Profundidad >= 10cm	Area(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.30	500	2150.00	0.00						
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutina.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	21.00	4.30					0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menor a 10 baches	2: Moderado EFp = entre 10 y 20 baches	3: Severo EFp= mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	0.00	4.30			21.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	0.00	4.30									
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Area(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho (del deterioro)	430.00	4.30	500	2150.00	20.00						
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Area(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.30	500	2150.00	0	20.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	40.00
		3: Profundidad >= 10 cm	Area(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.30	500	2150.00	0						
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transitabilidad baja o intranquilidad en épocas de lluvia.	Area(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.30	500	2000.00	0	$EFp = [EF51 \times A51] / (A51)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50	
	(6) cruce de agua	1: Transitabilidad baja o intranquilidad en épocas de lluvia.	Area(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.30	500	2000.00	0	$EFp = [EF61 \times A61] / (A61)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50	
										SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN			297.00	

Anexo N° 25

Sección 08: (KM 03+500 - 04+000)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFij = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla	
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menos a 10%	2: Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%		
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Area(A11)= Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	0.00	500	0.00	0.00							
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Area(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.0	0.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00	
		3: Huellas / hundimientos >= 10cm	Area(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.00							
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Area(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	1412.50	5.50	500	2750.00	51.36							
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Area(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	573.00	5.50	500	2750.00	20.84	38.24		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	76.00	
		3: Profundidad >= 10cm	Area(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	324.00	5.50	500	2750.00	11.78							
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	0.00	5.50						0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menor a 10 baches	2: Moderado EFp = entre 10 y 20 baches	3: Severo EFp = mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	14.00	5.50				24.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	10.00	5.50										
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Area(A41)= Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho	530.00	5.50	500	2750.00	19.27							
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Area(A42)= Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	19.27	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	39.00	
		3: Profundidad >= 10 cm	Area(A43)= Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0							
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transibilidad baja o intransibilidad en épocas de lluvia,	Area(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [EF51 \times A51] / (A51)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
	(6) cruce de agua	1: Transibilidad baja o intransibilidad en épocas de lluvia.	Area(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [EF61 \times A61] / (A61)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN														215.00	

Anexo N° 27

Sección 09: (KM 04+000 - 04+500)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFIJ = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla	
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve Efp = Menos a 10%	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%		
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Area(A11)= Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho (det.)	0.00	0.00	500	0.00	0.00							
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Area(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.30	500	2150.00	0.0	0.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00	
		3: Huellas/hundimientos >= 10cm	Area(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	60.00	4.30	500	2150.00	2.79							
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Area(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	847.50	4.30	500	2150.00	39.42							
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Area(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	359.20	4.30	500	2150.00	16.71	28.99		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	58.00	
		3: Profundidad >= 10cm	Area(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	267.50	4.30	500	2150.00	12.44							
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	8.00	4.30						0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve Efp = Menor a 10 baches	2: Moderado Efp = entre 10 y 20 baches	3: Severo Efp = mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	0.00	4.30				17.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	9.00	4.30										
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Area(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.30	500	2150.00	0							
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Area(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.30	500	2150.00	0	0	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00	
		3: Profundidad >= 10 cm	Area(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.30	500	2150.00	0							
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en	Area(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.30	500	2750.00	0	$Efp = [EF51 \times A51] / (A51)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
	(6) cruce de agua	1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en	Area(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	4.50	500	2750.00	0	$Efp = [EF61 \times A61] / (A61)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
										SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN				158.00	

Anexo N° 28

Sección 10: (KM 04+500 - 05+000)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFIJ = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla	
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFP = Menos a 10%	2: Moderado EFP = entre 10% y 30%	3: Severo EFP = mayor a 30%		
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Area(A11)= Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho	107.50	5.50	500	2750.00	3.91							
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Area(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	172.00	5.50	500	2750.00	6.3	5.35	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	11.00	
		3: Huellas / hundimientos >=10cm	Area(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.00							
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Area(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	1472.00	3.30	500	1650.00	89.21							
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Area(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	104.00	3.30	500	1650.00	6.30	83.74		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	167.00	
		3: Profundidad >= 10cm	Area(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	0.00	3.30	500	1650.00	0.00							
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	13.00	3.30						0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve EFP = Menor a 10 baches	2: Moderado EFP = entre 10 y 20 baches	3: Severo EFP = mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	12.00	3.30				25.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	0.00	3.30										
4	Encalamnado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Area(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho	55.00	5.50	500	2750.00	2							
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Area(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	2	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	4.00	
		3: Profundidad >= 10 cm	Area(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0							
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transitable bajo o intransitable en épocas de lluvia.	Area(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFP = [(EF51 \times A51) / (A51)]$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
	(6) cruce de agua	1: Transitable bajo o intransitable en épocas de lluvia.	Area(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFP = [(EF61 \times A61) / (A61)]$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN														282.00	

Anexo N° 29

Sección 11: (KM 05+000 - 05+500)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFp = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla	
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menos a 10%	2: Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%		
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Área(A11)= Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho	56.00	5.30	500	2650.00	2.11							
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Área(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.30	500	2650.00	0.0	2.11	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	4.00	
		3: Huellas / hundimientos >=10cm	Área(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.30	500	2650.00	0.00							
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Área(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	565.10	5.30	500	2650.00	21.32							
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Área(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	704.50	5.30	500	2650.00	26.58	21.87		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	44.00	
		3: Profundidad >= 10cm	Área(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	226.50	5.30	500	2650.00	8.55							
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	15.00	5.30						0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menor a 10 baches	2: Moderado EFp = entre 10 y 20 baches	3: Severo EFp = mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	0.00	5.30				20.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	5.00	5.30										
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Área(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho	0.00	5.30	500	2750.00	0							
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.30	500	2750.00	0	$EFp = \frac{[(EF21 \times A21 + EF22 \times A22 + EF23 \times A23)]}{(A21 + A22 + A23)}$	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00	
		3: Profundidad >= 10 cm	Área(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.30	500	2750.00	0							
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia.	Área(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.30	500	2750.00	0	$EFp = \frac{[EF51 \times A51]}{(A51)}$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
	(6) cruce de agua	1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia.	Área(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.30	500	2750.00	0	$EFp = \frac{[EF61 \times A61]}{(A61)}$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
										SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN				148.00	

Anexo N° 30

Sección 12: (KM 05+500 - 06+000)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Nij) Longitud del deterioro	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFij = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menos a 10%	2: Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%	
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Area(A11)= Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho	70.50	5.50	500	2750.00	2.56						
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Area(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho	0.00	5.50	500	2750.00	0.0	2.56	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	5.00
		3: Huellas / hundimientos >=10cm	Area(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho	0.00	5.50	500	2750.00	0.00						
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Area(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho	320.50	5.50	500	2750.00	11.65						
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Area(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho	180.00	5.50	500	2750.00	6.55	9.69		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	19.00
		3: Profundidad >= 10cm	Area(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho	260.00	5.50	500	2750.00	9.45						
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	0.00	5.50					0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menor a 10 baches	2: Moderado EFp = entre 10 y 20 baches	3: Severo EFp = mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	0.00	5.50			11.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	85.00	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	11.00	5.50									
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad e 5 cm	Area(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho	0.00	5.50	500	2750.00	0						
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Area(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [(EF21 \times A21 + EF22 \times A22 + EF23 \times A23) / (A21 + A22 + A23)]$	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00
		3: Profundidad >= 10 cm	Area(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho	0.00	5.50	500	2750.00	0						
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transparencia baja o intransparencia en épocas de lluvia.	Area(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [EF51 \times A51] / (A51)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50	
	(6) cruce de agua	1: Transparencia baja o intransparencia en épocas de lluvia.	Area(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [EF61 \times A61] / (A61)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50	
										SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN			109.00	

Anexo N° 31

Sección 13: (KM 06+000 - 06+500)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFiJ = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla	
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve Efp = Menos a 10%	2: Moderado Efp = entre 10% y 30%	3: Severo Efp = mayor a 30%		
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Area(A1)= Daño 1 Gravedad 1 A1= Longitud x Ancho (del deterioro)	103.50	5.50	500	2750.00	3.76							
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Area(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.0	3.76	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	8.00	
		3: Huellas/hundimientos >=10cm	Area(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.00							
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Area(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	371.20	5.50	500	2750.00	13.50							
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Area(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	226.90	5.50	500	2750.00	8.25	11.21		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	22.00	
		3: Profundidad >= 10cm	Area(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	16.50	5.50	500	2750.00	0.60							
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	0.00	5.50						0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve Efp = Menor a 10 baches	2: Moderado Efp = entre 10 y 20 baches	3: Severo Efp = mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	0.00	5.50				23.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00	
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	23.00	5.50										
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Area(A41)= Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	5.50	500	2750.00	0							
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Area(A42)= Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$Efp = \frac{[(EF21 \times A21 + EF22 \times A22 + EF23 \times A23)]}{(A21 + A22 + A23)}$	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00	
		3: Profundidad >= 10 cm	Area(A43)= Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0							
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transibilidad baja o intransibilidad en épocas de lluvia.	Area(A51)= Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$Efp = \frac{[EF51 \times A51]}{(A51)}$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
	(6) cruce de agua	1: Transibilidad baja o intransibilidad en épocas de lluvia.	Area(A61)= Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$Efp = \frac{[EF61 \times A61]}{(A61)}$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
										SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN				130.00	

Anexo N° 32

Sección 14: (KM 06+500 - 07+000)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFij = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menos a 10%	2: Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%	
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Area(A11)= Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho (det.)	10.40	5.50	500	2750.00	0.38	1.37	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	3.00
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Area(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	44.00	5.50	500	2750.00	1.6						
		3: Huellas / hundimientos >= 10cm	Area(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.00						
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Area(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	30.00	5.50	500	2750.00	1.09	16.25		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	32.00
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Area(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	535.10	5.50	500	2750.00	19.46						
		3: Profundidad >= 10cm	Area(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	100.30	5.50	500	2750.00	3.65						
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	23.00	5.50				23.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	100.00
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	0.00	5.50									
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	0.00	5.50									
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad e 5 cm	Area(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	EFp = [(EF21 x A21 + EF22 x A22 + EF23 x A23) / (A21 + A22 + A23)]	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00
		2: Profundidad entre 5cm y 10 cm	Area(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0						
		3: Profundidad >= 10 cm	Area(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0						
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia.	Area(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	EFp = [EF51 x A51] / (A51)]	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50	
	(6) cruce de agua	1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia.	Area(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	EFp = [EF61 x A61] / (A61)]	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50	
										SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN				135.00

Anexo N° 33

Sección 15: (KM 07+000 - 07+500)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Ni) Longitud del deterioro (Lij)	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFIJ = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla	
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menos a 10%	2: Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%		
1	Deformación	1. Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Área(A11)= Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho	25.00	5.50	500	2750.00	0.91							
		2. Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Área(A12)= Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.0	0.91	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	2.00	
		3. Huellas / hundimientos >=10cm	Área(A13)= Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.00							
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Área(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	67.50	5.50	500	2750.00	2.45							
		2. Profundidad entre 5cm y 10cm	Área(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	180.00	5.50	500	2750.00	6.55	5.01		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	10.00	
		3. Profundidad >= 10cm	Área(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	112.00	5.50	500	2750.00	4.07							
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	0.00	5.50						0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menor a 10 baches	2: Moderado EFp = entre 10 y 20 baches	3: Severo EFp = mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	5.00	5.50				11.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	78.00	
		3. Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	6.00	5.50										
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Área(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho	0.00	5.50	500	2750.00	0							
		2. Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [(EF21 \times A21 + EF22 \times A22 + EF23 \times A23) / (A21 + A22 + A23)]$	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00	
		3. Profundidad >= 10 cm	Área(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0							
5 y 6	(5) Lodazal	1. Transitabilidad baja o intranquilidad en épocas de lluvia.	Área(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [EF51 \times A51] / (A51)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
	(6) cruce de agua	1. Transitabilidad baja o intranquilidad en épocas de lluvia.	Área(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [EF61 \times A61] / (A61)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50		
										SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN			90.00		

Anexo N° 34

Sección 16: (KM 07+500 - 08+000)

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Area deterioro Aij(m2) Número de deterioros (Ni) Longitud del deterioro (L)	Aij=(Area del deterioro x Longitud del deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m2) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/Falta EFJ = (Aij/As) x 100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla
										0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menos a 10%	2: Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%	
1	Deformación	1: Hundimientos sensibles al usuario pero < a 5cm	Area(A1)= Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho (del deterioro)	338.00	5.50	500	2750.00	12.29						
		2: Hundimientos entre 5cm y 10 cm	Area(A2)= Daño 1 Gravedad 2 A2= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.0	12.29	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	25.00
		3: Huellas / hundimientos >=10cm	Area(A3)= Daño 1 Gravedad 3 A3= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.00						
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad <5cm	Area(A21)= Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho (det.)	216.00	5.50	500	2750.00	7.85						
		2: Profundidad entre 5cm y 10cm	Area(A22)= Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho (det.)	232.00	5.50	500	2750.00	8.44	8.16		>0 y <20	≥ 20 y <100	100	16.00
		3: Profundidad >= 10cm	Area(A23)= Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0.00						
3	Baches (Huecos)	1: Puede repararse por conservación rutinaria.	Número (N31): Daño 3 Gravedad 1	0.00	5.50					0: Sin deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menor a 10 baches	2: Moderado EFp = entre 10 y 20 baches	3: Severo EFp = mayor a 20 baches	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N32): Daño 3 Gravedad 2	9.00	5.50				9.00	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	46.00
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N33): Daño 3 Gravedad 3	0.00	5.50									
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Area(A41): Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	5.50	500	2750.00	0						
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Area(A42): Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [(EF21 \times A21 + EF22 \times A22 + EF23 \times A23) / (A21 + A22 + A23)]$	0	>0 y <20	≥ 20 y <100	100	0.00
		3: Profundidad >= 10 cm	Area(A43): Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0						
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transitable en épocas de lluvia.	Area(A51): Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [EF51 \times A51] / (A51)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50	
	(6) cruce de agua	1: Transitable en épocas de lluvia.	Area(A61): Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho (det.)	0.00	5.50	500	2750.00	0	$EFp = [EF61 \times A61] / (A61)$	0	>0 y <10	≥ 20 y <50	50	
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN														87.00

Anexo N° 35

Tabla de calificación por 500 m (sección 01)

SECCION 01: (KM 00+000 - 00+500)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	330.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
MALO	\leq 150		

Anexo N° 36

Tabla de calificación por 500 m (sección 02)

SECCION 02: KM (00+500-01+000)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	293.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
MALO	\leq 150		

Anexo N° 37

Tabla de calificación por 500 m (sección 03)

SECCION 03: KM (KM 01+000 - 01+500)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	325.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
MALO	\leq 150		

Anexo N° 38

Tabla de calificación por 500 m (sección 04)

SECCION 04: KM (KM 01+500 - 02+000)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	310.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
MALO	\leq 150		

Anexo N° 39

Tabla de calificación por 500 m (sección 05)

SECCION 05: KM (02+000 - 02+500)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	340.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
	MALO	\leq 150	

Anexo N° 40

Tabla de calificación por 500 m (sección 06)

SECCION 06: KM (02+500 - 03+000)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	203.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
	MALO	\leq 150	

Anexo N° 41

Tabla de calificación por 500 m (sección 07)

SECCION 07: KM 03+000 - 03+500)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	285.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
	MALO	\leq 150	

Anexo N° 42

Tabla de calificación por 500 m (sección 08)

SECCION 08: KM (03+500 - 04+000)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	342.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
	MALO	\leq 150	

Anexo N° 43

Tabla de calificación por 500 m (sección 09)

SECCION 09: KM (04+000 - 04+500)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	218.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
	MALO	\leq 150	

Anexo N° 44

Tabla de calificación por 500 m (sección 10)

SECCION 10: KM (04+500 - 05+000)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	148.00 m
	BUENO	>400	MALO
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
	MALO	\leq 150	

Anexo N° 45

Tabla de calificación por 500 m (sección 11)

SECCION 11: KM (05+000 - 05+500)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	352.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
	MALO	\leq 150	

Anexo N° 46

Tabla de calificación por 500 m (sección 12)

SECCION 12: KM (05+500 - 06+000)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	391.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
	MALO	\leq 150	

Anexo N° 47

Tabla de calificación por 500 m (sección 13)

SECCION 13: KM (06+000 - 06+500)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	370.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
MALO	\leq 150		

Anexo N° 48

Tabla de calificación por 500 m (sección 14)

SECCION 14: KM (06+500 - 07+000)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	365.00 m
	BUENO	>400	REGULAR
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
MALO	\leq 150		

Anexo N° 49

Tabla de calificación por 500 m (sección 015)

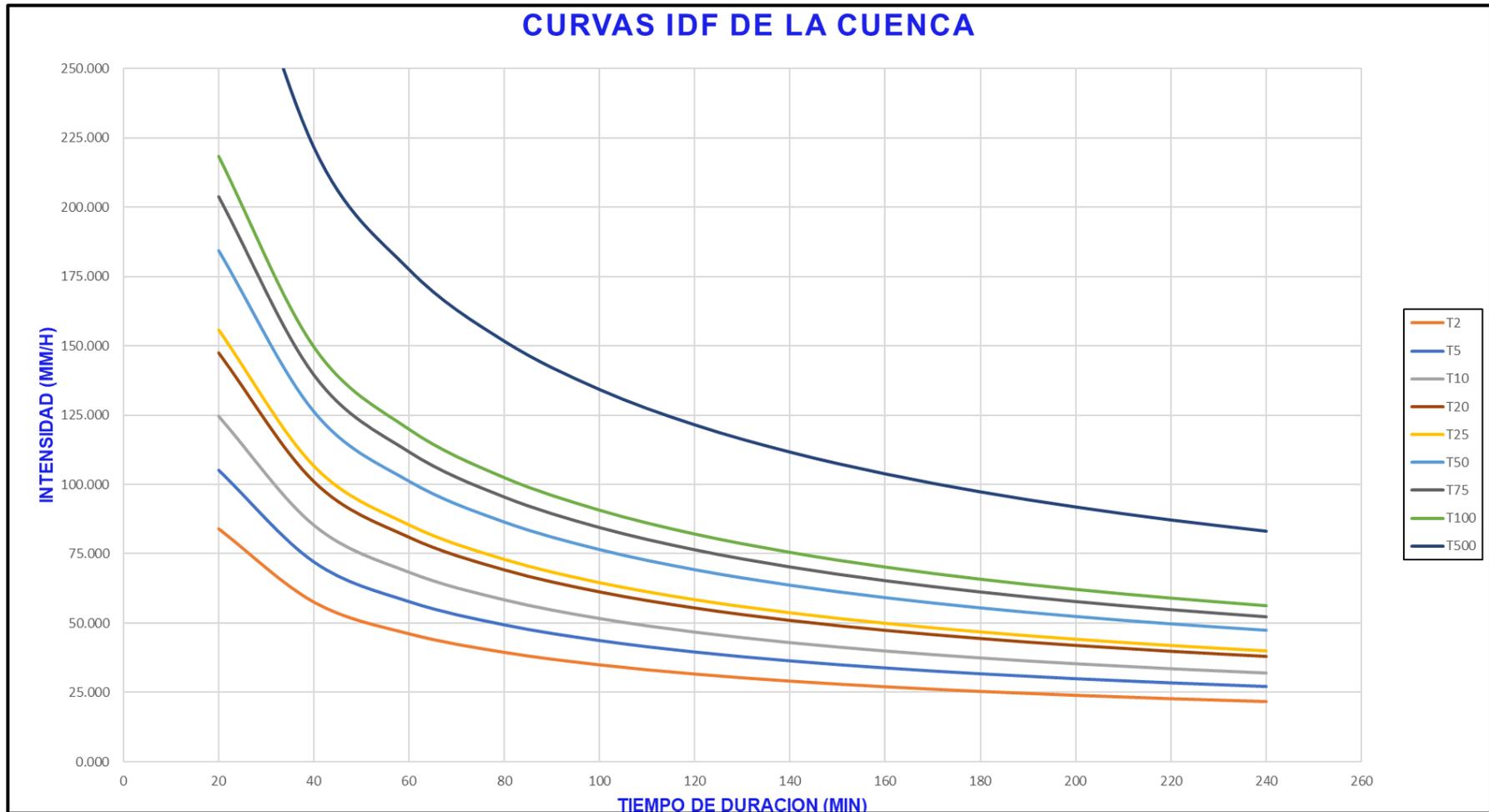
SECCION 15: KM (00+000-00+500)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	410.00 m
	BUENO	>400	BUENO
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
MALO	\leq 150		

Anexo N° 50

Tabla de calificación por 500 m (sección 16)

SECCION 16: KM (07+500 - 08+000)	TABLA DE CALIFICACION DEL ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO SIMBAL-CHUAL (500M)		
	CALIFICACION DE CONDICION=	500- Σ (Puntaje de condicion)=	413.00 m
	BUENO	>400	BUENO
	REGULAR	>150 Y \leq 400	
MALO	\leq 150		

Anexo N° 51



Anexo N° 52

CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS																		
N°	PROGRESIVAS		LONGITUD	TALUD DE CORTE							DRENAJE DE SUPERFICIE DE RODADURA							CAUDAL DE
	DESDE	HASTA		ANCHO TRIBUTARIO	ÁREA TRIBUTARIA	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)	PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE DURACIÓN (t)	INTENSIDAD MÁXIMA (I)	CAUDAL 1 (Q1)	ANCHO TRIBUTARIO	ÁREA TRIBUTARIA	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)	PERIODO DE RETORNO	TIEMPO DE DURACIÓN	INTENSIDAD MÁXIMA	CAUDAL 2 (Q2)	
			años				minutos	(mm/hr)	m ³ /s	m ³ /s				m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s		
1	Km 7+810.00	Km 7+480.00	0.33	0.10	0.017	0.525	30	10.00	237.73	0.5720	0.0030	0.0010	0.83	30	10.00	237.73	0.0539	0.6260
2	Km 7+430.00	Km 7+320.00	0.11	0.10	0.006	0.525	30	10.00	237.73	0.1907	0.0030	0.0003	0.83	30	10.00	237.73	0.0180	0.2087
3	Km 7+150.00	Km 6+900.00	0.25	0.10	0.013	0.525	30	10.00	237.73	0.4334	0.0030	0.0008	0.83	30	10.00	237.73	0.0409	0.4742
4	Km 6+900.00	Km 6+700.00	0.20	0.10	0.010	0.525	30	10.00	237.73	0.3467	0.0030	0.0006	0.83	30	10.00	237.73	0.0327	0.3794
5	Km 6+700.00	Km 6+480.00	0.22	0.10	0.011	0.525	30	10.00	237.73	0.3814	0.0030	0.0007	0.83	30	10.00	237.73	0.0360	0.4173
6	Km 6+410.00	Km 6+080.00	0.33	0.10	0.017	0.525	30	10.00	237.73	0.5720	0.0030	0.0010	0.83	30	10.00	237.73	0.0539	0.6260
7	Km 6+080.00	Km 5+850.00	0.23	0.10	0.012	0.525	30	10.00	237.73	0.3987	0.0030	0.0007	0.83	30	10.00	237.73	0.0376	0.4363
8	Km 5+850.00	Km 5+660.00	0.19	0.10	0.010	0.525	30	10.00	237.73	0.3294	0.0030	0.0006	0.83	30	10.00	237.73	0.0311	0.3604
9	Km 5+640.00	Km 5+330.00	0.31	0.10	0.016	0.525	30	10.00	237.73	0.5374	0.0030	0.0009	0.83	30	10.00	237.73	0.0507	0.5880
10	Km 5+240.00	Km 5+140.00	0.10	0.10	0.005	0.525	30	10.00	237.73	0.1733	0.0030	0.0003	0.83	30	10.00	237.73	0.0163	0.1897
11	Km 5+130.00	Km 4+930.00	0.20	0.10	0.010	0.525	30	10.00	237.73	0.3467	0.0030	0.0006	0.83	30	10.00	237.73	0.0327	0.3794
12	Km 4+930.00	Km 4+740.00	0.19	0.10	0.010	0.525	30	10.00	237.73	0.3294	0.0030	0.0006	0.83	30	10.00	237.73	0.0311	0.3604
13	Km 4+280.00	Km 4+000.00	0.28	0.10	0.014	0.525	30	10.00	237.73	0.4854	0.0030	0.0008	0.83	30	10.00	237.73	0.0458	0.5311
14	Km 4+000.00	Km 3+740.00	0.26	0.10	0.013	0.525	30	10.00	237.73	0.4507	0.0030	0.0008	0.83	30	10.00	237.73	0.0425	0.4932
15	Km 3+740.00	Km 3+440.00	0.30	0.10	0.015	0.525	30	10.00	237.73	0.5200	0.0030	0.0009	0.83	30	10.00	237.73	0.0490	0.5691
16	Km 3+440.00	Km 3+150.00	0.29	0.10	0.015	0.525	30	10.00	237.73	0.5027	0.0030	0.0009	0.83	30	10.00	237.73	0.0474	0.5501
17	Km 3+060.00	Km 2+910.00	0.15	0.10	0.008	0.525	30	10.000	237.73	0.2600	0.0030	0.0005	0.83	30	10.00	237.73	0.0245	0.2845
18	Km 2+850.00	Km 2+540.00	0.31	0.10	0.016	0.525	30	10.000	237.73	0.5374	0.0030	0.0009	0.83	30	10.00	237.73	0.0507	0.5880
19	Km 2+540.00	Km 2+260.00	0.28	0.10	0.014	0.525	30	10.000	237.73	0.4854	0.0030	0.0008	0.83	30	10.00	237.73	0.0458	0.5311
20	Km 2+100.00	Km 1+900.00	0.20	0.10	0.010	0.525	30	10.000	237.73	0.3467	0.0030	0.0006	0.83	30	10.00	237.73	0.0327	0.3794
21	Km 1+020.00	Km 0+890.00	0.13	0.10	0.007	0.525	30	10.000	237.73	0.2254	0.0030	0.0004	0.83	30	10.00	237.73	0.0212	0.2466
22	Km 0+780.00	Km 0+660.00	0.12	0.10	0.006	0.525	30	10.000	237.73	0.2080	0.0030	0.0004	0.83	30	10.00	237.73	0.0196	0.2276

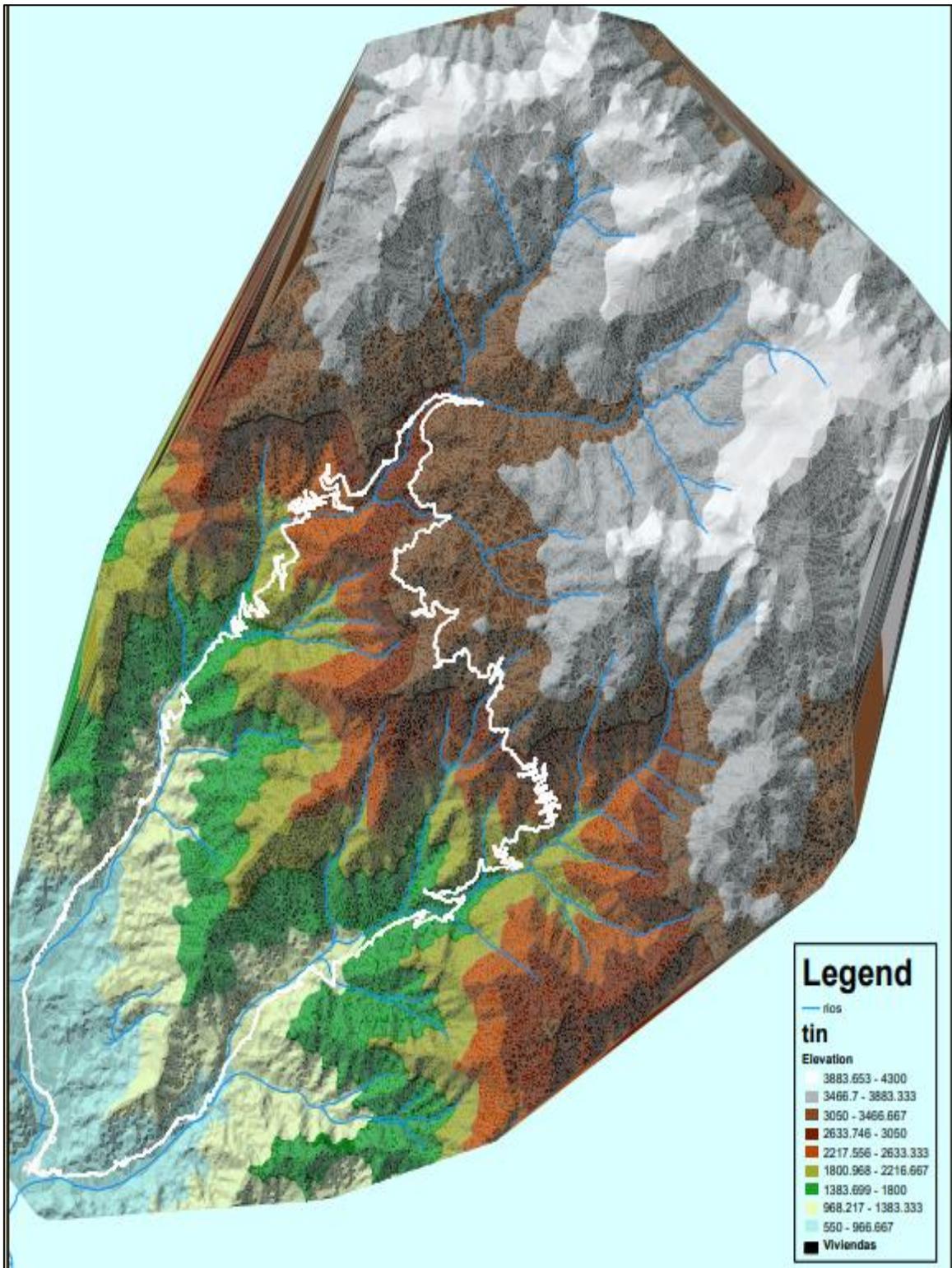
Anexo N° 53

N° DE CUNETA	PROGRESIVAS		TRAMO DE CUNETA					CÁLCULOS PARA DISEÑO DE CUNETA										ECU. MANNIG		CAUDAL DE APORTE	VERIFICACIÓN DE ACUERDO AL MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE	
	INICIO	FINAL	LONGITUD	ELEVACIONES DE RASANTE		PENDIENTE	COEFICIENTE DE MANNING	PROFUNDIDAD	BORDE LIBRE	TIRANTE HIDRÁULICO	TALUD EN CUNETA		ÁREA HIDRÁULICA	PERÍMETRO MOJADO	RADIO HIDRÁULICO	TIRANTE	ANCHO	VELOCIDAD MEDIA	CAUDAL MANING		Q(m³/s)	Qman>Qap
				INICIO	FINAL						h=d	Za								Zb		
1	Km 7+810.00	Km 7+480.00	330.00	1171.970	1137.020	0.106	0.015	0.35	0.10	0.25	1:0.5	1:2	0.153	1.174	0.130	0.88	0.70	5.58	0.854	0.626	CUMPLE	CUMPLE
2	Km 7+430.00	Km 7+320.00	110.00	1137.020	1108.070	0.263	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	7.94	0.893	0.209	CUMPLE	NO CUMPLE
3	Km 7+150.00	Km 6+900.00	250.00	1108.070	1087.410	0.083	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	4.45	0.500	0.474	CUMPLE	CUMPLE
4	Km 6+900.00	Km 6+700.00	200.00	1087.410	1070.940	0.082	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	4.44	0.499	0.379	CUMPLE	CUMPLE
5	Km 6+700.00	Km 6+480.00	220.00	1070.940	1052.090	0.086	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	4.53	0.509	0.417	CUMPLE	CUMPLE
6	Km 6+410.00	Km 6+080.00	330.00	1052.090	1012.170	0.121	0.015	0.35	0.10	0.25	1:0.5	1:2	0.153	1.174	0.130	0.88	0.70	5.96	0.913	0.626	CUMPLE	CUMPLE
7	Km 6+080.00	Km 5+850.00	230.00	1012.170	989.480	0.099	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	4.86	0.547	0.436	CUMPLE	CUMPLE
8	Km 5+850.00	Km 5+660.00	190.00	989.480	970.810	0.098	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	4.85	0.546	0.360	CUMPLE	CUMPLE
9	Km 5+640.00	Km 5+330.00	310.00	970.810	940.280	0.098	0.015	0.35	0.10	0.25	1:0.5	1:2	0.153	1.174	0.130	0.88	0.70	5.38	0.824	0.588	CUMPLE	CUMPLE
10	Km 5+240.00	Km 5+140.00	100.00	940.280	922.410	0.179	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	6.54	0.736	0.190	CUMPLE	NO CUMPLE
11	Km 5+130.00	Km 4+930.00	200.00	922.410	901.440	0.105	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	5.01	0.564	0.379	CUMPLE	CUMPLE
12	Km 4+930.00	Km 4+740.00	190.00	901.440	883.210	0.096	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	4.79	0.539	0.360	CUMPLE	CUMPLE
13	Km 4+280.00	Km 4+000.00	280.00	883.210	846.660	0.131	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	5.59	0.629	0.531	CUMPLE	CUMPLE
14	Km 4+000.00	Km 3+740.00	260.00	846.660	829.690	0.065	0.015	0.35	0.10	0.25	1:0.5	1:2	0.153	1.174	0.130	0.88	0.70	4.38	0.671	0.493	CUMPLE	CUMPLE
15	Km 3+740.00	Km 3+440.00	300.00	829.690	810.120	0.065	0.015	0.35	0.10	0.25	1:0.5	1:2	0.153	1.174	0.130	0.88	0.70	4.38	0.671	0.569	CUMPLE	CUMPLE
16	Km 3+440.00	Km 3+150.00	290.00	810.120	791.880	0.063	0.015	0.35	0.10	0.25	1:0.5	1:2	0.153	1.174	0.130	0.88	0.70	4.30	0.658	0.550	CUMPLE	CUMPLE
17	Km 3+060.00	Km 2+910.00	150.00	791.880	777.190	0.098	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	4.84	0.545	0.285	CUMPLE	CUMPLE
18	Km 2+850.00	Km 2+540.00	310.00	777.190	757.570	0.063	0.015	0.35	0.10	0.25	1:0.5	1:2	0.153	1.174	0.130	0.88	0.70	4.31	0.661	0.588	CUMPLE	CUMPLE
19	Km 2+540.00	Km 2+260.00	280.00	757.570	741.800	0.056	0.015	0.35	0.10	0.25	1:0.5	1:2	0.153	1.174	0.130	0.88	0.70	4.07	0.623	0.531	CUMPLE	CUMPLE
20	Km 2+100.00	Km 1+900.00	200.00	731.900	719.190	0.064	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	3.90	0.439	0.379	CUMPLE	CUMPLE
21	Km 1+020.00	Km 0+890.00	130.00	657.330	649.390	0.061	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	3.82	0.430	0.247	CUMPLE	CUMPLE
22	Km 0+780.00	Km 0+660.00	120.00	642.780	635.570	0.060	0.015	0.30	0.10	0.20	1:0.5	1:2	0.113	1.006	0.112	0.75	0.60	3.79	0.427	0.228	CUMPLE	CUMPLE

Anexo N° 54

N° DE ALCANTARILLA	CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA								DATOS DEL TERRENO		ECUAC. MANING		CAUDAL DE APORTE	VERIFICACIÓN DE ACUERDO AL MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE	VERIFICACIÓN DE ACUERDO AL MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE	LONGITUD DE TUBERÍA		
	RELACIÓN HIDRÁULICA	DIÁMETRO DE TUBERÍA	ÁNGULO	ÁREA HIDRÁULICA	PERÍMETRO MOJADO	RADIO HIDRÁULICO	TIRANTE HIDRÁULICO	BORDE LIBRE	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD MANING	PENDIENTE	CAUDAL DE DISEÑO	VELOCIDAD MEDIA DE FLUJO				SECCIÓN TRANSVERSAL	ESPESOR BORDE	LONGITUD TOTAL
	Y/D=%	D (m)	θ (rad)	A (m ²)	P (m)	R _h (m)	Y (m)	b (m)	n	s (%)	Q (m ³ /s)	V (m/s)				Q _{diseño} > Q _{aporte}	VELOCIDAD > 0.25 m/s	L (m)
1	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.650	CUMPLE	CUMPLE	8.16	0.20	8.40
2	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.217	CUMPLE	CUMPLE	7.70	0.20	7.90
3	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.492	CUMPLE	CUMPLE	6.23	0.20	6.50
4	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.394	CUMPLE	CUMPLE	6.23	0.20	6.50
5	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.433	CUMPLE	CUMPLE	7.73	0.20	8.00
6	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.650	CUMPLE	CUMPLE	6.23	0.20	6.50
7	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.453	CUMPLE	CUMPLE	6.23	0.20	6.50
8	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.374	CUMPLE	CUMPLE	6.23	0.20	6.50
9	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.611	CUMPLE	CUMPLE	6.23	0.20	6.50
10	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.197	CUMPLE	CUMPLE	7.00	0.20	7.20
11	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.394	CUMPLE	CUMPLE	6.50	0.20	6.70
12	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.374	CUMPLE	CUMPLE	6.23	0.20	6.50
13	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.552	CUMPLE	CUMPLE	6.80	0.20	7.00
14	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.512	CUMPLE	CUMPLE	6.43	0.20	6.70
15	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.591	CUMPLE	CUMPLE	6.23	0.20	6.50
16	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.571	CUMPLE	CUMPLE	6.23	0.20	6.50
17	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.295	CUMPLE	CUMPLE	6.23	0.20	6.50
18	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.611	CUMPLE	CUMPLE	8.66	0.20	8.90
19	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.552	CUMPLE	CUMPLE	6.23	0.20	6.50
20	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.394	CUMPLE	CUMPLE	6.97	0.20	7.20
21	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.256	CUMPLE	CUMPLE	7.90	0.20	8.10
22	0.70	0.90	3.965	0.476	1.784	0.267	0.63	0.27	0.030	0.020	0.929	1.953	0.236	CUMPLE	CUMPLE	6.24	0.20	6.50

Anexo N° 55
Cuenca



Anexo N° 56

HORA		SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS		CAMION				SEMITRAYER			TRAYLER			
					PICK UP	PANEL	RURAL-Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2
00		E																		
01		S																		
01		E																		
02		S																		
02		E																		
03		S																		
03		E																		
04		S																		

ENCUESTADOR :
JEFE DE BRIGADA :
ING.RESPONS.:
SUPERV.MTC :

Anexo N° 57

Fotografía tomada en la visita al alcalde del Distrito de Simbal para la solicitud de expedientes.



Anexo N° 58

Investigadores en la Estación de Peaje Convial Sierra Norte, ubicada en el Centro Poblado Menocucho.



Anexo N° 59

Identificación de la zona de estudio y progresivas.



Anexo N° 60

Toma de datos de evaluación superficial.



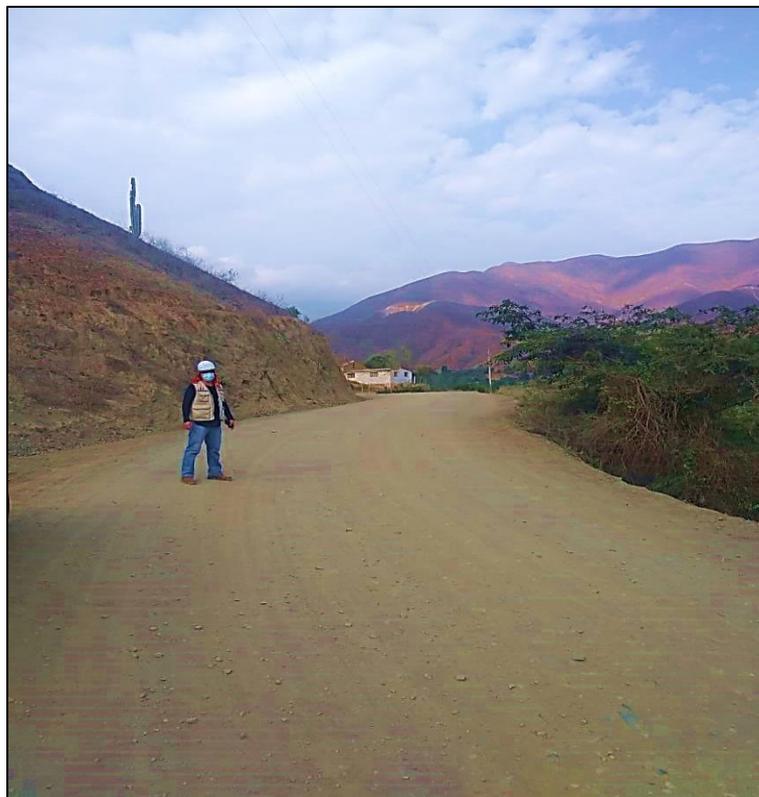
Anexo N° 61

Toma de datos de evaluación superficial.



Anexo N° 62

Falla de enclaminado en todo el ancho de la vía.



Anexo N° 63

Reconocimiento de obras hidráulicas existentes.



Anexo N° 64

Identificación de señalización existente



Anexo N° 65

Identificación de tramo con dimensiones distintas en ancho de la vía.



Anexo N° 65

Reconocimiento de accesos a la vía

