



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación estructural y propuesta de rehabilitación en el tramo
carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de
Morropón-Piura 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Quinde Livia, Alejandro (orcid.org/0000-0003-0026-7058)

Yarleque Prado, Jimmy Arturo (orcid.org/0000-0003-3217-8455)

ASESOR:

Ing. Alzamora Roman, Hermer Ernesto (orcid.org/0000-0002-2634-7710)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios nuestro señor por darnos la salud, porque ya somos adultos, pero él nos mantiene sanos y lucidos.

Y a nuestras familias por creer en nosotros, por ser quienes más nos motivan.

AGRADECIMIENTO

Al padre celestial, por habernos dado la fuerza para seguir, por hacernos hombres de carácter y persistentes, que entienden que el esfuerzo es lo más importante.

A nuestras familias por el apoyo constante que a diario nos están brindando, por alentarnos a perseguir nuestras metas.

A la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad que nos brinda de recibir formación adulta en esta hermosa carrera, y darnos todas las herramientas para lograr concluir con éxito nuestros sueños.

A nuestro asesor, por la paciencia que ha tenido con estos dos alumnos, de ser exigente con nosotros porque creía que lo lograríamos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ALZAMORA ROMAN HERMER ERNESTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis Completa titulada: "EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN EN EL TRAMO CARRETERA DE SALITRAL A SAN JUAN DE BIGOTE PROVINCIA DE MORROPON - PIURA 2022", cuyos autores son QUINDE LIVIA ALEJANDRO, YARLEQUE PRADO JIMMY ARTURO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

PIURA, 26 de Setiembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ALZAMORA ROMAN HERMER ERNESTO DNI: 03303253 ORCID: 0000-0002-2634-7710	Firmado electrónicamente por: HALZAMORA el 05- 10-2023 11:19:04

Código documento Trilce: TRI - 0651602



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, QUINDE LIVIA ALEJANDRO, YARLEQUE PRADO JIMMY ARTURO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN EN EL TRAMO CARRETERA DE SALITRAL A SAN JUAN DE BIGOTE PROVINCIA DE MORROPON -PIURA 2022", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
QUINDE LIVIA ALEJANDRO DNI: 02874350 ORCID: 0000-0003-0026-7058	Firmado electrónicamente por: QQUINDELI14 el 05-10-2023 10:33:58
YARLEQUE PRADO JIMMY ARTURO DNI: 02864676 ORCID: 0000-0003-3217-8455	Firmado electrónicamente por: JYARLEQUEPR873 el 13-11-2023 17:28:30

Código documento Trilce: INV - 1352035

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	v
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR / AUTORES.....	vi
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
III. INTRODUCCIÓN.....	13
IV. MARCO TEÓRICO.....	18
V. METODOLOGÍA.....	35
5.1. Tipo y diseño de investigación.....	35
5.2. Variables y operacionalización.....	36
5.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	37
5.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
5.5. Procedimientos.....	38
5.6. Método de análisis de datos.....	39
5.7. Aspectos éticos.....	39
VI. RESULTADOS.....	40
VII. DISCUSIÓN.....	144
VIII. CONCLUSIONES.....	151
IX. RECOMENDACIONES.....	154
REFERENCIAS.....	156
ANEXOS.....	159

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Altura de corte y relleno en situ	47
Tabla 2. Alcantarillas	76
Tabla 3. Ubicación de badenes	77
Tabla 4. Pases de agua	79
Tabla 5. Perfil del suelo.....	80
Tabla 6. Periodo de Vibración (Tp) y Factor de Amplificación de Suelo (S).....	80
Tabla 7 Coeficiente de Respuesta Sísmica Elástica.....	81
Tabla 8. Tipo de orografía	83
Tabla 9. Ancho mínimo absoluto	83
Tabla 10. Clasificación de la red vial peruana	85
Tabla 11. Ancho de calzada de dos carriles	85
Tabla 12. Definición de Peralte	87
Tabla 13. Bombeo de calzada.....	88
Tabla 14. Sobreeanchos requeridos para calzadas de doble carril.	89
Tabla 15. Características geométricas de diseño	93
Tabla 16. Factor de corrección del mes	94
Tabla 17. Variación de la clasificación diaria por sentido	94
Tabla 18. Promedio diario anual	95
Tabla 19. Tasa de crecimiento del tráfico por tipo de vehículo	96
Tabla 20. Vehículos por día	97
Tabla 21. Clasificación Vehicular Promedio	97
Tabla 22. Tasa de crecimiento del tráfico por tipo de vehículo	100
Tabla 23. Proyecciones del tráfico anual	100
Tabla 24. Cantera eleccionada	120
Tabla 25. Propiedades cantera base granular	120
Tabla 26. Propiedades de canteras para concreto	121
Tabla 27. Fuentes de agua.	121
Tabla 28. Profundidad de nivel freático	126

Tabla 29. Características de las cuencas de drenaje, Dv. Salitral-San Juan de Bigote	127
Tabla 30. Alcantarillas proyectadas.....	128
Tabla 31. Cunetas proyectadas lado izquierdo.....	129
Tabla 32. Cunetas proyectadas lado derecho.	130
Tabla 33. Diseño de cunetas.....	133
Tabla 34. Diseño de cunetas.....	134
Tabla 35. Costos movilización y desmovilización de maquinaria.....	137
Tabla 36. Costos de extracción de materia (arcilla) con excavadora	137
Tabla 37. Costos de extracción de materia (hormigón) con tractor	138
Tabla 38. Costos de extracción de materia (hormigón) con tractor	138
Tabla 39. Carguío de material con cargador frontal	138
Tabla 40. Transporte de material DM 2.5 km	139
Tabla 41. Transporte de material DMP 9.00 km.....	139
Tabla 42. Conformación y compactación de material de préstamo (e=0.20m)	140
Tabla 43. Presupuesto de mantenimiento	140
Tabla 44. Gastos fijos y variables en la obra	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perfil de nivelación	75
Figura 2. Ubicación de las estaciones de conteo	93
Figura 3. Variación diaria del IMDa (diagrama circular)	98
Figura 4. Variación diaria del IMDa histograma de frecuencia.....	98
<i>Figura 5. Nivel de servicio</i> Capacidad del tramo salitral bigote.....	102
Figura 6. Escala PCI	106
Figura 7. Unidades de muestreo	106
Figura 8. Uso de software EVALPAV (Método PCI ASTM D 6433)	108
Figura 9. Evaluación de la superficie de rodadura.....	108
Figura 10. Ensayos realizados	114
Figura 11. Vista de corte transversal de la carretera	115
Figura 12. Vista de corte longitudinal de la carretera	116
Figura 13. Evaluación del sistema de drenaje	122
Figura 14. Intensidad de lluvias.....	123
Figura 15. Precipitación acumulada	124
Figura 16. Badenes proyectados:.....	132
Figura 17 Cuneta.	133
Figura 18. Características de cuneta.....	134
Figura 19. Estructura del Pavimentos para 10 años.....	135
Figura 20. Estructura y espesores.....	135

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general: Evaluar la estructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022 y propuesta de rehabilitación. La metodología fue de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, de nivel descriptiva propositiva, de diseño no experimental de corte transversal. La muestra estuvo conformada por la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022. Los instrumentos fueron las fichas de observación los formatos de conteo vehicular del MTC, formatos de evaluación por el Método del PCI, ensayos de laboratorio y la metodología AASHTO-93 para diseño de estructuras de pavimento flexible. Los resultados del estudio topográfico reportaron una pendiente mínima de -4% y una pendiente máxima 4%; la altura de corte máximo fue de 2.719, la altura de relleno máximo fue de -4.123; el promedio anual de vehículos diarios fue 148 vehículos, del total de vehículos que circulan en la vía el 34,6% fueron autos, 25,0% fueron pick up, 15,4%, fueron C2 y Micros 6,4%, la vía se encuentra en buen estado en un 12%, mal estado en un 12%, en regular estado en 29% y en regular a mal estado en 47%; del CBR de diseño fue de 12.0%. el diseño de la base de 20.0 cm y la subbase de 20.00 cm, TSB 2.0, el SN (Real) 2.50; el monto de rehabilitación de la obra asciende a S/ 549,906.20 soles. Se concluyó que con la evaluación adecuada considerando la norma técnica pertinente es factible proponer la rehabilitación de la vía.

Palabras clave: Diseño de infraestructura vial, evaluación, rehabilitación.

ABSTRACT

The present investigation had a general objective: Evaluate the structure of the road from Salitral to San Juan de Bigote Province of Morropón-Piura 2022 and the rehabilitation proposal. The methodology was of an applied type, with a quantitative approach, a proactive descriptive level, with a non-experimental cross-sectional design. The sample consisted of the highway from Salitral to San Juan de Bigote Province of Morropón-Piura 2022. The instruments were the observation sheets, the vehicle count formats of the MTC evaluation formats by the PCI Method, laboratory tests, and the AASHTO-93 methodology for the design of flexible pavement structures. The results of the topographic study reported a minimum slope of -4% and a maximum slope of 4%; max cut height was 2719, max fill height was -4123; the annual average of daily vehicles was 148 vehicles, of the total number of vehicles that circulate on the road, 34.6% were cars, 25.0% were pick-ups, 15.4% were C2 and Micros 6.4%, the road is in good condition of 12%, in poor condition in 12%, in fair condition in 29% and in fair to poor condition in 47%; of the design, CBR was 12.0%. the 20.0 cm base and 20.00 cm sub-base design, TSB 2.0, the SN (Real) 2.50; the amount of rehabilitation of the work amounts to S/ 549,906.20 soles. It was concluded that with adequate evaluation considering the pertinent technical standard, it is feasible to propose the rehabilitation of the road.

Keywords: Design of road infrastructure, evaluation, rehabilitation.

I. INTRODUCCIÓN

Son muchos los especialistas que han indicado la importancia de la infraestructura vial para fomentar el desarrollo de un país; esto debido a que promueven el comercio, la industria, generando oportunidades de nuevos lugares donde comercializar, a que disminuyen el tiempo de llegada de un lugar a otro, además de reducir los costos logísticos. Lachler & Aschauer (1998, citados en Urazán et al. (2017). Por tal razón es lógico afirmar que una red vial en mal estado retrasa el crecimiento económico de un lugar.

En el ámbito internacional Gutiérrez (2017) afirma que hay miles de kilómetros en el mundo sin pavimentar, que en las naciones en desarrollo la cantidad de carreteras no pavimentadas representa el mayor porcentaje del total de la red vial. También Zaragoza (2019) indicó que uno de los principales problemas que impiden el desarrollo del continente africano es precisamente el mal estado de sus carreteras, debido al continuo tránsito, las inclemencias del lugar y al poco o nulo mantenimiento, Por lo que resulta imprescindible considerar la implementación de infraestructuras viales resilientes.

En el Perú se determinaron inversiones de 57,5 mil millones de dólares para el periodo 2016 – 2025, con el fin de mejorar la red vial la cual ya bordea los 150 000 km, no obstante, los embates del clima han tenido un impacto cada vez mayor sobre la infraestructura de las vías que interconectan el país, especialmente las carreteras, cuyos daños generan costos económicos para la reparación de la infraestructura, así como daño a las empresas y personas que las utilizan. Un ejemplo de esto es el fenómeno del niño, que ha impactado significativamente kilómetros de carretera y puentes en el norte del país y que aun hasta hoy no se pueden recuperar al 100%. (López y Paz, 2021)

A nivel Local Sánchez (2017). En su estudio que tuvo como objetivo determinar el

estado del pavimento de concreto de la Av. Ramón Castilla. La metodología fue de tipo cuantitativo descriptivo. Los resultados fueron que era necesario el cálculo de índice de condición por unidad de muestra y por sección, obteniéndose para la sección 1 valor PCI malo (34,4), la sección 2 muy bueno (78,3), sección 3 malo (32,4), sección 4 muy malo (24,8) y sección 5 muy bueno (81,7). Se concluye que las secciones 2 y 5 presentaban condiciones adecuadas para el tránsito vehicular, no obstante, las secciones 1, 3 y 4 deben ser reparadas si se desea recuperar la transitabilidad de la vía.

En este contexto 8 km del tramo de carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2023, presenta un deterioro progresivo debido en primer lugar la presencia del fenómeno “el Niño” en la Zona, específicamente el último ocurrido el 2017, además a los pocos o nulos mantenimientos que se han dado en el lugar, aun cuando la zona fue declarada en emergencia. También existe un tramo 200 metros donde el talud natural se encuentra afectado, de manera que la estabilidad del terreno está muy comprometida. Así mismo las obras de arte mayor se han visto bastante afectadas, lo que impide la evacuación adecuada de las aguas pluviales. Consecuentemente, el tráfico vehicular del lugar ha disminuido considerablemente, además, los precios de los bienes comercializados en la región y el acceso puntual a los servicios de salud han experimentado un aumento significativo, lo cual tiene un impacto considerable en la calidad de vida de los residentes.

En esa misma línea Mechato y Yarleque (2020) asegura que una carretera en mal estado es un predictor de accidentes, y de daños a los vehículos que transitan por ella, debido a que los baches, y otras deformaciones incrementan el riesgo de accidentes. (p. 8)

Además, la rehabilitación de una carretera también puede mejorar su durabilidad y prolongar su vida útil. Una evaluación estructural ayuda a identificar los puntos débiles de la carretera y sugiere medidas preventivas para evitar futuros daños. De esta manera, una carretera en buen estado reduce el consumo de combustible de los vehículos y mejora la eficiencia del transporte en general.

Por tal razón es necesario que las construcciones de carreteras u otras vías se proyecten para que tengan un nivel de resiliencia que pueda resistir no solo el flujo de tránsito, sino las características propias del lugar, así como la realización de mantenimientos continuos, de tal manera que se asegure la eficiencia en el transporte. (López y Paz, 2021)

García, Davila y Alva (2020) En Cuba en su estudio que tuvo como objetivo evaluar la infraestructura de carreteras, la metodología que utilizó fue teórica y empírica. Como resultados señalaron que es preciso una evaluación global de la carretera se indica el procedimiento denominado Inspección Somera (IS), En pavimentos flexibles se indica emplear el Índice de Calificación Visual (ICV), gran parte de los procedimientos utilizados en la evaluación de la superficie de los pavimentos flexibles cuentan con una versión para pavimentos rígidos. Se concluyó que, existen diversos métodos útiles en la evaluación de la infraestructura de una carretera, entre los cuales se destacan el ASTM D 6433-99 o Índice de Condición del Pavimento (PCI, EE. UU.) y la guía para la inspección visual de firmes en España, Evaluación Superficial y Rango de Pavimento (PASER) en USA.

García 2017, En su estudio que tuvo como objetivo Proponer como opción de resolución para el estado del pavimento flexible de la Av. Leoncio Prado, en el tramo comprendido entre la calle Real y la Av. Huancavelica, llevar a cabo una reconstrucción parcial de la estructura. El enfoque metodológico utilizado fue de carácter aplicado y tecnológico, utilizando un diseño transversal. La muestra empleada fue el pavimento flexible de dicha vía específica. Los resultados fueron que la cantidad de vehículos por día fue de 6485, se encontró que el 34% de las fallas eran parcheos, 17% era piel de cocodrilo, 6% grietas de bordes, 9% de grietas transversales y 1% grietas parabólicas; hubo una alta presencia de pavimentos en estado bueno (28%), malo (25%), muy malo (15%), el costo estructural fue de S/.98,080.09. Se concluyó que el área afectada fue de 27%, y 38%, de manera que para el primer tramo es necesario rehabilitación, y para el segundo tramo mantenimiento.

Chavéz et al. (2018). En su estudio que tuvo como propósito principal desarrollar una

metodología de gestión de proyectos que facilite el logro de los objetivos estratégicos de Siesa Contratistas S.A.C. La metodología empleada fue de tipo descriptivo cuantitativo. Los resultados obtenidos destacaron la importancia de tener en cuenta las expectativas de las comunidades de Pamplona, San José, Cajatambo y Oyon, así como las limitaciones de recursos, la rentabilidad esperada y la imagen empresarial de Siesa Contratistas S.A.C., por último, es necesario tener en cuenta las expectativas de los usuarios que transitan por la vía en términos de calidad y medio ambiente. Como conclusión, se determina que el proyecto de rehabilitación y mejora de la carretera en Pamplona, San José, Cajatambo y Oyon tiene una alta probabilidad de éxito.

La situación problemática descrita crea la necesidad de evaluar este tramo de carretera de manera técnica, acuciosa, guiándonos con las Normas de Carreteras (MC-01-13, MC-02-18, MC-03-16, MC-08-14, etc.); con la finalidad de realizar una propuesta de rehabilitación y recuperar estos tramos de vía, de modo que la calidad de vida de los pobladores mejore.

En tal sentido se propone como enunciado del problema

¿En qué medida la evaluación estructural de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura permitirá determinar una posible propuesta de rehabilitación?

Para dar respuesta al problema anterior se plantea como objetivo general: Evaluar la estructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022 y propuesta de rehabilitación.

Para la consecución del objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

Realizar el estudio topográfico y de tráfico de la infraestructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022; evaluar superficialmente la infraestructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022; determinar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo para poder evaluar la calidad del terreno de la subrasante de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022; evaluar una propuesta de rehabilitación de la infraestructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022.

En tal sentido se propone como hipótesis de la investigación

La evaluación de la estructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022, permitirá proponer la rehabilitación de la carretera.

La presente investigación se justifica desde un enfoque social, ya que al realizar la evaluación estructural de la carretera siguiendo los parámetros normativos y técnicos, se podrá proponer una solución coherente que permita rehabilitar el tramo de carretera, brindando a las familias del lugar una forma más rápida y económica de trasladar sus mercancías, recibir a sus proveedores y acceder a servicios de salud en situaciones de emergencia. Esto a su vez, fomentaría la integración del pueblo con el país, mejoraría su situación económica y, por consiguiente, su calidad de vida.

Asimismo, se justifica desde un punto de vista técnico, ya que para la evaluación de la carretera se requiere conocimientos técnicos específicos acerca de las características ideales de una vía y análisis de las causas específicas del daño en la misma. Esto permite proponer soluciones adecuadas a las necesidades del lugar, siguiendo los lineamientos normativos y técnicos, lo que resulta en una carretera resiliente a las condiciones climáticas y al tráfico de la zona. La investigación busca desarrollar un proyecto definitivo, sostenible en el tiempo y con un mantenimiento adecuado que permita una larga vida útil.

Por otro lado, se justifica también desde una perspectiva económica, ya que los investigadores buscan minimizar los costos de inversión sin descuidar la calidad del proyecto, lo que permitiría a las autoridades de la municipalidad de Morropón y del Ministerio de Transportes corroborar la factibilidad del proyecto y llevarlo a cabo con éxito. Este resultado no solo sería beneficioso para los pobladores, sino que también contribuiría al desarrollo económico del país mediante la generación de ingresos fiscales.

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes internacionales que guiaron la investigación fueron:

En investigaciones realizadas a nivel internacional se encontró a Méndez y Ramírez (2017), quien, en su investigación desarrollada en Ibagué, se realizó el diseño para la rehabilitación de la estructura del pavimento en una sección de la vía terciaria Coello, utilizando una metodología de enfoque aplicativo. La muestra seleccionada para el estudio fue precisamente el tramo de la vía terciaria Coello en cuestión; el instrumento fue la guía metodológica. Los resultados indicaron que mediante el método Vizir, el pavimento presenta daños tales como: fisuras longitudinales fueron 0.3%, 0.5%, 3%, 1% (todos gravedad 1), piel de cocodrilo 0.6%, 0.5% (todos gravedad 3); bacheo 0.25%, 0.13%, 0.19% (todos gravedad 3); desprendimientos 0.01%, 0.1% (gravedad 2 y 1 respectivamente), pérdida ligante 25% gravedad 3; el índice de deterioro superficial de fue 3; la corrección del índice de deterioro fue 3; deterioro superficial de tramo (VIZIR): baches (5.0), fisuras (5.0), deformaciones (5.0), desprendimientos (5.0), ahuellamiento (5.0), la calificación de señalización vertical (5.0), que significa que el estado fue bueno, la suficiencia fue (5.0), que significa si es suficiente; horizontal (0.0), que significa que el estado fue muy malo, la suficiencia fue (0.0); el Fct fue 0.95; el Fcc 1.6; el radio de curvatura fue de 1.04; el diseño de la capa de refuerzo $\epsilon_{ZP} = 3.51 \times 10^{-4}$, $h_a = 18 \text{ cm}$, $h_g = 41 \text{ cm}$, $h_e = 106 \text{ cm}$, $E_{ga} = 219 \text{ Mpa}$, $E_{sa} = 91 \text{ Mpa}$, la comparación de la deformación vertical de compresión admisible sobre la subrasante y la deformación del modelo propuesto es positiva, el FDAS es menor a 1, el NAT = 5×10^6 ; FDAAT = 0.2 menor de 1. Se concluyó que el tramo presenta fisuras longitudinales, descascaramiento, baches y pérdida ligante; presenta un índice de deterioro igual a 3, La condición del tramo de carretera no es lo suficientemente buena y presenta un nivel significativo de deterioro. por lo tanto, es preciso una rehabilitación de la carretera; del trabajo de campo se encontró que la carpeta asfáltica era de 6cm, la base granula amarilla oscura con baja plasticidad, la subrasante es de suelo arcilloso y color gris, el

resultado del estudio geotécnico señala que el suelo de soporte y la base granular están bien consolidados.

Así mismo, se encontró a Elvira y Vela (2021), quien, en su investigación desarrollada en Bogotá. Llevó a cabo el análisis para determinar las acciones de rehabilitación requeridas en el tramo de carretera que abarca desde los kilómetros 134+700 hasta 141+285 de la vía Ansermanuevo-La Virginia. La metodología empleada en este estudio fue descriptiva, y se recopiló información acerca del diseño y la construcción realizados en proyectos anteriores en dicho tramo. Los resultados revelaron que la carretera presentaba un estado general aceptable, pero con algunas deficiencias, como grietas en forma de piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y pérdida de la capa de ligante en algunas áreas. Además, se detectaron áreas con deterioro localizado. Como conclusión, se determinó la necesidad de llevar a cabo una rehabilitación de la estructura del pavimento, incluyendo reparaciones específicas en las zonas afectadas por fallas estructurales. Además, se recomendó mejorar los materiales granulares existentes y realizar una nueva capa asfáltica.

También se encontró a Toledo (2020), quien, en su investigación desarrollada en Ecuador, Se llevó a cabo una exhaustiva evaluación tanto funcional como estructural del anillo vial de la universidad utilizando métodos tradicionales y avanzados, como el Falling Weight Deflectometer, con el objetivo de identificar las condiciones del pavimento y proponer alternativas de rehabilitación vial.. La metodología fue de tipo aplicada, descriptiva, la muestra estuvo conformada por el anillo vial de la universidad. El instrumento fue el diseño de pavimentos con AASHTO 93. Los resultados fueron que la cantidad de vehículos que utilizaron la vía en 14 días fue de 28038 vehículos, el promedio fue 2003 vehículos diarios; la estructura está contemplada para vehículos medianos en categoría 2D, el máximo peso de un vehículo debe ser 7 toneladas, del total de vehículos que circulan el 3.82% fueron motos, el TPDA fue de 2877 vehículos en un día y para TPDA fue de 1050105 en un año, el tráfico a futuro fue de 2877(2019), 3294(2020), 3524(2021), 3771(2022), 4035(2023), 4318(2024), 4620(2025), 4943(2026), 5289(2027), 5659(2028); el CBR=25.6 (categoría de la subrasante S3),

CBR de 17.55% una densidad seca aproximada de 1.650 kg/m³.

Se encontró a García, Davila y Alva (2020), quien, en su investigación desarrollada en Cuba, evaluó la infraestructura de carreteras, la metodología que utilizó fue teórica y empírica. Como resultados señalaron que es preciso una evaluación global de la carretera se indica el procedimiento denominado Inspección Somera (IS), En pavimentos flexibles se indica emplear el Índice de Calificación Visual (ICV), Se observa que muchos de los procedimientos utilizados para evaluar la condición de los pavimentos flexibles también tienen una versión adaptada para pavimentos rígidos. Como conclusión, se determinó que existen diversos métodos valiosos para evaluar la infraestructura de una carretera, destacándose el ASTM D 6433-99 o Índice de Condición del Pavimento (PCI) en Estados Unidos, así como la guía de inspección visual de firmes en España y el Sistema de Evaluación Superficial y Rango de Pavimento (PASER) en Estados Unidos.

Los antecedentes nacionales que guiaron la investigación fueron:

En investigaciones realizadas a nivel nacional, se encontró a Chávez et al. (2018), quien, en su investigación en Cajatambo, Se ha elaborado una metodología de gestión de proyectos con el fin de lograr los objetivos estratégicos de Siesa Contratistas S.A.C. Dicha metodología se basó en un enfoque cuantitativo descriptivo. Los resultados obtenidos destacaron la importancia de tener en cuenta las expectativas de las comunidades de Pamplona, San José, Cajatambo y Oyon, así como las limitaciones de recursos, la rentabilidad esperada y la imagen empresarial de Siesa Contratistas S.A.C., y Por último, es necesario tener en cuenta las expectativas de los usuarios que transitan por la vía en términos de calidad y medio ambiente. Como resultado del análisis, se llegó a la conclusión de que el proyecto de rehabilitación y mejora de la carretera en Pamplona, San José, Cajatambo y Oyon tiene una alta probabilidad de éxito.

Así mismo, se encontró a Saldaña y Taípe (2018), quien en su investigación en Ayacucho, El objetivo principal fue proponer la rehabilitación y mejoramiento de la vía

Canayre-Puerto Palmeras, que presenta un bajo volumen de tráfico, mediante la aplicación de un tratamiento superficial., para mejorar la transitabilidad. La metodología fue de tipo cuantitativo, descriptivo y explícito y el instrumento fue el formato de inventario vial. Los resultados fueron que si se realiza un diseño que contemple la mejora de la superficie de rodadura añadiendo además cunetas, alcantarillas, plazoletas de cruce y señales informativas y preventivas serias factible realizar la rehabilitación del tramo Canayre-Puerto Palmeras. Se concluyó que en la rehabilitación se incluye las mejoras algunas características de la vía en las que se encuentran el incremento del ancho de la vía se adicionaron plazoletas de cruce.

También, se encontró a Bernuy y Ramos (2019), quien, en su investigación desarrollada en Ancash, El propósito de este estudio fue evaluar el estado del pavimento flexible en la carretera que conecta Óvalo Samanco con Samanco, Santa. La metodología utilizada se enfocó en un enfoque descriptivo-explicativo. Los resultados de la evaluación fueron que el pavimento flexible de la vía se hallaba en buen estado a nivel superficial, con un valor numérico de 849 considerando todas las fallas encontradas, así mismo la pruebas con el deflectómetro evidenciaron que las deflexiones del pavimento flexible están por encima del mínimo indicado en el método CONREVIAl. Se concluyó que la carretera presenta un estado regular aun cuando presenta un estado superficial y estructural en buen estado, por lo que requiere mantenimiento.

De igual forma se encontró a Valverde (2019), En la investigación realizada en la ciudad de Tacna, se buscó determinar el diseño de la estructura del pavimento flexible para el tramo de la carretera Panamericana Sur que abarca desde el kilómetro 1300+00 hasta el kilómetro 1330+00, ubicado en la ciudad de Tacna. La metodología fue de tipo aplicada, de enfoque cuantitativa, de diseño descriptivo de nivel exploratorio. La población de estudio consistió en la Carretera Panamericana, y la muestra seleccionada abarcó el tramo específico desde el kilómetro 1300+00 hasta el kilómetro 1330+00. Los hallazgos revelaron que el índice diario promedio de vehículos fue de 800, el diseño de Equivalent Single Axle Load (ESAL) alcanzó los $4,5 \times 10^6$,

el valor del California Bearing Ratio (CBR) fue de 9,1%, el módulo de resiliencia se situó en 12,60 psi con un número estructural de 3,88. Además, el espesor de la capa asfáltica fue de 6 centímetros, con una base granular de 30 centímetros, una subbase granular de 37 centímetros y un pavimento estructural de 73 centímetros. se pudo concluir que la realización de estudios preliminares de suelo y tráfico resulta crucial para determinar el diseño estructural más adecuado del pavimento flexible. Específicamente, el método AASHTO 93 se mostró como una herramienta efectiva para este propósito. Además, se evidenció que el análisis exhaustivo de los parámetros del diseño estructural ejerce un impacto positivo significativo en el rendimiento del pavimento flexible en el tramo evaluado.

Se encontró a Copari y Maquera (2020), quien, en su investigación desarrollada en Tacna, Se llevó a cabo un análisis exhaustivo del estado funcional de la Avenida Industrial, en el tramo comprendido entre la Avenida Hipólito Unanue y la Avenida Gustavo Pinto, en Tacna durante el año 2020. El objetivo fue desarrollar una propuesta de diseño de la carpeta asfáltica en dicha vía. La metodología utilizada fue de enfoque aplicado, con un enfoque cuantitativo y un diseño descriptivo. La muestra seleccionada para el estudio estuvo compuesta por la carpeta asfáltica presente en la Avenida Industrial, en el tramo mencionado anteriormente. Los resultados obtenidos revelaron que el Índice de Condición del Pavimento (PCI) de la calzada derecha presentaba un estado muy malo (20.59), mientras que el valor promedio de los PCI adicionales también fue muy malo (12.75). Además, se encontró que el PCI de la calzada izquierda mostraba un estado muy malo (18.77), con un valor promedio de PCI igualmente muy malo en los muestreos realizados (11.67). El Índice de Distress Total (NTD) se registró en 41.4, y el valor del California Bearing Ratio (CBR) en el diseño fue del 9%. El espesor de diseño para la capa final se estableció en 36 cm. En conclusión, la evaluación del estado de la carretera mediante el método PCI permitió identificar un estado general de la carretera que va de malo a muy malo, con una calidad de transitabilidad muy deficiente, lo cual indica la necesidad de realizar labores de rehabilitación.

Igual se encontró a Méndez (2020), quienes su investigación desarrollada en Iquitos, buscó determinar la capacidad estructural del pavimento a partir de la medición de las deflexiones haciendo uso de la viga Benkelman. La metodología fue de tipo aplicada de nivel descriptiva. La muestra fue el tramo I de la carretera Iquitos – Nauta, del Km 16+300 al 17+800. Los resultados fueron que la deflexión conjuntamente con los radios de curvatura fue en promedio mayor a 300m. Se concluyó que una buena conformación de las capas del pavimento y que la deflexión se produce en la subrasante; lo influye en el buen comportamiento del terreno.

Los antecedentes locales que guiaron la investigación fueron:

En investigaciones realizadas a nivel local, se encontró a Rimaicuna (2018), quien en su investigación desarrollada en el distrito de Paimas-Ayabaca, Se planteó la propuesta de realizar un Mantenimiento periódico en el tramo de la carretera EMP.PE-1NL que se extiende desde Sajino (KM 0+000) hasta C.P la Saucha (KM. 5+600). La metodología utilizada fue de enfoque descriptivo-propositivo. La técnica empleada fue la observación, utilizando como instrumento un cuaderno de campo, para llevar a cabo la evaluación superficial del pavimento utilizando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Los resultados obtenidos revelaron que las principales fallas presentes en la carretera son grietas en forma de piel de cocodrilo, grietas de contracción, hundimientos, baches y huecos. El Índice de Condición del Pavimento (PCI) arrojó un resultado calificado como bueno, lo que indica la necesidad de llevar a cabo un mantenimiento periódico. Además, se realizó el cálculo del costo por kilómetro de vía, el cual deberá ser financiado por Provias. En conclusión, se determinó que es indispensable realizar un mantenimiento periódico en la carretera para asegurar su adecuado estado. En conclusión, se determinó que el pavimento flexible de la carretera actualmente se encuentra en necesidad de mantenimiento periódico para asegurar que continúe beneficiando a los residentes de Sajinos, el pueblo de La Saucha y las áreas circundantes de Paimas.

Así mismo, se encontró a Chamaya y Villar (2018), en su investigación llevada a cabo en Tumbes, se propuso el diseño de una infraestructura vial con el objetivo de mejorar

la accesibilidad entre los Centros Poblados Pajaritos (Km. 0+000), Centro Poblado de Urban (Km. 2+500) y Canoas de Punta Sal, durante el año 2018. La metodología fue de enfoque cuantitativa, aplicada, descriptiva y transversal. La técnica es la observación, el instrumento el cuaderno de campo. Los resultados fueron que de ser factible se beneficiaran a 230 personas las cuales el 57% son mujeres y el 43% hombres. La principal conclusión alcanzada fue que llevar a cabo estudios básicos como el estudio topográfico, la mecánica de suelos, los estudios hidrológicos, etc., siguiendo el marco normativo del MTC, permiten conocer el tipo de infraestructura vial más adecuada a diseñar, la realización del expediente técnico donde se incluye la ficha técnica, memoria descriptiva, memoria de cálculo, etc. Se optimizarán los recursos que harán factible el proyecto.

También se encontró a Ordinola. (2020), en su investigación llevada cabo en la ciudad de Piura, se realizó una evaluación estructural del pavimento en el tramo denominado "Tramo 06: Piura - Paita", con el objetivo de determinar la necesidad de llevar a cabo un refuerzo estructural. Para ello, se tuvieron en cuenta los antecedentes relacionados con este tramo específico La metodología fue de tipo descriptiva-propositiva. La técnica la observación, el instrumento la guía AASHTO-93. Los resultados del estudio del tráfico reportaron que el promedio anual de vehículos diarios fue 170.97 vehículos ligeros, 48.17 vehículos pesados, del total de vehículos que circulan en la vía el 31.58% fueron vehículos ligeros (autos camionetas), 8.95% fueron vehículos pesados (buses, camiones, tráilers); del análisis de la subrasante el 3.3% se encuentra en condición de débil, el 6.4% en condición de semi fuerte y 90.3% en condición fuerte; del análisis del pavimento el 27.2% se encuentra en condición de débil, el 71.9% en condición de semi fuerte y 0.9% en condición de fuerte. En conclusión, se determinó que el tramo objeto de estudio presenta una subrasante en condiciones favorables, con solo algunas deficiencias puntuales que requieren mantenimiento. Además, se observó que la capa de pavimento se encuentra en condiciones aceptables, aunque evidencia que el tramo ha superado su vida útil para la cual fue originalmente diseñado

Se encontró a Correa y del Carpio (2021) quien, su estudio realizado en el campo de

la infraestructura vial, se propusieron intervenciones iniciales basadas en los resultados obtenidos. Asimismo, se planteó la implementación de un mantenimiento rutinario anual que incluya diversas actividades, con el fin de preservar la vía en óptimas condiciones. La metodología fue de tipo descriptiva-propositiva, el instrumento fue la vía realizada con el método PCI mediante el software EvalPav. Los resultados fueron que el sector uno obtuvo un PCI 38, en razón de lo cual precisa rehabilitación, el sector 2 obtuvo un PCI de 68, Debido a esta situación, es necesario llevar a cabo un mantenimiento rutinario y periódico de manera regular. Finalmente, el sector 3 registró un Índice de Condición del Pavimento (PCI) de 83, lo que indica que solo requiere mantenimiento rutinario. Se concluyó que el estado actual del pavimento flexible del jirón los incas precisan de rehabilitación en el sector 1, de mantenimiento rutinario y periódico en el sector 2 y mantenimiento rutinario en el sector 3, en tal sentido es necesario que los gobiernos de la región consideren la investigación para desarrollar acciones en aras de mantener en funcionamiento la vía.

MARCO CONCEPTUAL

Para fundamentar la investigación se presentan las siguientes bases teóricas:

La Importancia del mantenimiento vial, la cual propone que el mantenimiento vial influye en dos aspectos el aspecto económico y el nivel de competitividad.

En el aspecto económico se debe considerar que las fases de la vida de una carretera están ligadas a su transitabilidad, al hecho de que son necesarias para el intercambio comercial, de allí que tengan un impacto económico, por ende, es menester mantenerlas activas el mayor tiempo posible. En ese sentido es el Instituto Peruano de Economía (IPE) quien presenta un las Lecciones de mantenimiento de Carreteras (LMC), que indica que para garantizar la preservación del patrimonio vial, es fundamental contar con un sistema de procesamiento técnico especializado., los cuales deben ser monitoreados a fin de conocer la condición de las vías en todos los tramos que conforman el programa de conservación; el cual esta dividió en un aparte

rutinaria y otra ejecutiva periódica, las cuales se coordinan para optimizar el costo y beneficio de los usuarios de la vía. Es decir que su importancia radica en proveer un nivel de servicio operativo, económicamente bueno, que permita el tráfico permanente, de forma cómoda y segura. (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2018)

En el aspecto de la competitividad se refiere al hecho de hacer al país un lugar con mejores vías, que extiendan las oportunidades de que los empresarios extranjeros deseen invertir aquí, en ese sentido el Perú ocupa el puesto 120 en competitividad sobre infraestructura vial, aun cuando la red vial ya alcanzó los 140.672 km. (Datos mundial, 2022)

En ese sentido se debe pensar que en los países como el Perú que se encuentra en vías de desarrollo y las inversiones no son suficientes, es importante mantener las carreteras en condiciones favorables para el intercambio comercial, en ese sentido es importante enfocarse en el hecho de la utilidad de las carreteras puesto que permiten la comunicación y unir a los pueblos, no se puede dejar de lado que su aportación a la economía es importante, por lo que es factor muy considerado por los empresarios al momento de invertir.

Por tal razón, hoy en día se ha dado paso a las concesiones, las cuales han mejorado el servicio vial en gran medida, lo que ha significado un incremento en la transitabilidad, a que pueblos enteros que no tenían formas adecuadas de comunicación ni de intercambio de productos, ahora puedan hacerlo, y se encuentran en franco progreso. Por tal razón el mantenimiento de estas carreteras debe ser constante, para que este crecimiento permanezca en el tiempo, para que las oportunidades que da la integración puedan perdurar y forjar ciudades modernas.

Por otro, para el estudio un aspecto importante es el de la **seguridad**, debido a que el mantenimiento de carreteras impide que las vías se encuentren en mal estado, con grietas, baches, con señalización adecuada, etc., lo que permite un tráfico no solo fluido sino seguro evitando los accidentes y las pérdidas de vida. (Manual de carreteras

mantenimiento o conservación vial, 2018)

La importancia del **mantenimiento vial Periódico**, está enfocado en el en todas las actividades que se programan cada cierto tiempo, realizadas en las vías, a fin de lograr que se mantengan operativas en condiciones óptimas, de modo que la transpirabilidad sea continua. Este tipo de actividades son de dos tipos manuales o mecánicas que se ocupan de a) i) reponer capas de rodadura, colocar capaz nivelantes y sellar las carreteras; ii) Reparar y reconstruir específica las capas inferiores del pavimento; iii) reconstruir puntualmente túneles, muros drenajes, y los elementos de seguridad vial y señalización; iv) Reparar o reconstruir específica de la plataforma de carretera; v) Reparar o reconstruir especificade los componentes de los puentes de la estructura y la subestructura. (Arranca Perú, 2020)

La importancia del **mantenimiento vial Rutinario**, está relacionado cada una de las actividades realizadas en las vías, de forma permanente, las cuales pueden ser mecánica o manuales, por lo general se tratan de labores de limpieza, perfilado, bacheo, eliminación de pequeños derrumbes, limpieza y/o reparación de las juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintado, limpieza drenaje en las superestructuras y subestructuras de los puentes. La importancia del análisis del tráfico, estriba en que con él se determina la intensidad y composición del tráfico proyectado para los tramos. Este compuesto por **el tráfico normal**, que es independiente de las mejoras y que es prácticamente constante; el tráfico derivado, que es el tráfico que proviene desde otras carreteras o va hacia otras carreteras, y el tráfico inducido que es el que se da producto de las mejoras.

Por otro lado, las variables del estudio fueron **La evaluación estructural de una carretera**, según Castro (2020), implica un conjunto de acciones destinadas a evaluar su desempeño y determinar cómo se comporta la estructura en su conjunto. Este tipo de estudio proporciona información valiosa para la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento, refuerzo, reconstrucción o construcción de la carreta, de manera que se trata de un proceso para comprender cómo la estructura funciona en su totalidad. Esto implica la realización de una serie de acciones, como la inspección

visual, la evaluación de la integridad estructural, la identificación de defectos y la medición de las propiedades mecánicas de los materiales. Una vez que se recopila esta información, se puede utilizar para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y la mejora de la carreta, como el refuerzo estructural, la reconstrucción o la construcción de una nueva estructura.

Las dimensiones de esta variable fueron: el estudio topográfico, estudio de tránsito, estudio de superficial de la infraestructura y el estudio de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo.

El estudio topográfico, se refiere a la medición y registro de la forma y la elevación del terreno, utilizando técnicas como la fotogrametría, el escaneo láser y el GPS. Este tipo de estudio se utiliza en la planificación de proyectos de construcción, la cartografía y el análisis geográfico (Nocerino et al., 2017; Martinez et al., 2018).

El estudio de tránsito según Brown y Krygsman (2017), es una herramienta utilizada para analizar el flujo de tráfico en una vía y determinar los niveles de congestión, la velocidad promedio de los vehículos, el número de peatones y ciclistas, entre otros factores. Estos datos se utilizan para identificar problemas de seguridad y congestión, y proponer soluciones de diseño vial y de gestión del tráfico.

El estudio superficial de la infraestructura según Arbelaez et al. (2019), se enfoca en la evaluación visual de la superficie de una estructura o infraestructura para identificar defectos, tales como grietas, desprendimientos, oxidación, entre otros. Estos datos se utilizan para determinar la necesidad de reparaciones o mantenimiento preventivo, y para planificar el presupuesto de mantenimiento a largo plazo. El estudio superficial de la infraestructura se enfoca en la evaluación técnica de la superficie de una estructura para determinar su capacidad de carga, resistencia y durabilidad, utilizando técnicas de inspección no destructiva como la medición de espesor, la prueba de adherencia y la medición de la humedad (Gao et al., 2017).

El estudio de la resistencia al esfuerzo cortante (REC) del suelo según Chandran et al. (2020), involucra llevar a cabo pruebas de laboratorio con el fin de evaluar la

resistencia del suelo a la deformación cortante. Estos ensayos permiten obtener información precisa sobre la capacidad del suelo para resistir esfuerzos de corte y proporcionan datos fundamentales para el diseño y la construcción de estructuras que se apoyan en dicho suelo. Este tipo de estudio es esencial para la ingeniería geotécnica, ya que la REC es uno de los factores clave que se consideran en el diseño de cimientos y estructuras de soporte.

La otra variable del estudio es **la rehabilitación de carreteras (RC)**, cuyas dimensiones fueron: el estudio de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, diseño estructural y el pavimento flexible para la carretera.

La RC se refiere al proceso de evaluación de la condición de la carretera y la identificación de las deficiencias, para luego determinar las soluciones de rehabilitación más adecuadas. Las soluciones para el mantenimiento de pavimentos pueden abarcar diferentes enfoques, como el uso de técnicas preventivas, que incluyen la aplicación de selladores de grietas y la reposición de la capa asfáltica, así como técnicas de reconstrucción, que implican la renovación integral del pavimento y la estructura de drenaje (Ozkan et al., 2020).

El estudio de la REC del suelo, Según Dong et al. (2018), implica la medición de la resistencia del suelo a la deformación cortante utilizando ensayos de laboratorio o pruebas in situ. Esta información se utiliza para diseñar estructuras de cimentación y estabilizar taludes y laderas, y para predecir el comportamiento del suelo bajo diferentes condiciones de carga.

El diseño estructural de la carretera, Según Akbarnezhad et al. (2017), implica el cálculo y la selección de los materiales de construcción adecuados para cada capa de la estructura de la carretera. Esto incluye la selección de la capa de subrasante, la capa de base y la capa de rodadura en función de la capacidad de soporte del suelo, el tráfico esperado y las condiciones climáticas locales. El diseño estructural también debe garantizar que la carretera sea segura y cómoda para los usuarios.

pavimento flexible para la carretera, Según Li et al. (2018), se compone de varias

capas de materiales, incluyendo la capa de subrasante, la capa de base y la capa de rodadura. La capa de subrasante proporciona soporte estructural a la carretera, mientras que la capa de base y la capa de rodadura proporcionan resistencia al desgaste y la abrasión. El pavimento flexible se utiliza en carreteras con tráfico moderado a pesado.

Por otro lado, para entender la investigación es importante definir algunos aspectos importantes considerados en el diseño:

Análisis del tráfico el cual es de relevante para obtener en campo las incidencias que posibiliten desarrollar y calibrar modelos de simulación de demanda de transporte, lo que es sumamente importante para realizar una buena planificación y poder determinar.

Bache; se trata de la depresión formada en la superficie de rodadura, debido al desgaste ocasionado por el tráfico vehicular que ocasiona la desintegración localizada

Conservación vial, se trata de un conjunto de acciones en base a la normativa técnica con la finalidad de preservar en buen estado la infraestructura vial, en tal sentido su aplicación asegura un nivel de servicio adecuado al conductor,

Contracción, se considera al esfuerzo de volumen, relacionado a la disminución de las dimensiones.

El volumen de tráfico, para compararlo con el de otras carreteras, que tengan similares características geomorfológicas y que hayan sido rehabilitadas con la finalidad de determinar adecuadamente las características geomorfológicas; la importancia económica de las inversiones en la que influye el tráfico como un variable del desarrollo, las señalizaciones correspondientes a las características del lugar, el tráfico a futuro, la asignación del itinerario de rutas de a las empresas de transportes, las necesidades de la infraestructura que se necesitará tales como, puentes, rehabilitación de las carreteras, construcción de carretas, mejoramiento de las vías, etc.

La clasificación de vehículos (CV), La CV que transitan por la carretera se realiza

de acuerdo con el Reglamento Nacional de Vehículos, considerando la cantidad y el tipo de ejes que los componen, así como el peso máximo permitido para cada vehículo. El peso máximo por vehículo está establecido en 48 toneladas, y se determinan los pesos por eje según el tipo de vehículo: 7 toneladas para ruedas simples y 11 toneladas para ruedas dobles en vehículos simples, 12, 16 y 18 toneladas para vehículos tándem, y 16, 23 y 25 toneladas para vehículos trídem. Esta información resulta útil para determinar el tipo de vehículos que transitan por la carretera en estudio, lo cual es importante para evaluar el factor destructivo sobre la vía. Por otro lado, para el cálculo de la demanda de tráfico en la vía, se realizaron análisis basados en datos recopilados de los conteos del volumen de tráfico diario, empleando métodos de análisis en gabinete.

El replanteo del trazo definitivo, tomando como base las sesiones transversales de replanteo, y prestando atención a las áreas urbanas, los terrenos aledaños, etc.

Elaboración de la planimetría final del estudio definitivo.

Estudio de superficial de la infraestructura, en ese sentido la evaluación superficial el primero es la inspección visual la cual presenta dos etapas una visual, con la intención realizar una inspección general del proyecto y otra detallada, en la que es necesario realizar una caminata sobre la vía que se desea evaluar, tomando nota de los detalles y fallas que se observan; la inspección visual se realiza conduciendo un vehículo a baja velocidad, a lo largo de la carretera que se está evaluando.

Causas del surgimiento de las fallas, las fallas pueden deberse a: final del ciclo de diseño original y a las escasas o nulas acciones de rehabilitación, el incremento del flujo de vehículos, respecto a la cantidad estimada en el diseño original, fallas en el proceso constructivo, debido a problemas con la calidad de los materiales, mal diseño, como consecuencia de errores en la estimación de la cantidad de vehículos; a los factores ambientales y climáticos, que no se consideraron en el diseño, insuficientes estructuras de drenaje, tanto superficial como subterráneo, al poco o nulo mantenimiento y/o rehabilitación de la vía.

Los procedimientos para la evaluación superficial son: Inspección visual de las vías, observación de fallas y registro en planilla de evaluación, la inspección visual de las vías, la cual puede realizarse en dos fases: inspección visual e inspección detallada.

La observación de fallas, se realiza mediante un recorrido en un vehículo cuya velocidad máxima debe ser 20 km/h en áreas rurales, y 30 km/h en áreas urbanas. Para que el método funcione deben realizarse dos o tres paradas considerando la severidad de las fallas, la función de tipo y todos los detalles posibles.

El registro en planilla de evaluación, en el cual se registra todo lo que el inspector ha observado durante el recorrido, registrando las fallas con sus respectivas medidas, a fin de determinar el tratamiento de mantenimiento más idóneo de aplicar.

Manifestaciones de fallas, las cuales son el resultado de los problemas que tienen su origen en las deficiencias de la calidad de materiales, de la proporción de los materiales, la carga de tránsito, las condiciones ambientales, el clima, etc.

Respecto, Moscoso (2020), definió a la rehabilitación como un conjunto de procesos posteriores a la evaluación, para conseguir que las carreteras tengan una mayor resiliencia, es decir que la carretera mantenga sus características técnicas y funcionales, de manera que se realizan intervenciones en la capa de rodadura, las cuales comprenden, la recuperación de bermas, la carpeta asfáltica, los dispositivos de seguridad, las obras de arte y drenaje.

En esta parte es necesario que se realicen los estudios de mecánica de suelos, los cuales permiten calcular el módulo de resiliencia de la subrasante, así como relacionar la CBR con el terreno natural de acuerdo a las especificaciones del MTC.

Ensayo de granulometría. Es importante debido a que posibilita la realización de la clasificación del suelo de acuerdo a la norma ASTM D-422, establecer el límite de Atterberg que es necesario para conocer las propiedades del material como el límite líquido, plástico, así como el índice de plasticidad, el ensayo de compactación Proctor modificado (Método C), el cual es necesario para conocer la relación de contenido de

agua y peso unitario seco de los suelos, (curva de compactación), el cual se realiza en molde de 4 ó 6 pulgadas de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) el cual cae desde una altura de 18 pulgadas, además el ensayo de valor de soporte de California o CBR, el cual permite conocer el comportamiento del suelo con el de una roca chancada de calidad standard, el cual es aplicado sobre una muestra previamente compactada en un ensayo Proctor, siendo saturada en agua por 4 días, hasta obtener una carga necesaria que produzca penetración en el material en intervalos de 0.1" pulgadas a 0.5" pulgadas.

Una vez obtenido el valor de carga necesario para producir deformaciones de 0.1 pulgadas y 0.2 pulgadas en cada una de las muestras compactadas a diferentes densidades, se procede a realizar el cálculo dividiendo el valor de carga por 1000 psi en el primer caso y por 100 psi en el segundo caso. Es importante tener en cuenta que el CBR se expresa como un porcentaje. Para seleccionar la densidad requerida, generalmente se elige entre una deformación de 0.1 pulgadas y 0.2 pulgadas, y esta elección se toma como el CBR de diseño. La máxima densidad seca requerida, de acuerdo con la norma MTC E 132, es del 95%.

Otros estudios esenciales incluyen los estudios hidrológicos y pluviométricos, los cuales se llevan a cabo para evaluar el rendimiento del pavimento, considerando tanto las cargas de los vehículos como la resiliencia de la subrasante. Estos estudios permiten determinar los espesores requeridos mediante el uso de la ecuación de cálculo proporcionada en la guía AASHTO 93. Mediante este cálculo, se obtiene el número estructural requerido (**SNr**), **el cual resulta útil para identificar y determinar el número de capas** necesarias en la estructura que soportarán las cargas de los vehículos, asegurando un nivel de servicio aceptable durante el período establecido para la obra (AASHTO, 1993).

Para el diseño se ha considerado el siguiente marco normativo:

- La evaluación y diseño de carretera se ha hecho acorde con las Normas Peruanas de carreteras señaladas por el MTC, con algunas excepciones en los radios, distancia

de visibilidad, sobreesfuerzo, ancho de calzada, debido a que se ha considerado las condiciones actuales y exigencias del tráfico previsto, así como los recursos económicos.

- El diseño geométrico de la vía se ha considerado particularmente las siguientes normas:
- Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. (Resolución Directoral N° 303 – 2008 – MTC).
- Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito. (Resolución Directoral N° 026-2006-MTC/14).
- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2001), con resolución directorial N° 143-2001-MTC/15.17 del 12.03.01.
- Norma ASTM D422-63 método de análisis del tamaño de las partículas de suelo
- Norma MTC E 132. CBR El replanteo del trazo definitivo, tomando como base las sesiones transversales de replanteo, y prestando atención a las áreas urbanas, los terrenos aledaños, etc.
- Elaboración de la planimetría final del estudio definitivo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, debido a que el investigador utiliza los conocimientos de la ingeniería civil para evaluar la situación de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote, consecuente realizar una propuesta de rehabilitación acorde a los parámetros técnicos y normativos.

En ese sentido Nicaragua (2018) definió a la investigación aplicada como aquella que busca resolver los problemas prácticos, por ende, los estudios son más prácticos, ejecutivos, concretos y sintéticos.

El nivel de investigación es descriptiva-propositiva:

Descriptiva, debido a que describe la situación actual de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2023. Al respecto Hernández et al. (2018), señala que estos estudios especifican la propiedades o características de las variables estudiadas, midiendo y recogiendo la información, pero no le interesa encontrar relaciones entre las variables. (p. 92)

Propositiva debido a que surge de la necesidad de resolver un problema concreto, donde se evalúa estructuralmente el estado de la carretera para posteriormente realizar una propuesta de mejorar acorde a los parámetros técnicos y normativos. Esto se fundamenta en lo indicado por Del Rincón (1995), que señal que la investigación propositiva inicia con el diagnostico o evaluación, se establecen objetivos y estrategias para su logro. (p. 25)

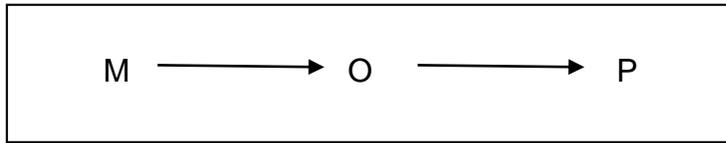
Diseño de investigación

El diseño es no experimental de corte transversal

Es no experimental porque los datos obtenidos para la evaluación se recogen tal como se encontraron en su estado natural, los investigadores no manipularon en ningún momento las variables estudiadas. Esto coincide con Hernández et al (2018) que indica que en los estudios no experimentales el investigador no manipula la variable estudiada, así como el estudio es transversal cuando la información se recoge en un

solo espacio de tiempo.

El esquema de la investigación es el siguiente



Donde:

M: Muestra (8 km del tramo de carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022)

O: Observación del estado actual de la carretera.

P: Propuesta (Rehabilitación en el tramo carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022)

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Evaluación estructural de carretera

Definición conceptual

Castro (2020) definió a la evaluación estructural de carretera como el conjunto de acciones para conocer el desempeño estructural de una carreta, para determinar el comportamiento en conjunto de la estructura, proporcionando información para la toma de decisiones respecto a su mantenimiento, refuerzo estructural, reconstrucción o construcción.

Definición operacional

La evaluación exhaustiva bajo parámetros técnicos, permitirá conocer el estado actual de la carretera, así como medir la cantidad de vehículos que circulan por ella y la cantidad que circulara futuro.

Variable 2: Rehabilitación de carretera

Definición conceptual

Moscoso (2020), definió a la rehabilitación como un conjunto de procesos ulteriores a la evaluación, para conseguir que las carreteras tengan una mayor resiliencia, es decir que la carretera mantenga sus características técnicas y funcionales, de manera que se realizan intervenciones en la capa de rodadura, las cuales comprenden, la recuperación de bermas, la carpeta asfáltica, los dispositivos de seguridad, las obras de arte y drenaje.

Definición operacional

La rehabilitación surge de un proceso estratégico que comprende evaluar el nivel de los daños, para establecer una estrategia factible estructuralmente y económicamente, para ello es necesario examinar la topografía del lugar, estudio de la mecánica de suelo, necesarios para el diseño geométrico. Todo esto con el fin de restablecer el flujo continuo por la vía.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población:

La población está conformada por 8.20 km del tramo carretera de Salitral a San Juan de Bigote-Morropón-Piura.

- **Criterios de inclusión:** Tramo carretera de Salitral a San Juan de Bigote-Morropón-Piura.
- **Criterios de exclusión:** Todo lo que no pertenece al tramo carretera de Salitral a San Juan de Bigote-Morropón-Piura.

Muestra: Censal 8.20 km del tramo de carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022

Muestreo: No probabilístico, debido a que no fue necesario el cálculo de una muestra puesto que se trata del estudio de un caso.

Unidad de análisis: La carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

La técnica será la **observación** a través de los equipos topográficos.

Martínez (2019), definió a la observación como la técnica para producir descripciones de calidad, mediante registros sobre del entorno u objeto de estudio.

Instrumentos de recolección de datos

El instrumento será la **libreta de campo** donde se realizarán las anotaciones respectivas y las **fichas de observación**.

La libreta de campo topográfica, posibilita recopilar información sobre los levantamientos realizados en el campo, para volverlos a observar o pasarlos a un sistema donde puedan ser evaluados.

Así como los siguientes formatos:

- Formatos de Conteo Vehicular del MTC
- Formatos de Evaluación por el Método del PCI
- Ensayos de Laboratorio

3.5. Procedimientos

La recolección de datos se realizó por etapas:

La evaluación estructural comprendió

La etapa 1, para la, se procedió a realizar el estudio topográfico, el estudio vial, la evaluación superficial y el análisis de factores externos.

La etapa 2, el procesamiento de la información del estudio topográfico y del estudio vial; de la evaluación superficial se determinó el número de fallas y la severidad de las mismas; el análisis de los factores externos permitió determinar la filtración, el clima (temperatura, lluvias, etc.), luego se procedió a realizar las pruebas de campo y los ensayos de laboratorio.

En la etapa 3 de las pruebas de campo se determinó la densidad de la base y la densidad de la subbase; de los ensayos laboratorio se pudo determinar el límite de atterberg, granulometría, porcentaje de humedad, sales solubles, equivalente de arena, Proctor modificado, ensayo de CER, densidad del asfalto, chatas y largadas, estanquedad de flujos y espesor de asfalto.

En la etapa 4, se realizó el análisis de todos los resultados.

En la etapa 5, se realizó el contraste con el estudio técnico de la carretera.

En la etapa 6, se realizó la propuesta de rehabilitación.

3.6. Método de análisis de datos

Fueron realizados diversos estudios, los cuales sirvieron para hacer un diagnóstico de la realidad, para posteriormente realizar el diseño de carretera adecuado considerando los lineamientos de la norma actual como DG 2018, MTC, AASHTO 93, la compilación de la información se realizó en Excel 2016 en formatos adecuados para el propósito.

3.7. Aspectos éticos

Los autores asumen los lineamientos de la UCV.

Ley sobre el Derecho de Autor:

La investigación se realiza bajo los parámetros del respeto, la consideración, en ese sentido los autores dan el reconocimiento debido a todos los autores cuyos trabajos han sido utilizados para enriquecer la investigación, de manera que se cita y referencia a cada uno, reconociendo el **derecho** a la propiedad intelectual, intangible, a favor de la persona **que** creó la obra que se cita.

Los datos obtenidos a través de ensayos de laboratorio y de campo fueron recopilados de manera verídica y sin ninguna alteración o falsificación, representando fielmente las actividades técnicas realizadas tanto en campo (IN SITU) como en el gabinete, donde se aplicaron parámetros técnicos normativos. Estos datos son confiables y se pueden utilizar para estudios posteriores.

La información presentada es válida y confiable, resultado de una revisión documentaria exhaustiva y la aplicación efectiva del proyecto de construcción. Todo el proceso se llevó a cabo en cumplimiento de la ética y la Ley N° 30220 del año 2014.

La investigación repercutirá en el bienestar social, económico y ambiental de los pobladores de la zona, si es que se ejecute de acuerdo a los parámetros sugeridos, previo permiso y autorización de las autoridades pertinentes.

IV. RESULTADOS

Los resultados se explican en virtud de los objetivos de la investigación:

Objetivo específico 1: Realizar el estudio topográfico y de tráfico de la infraestructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote.

Del estudio topográfico:

El levantamiento topográfico se realizó teniendo en cuenta criterios básicos y para lo requerido en el presente estudio, tomando en consideración las recomendaciones señaladas por los especialistas de Geología y Geotecnia, Hidrología y Drenaje, de Suelos y Pavimentos.

Se inicio a la altura de la progresiva 40+200.88 de la carretera Empalme Ruta 1B - Buenos Aires – Canchaque – Huancabamba, Ruta N° PI –663 ubicado en el distrito de Salitral, dentro del tramo en estudio se ha encontrado los siguientes poblados:

- Salitral ubicado en el Km. 1+000.
- Piedras blancas ubicado en el Km 3+800.
- Alan García ubicado en el Km 6+200.
- Bigote ubicado en el Km 7+900.

El fin del proyecto se da en el Km. 8+210.

El diseño geométrico del proyecto de rehabilitación se ajustó cuidadosamente a las condiciones naturales del terreno existente, con el objetivo de reducir al mínimo el movimiento excesivo de tierras y evitar la construcción de estructuras costosas. Esto se hizo con el fin de minimizar el impacto ambiental y hacer que el proyecto fuera económicamente viable. El diseño geométrico del tramo se llevará a cabo siguiendo las pautas establecidas en el "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001)" del MTC. A continuación, se presenta un resumen de la metodología utilizada en el trabajo topográfico.

Se empleó el método directo en el trabajo topográfico, el cual involucró un levantamiento detallado de la planimetría y altimetría utilizando una estación total. Durante este proceso, se tomaron en consideración los puntos georeferenciados y los puntos de referencia de nivelación (BM) ubicados aproximadamente cada 500 metros. Posteriormente, se llevó a cabo el diseño en un entorno de oficina, utilizando la información recopilada en el levantamiento topográfico. Una vez finalizado el diseño, se regresó al terreno con la estación total para marcar y verificar la ubicación precisa del diseño propuesto.

El trabajo topográfico comprendió:

- Se estableció una poligonal básica a lo largo del tramo como referencia principal.
- Se realizó un levantamiento detallado de los bordes de la plataforma y los taludes, tanto en la parte inferior como en la superior. La poligonal básica de apoyo se utilizó para mejorar la precisión del trazo definitivo del eje.
- El diseño se llevó a cabo en un entorno de oficina siguiendo las normas actuales para el diseño de carreteras.
- Se marcó y verificó la ubicación precisa del trazo definitivo en el terreno.
- Se realizó la nivelación de cada estaca del eje replanteado, tanto en la dirección principal como en la inversa, en tramos de 500 metros, utilizando un nivel de ingeniero.
- Se elaboró la planimetría final del estudio, que incluyó todos los detalles y mediciones obtenidos durante el proceso.

Es importante destacar que durante el desarrollo del trabajo topográfico se tuvo en cuenta la importancia de utilizar los datos obtenidos para un diseño apropiado del sistema de drenaje y las estructuras necesarias. Esto se hizo con el objetivo de evaluar y resolver los problemas relacionados con la inestabilidad de los taludes, así como las áreas críticas que presentaban terrenos de paso obligatorio sin alternativas viables para realizar desvíos o variantes en la ruta.

Es importante destacar que se emplearon equipos de topografía que permitieron la descarga de toda la información recopilada, lo cual facilitó un proceso de diseño en gabinete más automatizado, eficiente y sin contratiempos. Además, el uso de equipos con pantallas aumentadas contribuyó en gran medida a mejorar la precisión de las mediciones. Esto se debió a que las distancias medidas en el terreno se correspondían de manera precisa con las distancias reales, ya que la unidad de trabajo utilizada en la planimetría correspondía a las unidades del dibujo.

En el presente estudio, se utilizó el sistema de plano tri-ortogonal que establece el eje z como referencia para la elevación (cota), el eje Y para la dirección norte y el eje X para la dirección este.

En el levantamiento topográfico realizado para este estudio, se empleó el sistema de plano tri-ortogonal y se realizaron las coordenadas planas utilizando el sistema nacional UTM como referencia. El origen del sistema WGS84 se ubicó en el punto inicial de la carretera estudiada, lo que facilitó su integración con la cartografía nacional disponible actualmente.

Además, el estudio consideró un sistema altimétrico de coordenadas que tomó como referencia el nivel medio del mar. Esta referencia se obtuvo mediante la utilización de pares de puntos proporcionados por los equipos topográficos del GPS diferencial.

Fue necesario establecer una red de puntos de referencia (BM) que facilitara la nivelación geométrica de los elementos del trazo, utilizando los hitos existentes ubicados cada 500 metros. Esta red de puntos de partida y llegada fue fundamental durante el trabajo topográfico de replanteo del trazo, y también se crearon puntos auxiliares que se utilizaron en los replanteos de las obras.

Los hitos de la red de la poligonal básica de apoyo se incluyeron en la red de nivelación para establecer sus cotas respectivas. Se determinó la cota para el primer BM utilizando los datos proporcionados por el GPS diferencial, lo que permitió lograr un cierre preciso de las mediciones de ida y vuelta entre los diferentes BMs,

cumpliendo con las normas requeridas para el diseño de carreteras.

Continuando con el trabajo de campo, se llevó a cabo el levantamiento de la franja del camino, prestando especial atención a los cruces de caminos, zonas urbanas, cruces de canales, quebradas, obras de arte, canteras y otras áreas consideradas críticas, así como a los depósitos de materiales excedentes.

- Información general sobre la carretera objeto de análisis en el estudio.
- Evaluación exhaustiva de toda el área del proyecto.
- Verificación y control de la precisión de la planimetría.
- Verificación y control altimétrico de las mediciones.
- Establecimiento y levantamiento topográfico de la poligonal de apoyo.
- Levantamiento topográfico detallado de la franja de terreno correspondiente a la carretera.

Para el desarrollo del trabajo, se identificaron los hitos de levantamientos anteriores que estaban marcados con estacas de hierro, los cuales se encontraron en posición de concreto. En el caso específico de los puntos de referencia (BM), se marcaron con pintura roja para una mayor visibilidad y fijación.

Además, se asignó la denominación "PIs" a los vértices de la poligonal de trazo, siguiendo la práctica común, y se numeraron de manera correlativa con respecto a la curva horizontal correspondiente. Las coordenadas planimétricas de estos vértices se tomaron desde los hitos de la poligonal básica de apoyo.

Los puntos de referencia (BM) se utilizaron como puntos de inicio y cierre en cada operación de nivelación, y en este caso particular se encontraban ubicados aproximadamente cada 500 metros.

La Nivelación Geométrica

La Red de puntos de referencia (BM) se estableció a una distancia promedio de aproximadamente 500 metros, teniendo en cuenta la topografía específica de la

carretera. La cota de referencia para el punto inicial de la Red de BM se determinó utilizando el punto PG-01, el cual se estableció con precisión utilizando GPS diferencial.

El transporte de las coordenadas altimétricas a lo largo de todo el tramo del proyecto se realizó mediante nivelaciones geométricas cerradas entre los puntos de referencia (BM). La tolerancia de cierre se ajustó según la siguiente expresión:

$$e \text{ (m)} < 0.012 \sqrt{K}$$

Donde K representa la longitud del circuito de nivelación expresada en kilómetros.

Por lo tanto, la tolerancia fue establecida en:

$$e \text{ (m)} < 0.012 \sqrt{(8.210 \text{ km})}$$

$$e \text{ (m)} < 98.52 \text{ m}$$

Durante el proceso de nivelación, se tomaron precauciones adecuadas en cuanto a la calibración de los equipos e instrumentos utilizados y los niveles de tolerancia aceptables. Se utilizaron miras de cuatro cuerpos o piezas, y se empleó un nivel esférico para garantizar la verticalidad de las miras.

El método de doble corrida se consideró el más adecuado para llevar a cabo la nivelación, y se establecieron puntos de cambio en ubicaciones consideradas estables y confiables. Además, se vincularon los vértices que definen las poligonales básicas de apoyo a la Red de BM principales.

Levantamientos Topográficos

Relleno Topográfico

El levantamiento topográfico se llevó a cabo utilizando como punto de partida la poligonal básica de apoyo. En casos relevantes, se utilizaron poligonales auxiliares para representar de la manera más precisa posible la topografía del terreno, considerando perfiles longitudinales y transversales.

Fue necesario tener en cuenta las características particulares de la franja de árboles, los terrenos cultivados, cercas, postes, canales, cruces, elementos urbanos, buzones y viviendas durante el levantamiento.

Es importante mencionar que el levantamiento tuvo en cuenta un ancho suficiente que permitió definir las obras complementarias, tales como zanjas de drenaje, cunetas de coronación, estructuras de arte, aliviaderos existentes y aquellos que se proyectarán en el proceso de rehabilitación.

Como mínimo se ha considerado el levantamiento de los siguientes puntos:

- Tramo central de la carretera existente.
- Márgenes de los caminos.
- Bordes de las aceras o calles en áreas urbanas.
- Infraestructuras de saneamiento.
- Límites superiores e inferiores de los cortes y terraplenes.

En todas las alcantarillas, se realizó un levantamiento detallado de perfiles transversales a lo largo del eje y el cauce, con el objetivo de obtener la mayor cantidad de información posible. Esto permitió evaluar y diseñar las obras necesarias para cada alcantarilla de manera precisa.

Levantamiento de Zonas Urbanas y Estructuras Existentes.

En esta etapa del trabajo, se utilizó la poligonal de puntos auxiliares para alcanzar puntos que estaban ocultos o de difícil acceso, como los accesos a la vía,

calles y otros elementos topográficos importantes, como postes eléctricos, buzones de alcantarillado, cruces de canales, sistema de agua potable, aceras y viviendas en general.

No obstante, para el levantamiento de las estructuras existentes en el área, se requirió combinar las mediciones realizadas con la estación total y la cinta métrica. Esto permitió obtener información precisa para determinar los volúmenes de demolición de alcantarillas, canales, muros y puentes presentes en el lugar.

Levantamiento de Quebradas Mayores y Menores.

Este estudio se llevó a cabo en las áreas de las quebradas donde se planificó la construcción de badenes de gran tamaño y alcantarillas. Para realizar este trabajo, se contó con la colaboración de especialistas en hidrología, geotecnia y geología.

Adicionalmente, se realizaron seccionamientos en el eje de las quebradas de menor tamaño y en los puntos donde la carretera se cruza con canales de riego. Estos seccionamientos permitieron determinar con precisión la ubicación adecuada de las alcantarillas y los cruces de los canales en función de las características hidrológicas, geotécnicas y geológicas de cada lugar.

Tabla 1. Altura de corte y relleno en situ

Estaca	Vista Atras	Altura Instrumento	Vista Adelante	Cota	Cota Corregida	Pendiente	Distancia Acumulada	Cota Rasante	Altura Corte (+)	Altura Relleno (-)
BM-00	1.699	159.732		158.033	158.033					
0			0.69	159.042	159.042	-2%	0	159.042		
20			1.983	157.749	157.749		20	158.719		-0.97
36			2.367	157.365	157.365		16	158.7836		-1.4186
40			2.422	157.31	157.31		4	158.9774		-1.6674
60			2.402	157.33	157.33		20	158.719		-1.389
80			2.362	157.37	157.37		20	158.719		-1.349
100			2.305	157.427	157.427		20	158.719		-1.292
C	1.59	158.998	2.324	157.408	157.408					
110			1.51	157.488	157.488	-1.2%	10	157.364111	0.12388889	
120			1.488	157.51	157.51		10	157.364111	0.14588889	
140			2.655	156.343	156.343		20	157.240222		-0.89722222
160			2.985	156.013	157.013		20	157.240222		-1.22722222
180			2.742	156.256	156.256		20	157.240222		-0.98422222
200			2.625	156.373	156.373		20	157.240222		-0.86722222
C	1.108	157.596	2.51	156.488	156.488					
220			1.52	156.076	156.076	0.8%	20	156.233895		-0.15789474
230			1.58	156.016	156.016		10	156.154947		-0.13894737
240			4.05	153.546	153.546		10	156.154947		-2.60894737
239			1.37	156.226	156.226		-1	156.068105	0.15789474	
C	0.294	153.476	4.414	153.182	153.182					
260			2.965	150.511	150.511	2.0%	20	150.902667		-0.39166667
275			1.705	151.771	151.771		15	150.80475	0.96625	
280			1.41	152.066	152.066		5	150.608917	1.45708333	

282			2.545	150.931	150.931		2	150.550167	0.38083333	
300			2.618	150.858	150.858		18	150.8635		-0.0055
310			2.6	150.876	150.876		10	150.706833	0.16916667	
315			1.66	151.816	151.816		5	150.608917	1.20708333	
320			1.79	151.686	151.686		5	150.608917	1.07708333	
C	4.368	156.81	1.034	152.442	152.442					
340			3.52	153.29	153.29	0.1%	20	153.312333		-0.02233333
360			3.555	153.255	153.255		20	153.255		
380			3.532	153.278	153.278		20	153.278		
400			3.453	153.357	153.357		20	153.357		
C	3.431	157.433	2.808	154.002	154.002					
420			3.553	153.88	153.88	4%	20	154.61275		-0.73275
430			3.682	153.751	153.751		10	154.246375		-0.495375
440			3.252	154.181	154.181		10	154.246375		-0.065375
450			4.845	152.588	152.588		10	154.246375		-1.658375
460			1.327	156.106	156.106		10	154.246375	1.859625	
470			0.468	156.965	156.965		10	154.246375	2.718625	
480			0.505	156.928	156.928		10	154.246375	2.681625	
490			0.563	156.87	156.87		10	154.246375	2.623625	
500			0.622	156.811	156.811		10	154.246375	2.564625	
C	1.277	158.087	0.623	156.81	156.81					
510			1.325	156.762	156.762	-0.7%	10	156.692	0.07	
520			1.405	156.682	156.682		10	156.692		-0.01
530			1.465	156.622	156.622		10	156.692		-0.07
BM-0.5	1.393	157.85	1.63	156.457	156.457					
BM-0.5	1.712	158.169		156.457	156.457					
	1.752	158.591	1.33	156.839	156.839					
	1.157	159.076	0.672	157.919	157.919					
	1.25	158.708	1.618	157.458	157.458					

**ERROR DE
CIERRE =
0.005**

BM-00			0.67	158.038	158.038				
540			1.245	156.605	156.605	-0.1%	10	156.599375	0.005625
560			1.235	156.615	156.615		20	156.59375	0.02125
570			1.225	156.625	156.625		10	156.599375	0.025625
580			1.245	156.605	156.605		10	156.599375	0.005625
590			1.255	156.595	156.595		10	156.599375	-0.004375
600			1.277	156.573	156.573		10	156.599375	-0.026375
610			1.28	156.57	156.57		10	156.599375	-0.029375
620			1.272	156.578	156.578		10	156.599375	-0.021375
640			1.31	156.54	156.54		20	156.59375	-0.05375
660			1.302	156.548	156.548		20	156.59375	-0.04575
680			1.337	156.513	156.513		20	156.59375	-0.08075
700			1.335	156.515	156.515		20	156.59375	-0.07875
C	1.446	157.95	1.346	156.504	156.504				
720			1.425	156.525	156.525	-0.04%	20	156.51625	0.00875
740			1.403	156.547	156.547		20	156.525	0.022
760			1.42	156.53	156.53		20	156.525	0.005
780			1.39	156.56	156.56		20	156.525	0.035
800			1.418	156.532	156.532		20	156.525	0.007
820			1.46	156.49	156.49		20	156.525	-0.035
836			1.49	156.46	156.46		16	156.525	-0.065
840			1.5	156.45	156.45		4	156.525	-0.075
860			1.502	156.448	156.448		20	156.525	-0.077
880			1.495	156.455	156.455		20	156.525	-0.07
C	1.543	158.055	1.438	156.512	156.512				
885			1.605	156.45	156.45	-0.12%	5	156.443783	0.00621739
900			1.604	156.451	156.451		15	156.431348	0.01965217
920			1.618	156.437	156.437		20	156.42513	0.01186957
930			1.6	156.455	156.455		10	156.437565	0.01743478
937			1.585	156.47	156.47		7	156.441296	0.02870435

940			1.598	156.457	156.457		3	156.44627	0.01073043
960			1.648	156.407	156.407		20	156.42513	-0.01813043
980			1.687	156.368	156.368		20	156.42513	-0.05713043
996			1.722	156.333	156.333		16	156.430104	-0.09710435
1000			1.748	156.307	156.307		4	156.445026	-0.13802609
BM-01	1.115	157.702	1.468	156.587	156.587				
BM-1	1.224	157.811		156.587	156.587	ERROR DE CIERRE =- 0.006			
	1.527	157.948	1.39	156.421	156.421				
	1.41	157.935	1.423	156.525	156.525				
	1.383	157.94	1.378	156.557	156.557				
BM-0.5			1.489	156.451	156.451				
1020			1.464	156.238	156.238	-0.1%	20	156.209286	0.02871429
1040			1.528	156.174	156.174		20	156.209286	-0.03528571
1060			1.603	156.099	156.099		20	156.209286	-0.11028571
1080			1.68	156.022	156.022		20	156.209286	-0.18728571
1084			1.67	156.032	156.032		4	156.232257	-0.20025714
1085			1.667	156.035	156.035		1	156.236564	-0.20156429
1100			1.575	156.127	156.127		15	156.216464	-0.08946429
1120			1.38	156.322	156.322		20	156.209286	0.11271429
1140			1.415	156.287	156.287		20	156.209286	0.07771429
1160			1.665	156.037	156.037		20	156.209286	-0.17228571
C	1.457	157.694	1.465	156.237	156.237				
1180			1.835	155.859	155.859	0.1%	20	155.887923	-0.02892308
1200			1.88	155.814	155.814		20	155.887923	-0.07392308
1220			1.745	155.949	155.949		20	155.887923	0.06107692
1240			1.662	156.032	156.032		20	155.887923	0.14407692
1250			1.62	156.074	156.074		10	155.873462	0.20053846
1260			1.58	156.114	156.114		10	155.873462	0.24053846
1270			1.58	156.114	156.114		10	155.873462	0.24053846
1280			1.598	156.096	156.096		10	155.873462	0.22253846

1300			1.547	156.147	156.147		20	155.887923	0.25907692
1320			1.543	156.151	156.151		20	155.887923	0.26307692
1340			1.588	156.106	156.106		20	155.887923	0.21807692
1342.5			1.6	156.094	156.094		2.5	155.862615	0.23138462
F-ALC			3.213	154.481	154.481				
1360			1.527	156.167	156.167		17.5		
C	1.914	158.045	1.563	156.131	156.131				
1380			1.687	156.358	156.358	0.2%	20	156.400333	-0.04233333
1380.5			1.83	156.215	156.215		0.5	159.033925	-2.818925
1400			1.578	156.467	156.467		19.5	158.727075	-2.260075
1420			1.502	156.543	156.543		20	158.719	-2.176
1425			1.777	156.268	156.268		5	158.96125	-2.69325
1440			1.397	156.648	156.648		15	158.79975	-2.15175
1460			1.404	156.641	156.641		20	158.719	-2.078
1476.5			1.579	156.466	156.466		16.5	158.775525	-2.309525
1480			1.423	156.622	156.622		3.5	158.985475	-2.363475
1500			1.433	156.612	156.612		20	158.719	-2.107
BM-1.5	2.003	158.556	1.492	156.553	156.553				
BM-1.5	1.475	158.028		156.553	156.553	ERROR DE CIERRE =- 0.006			
	1.378	157.495	1.911	156.117	156.117				
	1.616	157.526	1.585	155.91	155.91				
BM-1			0.945	156.581	156.581				
1510			1.925	156.631	156.631	0.41%	10	156.672316	-0.04131579
1520			1.883	156.673	156.673		10	156.672316	0.00068421
1530			1.853	156.703	156.703		10	156.672316	0.03068421
1540			1.855	156.701	156.701		10	156.672316	0.02868421
1550			1.76	156.796	156.796		10	156.672316	0.12368421
1560			1.65	156.906	156.906		10	156.672316	0.23368421
1580			1.454	157.102	157.102		20	156.713632	0.38836842
1590			1.374	157.182	157.182		10	156.672316	0.50968421

1600			1.355	157.201	157.201		10	156.672316	0.52868421
1610			1.295	157.261	157.261		10	156.672316	0.58868421
1620			1.274	157.282	157.282		10	156.672316	0.60968421
1640			1.293	157.263	157.263		20	156.713632	0.54936842
1650			1.545	157.011	157.011		10	156.672316	0.33868421
1660			1.61	156.946	156.946		10	156.672316	0.27368421
1680			1.162	157.394	157.394		20	156.713632	0.68036842
1690			1.194	157.362	157.362		10	156.672316	0.68968421
1700			1.14	157.416	157.416		10	156.672316	0.74368421
C	1.038	158.471	1.123	157.433	157.433				
1710			1.057	157.414	157.414	0.2%	10	157.433647	-0.01964706
1720			1.052	157.419	157.419		10	157.433647	-0.01464706
1730			1.14	157.331	157.331		10	157.433647	-0.10264706
1740			1.148	157.323	157.323		10	157.433647	-0.11064706
1760			1.183	157.288	157.288		20	157.453294	-0.16529412
1780			1.152	157.319	157.319		20	157.453294	-0.13429412
1800			1.137	157.334	157.334		20	157.453294	-0.11929412
1820			1.074	157.397	157.397		20	157.453294	-0.05629412
1840			0.935	157.536	157.536		20	157.453294	0.08270588
1850			0.912	157.559	157.559		10	157.433647	0.12535294
1860			0.915	157.556	157.556		10	157.433647	0.12235294
1870			0.864	157.607	157.607		10	157.433647	0.17335294
1880			0.723	157.748	157.748		10	157.433647	0.31435294
C	2.364	159.931	0.904	157.567	157.567				
1890			2.038	157.893	157.893	1%	10	157.949818	-0.05681818
1900			1.805	158.126	158.126		10	157.949818	0.17618182
1920			1.325	158.606	158.606		20	158.006636	0.59936364
1930			1.232	158.699	158.699		10	157.949818	0.74918182
1940			1.18	158.751	158.751		10	157.949818	0.80118182
1950			1.17	158.761	158.761		10	157.949818	0.81118182

1960			1.175	158.756	158.756		10	157.949818	0.80618182
1980			1.217	158.714	158.714		20	158.006636	0.70736364
2000			1.413	158.518	158.518		20	158.006636	0.51136364
C	1.123	159.629	1.425	158.506	158.506				
BM-2	2.862	159.529	2.962	156.667	156.667				
BM-2	3.24	159.907		156.667	156.667	ERROR DE CIERRE =- 0.005			
	0.485	159.003	1.389	158.518	158.518				
	1.492	158.83	1.665	157.338	157.338				
	1.021	158.226	1.625	157.205	157.205				
BM-1.5			1.678	156.548	156.548				
2020			1.217	158.312	158.312	0.1%	20	158.3316	-0.0196
2030			1.29	158.239	158.239		10	158.3218	-0.0828
2035			1.335	158.194	158.194		5	158.3169	-0.1229
2040			1.38	158.149	158.149		5	158.3169	-0.1679
2050			1.288	158.241	158.241		10	158.3218	-0.0808
2060			1.253	158.276	158.276		10	158.3218	-0.0458
2070			1.168	158.361	158.361		10	158.3218	0.0392
C	2.482	160.798	1.213	158.316	158.316				
2080			2.252	158.546	158.546	1.4%	10	158.688	-0.142
2100			1.845	158.953	158.953		20	158.83	0.123
2120			1.603	159.195	159.195		20	158.83	0.365
2140			1.45	159.348	159.348		20	158.83	0.518
2150			1.42	159.378	159.378		10	158.688	0.69
2160			1.382	159.416	159.416		10	158.688	0.728
2170			1.318	159.48	159.48		10	158.688	0.792
2180			1.162	159.636	159.636		10	158.688	0.948
2200			0.548	160.25	160.25		20	158.83	1.42
C	1.388	162.059	0.127	160.671	160.671				
2220			0.965	161.094	161.094	0.1%	20	161.105	-0.011
2240			0.954	161.105	161.105		20	161.094	0.011

2260			1.328	160.731	160.731		20	161.094		-0.363
2280			1.787	160.272	160.272		20	161.094		-0.822
2300			1.412	160.647	160.647		20	161.094		-0.447
2320			1.218	160.841	160.841		20	161.094		-0.253
2340			0.942	161.117	161.117		20	161.094	0.023	
2360			0.888	161.171	161.171		20	161.094	0.077	
C	1.258	162.451	0.866	161.193	161.193					
2370			1.3	161.151	161.151	-1%	10	161.047467	0.10353333	
2380			1.22	161.231	161.231		10	161.047467	0.18353333	
2390			1.158	161.293	161.293		10	161.047467	0.24553333	
2400			1.065	161.386	161.386		10	161.047467	0.33853333	
2420			1.007	161.444	161.444		20	160.943933	0.50006667	
2440			1.717	160.734	160.734		20	160.943933		-0.20993333
2450			2.192	160.259	160.259		10	161.047467		-0.78846667
2460			2.528	159.923	159.923		10	161.047467		-1.12446667
2480			2.83	159.621	159.621		20	160.943933		-1.32293333
2500			2.762	159.689	159.689		20	160.943933		-1.25493333
2510			2.812	159.639	159.639		10	161.047467		-1.40846667
2520			2.853	159.598	159.598		10	161.047467		-1.44946667
C	3.117	162.662	2.906	159.545	159.545					
2510			3.027	159.635	159.635	0.3%				
2530			3.128	159.534	159.534		10	159.66675		-0.13275
2540			3.12	159.542	159.542		20	159.6985		-0.1565
2560			2.9	159.762	159.762		10	159.66675	0.09525	0.09525
BM-2.5	0.176	162.493	0.345	162.317	162.317					
BM-2.5	0.225	162.542		162.317	162.317	ERROR DE CIERRE = - 0.002				
	3.011	162.632	2.921	159.621	159.621					
	1.493	162.519	1.606	161.026	161.026					
	0.384	159.697	3.206	159.313	159.313					
	1.742	159.909	1.53	158.167	158.167					

BM-2			3.244	156.665	156.665				
2570			2.595	159.898	159.898	-1%	10	159.837	0.061
2580			2.538	159.955	159.955		10	159.837	0.118
2590			2.674	159.819	159.819		10	159.837	-0.018
2600			2.822	159.671	159.671		10	159.837	-0.166
2620			2.9	159.593	159.593		20	159.776	-0.183
C	1.616	161.221	2.888	159.605	159.605				
2636			1.925	159.296	159.296	1%	16	159.433756	-0.1377561
2640			1.652	159.569	159.569		4	159.330439	0.23856098
2660			1.578	159.643	159.643		20	159.468195	0.17480488
2680			1.512	159.709	159.709		20	159.468195	0.24080488
2700			1.415	159.806	159.806		20	159.468195	0.33780488
2720			1.264	159.957	159.957		20	159.468195	0.48880488
2740			1.108	160.113	160.113		20	159.468195	0.64480488
2750			1.042	160.179	160.179		10	159.382098	0.79690244
2760			0.972	160.249	160.249		10	159.382098	0.86690244
2770			0.827	160.394	160.394		10	159.382098	1.01190244
2780			0.72	160.501	160.501		10	159.382098	1.11890244
2800			0.513	160.708	160.708		20	159.468195	1.23980488
C	3.412	164.16	0.473	160.748	160.748				
2820			3.042	161.118	161.118	2%	20	161.434667	-0.31666667
2840			2.712	161.448	161.448		20	161.434667	0.01333333
2860			2.47	161.69	161.69		20	161.434667	0.25533333
2880			2.125	162.035	162.035		20	161.434667	0.60033333
2900			1.72	162.44	162.44		20	161.434667	1.00533333
2910			1.493	162.667	162.667		10	161.276333	1.39066667
2920			1.2	162.96	162.96		10	161.276333	1.68366667
2940			0.8	163.36	163.36		20	161.434667	1.92533333
2960			0.598	163.562	163.562		20	161.434667	2.12733333
2980			0.423	163.737	163.737		20	161.434667	2.30233333

3000			0.192	163.968	163.968		20	161.434667	2.53333333
C	2.332	166.324	0.168	163.992	163.992				
3020			1.762	164.562		2%	20	164.93	-0.368
3040			1.394	164.93			20	164.93	
BM-3	2.427	166.153	2.598	163.726	163.726				
BM-3	2.207	165.933		163.726	163.726	ERROR DE CIERRE = 0.001			
	0.415	163.508	2.84	163.093	163.093				
	1.001	161.239	3.27	160.238	160.238				
	2.41	162.431	1.218	160.021	160.021				
BM-2.5			0.113	162.318	162.318				
3060			1.372	164.781	164.781	-1%	20	164.6644	0.1166
3080			1.49	164.663	164.663		20	164.6644	-0.0014
3100			1.562	164.591	164.591		20	164.6644	-0.0734
3120			1.62	164.533	164.533		20	164.6644	-0.1314
3140			1.77	164.383	164.383		20	164.6644	-0.2814
3160			1.955	164.198	164.198		20	164.6644	-0.4664
C	0.737	164.988	1.902	164.251	164.251				164.251
3180			1.017	163.971	163.971	-1%	20	163.741667	0.22933333
3190			1.147	163.841	163.841		10	163.856333	-0.01533333
3200			1.307	163.681	163.681		10	163.856333	-0.17533333
3210			1.476	163.512	163.512		10	163.856333	-0.34433333
3220			1.642	163.346	163.346		10	163.856333	-0.51033333
3240			1.86	163.128	163.128		20	163.741667	-0.61366667
3260			2.038	162.95	162.95		20	163.741667	-0.79166667
3280			2.222	162.766	162.766		20	163.741667	-0.97566667
3300			2.393	162.595	162.595		20	163.741667	-1.14666667
C	0.959	163.538	2.409	162.579	162.579				
3310			0.973	162.565	162.565	-0.2%	10	162.540941	0.02405882
3320			1.044	162.494	162.494		10	162.540941	-0.04694118
3330			1.145	162.393	162.393		10	162.540941	-0.14794118

3340			1.205	162.333	162.333		10	162.540941	-0.20794118
3350			1.248	162.29	162.29		10	162.540941	-0.25094118
3360			1.322	162.216	162.216		10	162.540941	-0.32494118
3380			1.434	162.104	162.104		20	162.516882	-0.41288235
3400			1.482	162.056	162.056		20	162.516882	-0.46088235
3410			1.5	162.038	162.038		10	162.540941	-0.50294118
3420			1.52	162.018	162.018		10	162.540941	-0.52294118
3430			1.521	162.017	162.017		10	162.540941	-0.52394118
3440			1.494	162.044	162.044		10	162.540941	-0.49694118
3460			1.367	162.171	162.171		20	162.516882	-0.34588235
3480			1.382	162.156	162.156		20	162.516882	-0.36088235
C	1.245	163.365	1.418	162.12	162.12				162.12
3500			1.332	162.033	162.033	-0.3%	20	161.971462	0.06153846
3520			1.372	161.993	161.993		20	161.971462	0.02153846
3530			1.4	161.965	161.965		10	162.002231	-0.03723077
3540			1.432	161.933	161.933		10	162.002231	-0.06923077
3550			1.457	161.908	161.908		10	162.002231	-0.09423077
3560			1.515	161.85	161.85		10	162.002231	-0.15223077
3570			1.556	161.809	161.809		10	162.002231	-0.19323077
3580			1.624	161.741	161.741		10	162.002231	-0.26123077
3600			1.72	161.645	161.645		20	161.971462	-0.32646154
3614			2.064	161.301	161.301		14	161.989923	-0.68892308
3620			1.788	161.577	161.577		6	162.014538	-0.43753846
3630			1.732	161.633	161.633		10	162.002231	-0.36923077
BM-3.5	1.618	163.391	1.592	161.773	161.773				
BM-3.5	1.468	163.241		161.773	161.773	ERROR DE			
	1.322	163.443	1.12	162.121	162.121	CIERRE = -			
	2.018	164.657	0.804	162.639	162.639	0.003			
	1.726	166.223	0.16	164.497	164.497				
BM-3			2.5	163.723	163.723				

3640			1.69	161.701	161.701		10	161.821923	-0.12092308
3650			1.637	161.754	161.754		10	161.821923	-0.06792308
3660			1.6	161.791	161.791		10	161.821923	-0.03092308
3670			1.5	161.891	161.891		10	161.821923	
3680			1.457	161.934	161.934		10	161.821923	0.11207692
3700			1.365	162.026	162.026	1%	20	161.942846	0.08315385
3720			1.184	162.207	162.207		20	161.942846	0.26415385
3740			0.86	162.531	162.531		20	161.942846	0.58815385
3760			0.412	162.979	162.979		20	161.942846	1.03615385
3770			0.118	163.273	163.273		10	161.821923	1.45107692
C	2.865	166.143	0.113	163.278	163.278				
3780			2.567	163.576	163.576	-0.1%	10	163.562133	0.01386667
3800			1.865	164.278	164.278		20	163.548267	0.72973333
3820			1.56	164.583	164.583		20	163.548267	1.03473333
3824			1.748	164.395	164.395		4	163.570453	0.82454667
3830			1.512	164.631	164.631		6	163.56768	1.06332
3840			1.285	164.858	164.858		10	163.562133	1.29586667
3860			1.562	164.581	164.581		20	163.548267	1.03273333
3880			2.118	164.025	164.025		20	163.548267	0.47673333
3900			2.64	163.503	163.503		20	163.548267	-0.04526667
3920			2.742	163.401	163.401		20	163.548267	-0.14726667
3930			2.775	163.368	163.368		10	163.562133	-0.19413333
C	2.253	165.612	2.784	163.359	163.359				
3940			2.3	163.312	163.312	1%	10	163.41875	-0.10675
3950			2.485	163.127	163.127		10	163.41875	-0.29175
3960			2.255	163.357	163.357		10	163.41875	-0.06175
3970			2.143	163.469	163.469		10	163.41875	0.05025
3980			2.062	163.55	163.55		10	163.41875	0.13125
4000			1.748	163.864	163.864		20	163.5255	0.3385
4020			1.446	164.166	164.166		20	163.5255	0.6405

BM-4	1.739	166.017	1.334	164.278	164.278				
BM-4	2.57	166.848		164.278	164.278				
	1.223	165.903	2.168	164.68	164.68				
	0.09	164.654	1.339	164.564	164.564				
	1.083	163.272	2.465	162.189	162.189				
BM-3.5			1.502	161.77	161.77				
4040			1.64	164.377	164.377	20	164.554333		-0.17733333
4058			1.74	164.277	164.277	18	164.5366		-0.2596
4060			1.6	164.417	164.417	2	164.394733	0.02226667	
4080			1.415	164.602	164.602	20	164.554333	0.04766667	
4090			1.338	164.679	164.679	10	164.465667	0.21333333	
4100			1.245	164.772	164.772	10	164.465667	0.30633333	
4110			1.062	164.955	164.955	10	164.465667	0.48933333	
4120			0.958	165.059	165.059	10	164.465667	0.59333333	
4130			0.842	165.175	165.175	10	164.465667	0.70933333	
C	3.657	168.819	0.855	165.162	165.162				
4140			3.544	165.275	165.275	10	165.6141		-0.3391
4150			3.307	165.512	165.512	10	165.8511		-0.3391
4160			3.164	165.655	165.655	10	165.9941		-0.3391
4180			2.698	166.121	166.121	20	166.7992		-0.6782
4200			1.964	166.855	166.855	20	167.5332		-0.6782
4220			1.039	167.78	167.78	20	168.4582		-0.6782
4230			0.57	168.249	168.249	10	168.5881		-0.3391
4240			0.153	168.666	168.666	10	169.0051		-0.3391
C	0.815	169.39	0.244	168.575	168.575				
4260			0.55	168.84	168.84	20	168.371667	0.46833333	0.46833333
4270			0.785	168.605	168.605	10	168.605833		-0.00083333
4280			1.185	168.205	168.205	10	168.605833		-0.40083333
4290			1.689	167.701	167.701	10	168.605833		-0.90483333
4300			2.285	167.105	167.105	10	168.605833		-1.50083333

**ERROR DE
CIERRE =-
0.003**

1%

3%

-2%

4310			3.03	166.36	166.36		10	168.605833	-2.24583333
4320			3.765	165.625	165.625		10	168.605833	-2.98083333
4340			4.735	164.655	164.655		20	168.371667	-3.71666667
4347			4.837	164.553	164.553		7	168.676083	-4.12308333
4360			4.313	165.077	165.077		13	168.535583	-3.45858333
4370			3.78	165.61	165.61		10	168.605833	-2.99583333
4380			3.36	166.03	166.03		10	168.605833	-2.57583333
C	3.154	169.198	3.346	166.044	166.044				166.044
4390			2.717	166.481	166.481		10	166.279636	0.20136364
4400			2.26	166.938	166.938		10	166.279636	0.65836364
4420			1.261	167.937	167.937	-2%	20	166.078273	1.85872727
4430			1.1	168.098	168.098		10	166.279636	1.81836364
4440			1.144	168.054	168.054		10	166.279636	1.77436364
4450			1.47	167.728	167.728		10	166.279636	1.44836364
4460			2.07	167.128	167.128		10	166.279636	0.84836364
4478			3.423	165.775	165.775		18	166.118545	-0.34354545
4480			3.55	165.648	165.648		2	166.440727	-0.79272727
4500			4.932	164.266	164.266		20	166.078273	-1.81227273
BM-4.5	0.653	166.899	2.952	166.246	166.246				
BM-4.5	2.793	169.039		166.246	166.246	ERROR DE			
	2.994	169.19	2.843	166.196	166.196	CIERRE =			
	0.115	168.331	0.974	168.216	168.216	0.000			
	0.978	166.115	3.194	165.137	165.137				
BM-4			1.837	164.278	164.278				
4510			2.99	163.909	163.909		10	163.754	0.155
4520			3.145	163.754	163.754	-2%	10	163.754	0
C	1.179	164.963	3.115	163.784	163.784				
4540			1.312	163.651	163.651		20	163.617167	0.03383333
4560			1.387	163.576	163.576		20	163.617167	-0.04116667

4570			1.475	163.488	163.488		10	163.634083		-0.14608333
4580			1.578	163.385	163.385	-0.2%	10	163.634083		-0.24908333
4600			1.632	163.331	163.331		20	163.617167		-0.28616667
4620			1.591	163.372	163.372		20	163.617167		-0.24516667
4630			1.605	163.358	163.358		10	163.634083		-0.27608333
4640			1.56	163.403	163.403		10	163.634083		-0.23108333
4650			1.5	163.463	163.463		10	163.634083		-0.17108333
4660			1.515	163.448	163.448		10	163.634083		-0.18608333
C	1.407	164.932	1.438	163.525	163.525					
4670			1.462	163.47	163.47		10	163.499059		-0.02905882
4680			1.517	163.415	163.415		10	163.499059		-0.08405882
4700			1.495	163.437	163.437		20	163.528118		-0.09111765
4720			1.533	163.399	163.399		20	163.528118		-0.12911765
4730			1.547	163.385	163.385		10	163.499059		-0.11405882
4740			1.508	163.424	163.424	0.3%	10	163.499059		-0.07505882
4750			1.51	163.422	163.422		10	163.499059		-0.07705882
4760			1.505	163.427	163.427		10	163.499059		-0.07205882
4770			1.403	163.529	163.529		10	163.499059	0.02994118	
4780			1.588	163.344	163.344		10	163.499059		-0.15505882
4800			1.244	163.688	163.688		20	163.528118		
4820			1.132	163.8	163.8		20	163.528118		
4830			1.102	163.83	163.83		10	163.499059		
4840			0.968	163.964	163.964		10	163.499059		
C	1.742	165.86	0.814	164.118	164.118					
4850			1.794	164.066	164.066		10	164.221778		-0.15577778
4860			1.69	164.17	164.17		10	164.221778		-0.05177778
4870			1.628	164.232	164.232		10	164.221778	0.01022222	
4880			1.57	164.29	164.29	2%	10	164.221778	0.06822222	
4890			1.42	164.44	164.44		10	164.221778	0.21822222	
4900			1.367	164.493	164.493		10	164.221778	0.27122222	

4920			0.964	164.896	164.896		20	164.377556	0.51844444
4940			0.392	165.468	165.468		20	164.377556	1.09044444
C	2.232	168.017	0.075	165.785	165.785				
4970			1.8	166.217	166.217		30	166.62975	-0.41275
4980			1.595	166.422	166.422		10	166.354583	0.06741667
4990			1.502	166.515	166.515		10	166.354583	0.16041667
5000			1.475	166.542	166.542	1%	10	166.354583	0.18741667
5020			1.373	166.644	166.644		20	166.492167	0.15183333
5030			1.41	166.607	166.607		10	166.354583	0.25241667
5040			1.383	166.634	166.634		10	166.354583	0.27941667
5050			1.33	166.687	166.687		10	166.354583	0.33241667
5060			1.205	166.812	166.812		10	166.354583	0.45741667
5080			0.672	167.345	167.345		20	166.492167	0.85283333
5090			0.149	167.868	167.868		10	166.354583	1.51341667
BM-5	3.024	170.533	0.508	167.509	167.509				
BM-5	0.414	167.923		167.509	167.509	ERROR DE CIERRE =0.005			
	0.538	165.395	3.066	164.857	164.857				
	1.467	164.99	1.872	163.523	163.523				
	2.803	166.367	1.426	163.564	163.564				
BM4.5			0.116	166.251	166.251				
5100			2.018	168.515	168.515	0.3%	10	168.542	-0.027
5120			1.447	169.086	169.086		20	168.569	0.517
5140			1.662	168.871	168.871		20	168.569	0.302
5160			1.845	168.688	168.688		20	168.569	0.119
5170			1.86	168.673	168.673		10	168.542	0.131
5180			1.802	168.731	168.731		10	168.542	0.189
C	1.897	170.794	1.636	168.897	168.897				
5190			2.007	168.787	168.787	1%	10	168.837333	-0.05033333
5200			2.02	168.774	168.774		10	168.837333	-0.06333333
5220			1.798	168.996	168.996		20	168.887667	0.10833333

5240			1.562	169.232	169.232		20	168.887667	0.34433333
5250			1.5	169.294	169.294		10	168.837333	0.45666667
5260			1.434	169.36	169.36		10	168.837333	0.52266667
5270			1.39	169.404	169.404		10	168.837333	0.56666667
5280			1.342	169.452	169.452		10	168.837333	0.61466667
5300			1.215	169.579	169.579		20	168.887667	0.69133333
5320			1.237	169.557	169.557		20	168.887667	0.66933333
5330			1.33	169.464	169.464		10	168.837333	0.62666667
5340			1.252	169.542	169.542		10	168.837333	0.70466667
C	1.525	171.171	1.148	169.646	169.646				
5350			1.622	169.549	169.549	0.2%	10	169.571462	-0.02246154
5360			1.615	169.556	169.556		10	169.571462	-0.01546154
5370			1.584	169.587	169.587		10	169.571462	0.01553846
5380			1.523	169.648	169.648		10	169.571462	0.07653846
5400			1.462	169.709	169.709		20	169.593923	0.11507692
5410			1.423	169.748	169.748		10	169.571462	0.17653846
5420			1.461	169.71	169.71		10	169.571462	0.13853846
5430			1.38	169.791	169.791		10	169.571462	0.21953846
5440			1.337	169.834	169.834		10	169.571462	0.26253846
5450			1.33	169.841	169.841		10	169.571462	0.26953846
5460			1.31	169.861	169.861		10	169.571462	0.28953846
5480			1.33	169.841	169.841		20	169.593923	0.24707692
C	1.322	171.234	1.259	169.912	169.912				
5500			1.415	169.819	169.819	-0.7%	20	169.681	0.138
5510			1.457	169.777	169.777		10	169.75	0.027
5520			1.522	169.712	169.712		10	169.75	-0.038
5530			1.622	169.612	169.612		10	169.75	-0.138
BM-5.5	1.998	171.094	2.138	169.096	169.096				
BM5.5	2.141	171.237		169.096	169.096	ERROR DE			
	1.228	171.108	1.357	169.88	169.88	CIERRE =-			

	0.884	170.308	1.684	169.424	169.424	0.003			
	0.145	168.997	1.456	168.852	168.852				
BM-5			1.491	167.506	167.506				
5540			1.368	169.726	169.726	1%	10	169.786375	-0.060375
5560			1.258	169.836	169.836		20	169.84675	-0.01075
5570			1.205	169.889	169.889		10	169.786375	0.102625
5580			1.174	169.92	169.92		10	169.786375	0.133625
5600			0.99	170.104	170.104		20	169.84675	0.25725
5620			0.885	170.209	170.209		20	169.84675	0.36225
C	2.782	173.123	0.753	170.341	170.341				
5640			2.674	170.449	170.449	2%	20	170.797	-0.348
5660			2.366	170.757	170.757		20	170.797	-0.04
5670			2.432	170.691	170.691		10	170.623	0.068
5680			2.238	170.885	170.885		10	170.623	0.262
5690			1.975	171.148	171.148		10	170.623	0.525
5700			1.643	171.48	171.48		10	170.623	0.857
5710			1.445	171.678	171.678		10	170.623	1.055
5720			1.302	171.821	171.821		10	170.623	1.198
5730			1.225	171.898	171.898		10	170.623	1.275
5740			1.1	172.023	172.023		10	170.623	1.4
5760			0.652	172.471	172.471		20	170.797	1.674
5780			0.238	172.885	172.885		20	170.797	2.088
C	2.064	175.033	0.154	172.969	172.969				
5800			1.715	173.318	173.318	0.3%	20	173.387571	-0.06957143
5820			1.517	173.516	173.516		20	173.387571	0.12842857
5840			1.545	173.488	173.488		20	173.387571	0.10042857
5860			1.613	173.42	173.42		20	173.387571	0.03242857
5880			1.602	173.431	173.431		20	173.387571	0.04342857
5890			1.63	173.403	173.403		10	173.352786	0.05021429
5900			1.563	173.47	173.47		10	173.352786	0.11721429

5910			1.483	173.55	173.55		10	173.352786	0.19721429
5920			1.457	173.576	173.576		10	173.352786	0.22321429
5940			1.228	173.805	173.805		20	173.387571	0.41742857
C	1.978	175.891	1.12	173.913	173.913				
5960			1.81	174.081	174.081	2%	20	174.484	-0.403
5980			1.407	174.484	174.484		20	174.484	
BM-6	3.512	178.606	0.797	175.094	175.094				
BM-6	0.163	175.257		175.094	175.094	ERROR DE CIERRE =- 0.004			
	0.912	174.484	1.685	173.572	173.572				
	0.446	172.219	2.711	171.773	171.773				
	0.945	170.992	2.172	170.047	170.047				
BM5.5			1.9	169.092	169.092				
6000			3.467	175.139	175.139	3%	20	175.81125	-0.67225
6020			2.767	175.839	175.839		20	175.81125	0.02775
6040			2.28	176.326	176.326		20	175.81125	0.51475
6050			2.145	176.461	176.461		10	175.475125	0.985875
6055			2.31	176.296	176.296		5	175.307063	0.9889375
6060			2.02	176.586	176.586		5	175.307063	1.2789375
6070			1.282	177.324	177.324		10	175.475125	1.848875
6080			0.778	177.828	177.828		10	175.475125	2.352875
C	3.956	182.452	0.11	178.496	178.496				
6100			3.67	178.782	178.782	3%	20	179.3956	-0.6136
6120			2.935	179.517	179.517		20	179.3956	0.1214
6140			2.192	180.26	180.26		20	179.3956	0.8644
6160			1.235	181.217	181.217		20	179.3956	1.8214
6170			0.62	181.832	181.832		10	179.0888	2.7432
6180			0.536	181.916	181.916		10	179.0888	2.8272
6190			0.863	181.589	181.589		10	179.0888	2.5002
6195			0.865	181.587	181.587		5	178.9354	2.6516
6200			0.602	181.85	181.85		5	178.9354	2.9146

C	1.511	183.869	0.094	182.358	182.358				
6220			1.187	182.682	182.682	-3%	20	182.160167	0.52183333
6240			1.072	182.797	182.797		20	182.160167	0.63683333
6260			1.467	182.402	182.402		20	182.160167	0.24183333
6280			2.207	181.662	181.662		20	182.160167	-0.49816667
6300			2.995	180.874	180.874		20	182.160167	-1.28616667
6320			3.622	180.247	180.247		20	182.160167	-1.91316667
6340			4.318	179.551	179.551		20	182.160167	-2.60916667
C	0.29	180.161	3.998	179.871	179.871				
6360			1.273	178.888	178.888	-2%	20	178.42625	0.46175
6380			1.837	178.324	178.324		20	178.42625	-0.10225
6400			2.355	177.806	177.806		20	178.42625	-0.62025
6420			2.905	177.256	177.256		20	178.42625	-1.17025
6440			3.12	177.041	177.041		20	178.42625	-1.38525
C	3.493	180.622	3.032	177.129	177.129				
6450			3.615	177.007	177.007	0.5%	10	177.0535	-0.0465
6460			3.632	176.99	176.99		10	177.0535	-0.0635
6470			3.522	177.1	177.1		10	177.0535	0.0465
BM-6.5	0.704	180.414	0.912	179.71	179.71				
BM-6.5	0.217	179.927		179.71	179.71				
	4.165	183.858	0.234	179.693	179.693	ERROR DE CIERRE =- 0.001			
	0.191	182.16	1.889	181.969	181.969				
	0.266	177.474	4.952	177.208	177.208				
BM-6			2.381	175.093	175.093				
6457			3.435	176.979	176.979	1%	-13	176.898476	0.08052427
6480			3.12	177.294	177.294		23	177.121466	0.17253398
6490			2.938	177.476	177.476		10	177.040942	0.43505825
6500			2.732	177.682	177.682		10	177.040942	0.64105825
6520			2.303	178.111	178.111		20	177.102883	1.0081165

6540			2.315	178.099	178.099		20	177.102883	0.9961165
6550			2.557	177.857	177.857		10	177.040942	0.81605825
6560			2.797	177.617	177.617		10	177.040942	0.57605825
C	0.462	178.274	2.602	177.812	177.812				
6570			0.864	177.41	177.41	1%	10	177.468273	-0.05827273
6580			1.173	177.101	177.101		10	177.468273	-0.36727273
6600			1.457	176.817	176.817		20	177.526545	-0.70954545
6620			1.647	176.627	176.627		20	177.526545	-0.89954545
6640			1.398	176.876	176.876		20	177.526545	-0.65054545
6660			1.028	177.246	177.246		20	177.526545	-0.28054545
6680			0.267	178.007	178.007		20	177.526545	0.48045455
C	3.533	181.584	0.223	178.051	178.051				
6690			3.16	178.424	178.424	-1%	10	178.362833	0.06116667
6700			2.536	179.048	179.048		10	178.362833	0.68516667
6710			1.858	179.726	179.726		10	178.362833	1.36316667
6720			1.315	180.269	180.269		10	178.362833	1.90616667
6740			1.438	180.146	180.146		20	178.301667	1.84433333
6760			2.125	179.459	179.459		20	178.301667	1.15733333
6780			3.055	178.529	178.529		20	178.301667	0.22733333
6800			3.683	177.901	177.901		20	178.301667	-0.40066667
6810			3.894	177.69	177.69		10	178.362833	-0.67283333
C	1.341	179.081	3.844	177.74	177.74				
6820			1.548	177.533	177.533		10	177.542077	-0.00907692
6830			1.575	177.506	177.506		10	177.542077	-0.03607692
6840			1.51	177.571	177.571	0.1%	10	177.542077	0.02892308
6850			1.57	177.511	177.511		10	177.542077	-0.03107692
6860			1.584	177.497	177.497		10	177.542077	-0.04507692
6880			1.428	177.653	177.653		20	177.551154	0.10184615
6900			1.16	177.921	177.921		20	177.551154	0.36984615
6920			1.15	177.931	177.931		20	177.551154	0.37984615

6940			1.274	177.807	177.807		20	177.551154	0.25584615	
6950			1.43	177.651	177.651		10	177.542077	0.10892308	
C	0.65	178.347	1.384	177.697	177.697					
6960			0.9	177.447	177.447	-4%	10	177.021	0.426	0
6970			1.435	176.912	176.912		10	177.021		-0.109
6975			1.749	176.598	176.598		5	177.234		-0.636
6980			1.752	176.595	176.595		5	177.234		-0.639
BM-7	1.443	178.775	1.015	177.332	177.332					
BM-7	1.972	179.304		177.332	177.332	ERROR DE				
	3.646	181.256	1.694	177.61	177.61	CIERRE = -				
	0.219	178.217	3.258	177.998	177.998	0.003				
	2.774	180.539	0.452	177.765	177.765					
BM-6.5			0.832	179.707	179.707					
7000			1.87	176.905	176.905	1%	20	177.0265		-0.1215
7020			1.805	176.97	176.97		20	177.0265		-0.0565
7040			1.706	177.069	177.069		20	177.0265	0.0425	
7060			1.582	177.193	177.193		20	177.0265	0.1665	
7073			1.5	177.275	177.275		13	176.983975	0.291025	
7080			1.465	177.31	177.31		7	176.947525	0.362475	
7100			1.352	177.423	177.423		20	177.0265	0.3965	
7111			1.279	177.496	177.496		11	176.971825	0.524175	
7120			1.174	177.601	177.601		9	176.959675	0.641325	
7140			0.98	177.795	177.795		20	177.0265	0.7685	
7152			0.925	177.85	177.85		12	176.9779	0.8721	
7160			0.898	177.877	177.877		8	176.9536	0.9234	
C	1.619	179.662	0.732	178.043	178.043					
7170			1.72	177.942	177.942	1%	10	178.068769		-0.12676923
7180			1.64	178.022	178.022		10	178.068769		-0.04676923
7190			1.59	178.072	178.072		10	178.068769	0.00323077	
7200			1.517	178.145	178.145		10	178.068769	0.07623077	

7210			1.46	178.202	178.202		10	178.068769	0.13323077
7215			1.412	178.25	178.25		5	178.005385	0.24461538
7220			1.35	178.312	178.312		5	178.005385	0.30661538
7240			1.026	178.636	178.636		20	178.195538	0.44046154
7260			0.733	178.929	178.929		20	178.195538	0.73346154
7280			0.443	179.219	179.219		20	178.195538	1.02346154
7290			0.403	179.259	179.259		10	178.068769	1.19023077
7300			0.072	179.59	179.59		10	178.068769	1.52123077
C	3.413	182.993	0.082	179.58	179.58				
7320			3.052	179.941	179.941	2%	20	180.43422	-0.49322034
7340			2.552	180.441	180.441		20	180.43422	0.00677966
7347			2.484	180.509	180.509		7	180.113627	0.39537288
7360			2.07	180.923	180.923		13	180.261593	0.66140678
7380			1.59	181.403	181.403		20	180.43422	0.96877966
7400			1.052	181.941	181.941		20	180.43422	1.50677966
7420			0.55	182.443	182.443		20	180.43422	2.00877966
7438			0.142	182.851	182.851		18	180.384898	2.46610169
C	3.244	186.209	0.028	182.965	182.965				
7440			3.282	182.927	182.927	2%	2	182.9718	-0.0448
7460			2.74	183.469	183.469		20	183.375	0.094
7480			2.183	184.026	184.026		20	183.375	0.651
7485			2.053	184.156	184.156		5	183.039	1.117
7500			1.938	184.271	184.271		15	183.263	1.008
BM-7.5	1.217	185.996	1.43	184.779	184.779				
BM7.5	0.339	185.118		184.779	184.779	ERROR DE			
	0.285	181.88	3.523	181.595	181.595	CIERRE = -			
	0.275	179.258	2.897	178.983	178.983	0.004			
BM-7			1.93	177.328	177.328				
7520			1.552	184.444	184.444	1%	20	184.691333	-0.24733333
7540			1.327	184.669	184.669		20	184.691333	-0.02233333

7560			1.083	184.913	184.913		20	184.691333	0.22166667
7580			0.81	185.186	185.186		20	184.691333	0.49466667
C	2.193	187.538	0.651	185.345	185.345				
7590			2.12	185.418	185.418	3%	10	185.671286	-0.25328571
7600			1.884	185.654	185.654		10	185.671286	-0.01728571
7610			1.592	185.946	185.946		10	185.671286	0.27471429
7620			1.27	186.268	186.268		10	185.671286	0.59671429
7630			1.003	186.535	186.535		10	185.671286	0.86371429
7640			0.857	186.681	186.681		10	185.671286	1.00971429
7660			0.347	187.191	187.191		20	185.924571	1.26642857
C	2.174	189.496	0.216	187.322	187.322				
7680			1.743	187.753	187.753	0.3%	20	187.8122	-0.0592
7700			1.215	188.281	188.281		20	187.8122	0.4688
7703			1.155	188.341	188.341		3	187.76188	0.57912
7710			1.724	187.772	187.772		7	187.77372	-0.00172
7720			2.642	186.854	186.854		10	187.7826	-0.9286
7732			2.163	187.333	187.333		12	187.78852	-0.45552
7740			1.872	187.624	187.624		8	187.77668	-0.15268
7750			1.623	187.873	187.873		10	187.7826	0.0904
7760			1.601	187.895	187.895		10	187.7826	0.1124
7780			1.447	188.049	188.049		20	187.8122	0.2368
C	1.136	189.262	1.37	188.126	188.126				
7800			1.105	188.157	188.157	-0.3%	20	188.089833	0.06716667
7810			1.01	188.252	188.252		10	188.123417	0.12858333
7815			0.98	188.282	188.282		5	188.140208	0.14179167
7820			0.92	188.342	188.342		5	188.140208	0.20179167
7830			1.048	188.214	188.214		10	188.123417	0.09058333
7840			1.533	187.729	187.729		10	188.123417	-0.39441667
7854			2.443	186.819	186.819		14	188.109983	-1.29098333
7860			2.717	186.545	186.545		6	188.13685	-1.59185

7870			3.08	186.182	186.182		10	188.123417		-1.94141667
7880			3.091	186.171	186.171		10	188.123417		-1.95241667
7900			2.308	186.954	186.954		20	188.089833		-1.13583333
7910			1.915	187.347	187.347		10	188.123417		-0.77641667
7910.5			1.962	187.3	187.3		0.5	188.155321		-0.85532083
7920			1.508	187.754	187.754		9.5	188.125096		-0.37109583
C	2.594	190.421	1.435	187.827	187.827					
7940			1.84	188.581	188.581		20	188.366	0.215	
7942.5			1.764	188.657	188.657		2.5	188.554125	0.102875	
7960			1.41	189.011	189.011		17.5	188.392875	0.618125	
7970			1.384	189.037	189.037		10	188.4735	0.5635	
7971.5			1.408	189.013	189.013		1.5	188.564875	0.448125	
7980			1.495	188.926	188.926	-1%	8.5	188.489625	0.436375	
8000			2.024	188.397	188.397		20	188.366	0.031	
8010			2.375	188.046	188.046		10	188.4735		-0.4275
8016			2.643	187.778	187.778		6	188.5165		-0.7385
8020			2.7	187.721	187.721		4	188.538		-0.817
C	0.678	188.752	2.347	188.074	188.074					
BM-8	1.356	189.391	0.717	188.035	188.035					
BM-8	2.357	190.392		188.035	188.035					
	1.079	188.595	2.876	187.516	187.516					
	1.232	189.525	0.302	188.293	188.293					
	0.242	188.401	1.366	188.159	188.159					
	0.217	186.451	2.167	186.234	186.234					
	1.338	185.736	2.053	184.398	184.398					
BM-7.5			0.96	184.776	184.776					
8030			2.03	187.361	187.361		10	187.7668		-0.4058
8033			2.088	187.303	187.303	4%	3	187.48274		-0.17974
8040			2.008	187.383	187.383		7	187.64506		-0.26206
8048			1.75	187.641	187.641		8	187.68564		-0.04464

**ERROR DE
CIERRE =-
0.003**

8050			1.613	187.778	187.778		2	187.44216	0.33584	0.33584
8060			1.165	188.226	188.226		10	187.7668	0.4592	
8080			0.001	189.39	189.39		20	188.1726	1.2174	
C	1.952	191.248	0.095	189.296	189.296					
8090			1.58	189.668	189.668		10	189.623417	0.04458333	
8098			1.552	189.696	189.696		8	189.632333	0.06366667	
8100			1.518	189.73	189.73		2	189.659083	0.07091667	
8120			1.498	189.75	189.75		20	189.578833	0.17116667	
8140			1.442	189.806	189.806		20	189.578833	0.22716667	
8150			1.392	189.856	189.856	-0.4%	10	189.623417	0.23258333	
8155			1.398	189.85	189.85		5	189.645708	0.20429167	
8160			1.412	189.836	189.836		5	189.645708	0.19029167	
8180			1.717	189.531	189.531		20	189.578833		-0.04783333
8200			1.975	189.273	189.273		20	189.578833		-0.30583333
8210			2.115	189.133	189.133		10	189.623417		-0.49041667
BM-8.5			1.737	189.511	189.511					
BM-8.5	1.695	191.206		189.511	189.511					
	0.155	189.454	1.907	189.299	189.299					
BM-8			1.415	188.039	188.039					
ERROR DE CIERRE =										
0.004										

Levantamiento de Canteras

Para llevar a cabo estas labores, se requirió la asistencia de un experto en suelos, pavimentos y canteras.

Levantamiento de Depósitos de Material Excedente (DME)

Todas las actividades pertinentes se llevaron a cabo en estrecha colaboración con el especialista en impacto ambiental, suelos, hidrología, entre otros. Esto se hizo con el objetivo de identificar las áreas adecuadas para la disposición del material excedente.

Topografía (alineamiento horizontal)

En su mayoría, el trazado horizontal de la carretera se caracteriza por tener largas rectas y pocas curvas con radios de mediano a grandes. Este trazado se mantiene de manera continua a lo largo de todo el tramo, tanto en la planta como en el perfil de la vía. Actualmente, esta configuración está en uso y presta servicio a los usuarios de la carretera.

Sin embargo, es importante destacar que en los puntos donde existen quebradas, durante las épocas de lluvia, se vuelven intransitables debido a las crecidas de agua que generan un alto nivel de inundación. Esto impide el paso de los vehículos, ya que no se cuenta con una estructura que solucione este problema.

Pavimento

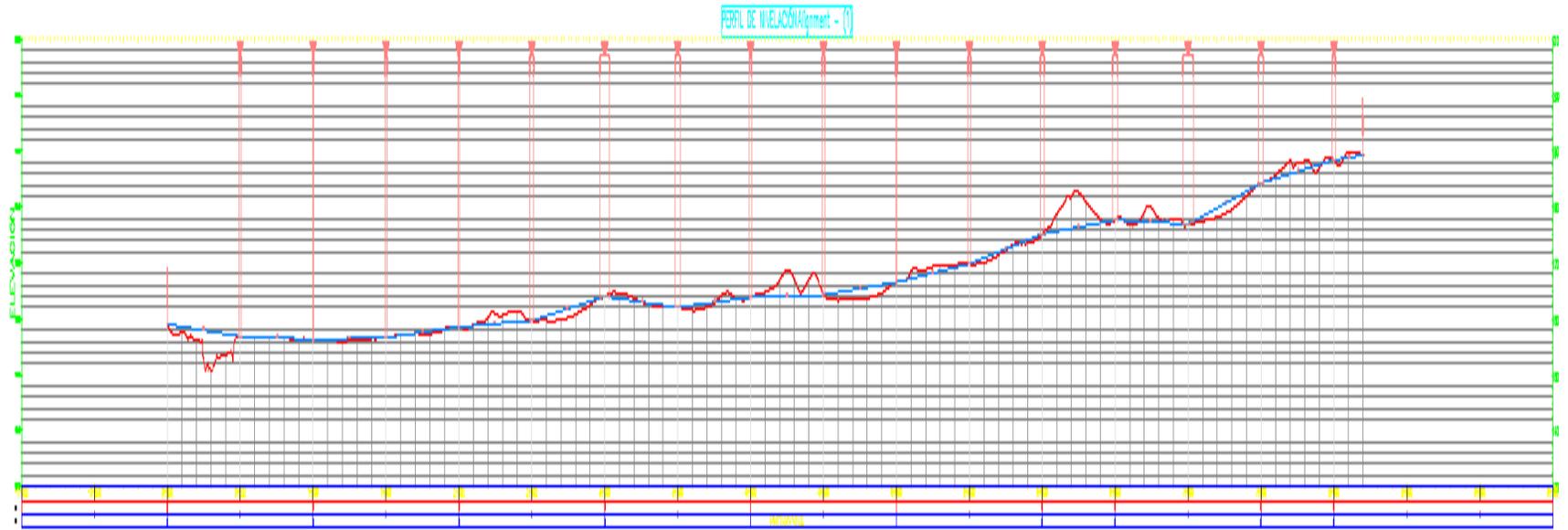
El ancho de la calzada en diferentes tramos de la carretera es el siguiente:

- Desde el punto 0+000 hasta el punto 0+929: 7.50 metros, con un tratamiento superficial bicapa.
- Desde el punto 0+929 hasta el punto 1+190: 8.00 a 8.80 metros, con pavimento rígido.
- Desde el punto 1+190 hasta el punto 1+634: 6.00 a 7.00 metros, con un tratamiento superficial.
- Desde el punto 1+634 hasta el punto 3+620: 6.00 a 7.00 metros, con afirmado.

- Desde el punto 3+620 hasta el punto 4+308: 6.00 metros, con un tratamiento superficial bicapa.
- Desde el punto 4+308 hasta el punto 6+975: 6.00 a 9.50 metros, con afirmado.
- Desde el punto 6+975 hasta el punto 8+210: 6.10 a 14.00 metros, con pavimento rígido.

Bermas : Sin bermas
Cunetas : Sin cunetas
Pendiente máxima : 7 %
Bombeo : Sin bombeo-

Figura 1. Perfil de nivelación



Obras de Arte y Drenaje

Los detalles se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla 2. Alcantarillas

N°	PROGRESIVA	ESTRUCTURA	TIPO	MATERIAL	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	ESVIAJE	FUNCIÓN	SENTIDO	OBSERVACIONES	RECOMENDACIÓN
1	0+036	Alcantarilla	MCA	Concreto	10.20	2.00	0.60	90°	Drenaje de Terreno	DI	Buenas condiciones, con	Realizar mantenimiento
2	0+370	Alcantarilla	MCA	Concreto	18.20	2.00	2.00		Drenaje de terrenos	DI	Regulares condiciones se encuentran colmatada	Mantenimiento de alcantarilla (limpieza y descolmatación) no se propone reemplazo porque está fuera del tramo del acceso al Nuevo Puente
3	0+440	Alcantarilla	MCA	Concreto	14.80	2.00	2.00	120°	Drenaje de terrenos en crecientes del Río Salitral	DI	Buenas condiciones	Realizar mantenimiento (limpieza)
4	0+530	Alcantarilla	MCA	Concreto	12.60	2.00	2.00	90°	Drenaje para terrenos	DI	Malas Condiciones, actualmente	Reemplazar alcantarilla 20x20
5	0+800	Alcantarilla	MCA	Concreto	14.70	2.70	2.00	120°	Drenaje pluvial	DI	Regulares Condiciones, semiobstruido	Realizar mantenimiento (limpieza)

6	1+340	Alcantarilla	MCA	Concreto	4.70	2.50	1.30	90 ^a	Drenaje de Quebrada Cementerio	DI	Demoler, ya que la longitud no está de acuerdo al ancho de calzada, que es de 6m y ésta tiene 4.7m Malas condiciones se encuentran totalmente colmatados.	Reemplazar alcantarilla 2.50x1.5
7	5+700	Alcantarilla	MCA	Concreto	630	2.50	2.00	150 ^a	Drenaje	DI		Reemplazar por alcantarilla de 2 50x2 00 m.

Badenes

Los detalles se aprecian en la siguiente tabla

Tabla 3. Ubicación de badenes

N°	PROGRESIVA	ESTRUCTURA	TIPO	MATERIAL	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ESVIAJE	FUNCIÓN	SENTIDO	OBSERVACIONES	RECOMENDACIÓN
1	1+660	Badén	Recto	Mampostería	11.00	6.00	90°	Drenaje	D-I	Se encuentra en Buenas condiciones, no cumplen con la sección hidráulica de diseño y con las pendientes longitudinales según norma.	Proyectar badén de Concreto Ciclópeo
2	2+640	Badén	Recto	Mampostería	5.00	6.00	90°	Drenaje de cunetas	D-I	Se encuentra en Buenas condiciones, no cumplen con la sección hidráulica de diseño y con las pendientes longitudinales según norma.	Proyectar badén de Concreto Ciclópeo
3	2+280	Badén	Recto	Mampostería	5.00	6.00	90°	Drenaje de cunetas	D-I	Se encuentra en Buenas condiciones, no cumplen con la sección hidráulica de diseño y con las pendientes longitudinales según norma.	Proyectar badén de Concreto Ciclópeo

4	2+636	Badén	Recto	Mampostería	8.00	6.00	90°	Drenaje	D-I	Se encuentra en Buenas condiciones, no cumplen con la sección hidráulica de diseño y con las pendientes longitudinales según norma.	Proyectar badén de Concreto Ciclópeo
5	3+615	Badén	Recto	Mampostería	11.00	6.00	90°	Drenaje	D-I	Se encuentra en Buenas condiciones, no cumplen con la sección hidráulica de diseño y con las pendientes longitudinales según norma.	Proyectar badén de Concreto Ciclópeo
6	3+824	Badén	Recto	Mampostería	4.60	4.90	90°	Drenaje de cunetas y quebrada	D-I	No cumple con el ancho de calzada a proyectar tiene 4.9 de ancho.	Proyectar badén de Concreto Ciclópeo
7	3+950	Badén	Recto	Mampostería	15.00	6.00	90°	Drenaje	D-I	Se encuentra en Buenas condiciones, no cumplen con la sección hidráulica de diseño y con las pendientes longitudinales según norma.	Proyectar badén de Concreto Ciclópeo
8	4+060	Badén	Recto	Mampostería	9.50	6.00	90°	Drenaje	D-I	Se encuentra en Buenas condiciones, no cumplen con la sección hidráulica de diseño y con las pendientes longitudinales según norma.	Proyectar badén de Concreto Ciclópeo
9	6+055	Badén	Recto	Mampostería	11.70	6.00	90°	Quebrada Alan García	D-I	Malas Condiciones	Reemplazar por badén de Concreto Ciclópeo.
10	6+975	Badén	Recto	Concreto	14.70	6.00	90°	Drenaje Quebrada Pachitea	D-I	Buenas Condiciones	Mantenimiento (Limpieza de badén)
11	7+730	Badén	Recto	Mampostería	19.50	6.40	90°	Drenaje Quebrada Nico Rivas	D-I	Malas condiciones	Proyectar badén de Concreto Ciclópeo
12	7+872	Badén	Recto	Concreto	14.00	6.20	90°	Drenaje Quebrada Santo Cespedes.	D-I	Buenas Condiciones	Mantenimiento (Limpieza de badén)
13	8+035	Badén	Curvo	Concreto	10.70	6.00		Drenaje Quebrada Emilio Castillo	D-I	Buenas Condiciones	Mantenimiento (Limpieza de badén)

Tabla 4. Pases de agua

N°	PROGRESIVA	ESTRUCTURA	TIPO	MATERIAL	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ESVIAJE	FUNCIÓN	SENTIDO	OBSERVACIONES	RECOMENDACION
1	5+446	Pase de agua	Tubería	PVC	6.10	6.10	90°	Pase de agua	de D-I	Obstruido en mal estado.	Proyectar alcantarilla.
2	6+622	Pase de agua	Tubería	PVC	6.10	6.80	90°	Pase de agua	D-I	Malas condiciones, Obstruida y colapsada.	Proyectar alcantarilla.

Estudio geológico

El territorio nacional se encuentra dividido en segmentos. A partir de esta división, se puede inferir que el proyecto se localiza dentro del área de influencia de la Zona IV. Por lo tanto, se le asigna un factor de aceleración máxima del terreno (Z) de 0,35 g, con una probabilidad del 10% de ser superado en un periodo de 50 años. Esto equivale a una recurrencia estimada de 475 años.

Perfil

En términos de respuesta sísmica, el suelo que conforma la base del terraplén de la vía se clasifica como un perfil tipo III, el cual exhibe ciertas características específicas.

Tabla 5. Perfil del suelo

LITOLOGIA	CARACTERÍSTICAS	ESPESOR	PERFIL TIPO
Suelo	Suelo Limo - Arcilloso	9m	III

Periodo de Vibración (Tp) y Factor de Amplificación de Suelo (S)

Los parámetros referidos se consignan en la tabla siguiente:

Tabla 6. Periodo de Vibración (Tp) y Factor de Amplificación de Suelo (S)

PERFIL TIPO	CARACTERÍSTICAS	T _p (seg)	S
III	Suelo Limo - Arcilloso	0.3	1,5

Coefficiente de Respuesta Sísmica Elástica

Haciendo referencia a la amplificación de la respuesta estructural en relación a la aceleración del suelo, para el modo de vibración "n-ésimo", se define mediante la siguiente expresión:

$$C_{sn} = 1.2 (ZS/Tp^{2/3})$$

De donde:

Tabla

Tabla 7 Coeficiente de Respuesta Sísmica Elástica

PERFIL TIPO	Z	Tp(seg)	S	Csn
III	3	0.3	1,2	< 2.0

La carretera en este proyecto se encuentra construida sobre una plataforma situada en una zona plana que corresponde a las terrazas fluviales cercanas y adyacentes al río Bigote.

Desde el punto de vista geológico, el terraplén de la vía se asienta principalmente sobre una capa de suelo aluvial/coluvial, que se encuentra sobre un sustrato de esquistos precámbricos epizonales con un grado metamórfico bajo.

En términos geotécnicos, el suelo de fundación del terraplén de la carretera está compuesto principalmente por una mezcla de grava, arena y limo/grava, arena y arcilla, clasificado según el criterio SUCS como GM-GC.

En cuanto a la sismicidad, la región donde se encuentra el proyecto presenta cierto nivel de vulnerabilidad debido a su cercanía a la deflexión cordillerana de Huancabamba. Sin embargo, se han aplicado parámetros sísmicos de diseño recomendados en la sección 8.1 para minimizar este riesgo, correspondiendo un factor de zonificación Z de 0.35 g.

En términos de geodinámica, se concluye que los fenómenos relacionados son de baja intensidad y baja recurrencia, con un impacto potencial mínimo en la vida útil de la carretera. Estos fenómenos se limitan a desprendimientos menores de material suelto bajo condiciones de incremento de presión de poros o aceleración de partículas debido a efectos sísmicos, los cuales pueden ser controlados mediante labores de

mantenimiento rutinario.

Los taludes de corte y relleno de la carretera presentan condiciones estables sin amenazas evidentes, por lo que no se requiere ninguna intervención humana adicional en este aspecto.

Diseño geométrico

El diseño se ha desarrollado siguiendo las normas técnicas establecidas por el Ministerio de Transporte, teniendo en cuenta algunas excepciones en los radios de curvatura, la distancia de visibilidad, el ancho de la calzada y el sobreancho. Estas excepciones se deben a las condiciones actuales de la carretera y se han considerado para cumplir con las demandas del tráfico vehicular actual y futuro, así como para garantizar una inversión económica en la rehabilitación.

Excepciones Técnicas

El diseño actual busca ajustarse a las condiciones naturales del entorno, evitando en todo momento un movimiento excesivo de tierras y la construcción de obras de arte u otras estructuras que puedan aumentar los costos de la rehabilitación y hacer que el proyecto sea inviable.

Clasificación Vial

La clasificación de la carretera estudiada se realizó siguiendo los parámetros establecidos por las normas de diseño de carreteras, los cuales se basan en la función, la demanda y las características topográficas del área.

En cuanto a la función, la carretera pertenece al Sistema Vecinal.

En términos de la demanda, considerando el Índice Medio Diario de Tráfico (IMDA) calculado en el estudio, se determinó que el flujo de vehículos es de 286 vehículos por día, lo que la clasifica como una carretera de tercera clase.

Además, se tuvieron en cuenta las condiciones topográficas del lugar, ya que existen

sectores en los que se deben considerar derechos de vía.

El ancho mínimo de derecho de vía se consideró la clasificación funcional del camino,

Se debe advertir que estas medidas serán provisionales dado que las dimensiones definitivas deben ser fijadas por la autoridad competente.

Considerando las condiciones orográficas del lugar, existen sectores en los que se configura como tipo 2 y en otros como tipo 3.

Tabla 8. Tipo de orografía

TRAMO	OROGRAFIA
1.- Km. 0+000 – Km. 1+700	Tipo 2
2.- Km. 1+700 – Km. 3+600	Tipo 3
3.- Km. 3+600 – Km. 4+100	Tipo 2
4.- Km. 4+100 – Km. 7+000	Tipo 3
5.- Km. 7+000 – Km. 8+210	Tipo 2

Derecho de Vía

El ancho mínimo de derecho de vía se consideró la clasificación funcional del camino, considerando las siguientes dimensiones:

Tabla 9. Ancho mínimo absoluto

DESCRIPCION	ANCHO MINIMO ABSOLUTO (*)
Carreteras de la Red Vial Nacional	15 m
Carreteras de la Red Vial Departamental o Regional	15 m
Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural	15 m

Se debe advertir que estas medidas serán provisionales dado que las dimensiones definitivas deben ser fijadas por la autoridad competente.

Velocidad Directriz

La velocidad directriz desempeña un papel fundamental, ya que define otros parámetros importantes como el ancho de la vía, los radios mínimos de curvatura, los peraltes, las bermas y las longitudes de tangente intermedia, entre otros.

La determinación de la velocidad directriz depende de varios factores, como la importancia o categoría de la carretera a rehabilitar, el volumen de tráfico esperado, los servicios que se ofrecerán, las características topográficas del terreno, los usos del suelo, las consideraciones ambientales, la uniformidad de la carretera, la accesibilidad a la vía, así como la disponibilidad de recursos económicos y financiamiento para el proyecto.

Cada una de las características de la carretera está vinculada a la velocidad directriz, y su definición está estrechamente relacionada con los costos de la rehabilitación. Por ejemplo, un ancho de plataforma y radios de giro más amplios en las curvas horizontales conllevan un aumento en los volúmenes de obra necesarios.

En el caso del tramo estudiado, no se menciona una velocidad directriz específica, por lo que es necesario definirla con base en las características topográficas propias de dicho tramo y siguiendo las normas técnicas establecidas en el "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001". Esta definición será fundamental para el desarrollo del diseño geométrico de la carretera a rehabilitar.

Tabla 10. Clasificación de la red vial peruana

CLASIFICACION	SUPERIOR								PRIMERA				SEGUNDA				TERCERA			
TRAFICO VEHTXA''	> 4000								4000-2001				2000-400				<400			
CARACTERISTICAS	A				M				D				DC				D			
OROGRAFIA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE																				
30 KPH																				
40 KPH																				
50 KPH																				
60 KPH																				
70 KPH																				
80KPH																				
90 KPH																				
100 KPH																				
110 KPH																				
120 KPH																				
130 KPH																				
140 KPH																				
150 KPH																				

Nota: la tabla 13 del Manual de Diseño Geométrico que relaciona la velocidad de diseño con la clasificación de la carretera y la orografía que atraviesa. En ese sentido la carretera será de **tercera clase y orografía tipo 3**, dado que la **velocidad varía**

Considerando que la topografía predominante a lo largo de todo el tramo es de tipo 3 y que atraviesa áreas pobladas, se determinó que la velocidad directriz más adecuada para el tramo es de 30 km/h.

En cuanto al ancho de la calzada, se siguió la tabla de recomendaciones establecidas en la Norma DG-2001, considerando la clasificación de la carretera, su tipo, el IMDA y la velocidad de diseño. Según estas pautas, el ancho de la **calzada será de 6.00 metros.**

Tabla 11. Ancho de calzada de dos carriles

CLAS A CACHON	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
VEH/DIA (1) CARACTER ISTICAS OROGRAFI A TPO VELOCIDA D DE DISEÑO	>4000								4000-2001				2000-400				<400			
	AP(2)				MC				DC				DC				DC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
30KPH																			6.00	6.00
40KPH																6.00	6.00	6.00	6.00	
50KPH										7.00	7.00				6.60	6.60	6.60	6.60		
60KPH					7.20	7.20	7.00	7.00	7.20	7.20	7.00	7.00	7.00	7.00	6.60	6.60	6.60	6.60		
70KPH			7.20	7.20	7.20	7.20	7.00	7.00	7.20	7.20	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00				
80KPH	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.00	7.20	7.20	7.00	7.00	7.00	7.00				7.00		
90KPH	7.20	7.20			7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.00							
100KPH	7.20	7.20			7.20	7.20	7.20		7.20				7.00							
110KPH	7.30	7.30			7.30															
120KPH	7.30	7.30																		
130KPH	7.30																			
140KPH	7.30																			
150KPH																				

En tal sentido el ancho de carretera según la velocidad de la directriz y acorde a la Norma DG – 2001 será de **6.00m.**

Sin embargo, es importante mencionar que en el tramo comprendido entre las progresivas 6+935 y 6+980, el ancho de la calzada se reducirá a 5.50 metros debido a la presencia de una pequeña plazuela. Además, se identificaron sectores con pavimento rígido económico, por lo que no será necesario llevar a cabo labores de rehabilitación en dichas áreas.

- Km 0+000 – km 0+929.
- Km 0+929 – km 1+190.
- Km 3+620 – km 4+308.
- Km 6+975 – km 8+210

Definición del peralte

En el diseño, se ha decidido que las curvas deben ser peraltadas para contrarrestar la fuerza centrífuga. Es importante destacar que el peralte se aplicará en la parte exterior de la carretera en las curvas. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que los valores máximos de peralte están influenciados por factores climáticos, la topografía, el tipo de zona (rural o urbana) y la cantidad de vehículos pesados de movimiento lento que utilizan la vía. Por lo tanto, se seguirán las recomendaciones establecidas en el Manual de Diseño Geométrico DG-2001, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12. Definición de Peralte

	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Cruce de Áreas Urbanas	6,0 %	4,0 %
Zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)*	8,0 %	6,0 %
Zona rural (Tipo 3 ó 4)	12,0 %	8,0 %
Zona rural con peligro de hielo	8,0 %	6,0 %

Nota: debido a que la zona es rural y de tipo 2 y 3 se ha considerado como peralte máximo absoluto 8,0% y el mínimo 6%.

Definición del Radio

Siguiendo las indicaciones establecidas en el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG-2001, y considerando el peralte máximo permitido (8,0%) y una velocidad directriz de 30 km/h, se determina que el radio mínimo de las curvas debe ser de 30 km.

Definición del bombeo

En los tramos rectos o en aquellos con un radio de curvatura que permite el uso de un contra peralte en la calzada, se consideró la aplicación de una inclinación transversal mínima o bombeo. Esta inclinación tiene como objetivo permitir el drenaje adecuado de las aguas superficiales y su pendiente dependerá del tipo de superficie de rodadura y el nivel de precipitaciones en la zona.

Para determinar los valores adecuados de esta inclinación transversal mínima, se siguieron las directrices establecidas en el Manual de Diseño Geométrico DG-2001. Este manual define los valores y el rango dentro del cual se deben afinar estos valores, teniendo en cuenta los diferentes factores como la rigurosidad de las superficies y el clima predominante en el lugar.

Tabla 13. Bombeo de calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación: < 500 mm/año	Precipitación:> 500 mm/año
Pavimento Superior	2,0	2,50
Tratamiento Superficial	2,5 (*)	2,5 – 3,0
Afirmado	3,0 – 3,5 (*)	3,0 – 4,0

Nota: Tomando en consideración el clima particular y predominante de la zona el valor más adecuado es 2.5%.

Definición del sobreancho

Dado que los conductores encuentran dificultades para mantener sus vehículos en el centro del carril, se ha requerido diseñar un sobreancho en la vía con el objetivo de lograr condiciones favorables de conducción similares a las rectas.

El cálculo del sobreancho se realizó considerando valores múltiplos de 0.10,

teniendo en cuenta la velocidad de diseño de 30 km/h y las pautas establecidas en el Manual de Diseño Geométrico DG-2001. Para radios de curvatura mayores a 500 m, el valor del sobreebancho se estableció en cero.

En el caso de radios de curvatura inferiores a 500 m, se realizó el cálculo del sobreebancho utilizando la fórmula correspondiente:

$$Sa = n (R - (R^2 - L^2)^{1/2}) + V / 10 R^{1/2}$$

Dónde:

El sobreebancho para dos carriles (Sa) se ha calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$Sa = (n * R * V^2) / (127 * L)$$

Donde:

n = Número de carriles = 2

R = Radio horizontal (m) = valor según la curva horizontal

V = Velocidad directriz (Km/h) = 30 km/h

L = Longitud del eje posterior a la parte frontal del vehículo C2 = 7.30m

Utilizando los datos mencionados, se determina que el valor del sobreebancho (Sa) es de 2.4 metros.

Tabla 14. Sobreebanchos requeridos para calzadas de doble carril.

R	V ■ 30 KPH		V ■ 40 KPH		V ■ 50 KPH		V ■ 60 KPH		V - 70 KPH	
	Calcul (m)	Recomenda (m)								
25	278	2.8								
28	2.5	2.5								
30	2.35	2.4								
35	205	2.1								
37	195	2								
40	1.82	1.9								
45	164	1.7	1.7	1.8						
50	1.5	1.5	1.6	1.7						
55	1.38	1.4	1.5	1.5						
60	1.28	1.3	1.4	1.4						
70	1.12	1.2	1.2	1.3	1.36	1.4				
80	1	1	1.1	1.1	1.23	1.2				
90	0.91	0.9	1.0	1	1.12	1.1				
100	0.83	0.9	0.93	0.9	1.03	1	1.13	1.1		

120	072	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.99	1		
130	0.67	0.7	0.7	0.8	0.85	0.9	0.94	1		
150	0.6	0.6	0.68	0.7	0.76	0.8	0.85	0.9	0.93	0.9
2C	0.48	0.5	0.5	0.6	0.62	0.6	0.69	0.7	0.76	0.8
250	0.4	0.4	0.47	0.5	0.53	0.5	0.59	0.6	0.66	0.7
3C	0.35	0.4	0.41	0.4	0.47	0.55	0.52	0.5	0.58	0.6
350	0.31	0.3	0.3	0.4	0.42	0.4	0.47	0.5	0.53	0.5
400	0.28	0.3	0.3	0.4	0.38	0.4	0.43	0.4	0.48	0.5
450			0.31	0.3	0.35	0.4	0.4	0.4	0.45	0.4

Nota: el sobreebanco calculado fue de 2.35 y el recomendado de **2.4 m**

Definición de la pendiente

En ciertos sectores, fue necesario proyectar pendientes inferiores al 0.50%, tomando en cuenta que las cunetas adyacentes al proyecto presentan la pendiente necesaria para garantizar el drenaje. Además, el diseño de la calzada se configuró con un **bombeo del 2.50%**. Los límites máximos de pendiente se establecieron considerando la seguridad de circulación de los vehículos pesados en las condiciones más desfavorables posibles de la superficie de rodadura.

De acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico DG-2001, que indica que para una topografía de tipo 3 se recomienda una **pendiente máxima del 10%**, se han definido las pendientes máximas en concordancia con este parámetro.

Cunetas

Las zanjas abiertas en terreno, que tienen como objetivo proteger la estructura del pavimento y canalizar las aguas superficiales e infiltradas, fueron diseñadas considerando diversos factores hidrológicos y de drenaje reportados en el informe correspondiente. Estos factores incluyen la intensidad de la lluvia prevista, las condiciones naturales del terreno, la pendiente de la cuneta y el área que será drenada. Las dimensiones establecidas para las cunetas son de 1.20 metros de ancho por 0.30 metros de profundidad. Se trata de cunetas de forma triangular, las cuales siguen el trazado de la carretera y se adaptan a la topografía del terreno. Es importante destacar que las mediciones de las cunetas se realizan desde el nivel de la rasante proyectada de la carretera.

Curvas Verticales

El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001) del MTC indica el empleo de una función cuadrática, conocida como parábola de segundo grado, para el diseño de las curvas en carreteras. Esta función se rige por las siguientes condiciones establecidas en el manual:

En el marco de este proyecto, se planificarán curvas verticales en casos donde la diferencia de pendiente ($\alpha_2 - \alpha_1$) sea igual o mayor al 1%.

Para este proyecto en particular, se considerará la proyección de curvas verticales cuando la diferencia de pendiente ($\alpha_2 - \alpha_1$) sea igual o mayor al 1%.

Formula de la Curva Parabólica

$$Y = -(x^2 / 2b + b / 2)$$

Curva Vertical Simétrica

Cuando $L_1 = L_2 = L/2$

$$\text{Para } x = 0 \text{ (en el centro) } e = - \frac{L (\alpha_2 - \alpha_1)}{800}$$

Para un punto cualquiera distante de los extremos (d) la corrección $e_1 = d^2 (\alpha_2 - \alpha_1) / 200 L$

Control de la Longitud de curvas verticales convexas

De acuerdo con la sección 403.03.05 "Consideraciones Estéticas" del Manual de Diseño Geométrico (DG-2001), la longitud de la curva vertical debe cumplir con la siguiente condición:

$$L \geq V$$

Donde:

L = Longitud de la curva vertical en metros.

V = Velocidad directriz en kilómetros por hora.

Sin embargo, en la práctica vial, se considera $L > V$.

Es recomendable proyectar curvas verticales simétricas siempre que sea posible. Sin embargo, en algunos casos se utilizan curvas verticales asimétricas para adaptarse a obras existentes o cuando las condiciones del trazado no permiten la inserción de una curva vertical simétrica debido a restricciones impuestas por el alineamiento.

El diseño de las curvas verticales sigue los siguientes criterios:

Criterio de Comodidad: Este criterio se aplica a las curvas verticales cóncavas, donde se considera la fuerza centrífuga que actúa sobre el vehículo al cambiar de dirección. El objetivo es garantizar una experiencia cómoda para los usuarios de la vía, evitando cambios bruscos de pendiente que puedan afectar la comodidad del viaje. En general, este criterio se engloba dentro del criterio de seguridad.

Criterio de Operación: Este criterio se aplica a las curvas verticales que cuentan con una visibilidad completa. El objetivo es evitar que los usuarios perciban un cambio repentino en la pendiente de la vía, lo cual puede afectar su operación y maniobrabilidad. El diseño busca proporcionar una transición suave y gradual en la pendiente de la curva para brindar una experiencia de conducción más segura y cómoda.

Criterio de Drenaje: Este criterio se aplica a las curvas verticales cóncavas o convexas cuando se encuentran en un área de corte. El objetivo es señalar al diseñador la necesidad de ajustar las pendientes longitudinales de las cunetas para garantizar un adecuado drenaje del agua en la curva. Esto es especialmente importante para evitar problemas de inundación o acumulación de agua en la vía durante eventos de lluvia.

Criterio de Seguridad: Este criterio se aplica tanto a las curvas cóncavas como a las convexas. La longitud de la curva debe ser determinada de manera que en todo momento la distancia de visibilidad sea igual o mayor a la distancia de parada o frenado requerida. El objetivo principal es garantizar la seguridad de los conductores, permitiendo una adecuada visibilidad y espacio para detenerse en caso de ser necesario durante la curva.

En ciertas situaciones, el nivel de servicio requerido puede exigir el diseño de curvas verticales con una distancia de visibilidad de paso suficiente.

Características Geométricas de Diseño

El diseño geométrico del proyecto se basó en las directrices establecidas en el "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001)" del MTC, teniendo en cuenta la velocidad directriz de diseño:

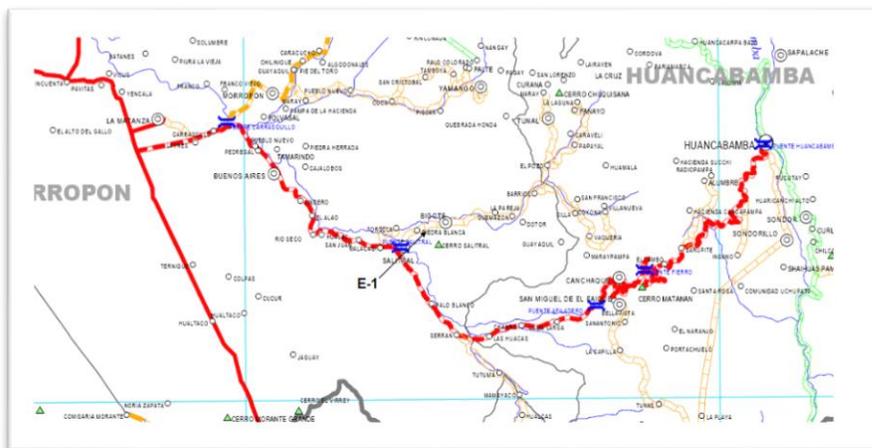
Tabla 15. Características geométricas de diseño

SUBTRAMO	KM. 0+000 AL	KM. 8+210
VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)	30.00	
ANCHO DE CALZADA (m)	6.00	
ESTRUCTURA PAVIMENTO (m)	0.42	
PERALTE MAXIMO (%)	8.0	
RADIO MINIMO (m)	30.0	
PENDIENTE MAXIMA (%)	10.0	
BOMBEO (%)	2.50	
CUNETAS TRIANGULARES (m)	1.20x0.30	

Nota: Diseño determinado de la evolución del tramo del proyecto Km. 0+000 – Km. 8+210

Del tránsito o tráfico

Figura 2. Ubicación de las estaciones de conteo



Factores De Corrección Estacional

Debido a que la zona cuenta con información mensual del peaje

correspondiente a Chulucanas se ha procedido a obtener la variación mensual y determinar el valor de corrección del mes.

Tabla 16. Factor de corrección del mes

Mes	Factor de corrección ligeros	Factor de corrección pesados
febrero	1.68481	1.010383

Nota: Datos de los factores de corrección para determinar el índice medio diario Anual-directiva general del Sistema Nacional de Inversión pública-Resolución Directoral N 003-2011-ef-anexo SNIP 09.VI.I

Tabla 17. Variación de la clasificación diaria por sentido

DIA	SENTIDO	LIGEROS			BUS	CAM UNIT	CAM ACOR	TOTAL	
		AUTOS CMTA	CR	MICRO					
LUNES	SENTIDO: HACIA BIGOTE	118	221	110	3	2	7	0	61
	SENTIDO: HACIA SALITRAL	118	119	9	4	2	6	0	58
	SENTIDO: AMBOS	336	440	119	7	4	13	0	119
MARTES	SENTIDO: HACIA BIGOTE	227	119	112	4	3	10	0	75
	SENTIDO: HACIA SALITRAL	228	116	112	7	2	10	0	75
	SENTIDO: AMBOS	555	335	224	11	5	20	0	150
MIERCOLES	SENTIDO: HACIA BIGOTE	335	223	119	5	2	7	1	92
	SENTIDO: HACIA SALITRAL	238	222	114	3	3	13	1	94
	SENTIDO: AMBOS	773	445	333	8	5	20	2	186
JUEVES	SENTIDO: HACIA BIGOTE	330	117	112	4	2	18	1	84
	SENTIDO: HACIA SALITRAL	228	119	9		3	16	1	81
	SENTIDO: AMBOS	558	336	21	9	5	34	2	165
VIERNES	SENTIDO: HACIA BIGOTE	222	225	112	4	3	18	0	84
	SENTIDO: HACIA SALITRAL	21	226	110	4	3	25	0	89
	SENTIDO: AMBOS	443	551	222	8	6	43	0	173
SABADO	SENTIDO: HACIA BIGOTE	118	221	123	8	1	10	0	71

	SENTIDO: HACIA SALITRAL	21	118	11	3	3	8	0	64
	SENTIDO: AMBOS	339	339	224	11	4	18	0	135
DOMINGO	SENTIDO: HACIA BIGOTE	227	88	8	5	2	10	1	61
	SENTIDO: HACIA SALITRAL	224	7	4	5	2	4	1	47
	SENTIDO: AMBOS	551	115	112	10	4	14	2	108

Fuente: Del análisis in situ.

Promedio de la semana = Suma de volumen (día sábado+ día domingo + día lunes + día martes+ día miércoles+ día jueves+ día viernes)

Tabla 18. Promedio diario anual

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD
Autos	51
Pick up	37
C.R.	22
Micros	9
B2	5
B3-1	0
B4	0
C2	21
C3	2
C4	0
2S2	0

T2S3	0
T3S2	0
T3S3	1
2T2	0
2T3	0
3T2	0
3T3	0
TOTAL	

148

Fuente del análisis in situ

Para el cálculo de Índice Medio Diario anual (IMDa) se utilizó la fórmula del promedio por semana multiplicado por el factor de corrección del mes, se hicieron proyecciones para los años (2025, 2030, 2033, 2038).

Proyección del tráfico por tipo de vehículo

Tabla 19. Tasa de crecimiento del tráfico por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Tasa anual %
AUTOS	1.30
CAMIONETA	1.30
MICRO	1.30
OMNIBUS	1.30
CAMIONES	388
C RURAL	1.30

Según el IMD obtenido en la ruta que evaluada para la rehabilitación de acuerdo con la cantidad de vehículos diarios (156 veh/día) la clasificación correspondiente de carretera de Tercera Clase debido a que pasan menos de 400 vehículos diarios (**156 < 400 veh/día**); no obstante, al ser una vía de dos carriles es decir que el tránsito se da en dos sentidos los parámetros deben considerarse para esta circunstancia.

El IMDA se calculó multiplicando del Índice Medio Diario Semanal (IMDS) y el Factor de Corrección Estacional (FC).

$$\text{IMDA} = \text{IMDS} \times \text{FC}$$

Tabla 20. Vehículos por día

TIPO DE VEHICULO	AMBOS	%
Autos	54	34,6%
Pick up	39	25,0%
C.R.	24	15,4%
Micros	10	6,4%
B2	5	3,2%
B3-1	0	0,0%
B4	0	0,0%
C2	22	14,1%
C3	2	1,3%
C4	0	0,0%
2S2	0	0,0%
T2S3	0	0,0%
T3S2	0	0,0%
T3S3	0	0,0%
2T2	0	0,0%
2T3	0	0,0%
3T2	0	0,0%
3T3	0	0,0%
TOTAL	156	100,0%

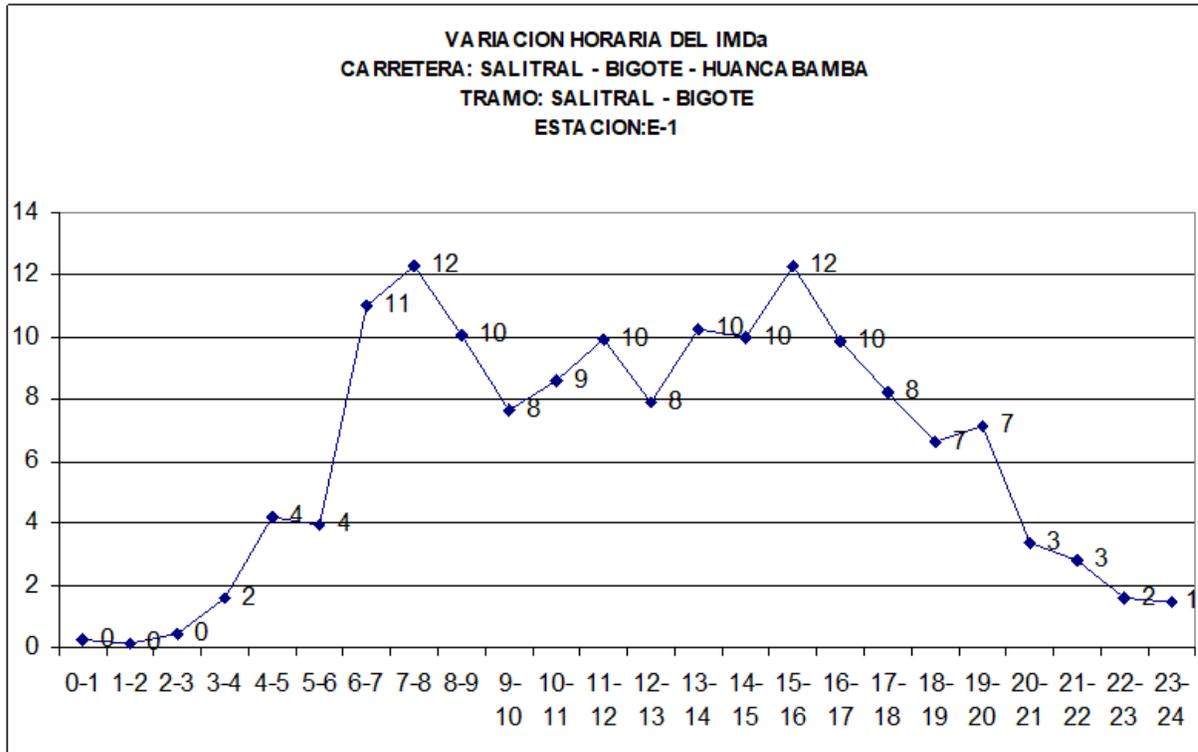
Tabla 21. Clasificación Vehicular Promedio

TIPO DE VEHICULO	%
Ligeros	81,6%
B2	3,3%
C2	14,1%
C3	1,3%
TOTAL	100,0%

Figura 3. Variación diaria del IMDa (diagrama circular)



Figura 4. Variación diaria del IMDa histograma de frecuencia



Proyecciones del tráfico normal

Se aplica la formula siguiente: $T_f = T_i (1+r)^n$

Proyecciones del tráfico normal

Se aplica la formula siguiente: $T_f = T_i (1+r)^n$

Tabla 22. Tasa de crecimiento del tráfico por tipo de vehículo

TIPO DE VEHICULO	%
Autos	1,3%
Camioneta	1,3%
Micro	1,3%
Ómnibus	1,3%
Camiones	3,88%
C. Rural	1,3%

Tabla 23. Proyecciones del tráfico anual

TRAFICO NORMAL	2020	2025	2030	2033.	2038
AUTO	57	61	65	67	72
CAMIONETA	-43	46	49	50	54
CAM RURAL	25	27	29	30	32
MICRO	11	12	12	13	14
BUS	5	6	6	6	7
CAMION 2E	27	33	40	45	54
CAMION 3E	3	3	4	4	5
CAMION 4E	0	0	0	0	0
ARTICULADO	0	0	0	0	0
TOTAL	171	188	205	215	238
TRAFICO GENERADO	2019	2024	2029	2034	2039
AUTO	68	73	78	80	86
CAMIONETA	52	55	59	60	65
CAM RURAL	30	32	35	36	38
MICRO	13	14	14	16	17
BUS	6	7	7	7	8
CAMION 2E	32	40	48	54	65
CAMION 3E	1	1	1	1	1
CAMION 4E	0	0	0	0	0
ARTICULADO	0	0	0	0	0
TOTAL	34	38	41	43	48
TRAFICO TOTAL	2019	2024	2029	2034	2039
AUTO	68	73	78	80	86
CAMIONETA	52	55	59	60	65
CAM RURAL	30	32	35	36	38
MICRO	13	14	14	16	17
BUS	6	7	7	7	8
CAMION 2E	32	40	48	54	65
CAMION 3E	4	4	5	5	6
CAMION E	0	0	0	0	0
ARTICULADO	0	0	0	0	0
TOTAL	205	226	246	258	286

Formula: $IMDA = IMDS \times F$

Tránsito no motorizado

Se trata del tránsito de las movilizaciones en las que no se utilizan vehículos, en ese sentido se encontró que por la vía transitan infrecuentemente personas arreando ganado, debido que lo trasladan para que pascen en las primeras horas de la mañana, regresando por la tarde, sin embargo, los rebaños son pequeños pues se tratan de un promedio de 10 a 15 cabezas.

Niveles de servicio

Esto están relacionado con los niveles de servicio individual, donde se incluyen la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad para maniobrar, las interrupciones al tránsito y el confort de la vía. En ese sentido se definieron seis niveles de servicio para los cuales se disponen del siguiente procedimiento para su análisis. En ese sentido se les asigna una letra de la "A" a la "F" siendo el nivel de servicio "A" el mejor nivel de servicio es decir que brinda las mejores condiciones operativas, y el nivel de servicio "F" el que presenta las peores condiciones. En tal sentido cada nivel de servicio representa diversos parámetros de explotación.

Capacidad de la vía

Información necesaria para calcular la capacidad de la vía

- Ancho de la vía
- Ancho de la berma y los despejes laterales
- La velocidad del proyecto
- Las características de las alineaciones tanto en trazado vertical como horizontal.

La expresión básica para calcular el flujo de servicio en el análisis de la operación de segmentos es:

$$FS = c(v/c) (N)(fa)(fvp)(fc)$$

Donde:

FS= flujo de servicio por sentido a nivel, bajo condiciones prevaletientes del camino y del tránsito en vehículos mixtos por hora(vph).

C = capacidad por carril en condiciones ideales para velocidad del proyecto.

(v/c) = máxima relación volumen /capacidad.

N = número de carriles por sentido.

Fa = factor de ajuste por efecto de restricciones en el ancho de carriles y distancia a obstáculos laterales

Fvp = factor de ajuste por presencia de vehículos pesados

El factor de ajuste por vehículos pesados se calcula:

$$Fvp = 100 / 100 + Pc (Ec-1) + Pb (Eb-1)$$

Donde:

Pc= Porcentaje de camiones

Pb = porcentaje de bus

Ec= Automóviles equivalentes a un camión

Eb = Automóviles equivalentes a un autobús.

Este tramo corresponde a un Nivel de servicio "A"

Figura 5. Nivel de servicio Capacidad del tramo salitral bigote

CONDICION DE LA CALZADA

TOPOGRAFIA	LLANA
ANCHO DE CALZADA	6
ANCHO DE BERMA	0
ANCHO CARRIL	3
NUM CARRILES	2
% PROHIB DE SOBRE	0
VELOCIDAD DIRECTR	30

CONDICION DEL TRAFICO

VOL HORARIO MAX	18	en UCP
% BUS	3,05	
%CAMIONES	14,9	
DISTRIB DIRECCIONA	50/50	prohib adel 60%

NIV DE SERV	A	B	C	D	E
I/C	0,07	0,19	0,34	0,59	1
fd	1	1	1	1	1
fa	0,58	0,58	0,58	0,58	0,75
fvp	0,85222431	0,826925	0,8269247	0,856678	0,856677803
Ec	2,0	2,2	2,2	2	2
Eb	1,8	2	2	1,6	1,6
FHP	0,1494	0,1494	0,1494	0,1494	0,1494
IS	131	510	913	1642	2442
IS actual =vol. H.p act/F	120	120	120	120	120

NIVEL A

Nota: de acuerdo al análisis correspondiente el nivel de servicio de la vía será "A"

En el estudio topográfico realizado, se han identificado variaciones en la pendiente a lo largo de diferentes tramos de la carretera. Específicamente, el tramo entre el kilómetro 6+950 y el 6+980 presenta una pendiente mínima de -4%, mientras que una pendiente máxima de 4% se observa en los tramos que van desde el kilómetro 0+420 al 0+500, y también desde el kilómetro 8+030 al 8+080. En cuanto a las alturas, la máxima altura de corte registrada fue de 2.718625 y la máxima altura de relleno fue de -4.12308333.

Adicionalmente, se analizó el ancho de la calzada en varios tramos de la carretera:

Tramo 0+000 a 0+929: 7.50 metros de ancho con tratamiento superficial bicapa.

Tramo 0+929 a 1+190: variando entre 8.00 y 8.80 metros de ancho, pavimentado de manera rígida.

Tramo 1+190 a 1+634: variando entre 6.00 y 7.00 metros de ancho con tratamiento superficial.

Tramo 1+634 a 3+620: variando entre 6.00 y 7.00 metros de ancho, con superficie afirmada.

Tramo 3+620 a 4+308: 6.00 metros de ancho con tratamiento superficial bicapa.

Tramo 4+308 a 6+975: variando entre 6.00 y 9.50 metros de ancho, con superficie afirmada.

Tramo 6+975 a 8+210: variando entre 6.10 y 14.00 metros de ancho, pavimentado de manera rígida.

Es importante destacar que la carretera atraviesa áreas con diversas características orográficas, clasificadas entre tipo 2 y tipo 3. Dado que la mayor parte de la carretera se encuentra en una orografía de tipo 3 y atraviesa varios centros poblados cercanos, se ha establecido una velocidad directriz de 30 km/h para este tramo.

En relación al tráfico, el estudio reveló que se registra un promedio anual de 148 vehículos diarios. De ese total, se distribuyen de la siguiente manera: un 34.6% corresponde a automóviles, un 25.0% a pick-ups, un 15.4% a vehículos C.R., un 14.1% a vehículos C2 y un 6.4% a microbuses.

Por otro lado, las proyecciones de tráfico nos brindan una comprensión de cómo podría evolucionar en el futuro. De acuerdo con estas proyecciones, se espera que el volumen de tráfico aumente gradualmente. Para el año 2025, se estima que habrá un promedio de 188 vehículos circulando diariamente. Para el año 2030, se proyecta un promedio de 205 vehículos diarios, y para el año 2033, se prevé un promedio de 215 vehículos diarios. Finalmente, según las proyecciones para el año 2039, se espera un promedio de 238 vehículos circulando diariamente por la vía.

Objetivo específico 2: Evaluar superficialmente la infraestructura de la carretera

de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022.

Condición actual de la vía

La carretera Dv.R2A Salitral – Bigote se encuentra en regular a mal estado de conservación, predominando la existencia de agregados de pequeño tamaño sobre la superficie (<1/4”) en los tramos a nivel de tratamiento superficial bicapa, también predomina la existencia de agregados de mediano tamaño en la superficie (<2”) en los tramos a nivel de afirmado, presencia de baches, pérdida de materiales de la superficie, ahuellamiento y erosión de la superficie de rodadura por efecto de pase de agua en los tramos a nivel de afirmado, en los tramos a nivel de tratamiento superficial en las progresivas 0+000-0+929, 1+190 – 1+634 y 3+620 - 4+308 se observó fallas superficiales en la plataforma como pérdida de la película ligante, inicios de desintegración de los bordes del pavimento, descascaramientos, fisura transversal de junta de construcción, presencia de hundimientos longitudinales. Además, se observó tramos de pavimento rígido en los cruces de los Distritos de Salitral y Bigote primer tramo en la progresivas 0+929-1+190 y segundo tramo en las progresivas 6+975 – 8+210.

Presenta las siguientes características técnicas:

Velocidad Directriz : 35 Km./h

Ancho de calzada (0+000 – 0+929): 7.50 m (Tratamiento superficial Bicapa)

Ancho de calzada (0+929-1+190): 8.00 a 8.80m (Pavimento rígido)

Ancho de calzada (1+190 – 1+634): 6.00 a 7.00 m (Tratamiento superficial)

Ancho de calzada (1+634 - 3+620): 6.00 a 7.00 m (Afirmado)

Ancho de calzada (3+620 - 4+308): 6.00 m (Tratamiento superficial Bicapa)

Ancho de calzada (4+308 - 6+975): 6.00 a 9.50 m (Afirmado)

Ancho de calzada (6+975 - 8+210): 6.10 a 14.00m (Pavimento rígido)

Evaluación de pavimentos

Índice de condición de pavimento y escala de medida (PCI), donde se evalúan 19 tipos de fallas.

Figura 6. Escala PCI

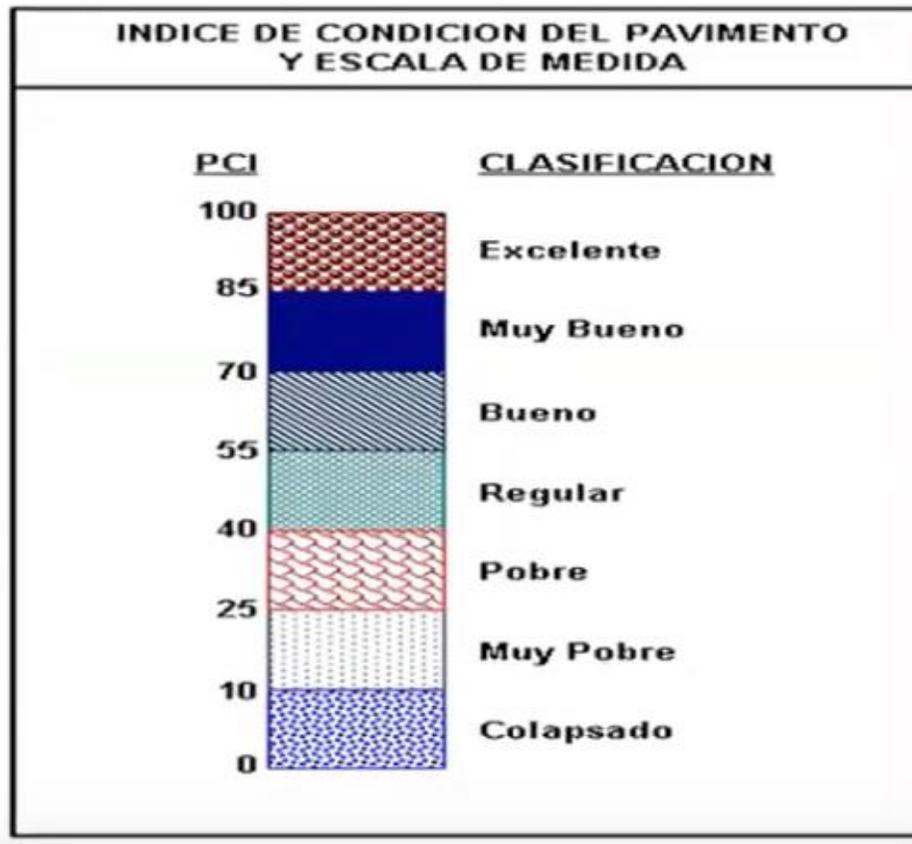
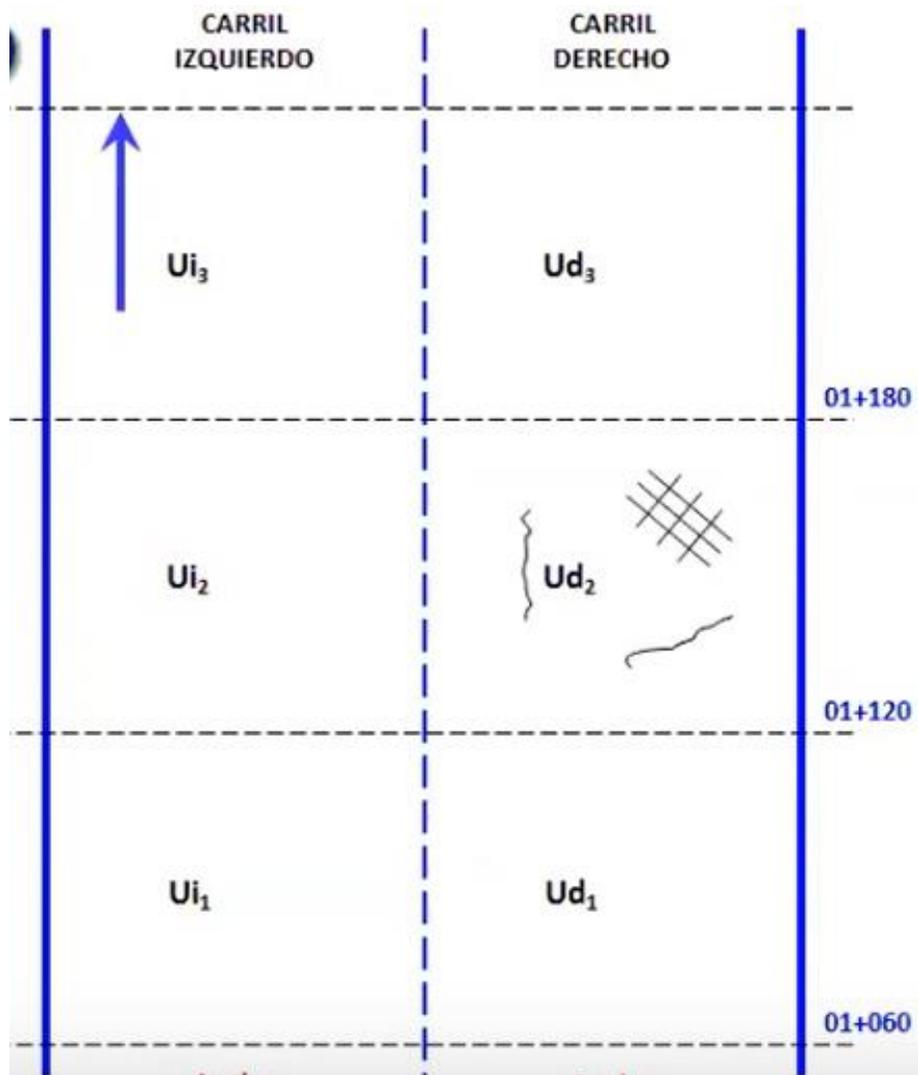


Figura 7. Unidades de muestreo



El PCI requiere que la vía se divida en secciones o unidades de muestreo, cuyos rangos oscilan entre $225.0 \pm 90 \text{ m}^2$

El procesamiento de datos se realizó con el software EvalPav.

Figura 8. Uso de software EVALPAV (Método PCI ASTM D 6433)

Sector: Km 0+000 - km 0+195 Carril: Carril izquierdo

Unidad de muestra: _____ Area de muestra (m²): _____

Progresiva inicial: _____ Progresiva final: _____

Inspeccionado por: _____

Fecha: _____ Muestra adicional:

m: _____ VRC: _____ PCI: _____

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR

Sector: km 1+690 - km 3+000 Carril: _____

Unidad de muestra: _____ Area de muestra (m²): _____

Progresiva inicial: _____ Progresiva final: _____

Inspeccionado por: _____

Fecha: _____ Muestra adicional:

m: _____ VRC: _____ PCI: _____

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR

Figura 9. Evaluación de la superficie de rodadura

Tramo	Longitud	Descripción de la Superficie de Rodadura Existente
-------	----------	--

Km	Km	(km)	Por tramo
0+000	0+195	195 (6 muestras)	<p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa en REGULAR ESTADO. (Rehabilitación)</p> <p>En la progresiva 0+037 presenta una falla por construcción, en el sector km 0+050–km 0+052 presenta descascaramientos en el lado izquierdo de la vía, en la progresiva 0+100 presenta fallas por piel de cocodrilo y al final del presente tramo presenta una falla por junta de construcción transversal, cabe indicar que en algunos sectores del tramo en estudio presenta perdida de su película ligante.</p>
0+295.50	0+929	633.50 (19 muestras)	<p>-Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa en REGULAR ESTADO. (Rehabilitación)</p> <p>El tramo presenta perdida de la película ligante, en algunos sectores del tramo, presencia de pequeños hundimientos en la progresiva 0+310, presencia de materiales de pequeña dimensión (gravilla) (<1/4”) sobre la plataforma existente.</p>
0+929	1+190	261 (8 muestras)	<p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Pavimento Rígido en BUEN ESTADO. (Mantenimiento preventivo)</p> <p>Plataforma en buen estado estructural y funcional, requiere limpieza.</p>
1+190	1+634	444 (13 muestras)	<p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa en REGULAR A MAL ESTADO. (Rehabilitación mayor)</p> <p>El tramo presenta perdida de la película ligante, se apreció ahuellamientos leves generalmente en la trayectoria de circulación de las llantas del vehículo, presencia de materiales de pequeña dimensión (gravilla) (<1/4”) sobre la plataforma existente.</p>

1+634	1+690	56 (1 muestra)	<p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de terreno natural en REGULAR A MAL ESTADO. (Rehabilitación mayor)</p> <p>Presencia de baches, ahuellamientos, se aprecia la perdida de materiales finos de la plataforma, presencia de materiales de mediana dimensión (<2") sobre la plataforma, que originan una superficie irregular, se observan pequeños hundimientos de la plataforma.</p>
1+690	3+000	1310 (40 muestras)	<p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Afirmado en REGULAR A MAL ESTADO. (Rehabilitación mayor)</p> <p>Se aprecia la perdida de materiales finos de la plataforma, presencia de materiales de mediana dimensión (<2") en los costados de la vía en las progresiva 2+860 una longitud de 70m.</p>
3+000	3+600	600 (18 muestras)	<p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Afirmado en REGULAR A MAL ESTADO. (Rehabilitación mayor)</p> <p>Se aprecia la perdida de materiales finos de la plataforma, presencia de materiales de mediana dimensión (<2") en los costados de la vía en todo el tramo. Cabe indicar que el ancho de plataforma varía entre 5.90 a 8.00m.</p>
3+620	4+308	690 (21 muestras)	<p>-Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa en REGULAR ESTADO. (Rehabilitación)</p> <p>El tramo presenta perdida de la película ligante, presencia de materiales de pequeña dimensión (gravilla) (<1/4") sobre la plataforma existente. Se aprecia cercos artesanales por propietarios al lado izquierdo entre las progresivas 3+630 a 3+800.</p>
			<p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Afirmado en REGULAR A MAL</p>

4+308	4+850	542 (17 muestras)	<p>ESTADO. (Rehabilitación mayor) Presencia de bache aproximadamente en la progresiva 4+570, erosión de plataforma por escorrentía de aguas sobre la superficie de rodadura, como la progresiva 4+780, presencia de materiales de mediana dimensión (<2”) sobre la plataforma, se aprecia encalaminado en algunos sectores del presente tramo. Se aprecia cercos artesanales por propietarios al lado izquierdo entre las progresivas 4+478 a 4+850.</p> <p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Afirmado en REGULAR ESTADO. (Rehabilitación) Presencia de encalaminado, erosión de plataforma por escorrentía de aguas sobre la superficie de rodadura, se aprecia encalaminado en algunos sectores del presente tramo, presencia de materiales de mediana dimensión (<2”) sobre la plataforma. Se aprecia cercos artesanales por propietarios al lado izquierdo entre las progresivas 4+850 a 5+050.</p> <p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Afirmado en REGULAR A MAL ESTADO. (Rehabilitación mayor) Presencia de ahuellamientos en la vía aproximadamente una longitud de 40 m, también se logró apreciar bolonería en la progresiva 5+160. Se aprecia cercos artesanales por propietarios en ambos lados de la vía entre las progresivas 5+170 a 5+380.</p>
4+850	5+050	200 (6 muestras muestras)	
5+050	5+380	330 (9 muestras)	

5+380	5+430	50 (1 muestra)	<p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Afirmado en MAL ESTADO. (Rehabilitación mayor)</p> <p>Presencia de baches en la plataforma existentes, se logró apreciar la erosión de plataforma por escorrentía de aguas sobre la superficie de rodadura, Se logro aprecia cercos artesanales por propietarios al lado izquierdo entre las progresivas 5+400 a 5+430.</p>
5+430	6+590	1160 (37 muestras)	<p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Afirmado en REGULAR A MAL ESTADO. (Rehabilitación mayor)</p> <p>Presencia de encalaminados en algunos sectores del presente tramo, se observó la presencia de baches, erosión critica de plataforma por escorrentía de aguas sobre la superficie de rodadura. Se logro aprecia cercos artesanales por propietarios al lado izquierdo entre las progresivas 5+430 a 6+040.</p>
6+590	6+975	385 (12 muestras)	<p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Afirmado en MAL ESTADO. Erosión de plataforma por escorrentía de aguas sobre la superficie de rodadura, presencia de baches, presencia de baches y boloneria.</p>
6+975	7+710	735 (24 muestras)	<p>Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Pavimento Rígido en BUEN ESTADO. (Mantenimiento rutinario)</p> <p>Plataforma en buen estado estructural y funcional, requiere limpieza.</p>
7+710	7+760	50 (1 muestra)	<p>- Sector presenta superficie de rodadura a nivel de Afirmado en REGULAR ESTADO. (Rehabilitación)</p> <p>Presencia de ahuellamientos en la vía, erosión de plataforma por escorrentía de aguas sobre la superficie de rodadura, baches y boloneria.</p>

7+760

8+210

450 (14
muestras)

- **Sector presenta** superficie de rodadura a nivel de Pavimento Rígido en buen estado. Plataforma en **BUEN ESTADO (Mantenimiento rutinario)** estructural y funcional, requiere limpieza.

Buen estado 12%, mal estado 12%, regular estado 29%, regular a mal estado 47% por lo que es lógico inferir que la vía requiere rehabilitación.

Desprendimiento de taludes

No se evidenció desprendimiento de taludes.

Puntos críticos

Se consideraron como puntos críticos a las quebradas secas encontradas dentro del tramo evaluado debido a que durante intensas lluvias el tramo se vuelve intransitable. Las quebradas se ubicaron en las siguientes progresivas: km 4+347, km 6+200, km 7+720.

Señalización

La carretera DV. R02A Salitral – Bigote – Tunal - La Quinoa- Sapalache – Huamcabamba, Tramo I: DV. R2A Salitral – Bigote., en sus 8.210 km no cuenta con ninguna señal reglamentaria, y preventiva.

Objetivo específico 3: Determinar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo para poder evaluar la calidad del terreno de la subrasante de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022.

Determinación de la capacidad soporte del terreno de fundación:

Para determinar el C.B.R. de diseño, se determinó el tipo de suelo, al Ensayo Próctor Modificado (ASTM D-1557) y California Bearing Ratio – CBR (ASTM D-1883), teniendo como estratos de suelos, más desfavorable a la siguientes Calicatas;

obteniéndose los siguientes resultados, después de realizar los ensayos especiales:

Figura 10. Ensayos realizados

Nº	Progresiva	Calicata	Muestra	Prof. (m)	L.L. (%)	Proctor		CBR	
						MDS	OCH	95%	100%
1	Km 00+030	C - 1	M - 1	0.00 - 1.20	19.0	2.092	8.8	46.0	72.0
2	Km 02+000	C - 9	M - 2	0.30 - 1.50	24.0	1.903	8.5	9.0	15.0
3	Km 04+000	C - 17	M - 4	0.80 - 1.50	24.0	1.993	8.1	12.0	20.0
4	Km 06+000	C - 25	M - 2	0.20 - 1.50	22.0	2.186	7.4	52.0	78.0

Para lograr conocer la capacidad de soporte de los suelos se realizaron los ensayos CBR en el laboratorio los cuales reportaron entre 9.0% a 52.0% (al 95% de la MDS), no obstante, para este cálculo ha sido necesario apoyarse en el cuadro de relación de la CBR de acuerdo a la subrasante con lo cual se designó un valor representativo de 12,0% que corresponde a la subrasante tipo 3, en tal sentido también se realizó el cálculo de las estructuras de pavimento para cada tramo homogéneo de acuerdo a las especificaciones establecidas de la metodología ASSTHO 93; en ese sentido el diseño de la base fue de 20.0 cm y la subbase 20.0 cm el TSB 2.0 cm lo que configura un espesor de 42 cm, Número estructural efectivo del pavimento SN (Real) 2.50.

Figura 11. Vista de corte transversal de la carretera

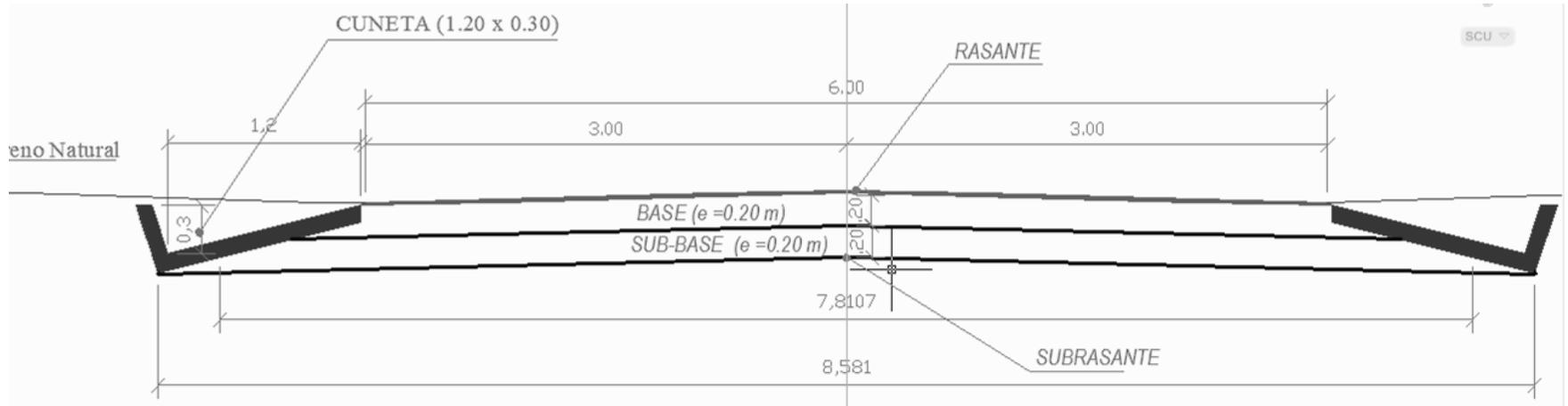
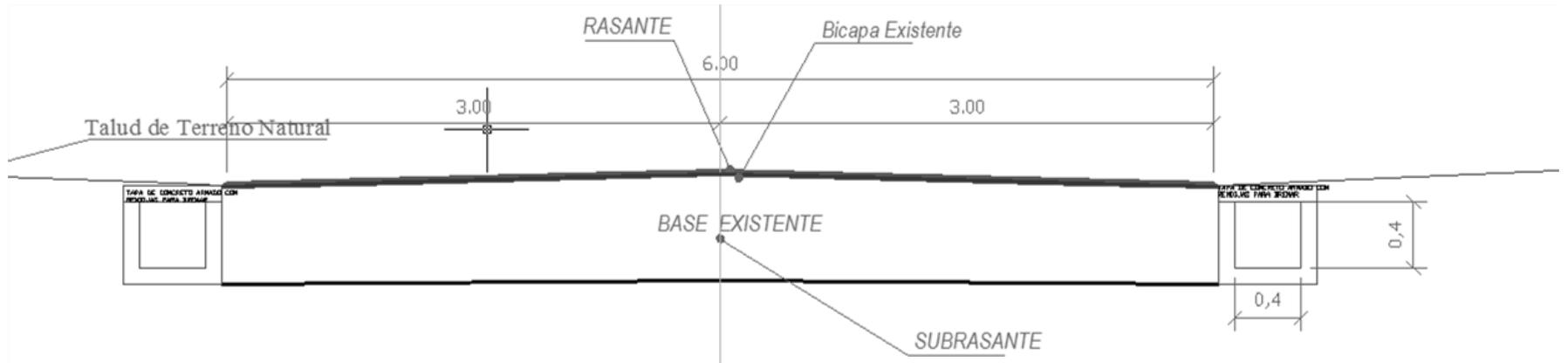


Figura 12. Vista de corte longitudinal de la carretera



Ensayos mecánica de suelos:

Las muestras disturbadas del suelo, provenientes de cada una de las exploraciones, fueron sometidas a ensayos de acuerdo a las recomendaciones de la American Society of Materials (ASTM), lo mismo que permitió evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físico-mecánicos. Los ensayos se efectuaron por cada variación estratigráfica en conformidad con las especificaciones dadas en el reglamento EG-2000.

Tabla. Ensayos de Mecánica de Suelos.

Nº	Progresiva	Calicata	Muestra	Prof. (m)	Contenido Humedad (%)	SUCS	AASHTO
1	Km 00+030	C-1	M-1	0.00 - 1.20	3.8	GM	A-1-b(0)
			M-2	1.20 - 1.50	9.2	ML	A-4
2	Km 00+250	C-2	M-1	0.00 - 1.50	4.9	GM	A-1-a(0)
3	Km 00+5000	C-3	M-1	0.00 - 1.50	4.7	GM	A-1-a(0)
4	Km 00+750	C-4	M-1	0.00 - 0.30	6.5	GW - GM	A-1-a(0)
			M-2	0.30 - 1.50	6.8	GW - GM	A-1-a(0)
5	Km 01+000	C-5	M-1	0.00 - 0.50	4.7	GM	A-1-b(0)
			M-2	0.50 - 1.50	7.1	CL - ML	A-4(4)
6	Km 01+250	C-6	M-1	0.00 - 0.20	4.4	ML	A-4(0)
			M-2	0.20 - 1.50	6.8	ML	A-4(0)
7	Km 01+500	C-7	M-1	0.00 - 0.10	5.3	GW - GM	A-1-a(0)
			M-2	0.10 - 0.60	3.8	GM	A-1-a(0)
			M-3	0.60 - 1.50	9.2	ML	A-4(0)
8	Km 01+750	C-8	M-1	0.00 - 0.20	4.4	ML	A-4(0)
			M-2	0.20 - 0.50	4.6	GM	A-1-a(0)
			M-3	0.50 - 1.50	5.5	ML	A-4(0)
9	Km 02+000	C-9	M-1	0.00 - 0.30	7.2	ML	A-4(0)
			M-2	0.30 - 1.50	5.2	SC - SM	A-4(0)
10	Km 02+250	C-10	M-1	0.00 - 0.30	6.2	GM	A-1-b(0)
			M-2	0.30 - 0.95	4.7	GW - GM	A-1-a(0)
			M-3	0.95 - 1.50	8.2	ML	A-4(0)
11	Km 02+500	C-11	M-1	0.00 - 0.20	3.8	GM	A-1-a(0)
			M-2	0.20 - 0.65	5.2	SM	A-1-b(0)
			M-3	0.65 - 1.50	7.5	ML	A-4(0)
12	Km 02+750	C-12	M-1	0.00 - 0.10	4.2	SM	A-1-b(0)
			M-2	0.10 - 0.70	4.9	GP - GM	A-1-a(0)
			M-3	0.70 - 1.50	8.2	ML	A-4(0)
13	Km 03+000	C-13	M-1	0.00 - 0.20	8.3	SM	A-1-a(0)
			M-2	0.20 - 0.90	9.3	SM	A-2-4(0)
			M-3	0.90 - 1.50	7.7	ML	A-4(0)
14	Km 03+250	C-14	M-1	0.00 - 0.20	6.3	GM	A-2-4(0)
			M-2	0.20 - 0.50	6.2	ML	A-4(0)

			M-3	0.50 - 1.10	6.7	GM	A-2-4(0)
			M-4	1.10 - 1.50	5.8	SM	A-4(0)
15	KM 03+500	C - 15	M-1	0.00 - 0.10	6.6	GM	A-1-b(0)
			M-2	0.10 - 0.30	5.1	GP - GM	A-1-a(0)
			M-3	0.30 - 1.50	6.8	ML	A-4(0)
16	KM 03+750	C - 16	M-1	0.00 - 0.15	4.3	GM	A-1-a(0)
			M-2	0.15 - 0.30	3.8	GM	A-1-b(0)
			M-3	0.30 - 1.50	5.1	SM	A-4(0)
17	KM 04+000	C - 17	M-1	0.00 - 0.10	6.2	GM	A-1-b(0)
			M-2	0.10 - 0.30	6.5	ML	A-4(0)
			M-3	0.30 - 0.80	6.3	ML	A-4(0)
			M-4	0.80 - 1.50	9.9	ML	A-4(0)
18	KM 04+250	C - 18	M-1	0.00 - 0.10	4.2	GM	A-2-4(0)
			M-2	0.10 - 1.50	4.6	GM	A-4(0)
19	KM 04+500	C - 19	M-1	0.00 - 0.40	7.1	GM	A-1-b(0)
			M-2	0.40 - 1.50	5.2	ML	A-4(0)
20	KM 04+750	C - 20	M-1	0.00 - 0.90	4.9	GM	A-1-b(0)
			M-2	0.90 - 1.50	4.9	ML	A-4(0)
21	KM 05+000	C - 21	M-1	0.00 - 1.00	6.7	GM	A-2-4(0)
			M-2	1.00 - 1.50	6.9	ML	A-4(0)
22	KM 05+250	C - 22	M-1	0.00 - 1.50	6.2	SM	A-4(0)
23	KM 05+500	C - 23	M-1	0.00 - 0.50	5.1	SM	A-1-a(0)
			M-2	0.50 - 1.50	5.7	SM	A-2-4(0)
24	KM 05+750	C - 24	M-1	0.00 - 0.50	5.2	GM	A-1-a(0)
			M-2	0.50 - 1.50	6.6	ML	A-4(0)
25	KM 06+000	C - 25	M-1	0.00 - 0.20	4.3	GW - GM	A-1-a(0)
			M-2	0.20 - 1.50	6.9	GM	A-1-b(0)
26	KM 06+250	C - 26	M-1	0.00 - 0.80	6.7	SM	A-1-b(0)
			M-2	0.80 - 1.50	5.5	GP - GM	A-1-a(0)
27	KM 06+500	C - 27	M-1	0.00 - 1.20	6.3	GM	A-1-b(0)
			M-2	1.20 - 1.50	6.6	GM	A-1-a(0)
28	KM 06+750	C - 28	M-1	0.00 - 0.50	3.8	GM	A-2-4(0)
			M-2	0.50 - 1.50	5.2	GM	A-1-b(0)
29	KM 06+960	C - 29	M-1	0.00 - 0.60	4.8	GM	A-1-b(0)
			M-2	0.60 - 1.50	5.5	ML	A-4(0)

Fuente: análisis de laboratorio.

Objetivo específico 4: Evaluar una propuesta de rehabilitación de la infraestructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022.

Las canteras:

Las Canteras a emplearse en la ejecución del proyecto para los siguientes usos son:

CANTERA	ACCESO	ESTADO ACCESO	PROGRESIVA	LADO	USOS	PROPIETARIOS
RIO SALITRAL	Si	Regular	Km 00+340	Ambos	Concreto Base Sub base Relleno	-.-
PAREJA	SI	Regular	KM 12+200	Derecho	Concreto TSB Base Sub base	

La cantera más viable para el desarrollo de la propuesta es la cantera homogénea. En términos de explotación y transporte, se ha determinado que el método a cielo abierto es el más adecuado. Esto implica ubicar los materiales utilizados en la superficie, tanto en extensiones horizontales como verticales. También es necesario realizar una limpieza y contar con material de gran tamaño que pueda ser utilizado en trozos más pequeños. Además, es crucial asegurar la calidad del material durante la fase de extracción de la cantera, que incluye su remoción, carga y transporte al lugar de uso. Con base en los resultados de los análisis de laboratorio y teniendo en cuenta los espesores de las capas utilizables, así como las prospecciones y el área disponible, se han calculado los volúmenes utilizables de las canteras.

Considerando la información proporcionada por el laboratorio sobre los tamaños mínimos y máximos requeridos, así como la proporción del material que requiere trituración, se ha calculado el rendimiento de la cantera. El cálculo del rendimiento para la cantera seleccionada es el siguiente:

Tabla 24. Cantera eleccionada

CANTERA	POTENCIA (m3)	UTILIDAD	RENDIMIENTO (%)
PAREJA	36,000	TSB	--
		Concreto	80
		Base	75
		Sub base	75
		Relleno	80

- Las propiedades de cantera para base granular son:

Tabla 25. Propiedades cantera base granular

ENSAYO	CANTERA RIO SALITRAL		
	Resultados	Especificación	Observación
Granulometría	-.-	Huso	
Limite Liquido (%)	16.0	35 máx.	Cumple
Índice Plástico (%)	NP	4 – 9	Cumple
Equivalente de Arena (%)	79.6	35 máx.	Cumple
Abrasión (%)	19.0	50 máx.	Cumple
CBR (%)	76.0	40 mín.	Cumple
Chatas y Alargadas (%)	4.3	15 máx.	Cumple
Sales Solubles (ppm)	82.28	1000 máx.	Cumple

Fuente: Análisis de laboratorio.

Las propiedades de canteras para concreto son:

Tabla 26. Propiedades de canteras para concreto

ENSAYO	CANTERA RIO SALITRAL		
	Resultados	Especificación	Observación
AGREGADO GRUESO			
Granulometría	-.-	Huso	Cumple
Abrasión (%)	19.0	40.0 máx.	Cumple
Durabilidad (%)	0.79	18.0 máx.	Cumple
Partículas Chatas y Alargadas	4.3	15.0 máx.	Cumple
Caras de Fractura	8.8/6.7	80/40	No Cumple
Carbón y Lignito	No presenta	0.5 máx.	Cumple
Cloruros Ion Cl (ppm)	10.85	600 máx.	Cumple
Sulfatos Ion SO ₄ (ppm)	0.86	1000 máx.	Cumple
Sales (ppm)	72.0	1000 máx.	Cumple
Terrones de Arcilla (%)	0.13	0.25 máx.	Cumple
AGREGADO FINO			
Granulometría	-.-	Huso	No Cumple
Limite Liquido (%)	16.0	-.-	-.-
Índice Plástico (%)	NP	-.-	-.-
Durabilidad (%)	1.51	15.0 máx.	Cumple
Equivalente de Arena (%)	79.6	65.0 mín.	Cumple
Carbón y Lignito (%)	0.18	0.5 máx.	Cumple
Terrones de Arcilla (%)	0.2	1.0 máx.	Cumple
Cloruros Ion Cl (ppm)	13.26	600 máx.	Cumple
Sulfatos Ion SO ₄ (ppm)	0.90	1000 máx.	Cumple
Sales (ppm)	82.28	1000 máx.	Cumple
Impurezas Orgánicas	Aceptable	-.-	Cumple

Fuente: Análisis de laboratorio

Tabla 27. Fuentes de agua.

Nº	FUNTE DE AGUA	ACCESO	PROGRESIVA	UBICACION	PROPIETARIO
1	Rio Salitral	Si	KM 00+340	Lado Derecho	-.-

2	Rio Bigote	Si	KM 7+340	Lado Izquierdo	-.-
---	------------	----	----------	----------------	-----

La opción más factible para obtener agua es utilizar el río Bigotes (ubicado en el kilómetro 07+340, acceso a 500 metros).

Evaluación del sistema de drenaje:

El sistema de drenaje actual se compone principalmente de estructuras superficiales como alcantarillas, badenes de tierra, mampostería y concreto, y cunetas de tierra. En general, estas estructuras se encuentran en un estado regular desde el punto de vista estructural, pero están obstruidas debido a la acumulación de material arrastrado en el cauce y vegetación, debido a la falta de mantenimiento y limpieza adecuados y oportunos.

Figura 13. Evaluación del sistema de drenaje

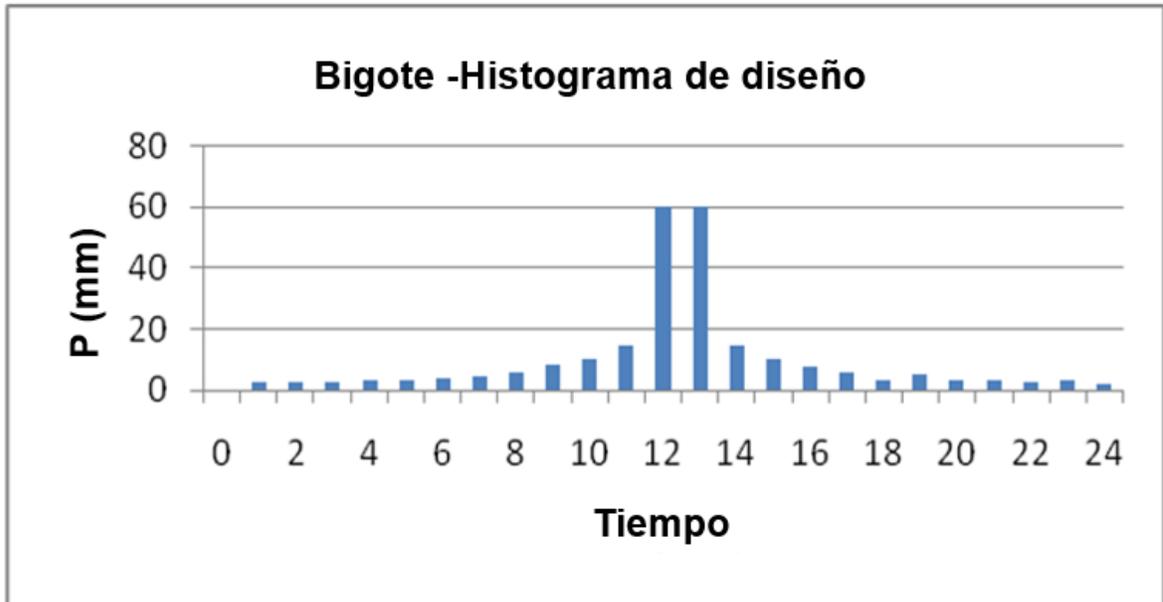
Nº Progresiva	Estructura	Observación
1	0-036 Alcantarilla de concreto 2.0x 1.00 m.	Realizar mantenimiento.
2	0-370 Alcantarilla de concreto 2.0x 2.00 m., en mal estado.	Realizar mantenimiento.
3	0-440 Alc. Concreto de 2.0x2.0 m.	Realizar mantenimiento.
4	0+530 Alc.. Concreto de 2.0x2.0 m, en mal estado.	Reemplazar alcantarilla existente con las mismas dimensiones.
5	0-800 Alc. Concreto de 2.65x2.0 m.	Realizar mantenimiento.
6	1+340.00 Alc. Concreto de 2.50x1.50 m., no tiene el ancho de vía.	Reemplazar alcantarilla existente con las mismas dimensiones.
7	1-660 Badén de mampostería en construcción L=11.0 m.	Reemplazar por badén de L=15.0m.
8	2-040 Badén de mampostería L=5.0 m.	Reemplazar por badén de L=15.0m.
9	2-280 Badén de mampostería en construcción L=5.0 m.	Reemplazar por badén de L=15.0m.
10	2-636 Badén de mampostería L=8.0 m, punto de inflexión.	Reemplazar por badén de L=15.0m.
11	3-615 Badén de mampostería en construcción L=11.0 m.	Reemplazar por badén de L=15.0m.
12	3-824 Badén de concreto, L=4.60 m, es una quebrada.	Reemplazar por badén de L=15.0m.
13	3-950 Badén de mampostería L=15.0 m.	Reemplazar por badén de L=15.0m.
14	4-060 Badén de mampostería L=9.50 m.	Reemplazar por badén de L=15.0 m., y canalizar a una depresión a 80 metros aguas abajo.

15	5+445.60	Tubo PVC 6". Alc. Nico Rivas, de concreto 2.50x2.0 m.se encuentra colmatada.	Reemplazar por alcantarilla AMC. Elevarla rasante, y reemplazar por alcantarilla de 3.00x2.00 m.
16	5+700	Qda-Alan García, badén de mampostería de piedra, L=11.70 m.	
17	6-055		Reemplazar por badén de L=15.0m.
18	6-622	Tubo PVC 6", proyectar estructura. Badén de concreto, L=14.70 m, es una quebrada.	Reemplazar por alcantarilla AMC.
19	6-975		Mantenimiento de badén.
20	7-730	Qda. Hay restos de un badén, en malas condidones.	Reemplazar por badén de L=25.0 m.
21	7-872	Qda.San Céspedes, badén de concreto.	Mantenimiento del badén.
22	8-035	Qda Esmilda Castillo, badén de concreto L=10.70 m.	Mantenimiento del badén.

La región norte del país, incluyendo Piura, se ve afectada por las lluvias que ocurren durante el fenómeno del Niño. Estas lluvias provocan inundaciones en las zonas llanas, lo que eleva el nivel del agua temporalmente. Sin embargo, estas inundaciones no son permanentes, ya que el agua drena naturalmente por las pendientes y se desagüa a través de las alcantarillas. Es importante tener en cuenta estas inundaciones al diseñar el pavimento.

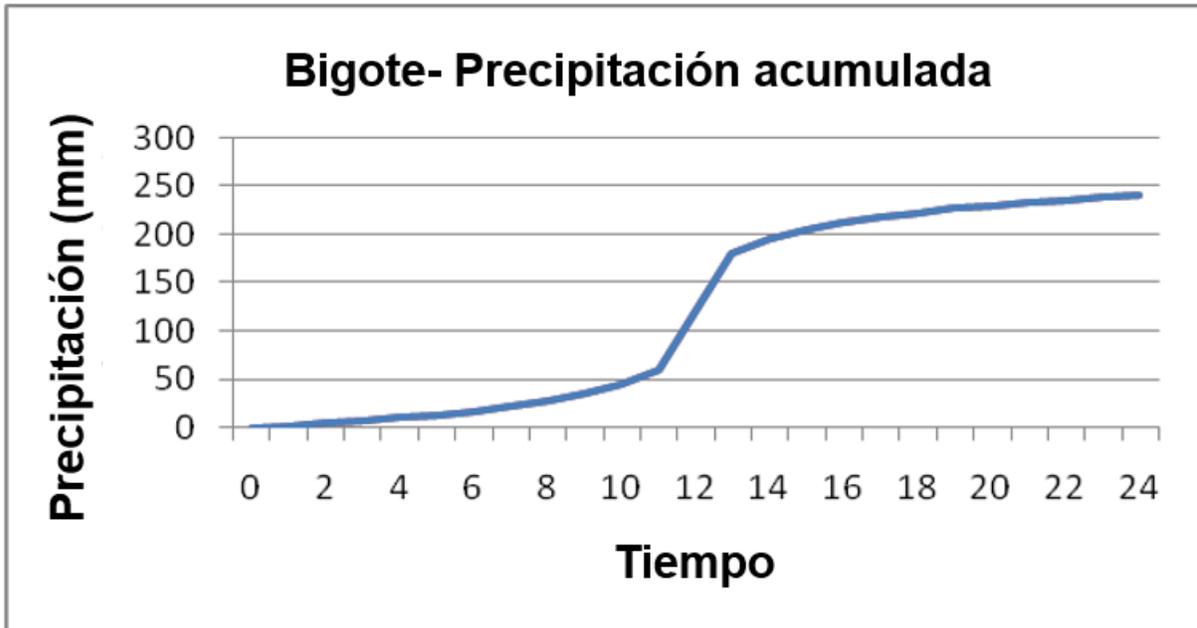
Para el análisis, se ha considerado el registro de datos de 1965 a 2012. Se ha tomado en cuenta el valor máximo diario registrado en el año 1998, que fue de 240 mm. Según los registros de la estación Bigote, se ha observado una intensidad máxima de lluvia de 60 mm en una hora y un valor acumulado de 240 mm en 24 horas.

Figura 14. Intensidad de Lluvias



Nota: Fuente registro de la estación Bigote

Figura 15. Precipitación acumulada



Nota: Fuente registro de la estación Bigote.

Si se registra una precipitación constante durante las 24 horas, se estima que se acumularía una lámina de agua de 0.24 metros. Sin embargo, al aplicar la corrección de L.L. Weiss, se obtiene un valor ajustado de 0.27 metros. Por precaución, se puede considerar una altura de agua de 0.30 metros sobre el terreno.

Es fundamental tener en cuenta que esta inundación no se mantiene estática sobre el terreno, ya que se evacua naturalmente debido a la topografía del terreno y también gracias a la presencia de estructuras de drenaje planificadas, como alcantarillas, badenes y cunetas, en la carretera. Gracias a este sistema de drenaje, no es necesario elevar el nivel de la superficie de la carretera..

Nivel Freático

La profundidad del nivel freático o nivel estático en el valle es generalmente baja, con variaciones significativas entre los años húmedos y los años secos. En la siguiente tabla se muestran las profundidades de los niveles estáticos en los sectores clave del valle, correspondientes a los años 1976 (un año medio húmedo) y 1998 (un año

húmedo).

Tabla 28. Profundidad de nivel freático

Distrito	Profundidad nivel freático (m)			
	1976		1998	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Tambo Grande	4.56	6.30	4.00	5.00
Chulucanas	0.66	11.49	1.05	4.00
Vicus, Huapalas	0.54	11.40	2.25	3.75
La Matanza	2.55	7.46	2.00	5.24
Buenos Aires	1.80	7.87	1.00	5.00
Morropón	1.48	3.65	1.00	3.00
Salitral	2.34	9.75	2.00	6.98
San Miguel del Faique	2.14	4.22	2.00	4.00

Fuente: Plan de gestión de la oferta del agua en las cuencas del ámbito del proyecto Chira-Piura.

En la tabla se observa el nivel freático en Salitral aún en un año húmedo, se encuentra profundo y no afectará el pavimento

Cuencas hidrográficas

La carretera comienza en el desvío hacia Salitral a una altitud de 158 metros sobre el nivel del mar (msnm) y finaliza en la localidad de San Juan de Bigote a una altitud de 177 msnm, atravesando las localidades de Salitral, Piedras Blancas y Alan García.

A lo largo de su trayecto, la carretera cruza 8 quebradas con cauce definido, donde se encuentran badenes de mampostería de piedra, una alcantarilla de concreto y algunas

quebradas sin estructura de drenaje. Las cuencas de los ríos y quebradas identificados se representan en el Plano de Cuencas.

En los primeros 8 kilómetros, la vía transcurre por terrenos de topografía plana, con una altitud que varía desde los 158 msnm en Salitral hasta los 177 msnm en San Juan de Bigote.

Para determinar los caudales máximos, se consideran parámetros importantes como el área de la cuenca, la longitud del recorrido y la pendiente del cauce principal. Estos parámetros permiten calcular el tiempo de concentración, que es el tiempo que tarda una gota de agua que cae en el punto más lejano en llegar a la sección de salida de la cuenca.

Existen varias fórmulas para calcular este tiempo de concentración, y en este estudio se ha utilizado el promedio de dos fórmulas ampliamente utilizadas: Temes y Bransby Williams.

Fórmula de Temes:

$$Tc = 0.30 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del curso principal en kilómetros.

S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

Fórmula de Bransby Williams.

$$Tc = 0.2433 \frac{L}{A^{0.1} S^{0.2}}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del curso principal en kilómetros.

A = Área de cuenca en km².

S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

Tabla 29. Características de las cuencas de drenaje, Dv. Salitral-San Juan de Bigote

N°	Nombre	Progresiva Km.	Estructura existente	Área (Km ²)	Longitud del cauce (m)	Desnivel (m)	Pendiente (m/m)	Tiempo Concentración (Horas)		
								Temes	Bransby Williams	Promedio
1	Qda.Celedonio	2+820	s/e	0.16	514	110	0.2140	0.24	0.20	0.22
2	Qda. s/n	3+615	Badén de mampostería	0.13	319	100	0.3135	0.16	0.12	0.14
3	Qda.Emiliano	4+350	s/e	0.53	1164	220	0.1890	0.46	0.42	0.44
4	Qda.Ricardo	4+520	s/e	1.08	1188	180	0.1515	0.49	0.42	0.46
5	Qda.Nico Rivas	5+700	Alc. Concreto 2.50x2.00 m.	0.33	796	110	0.1382	0.37	0.32	0.35
6	Qda. s/n	6+200	s/e	1.53	1199	200	0.1668	0.48	0.40	0.44
7	Qda. s/n	7+730	s/e	2.41	2531	600	0.2371	0.80	0.75	0.78
8	Qda.Esmilda Castillo	8+035	Badén de concreto.	5.23	3239	350	0.1081	1.12	1.04	1.08

En la tabla se observa que las superficies de las cuencas son menores a 10 km². Los tiempos de concentración varían entre 0.14 y 1.08 horas.

Obras de drenaje proyectadas

Alcantarillas

Se ha considerado el inventario de estructuras de drenaje existentes, que se detalla en el Cuadro N°27, al elaborar la planificación de las nuevas alcantarillas.

Con el objetivo de mejorar el sistema de drenaje, se han proyectado nuevas alcantarillas con una separación de 200 metros entre cada una, con algunas excepciones en casos específicos.

Las alcantarillas que se han proyectado deberán contar con obras de protección tanto en la salida como en la entrada, con el fin de prevenir la erosión regresiva. Estas medidas incluyen el uso de aliviaderos y estructuras de disipación de energía. La relación de las alcantarillas proyectadas se presenta en la siguiente tabla.:

Tabla 30. Alcantarillas proyectadas

N°	Km.	Qd	Qh	Qd>Qh	Material	Dimensiones (m)		Cabezales		Observación	
						Luz	Altura	Sentido	Ent. Sal.		
1	0+530	9.630	0.380	si	AMC	2.00	2.00	D-I	A	A	Reemplazo
2	1+340	10.103	0.380	si	AMC	2.50	1.50	D-I	A	A	Reemplazo
3	1+780	1.704	0.380	si	AMC	1.00	1.00	D-I	A	A	Nueva
4	2+820	1.704	0.380	si	AMC	1.00	1.00	D-I	A	A	Nueva
5	3+260	1.704	0.380	si	AMC	1.00	1.00	D-I	A	A	Nueva
6	3+440	1.095	0.380	si	TMC	36"		D-I	A	A	Nueva
7	4+680	1.095	0.380	si	TMC	36"		D-I	C	A	Nueva
8	4+780	1.704	0.380	si	AMC	1.00	1.00	D-I	A	A	Nueva
9	5+040	1.704	0.380	si	AMC	1.00	1.00	D-I	C	A	Nueva
10	5+170	1.095	0.380	si	TMC	36"		D-I	A	A	Nueva
11	5+360	1.704	0.380	si	AMC	1.00	1.00	D-I	A	A	Nueva
12	5+445.60	1.704	0.380	si	AMC	1.00	1.00	D-I	A	A	Reemplazo
13	5+520.00	1.095	0.380	si	TMC	36"		D-I	C	A	Nueva
14	5+700	11.800	2.294	si	AMC	3.00	2.00	D-I	A	A	Reemplazo
15	5+880	1.704	0.380	si	AMC	1.00	1.00	D-I	A	A	Nueva
16	6+460	1.704	0.380	si	AMC	1.00	1.00	D-I	A	A	Nueva
17	6+622	1.095	0.380	si	TMC	1.00	1.00	D-I	C	A	Reemplazo
18	6+830	1.095	0.380	si	TMC	1.00	1.00	D-I	A	A	Nueva

Cunetas

Para los tramos en corte, se han planificado cunetas triangulares de concreto, clasificadas como Tipo I y Tipo II. Los detalles y especificaciones de estas cunetas se presentan en las siguientes tablas.:

Tabla 31. Cunetas proyectadas lado izquierdo

Progresiva		Longitud (m)	Entrega	Tipo
De	A			

1+190	1+333	143	1+333	Alc.	II
1+333	1+550	217	1+333	Alc.	II
2+320	2+340	20	2+320	C.Bajada	I
2+820	2+840	20	2+820	Alc.	I
2+880	+940	60	2+880	C.Bajada	I
3+140	3+210	70	3+210	C.Bajada	I
4+110	4+260	150	4+110	C.Bajada	I
4+260	4+310	50	4+310	C.Bajada	I
4+350	4+430	80	4+350	Badén	I
6+120	6+180	60	6+120	C.Bajada	I
6+260	6+340	80	6+340	C.Bajada	I
6+360	6+440	80	6+440	Alc.	I
6+940	6+975	35	6+975	Badén	II
Total		685			

Tabla 32. Cunetas proyectadas lado derecho.

De	Progresiva A	Longitud m.	Entrega	Tipo
0+820	0+920	100	0-920 C.Bajada	I
1+190	1+320	130	1+190 C.Bajada	I

1+380	1+610	230	1+380	C.Bajada	II
1+610	1+660	50	1+660	Badén	I
1+660	1+720	60	1+660	Badén	I
1+720	1+760	40	1+760	Alc.	I
1+760	1+950	190	1+760	Alc.	I
1+950	2+040	90	2+040	Badén	I
2+040	2+240	200	2+040	Badén	I
2+240	2+280	40	2+280	Badén	I
2+280	2+400	120	2+280	Badén	I
2+400	2+636	236	2-636	Alc.	I
2+636	2+820	184	2-636	Badén	I
2+820	2+840	20	2+820	Alc.	I
2+910	3+080	170	2+910	C.Bajada	I
3+080	3+260	180	3+260	Alc.	I
3+260	3+380	120	3+380	C.Bajada	I
3+460	3+615	155	3-615	Badén	I
3+615	3+824	209	3-615	Badén	II
3+824	3+840	16	3+824	Badén	II
3+840	3+950	110	3+950	Badén	II
4-330	4+350	20	4+350	Badén	I
4+350	4+430	80	4+350	Badén	I
4+430	4+520	90	4+520	Badén	I
4+520	4+780	260	4+780	Ale	I
4+780	5+020	240	4+780	C.Bajada	I
5+020	5+040	20	5+040	Alc.	I
5+040	5+130	90	5+040	Alc.	I
5+130	5-160	30	5+160	C.Bajada	I
5+170	5+320	150	5-170	Alc.	I
5+390	5+430	40	5+430	C.Bajada	I
5+460	5-520	60	5+-520	Alc.	I
5+580	5+600	20	5+580	C.Bajada	I
5+640	5+690	50	5+640	C.Bajada	I
5+840	5+900	60	5+840	C.Bajada	I
5+900	6+050	150	5+900	Alc.	I
6+080	6+200	120	6-200	Badén	II
6+200	6+240	40	6-200	Badén	II
6+240	6+400	160	6-400	C.Bajada	II
6+440	6+980	540	6+440	Alc.	I
Total		4870			

En el inventario se identificaron cursos de agua con arrastre de materiales, para los cuales se han diseñado badenes. El análisis hidráulico revela que el tirante máximo no supera los 0.30 metros, lo que permite el paso fluido de vehículos. La relación de los badenes proyectados se detalla en la siguiente tabla.

Figura 16. Badenes proyectados:

Progresiva		Longitud (ni)	Entrega	Tipo	
De	A				
1+190	1+333	143	1+333	Alc.	II
1+333	1+550	217	1+333	Ale.	II
2+320	2+340	20	2+320	C.Bajada	I
2+820	2+840	20	2+820	Alc.	I
2+880	2+940	60	2+880	C.Bajada	I
3+140	3+210	70	F 3+210	C.Bajada	I
4+110	4+260	150	4+110	C.Bajada	I
4+260	4+310	50	'4+310	C.Bajada	I
4+350	4+430	80	4+350	Badén	I
6+120	6+180	60	6+120	C.Bajada	I
6+260	6+340	80	6+340	C.Bajada	I
6+360	6+440	80	6+440	Alc.	I
6+940	6+975	35	6+975	Badén	II
Total		685			

Cunetas de Sección Triangular (Zona No Urbana).

Se sugiere que las cunetas de sección triangular tengan una pendiente mínima del 0.5%, y se recomiendan las siguientes dimensiones:

Altura: 0.30 m.

Talud interior: 1.0 V: 1.0 H

Talud exterior. 1.0 V: 3.0 H.

Figura 17 Cuneta.

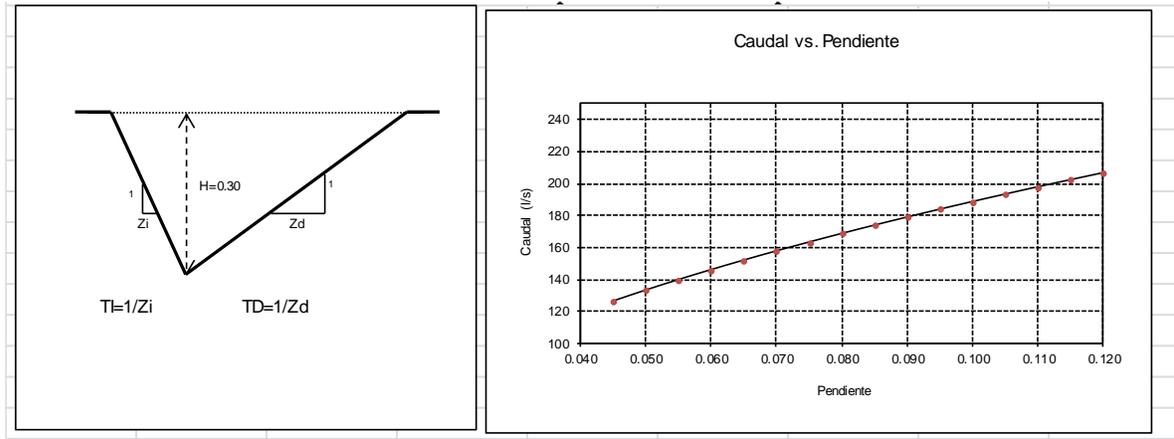


Tabla 33. Diseño de cunetas

Zi= 1.0		Zd= 3		n=0.014				
H (m)	y (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	V (m/s)	Qc (l/s)	Qh (l/s)
0.30	0.30	0.180	1.373	0.131	0.3%	1.009	182	190
0.30	0.30	0.180	1.373	0.131	0.4%	1.165	210	190
0.30	0.30	0.180	1.373	0.131	0.5%	1.303	235	190
0.30	0.30	0.180	1.373	0.131	0.6%	1.427	257	190
0.30	0.30	0.180	1.373	0.131	0.7%	1.541	277	190
0.30	0.30	0.180	1.373	0.131	0.8%	1.648	297	190
0.30	0.30	0.180	1.373	0.131	0.9%	1.748	315	190
0.30	0.30	0.180	1.373	0.131	1.0%	1.842	332	190
0.30	0.30	0.180	1.373	0.131	2.0%	2.606	469	190
0.30	0.30	0.180	1.373	0.131	3.0%	3.191	574	190
0.30	0.30	0.180	1.373	0.131	4.0%	3.685	663	190

Cuneta de Sección Rectangular (Zona Urbana).

Para las zonas urbanas se ha proyectado la cuneta de sección rectangular - Tipo II, cuyas dimensiones son:

Talud vertical

Altura 0.40 m.

Ancho 0.40 m.

Se planea cubrir las cunetas de sección rectangular con una losa de concreto armado que tendrá aberturas verticales de 0.20 metros por donde el agua de lluvia podrá fluir. Estas aberturas estarán equipadas con rejillas metálicas. Además, se está considerando la instalación de tapas de inspección a una distancia de 10.00 metros entre ellas. Para más detalles, se pueden consultar los planos correspondientes.

El cálculo hidráulico de la cuneta rectangular se recomienda que las cunetas de sección rectangular tengan una pendiente mínima del 0.5%.

Figura 18. Características de cuneta

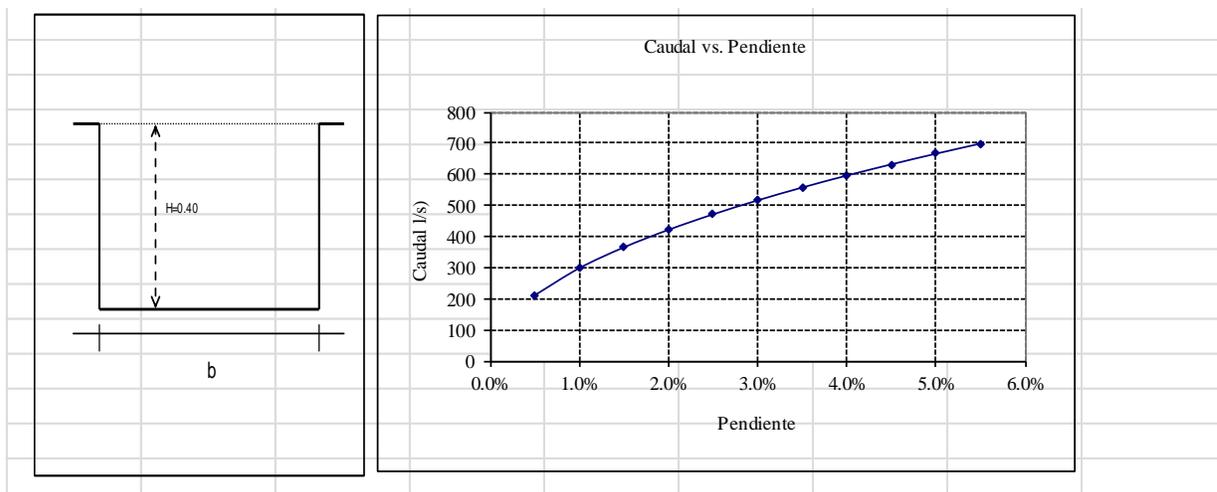


Tabla 34. Diseño de cunetas

b= 0.40		Zd= 0		n= 0.014				
H (m)	y (m)	A (m)	P (m)	R (m)	S	V (m/s)	Qc (lt/s)	Qh (lt/s)
0.40	0.40	0.160	1.200	0.133	0.3%	1.02	163.1	43
0.40	0.40	0.160	1.200	0.133	0.4%	1.18	188.3	43
0.40	0.40	0.160	1.200	0.133	0.5%	1.32	210.6	43
0.40	0.40	0.160	1.200	0.133	0.6%	1.44	230.7	43

040	0.40	0.160	1.200	0.133	0.7%	1.56	249.1	43
040	0.40	0.160	1.200	0.133	0.8%	1.66	266.3	43
0.40	0.40	0.160	1.200	0.133	0.9%	1.77	282.5	43
0.40	0.40	0.160	1.200	0.133	1.0%	1.86	297.8	43
0.40	0.40	0.160	1.200	0.133	2.0%	2.63	421.1	43
0.40	0.40	0.160	1.200	0.133	3.0%	3.22	515.8	43
0.40	0.40	0.160	1.200	0.133	4.0%	3.72	595.6	43

Diseño de pavimento

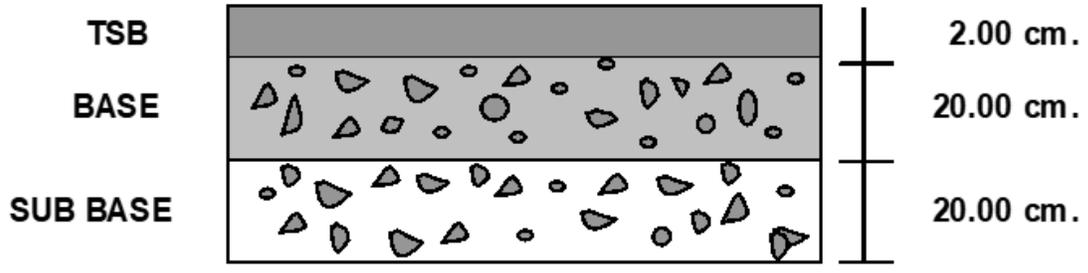
Las versiones de la AASHTO 86 y 93 han introducido modificaciones en su metodología que afectan los factores de Aporte Estructural por Coeficientes de Drenaje de las capas, reemplazando así el Factor Regional utilizado en versiones anteriores. Sin embargo, se sigue utilizando el Tráfico, el Índice de Serviciabilidad y el tipo de Suelo de fundación (Módulo Resiliente) en el mismo concepto.

La Metodología AASHTO goza de amplia aceptación a nivel mundial debido a que se basa en valiosa información experimental. Esta metodología determina un Número Estructural (SN) necesario para que el pavimento pueda soportar de manera satisfactoria el volumen de tráfico durante su vida útil proyectada. Al aplicar esta metodología, se ha obtenido la siguiente estructura para el pavimento de diseño.

Figura 19. Estructura del Pavimentos para 10 años.

ESTRUCTURA	ESPEORES
TSB	2.0 cm
Base Granular	20.0 cm. (8.0 pulg.)
Sub Base Granular	20.0 cm. (8.0 pulg.)
SN (Real)	2.50

Figura 20. Estructura y espesores



Respondiendo al objetivo general: Evaluar la estructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022 y propuesta de

rehabilitación.

Evaluación de las estructuras

Según lo mostrado en el inventario de obras de arte y drenaje existente, dentro de las intervenciones a las estructuras tenemos:

1. Limpieza de la obstrucción o colmatación de badenes y alcantarillas causada por material de arrastre en la entrada, salida, cuerpo o una combinación de estos.
2. Reemplazo de alcantarillas, por hundimiento de la AMC.
3. Construcción de cunetas revestidas.

Así mismo de la evaluación proporcionada por el especialista de Hidrología e Hidráulica, en el proyecto será necesaria la construcción de estructuras nuevas y por las malas condiciones en que se encuentran las existentes serán reemplazadas:

Análisis de precios unitarios

Costos movilización y desmovilización de maquinaria

Tabla 35. Costos movilización y desmovilización de maquinaria

Rendimiento	Global/DIA	1.0	EQ.	Costo unitario directo por: global	3,450.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Equipos					
	Movilización y desmovilización de maquinaria	Global		1.0	3,450.00	3,450.00
					Total	3,450.00

Tabla 36. Costos de extracción de materia (arcilla) con excavadora

EXTRACCIÓN DE MATERIAL (ARCILLA) CON EXCAVADORA						
Rendimiento	M ³ /DIA	750.0	EQ. 750.0	Costo unitario directo por M ³ :	3,78	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
	EXVADORA DE ORUGA 325 HP, 2-3.8 YD3	h/m	1.00	0.0108	350.30	3.78
					Total	3.78

Tabla 37. Costos de extracción de materia (hormigón) con tractor

EXTRACCIÓN DE MATERIAL (HORMIGON) CON TRACTOR						
Rendimiento	M³/DIA	1050.0	EQ. 10550.0	Costo unitario directo por M ³ :	2.91	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
	TRACTOR D-6	h/m	1.00	0.0076	382.50	2.91
					Total	2.91

Tabla 38. Costos de extracción de materia (hormigón) con tractor

EXTRACCIÓN DE MATERIAL (HORMIGON) CON TRACTOR						
Rendimiento	M³/DIA	1050.0	EQ. 10550.0	Costo unitario directo por M ³ :	2.91	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
	EXVADORA DE ORUGA 325 HP, 2-3.8 YD3	h/m	1.00	0.0076	310.50	2.91
					Total	2.91

Actividad de Mantenimiento de las trochas Carrozables

Tabla 39. Carguío de material con cargador frontal

CARGUIO DE METARIAL CON CARGADOR							
Rendimiento	M³/DIA	750.0	EQ. 750.0	Costo unitario directo por M ³ :		2.26	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Equipos						
	CARGADOR LLANTAS 3.5YD	SOBRE 165-195HP,	h/m	1.00	0.0107	210.45	2.26
						Total	2.26

Tabla 40. Transporte de material DM 2.5 km

TRANSPORTE DE MATERIAL DM 2.5 km							
Rendimiento	M³/DIA	150.0	EQ. 150.0	Costo unitario directo por M ³ :		9.29	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/175.40	Parcial S/2.26
	Equipos						
	CARGADOR LLANTAS 3.5YD	SOBRE 165-195HP,	h/m	1.00	0.053	175.40	9.29
						Total	9.29

Tabla 41. Transporte de material DMP 9.00 km

TRANSPORTE DE MATERIAL DMP 9.00 KM							
Rendimiento	M³/DIA	75.0	EQ. 75.0	Costo unitario directo por M ³ :		18.72	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/175.40	Parcial S/2.26
	Equipos						
	CARGADOR LLANTAS 3.5YD	SOBRE 165-195HP,	h/m	1.00	0.1067	175.40	18.72
						Total	18.72

Actividad de Mantenimiento

Tabla 42. Conformación y compactación de material de préstamo (e=0.20m)

Rendimiento	M ² /DIA	1,750.0000	1,750.0000	Costo unitario directo por:	1.70	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Equipos					
	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPRO. 7-9 TN; 70-100HP	hm	0.7000	0.0032	180.60	0.60
	MOTONIVELADORA DE 145-150HP	hm	1.0000	0.0046	220.20	0.60
	CAMION CISTERNA DE 4X2 (AGUA)178-210 HP, 3000 GL	hm	0.7000	0.0032	162.10	0.60

Tabla

Pases para agua- inc. Suministro de tubería de pvc 10"- excavación y relleno compactado- cabezal- alas. Losa de concreto e=0.15

Rendimiento	M ² /DIA	1,750.0000	1,750.0000	Costo unitario	690.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
	. Pases para agua	Global		1.000	690.00	690.00

Tabla 43. Presupuesto de mantenimiento

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO:					
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	Mantenimiento de trochas carrozables				381,291.11

01.01	Trabajos preliminares					16,525.41
01.01.01	Movilización y desmovilización de maquinaria	glb	5.00		3,305.08	16,525.41
01.02	Movimiento de tierras					358,265.70
01.02.01	Preparación de material granular					109,406.70
01.02.01.01	Extracción de material (arcilla) con excavadora	m ³	2,700.00			0.00
01.02.01.02	Extracción de material (hormigón) con tractor	m ³	6,300.00	3.19		20,065.50
01.02.01.03	Preparación de material granular	m ³	9,000.00	2.85		25,623.00
01.02.01.04	Carguío de material con cargador frontal	m ³	11,700.00	2.35		27,530.10
01.02.01.05	Transporte de material (dmp=2.5 km)	m ³	2,700.00	9.40		25,377.30
01.02.02	Conformación de material granular (e=0.20 m)	m³				248,859.00
01.02.02.01	Transporte de material (dmp=9.00 km)	m ³	9,000.00	18.81		169,299.00
01.02.02.02	Conformación y compactación de material de préstamo (e=hasta 20 cm).	m ²	36,000.00	2.21		79,560.00
01.03	Otros					
01.03.01	Pases para agua- inc. Suministro de tubería de PVC 10'-excavación y relleno compactado- cabezal, alas, losa de concreto e0.15m	Und	8.00		812.50	6,500.00
	Costo Directo					381,291.11
	Gastos Generales					49,400.00
	Sub Total					430,691.11
	I.G.V.					77,524.40
	Costo Total					508,215.50

Tabla 44. Gastos fijos y variables en la obra

GASTOS GENERALES VARIABLES					
DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	INCID.	P.U.	P. PARCIAL
Ing. responsable de la Actividad Mantenimiento	DIAS	30.00	1.00	178.89	5366.7
Topógrafo con Equipo	DIAS	25.00	1.00	75.00	1875.00
Controladores de Maquinaria	DIAS	25.00	4.00	55.00	5500.00

Vigías- control de tránsito	DIAS	25.00	6.00	55.00	8250.00
Guardianes	DIAS	25.00	3.00	55.00	4125.00
Alquiler de Camioneta 4x4	DIAS	25.00	1.00	550.00	13750.00
Subtotal					38866.70
GASTOS GENERALES FIJOS					
DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	INCID.	P.U.	P. PARCIAL
Señalización de Obra (durante ejecución) Implementos de Seguridad Personal	PZA	20.00	1.00	50.00	1000.00
Administrativo (Chaleco, casco, lentes) Controladores- vigías- obreros (chaleco, casco, botas, pantalon, polo, lentes)	jgo	2.00	1.00	32.00	64.00
Paletas para señalización de tránsito, otros	jgo	20.00	1.00	82.00	1640.00
	gb	1.00	1.00	120.00	120.00
Subtotal					2824.00
Subtotal					2824.00
TOTAL					41690.70

Total, de costo para rehabilitar la vía: S/ 508,215.50 + S/ 41690.70 = **S/ 549,906.20**
 Quinientos cuarentainueve mil novecientos seis soles con veinte céntimos.

La estructura utilizada en el diseño del pavimento fue la siguiente:

Capa de rodadura (TSB): 2.0 cm

Base Granular: 20.0 cm (8.0 pulgadas)

Sub Base Granular: 20.0 cm (8.0 pulgadas)

Número Estructural Real (SN): 2.50

Según el inventario realizado de las obras de arte y drenaje existentes, se identificaron diversas intervenciones necesarias en las estructuras existentes. Estas incluyen la limpieza de badenes (13) y alcantarillas (7) que se encuentran obstruidas debido al material de arrastre en la entrada, salida, cuerpo o una combinación de estos. Además, se llevará a cabo el reemplazo de alcantarillas que presenten hundimientos y la construcción de cunetas revestidas.

El especialista en Hidrología e Hidráulica ha evaluado el proyecto y ha determinado la necesidad de construir nuevas estructuras y reemplazar las existentes debido a su mal estado.

En cuanto al presupuesto de mantenimiento, se estima un total de S/ 508,215.50 para cubrir los costos fijos y variables. Sumado a esto, los costos de ejecución de la obra ascienden a S/ 41,690.70, lo que da un monto total de S/ 549,906.20 que debe ser cubierto para llevar a cabo el proyecto.

V. DISCUSIÓN

A través de la observación directa, conocimientos pertinentes y la asistencia de expertos, se llevó a cabo un levantamiento topográfico exhaustivo de la zona, un análisis de tráfico detallado y una evaluación minuciosa de la infraestructura existente, así como de la calidad del terreno de la subrasante. Estos procesos fueron fundamentales para desarrollar un diseño de carretera apropiado, ajustado a las normas técnicas vigentes y que sirva como base para una propuesta de rehabilitación. En este contexto, los resultados obtenidos se discuten de manera coherente con los objetivos establecidos en la investigación. Se analizan y se interpretan en función de dichos objetivos, con el propósito de tomar decisiones informadas y fundamentadas en relación con la propuesta de rehabilitación de la carretera:

Objetivo específico 1: Realizar el estudio topográfico y de tráfico de la infraestructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022

Los resultados obtenidos del estudio topográfico revelaron una pendiente mínima de -4% en el tramo comprendido entre el Km 6+950 y el Km 6+980, así como una pendiente máxima del 4% en los tramos del Km 0+420 al Km 0+500 y del Km 8+030 al Km 8+080. Además, se registró una altura máxima de corte de 2.718625 metros y una altura máxima de relleno de -4.12308333 metros.

En relación al ancho de la calzada, se encontraron diferentes dimensiones en los distintos tramos: en el tramo del Km 0+000 al Km 0+929, se determinó un ancho de calzada de 7.50 metros con un tratamiento superficial bicapa; en el tramo del Km 0+929 al Km 1+190, el ancho varió entre 8.00 y 8.80 metros con pavimento rígido; en el tramo del Km 1+190 al Km 1+634, el ancho de calzada osciló entre 6.00 y 7.00 metros con tratamiento superficial; en el tramo del Km 1+634 al Km 3+620, el ancho fue de 6.00 a 7.00 metros con afirmado; en el tramo del Km 3+620 al Km 4+308, el ancho de calzada fue de 6.00 metros con tratamiento superficial bicapa; en el tramo del Km 4+308 al Km 6+975, el ancho varió entre 6.00 y 9.50 metros con afirmado; y

finalmente, en el tramo del Km 6+975 al Km 8+210, el ancho de calzada osciló entre 6.10 y 14.00 metros con pavimento rígido..

El estudio de tráfico reveló que el promedio anual de vehículos diarios en la vía fue de 148 vehículos. Dentro de este total, se observó que el 34.6% correspondió a autos, el 25.0% a pick-ups, el 15.4% a camiones de carga (C.R.), el 14.1% a camionetas tipo C2 y microbuses, y el 6.4% restante a otros tipos de vehículos. En cuanto a las proyecciones de tráfico, se estimó que para el año 2025 habrá un incremento a 188 vehículos diarios. Para el año 2030, se prevé un aumento adicional a 205 vehículos diarios, mientras que para el año 2033 se estima que la cifra ascenderá a 215 vehículos diarios. Finalmente, para el año 2039 se proyecta un flujo de 238 vehículos diarios.

Los resultados obtenidos en este estudio presentan diferencias en comparación con los hallazgos de Toledo (2020) en Ecuador, quien informó que en el anillo vial de la universidad, el 3.82% de los vehículos en circulación eran motocicletas. Además, Ordinola (2020) reportó un promedio anual de 170.97 vehículos ligeros y 48.17 vehículos pesados en la misma zona. En cuanto a la composición del tráfico, se encontró que el 31.58% correspondía a vehículos ligeros (automóviles y camionetas), mientras que el 8.95% eran vehículos pesados (autobuses, camiones y tráileres).

Estas diferencias en los resultados están relacionadas con la ubicación de la vía en estudio, la cual se encuentra en una zona rural donde generalmente circulan vehículos livianos. Es importante considerar las particularidades de cada ubicación geográfica, ya que factores como la densidad poblacional, el tipo de actividades económicas y las características de infraestructura pueden influir en la composición del tráfico y generar variaciones en los resultados obtenidos en diferentes estudios.

Objetivo específico 2: Evaluar superficialmente la infraestructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022.

Tras llevar a cabo una evaluación detallada, se han determinado las condiciones de cada sector de la vía de la siguiente manera. El sector 1 y el sector 2 presentan un estado regular, lo cual indica la necesidad de llevar a cabo labores de rehabilitación para mejorar su condición. El sector 3 se encuentra en buen estado, pero

se requiere un mantenimiento preventivo para conservar su calidad actual. Los sectores 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13 y 14 muestran un estado que va desde regular hasta malo, lo que indica que se necesita una rehabilitación mayor para restablecer su condición óptima. El sector 8, sector 10, sector 15 y sector 17 se encuentran en estado regular y requieren labores de rehabilitación para mejorar su estado actual. El sector 16 presenta una superficie de rodadura en afirmado en estado regular y también necesita ser rehabilitado para mejorar su condición.

Esto difiere de lo reportado por Ordinola. (2020), que de la subrasante el 3.3% se encuentra en condición de débil, el 6.4% en condición de semi fuerte y 90.3% en condición fuerte; del análisis del pavimento el 27.2% se encuentra en condición de débil, el 71.9% en condición de semi fuerte y 0.9% en condición de fuerte, lo que significa que la vía requiere mantenimiento; también de Rimaicuna (2018), el PCI fue bueno es decir que se precisa de mantenimiento periódico.

Se asemeja en parte a Copari y Maquera (2020), quienes encontraron que el PCI de la calzada derecha es muy malo (20.59), el valor promedio de los PCI adicionales fue muy malo, el PCI de la calzada izquierda fue muy malo, y el valor promedio del PCI de los muestreos de la calzada izquierda también fue muy malo. Estos resultados evidencian claramente la necesidad imperante de llevar a cabo una rehabilitación integral en la vía para mejorar su estado general y garantizar una infraestructura vial segura y en óptimas condiciones.

Los resultados se explican a que existen diversas causas han contribuido al deterioro de la vía, las cuales incluyen el cumplimiento de su ciclo de vida útil, las lluvias periódicas asociadas al fenómeno "El Niño" que han erosionado la plataforma, la infiltración de agua en el pavimento a través de grietas que se ha alojado en las capas inferiores, la fatiga de la superficie de rodadura debido a las repeticiones de carga y tráfico, y la falta de diseño de la mezcla asfáltica adecuada para soportar cargas pesadas. Además, se identifica la negligencia por parte del ministerio de transporte y la municipalidad respectiva, quienes no han llevado a cabo los mantenimientos adecuados para esta vía.

Estas diversas causas han contribuido de manera acumulativa al deterioro de la vía, afectando su condición superficial, funcional y estructural. Es fundamental que

las autoridades competentes reconozcan la importancia de realizar mantenimientos periódicos y aplicar técnicas de diseño adecuadas para asegurar la durabilidad y la calidad del pavimento. La implementación de acciones correctivas y preventivas, así como la asignación de recursos adecuados, son esenciales para preservar la vía y garantizar la seguridad y satisfacción de los usuarios que transitan por ella.

Objetivo específico 3: Determinar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo para poder evaluar la calidad del terreno de la subrasante de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022.

La base y subbase son las capas de material agregado que se colocaran sobre la subrasante para distribuir las cargas del tráfico y proporcionar una plataforma estable para el pavimento. TSB será una capa adicional.

El Número Estructural (SN) es una función que combina los espesores y propiedades de los materiales de las diferentes capas que componen el pavimento. Típicamente, se calcula usando la fórmula:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_1 + a_3D_3^*m_2...$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3...$ son los coeficientes de capa que reflejan la contribución de cada capa a la capacidad estructural.

$D_1, D_2, D_3...$ son los espesores de cada capa.

$m_1, m_2...$ son coeficientes que reflejan la contribución de las capas subyacentes.

Es función del espesor y las propiedades de los materiales de las capas que componen la estructura del pavimento.

La determinación del CBR de diseño (al 95% de la Máxima Densidad Seca), de acuerdo al tipo de suelo de subrasante, con lo cual se ha adoptado el valor representativo igual a 12.0%. el diseño de la base de 20.0 cm y la subbase de 20.00

cm, TSB 2.0 cm lo que configura un espesor de 42 cm, Número estructural efectivo del pavimento SN (Real) 2.50 debido a que el pavimento tiene un requerimiento estructural general que es moderado. Esto implica que el pavimento puede soportar una cantidad moderada de carga de tráfico sin experimentar deformaciones excesivas o agrietamientos.

Un CBR de 12.0% determinado al 95% de la máxima densidad seca, significa que el suelo ha sido compactado a una densidad muy alta. Esto mejorará la capacidad de soporte del suelo y permitirá diseñar un pavimento más delgado. No obstante, es importante asegurarse de que el suelo esté adecuadamente compactado para alcanzar este nivel de densidad.

Las condiciones específicas de diseño que deben seguirse dependerán de varios factores, incluyendo el tipo de tráfico, el clima y la vida útil deseada del pavimento. Por ende, de acuerdo a las características encontradas el CBR de 12.0% al 95% de la máxima densidad seca normalmente será suficiente para carreteras de bajo a medio volumen con carga de tráfico moderada condición suficiente para la carretera Salitral- Bigotes.

Aquí hay algunas de las condiciones de diseño que podrían considerarse:

Por ende, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

El espesor del pavimento puede ser reducido en comparación con un suelo que tenga un valor de CBR más bajo.

El suelo de la subrasante puede ser tratado con un agente estabilizador, como cal o cemento, para mejorar su capacidad de soporte.

El pavimento puede ser diseñado con una capa de rodadura más gruesa para proporcionar protección adicional contra la carga de tráfico.

Las condiciones de diseño específicas que se elijan deberán ser evaluadas caso por caso para asegurar que el pavimento pueda soportar la carga de tráfico anticipada y proporcionar una superficie segura y duradera para los automovilistas.

Objetivo específico 4: Evaluar una propuesta de rehabilitación de la infraestructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de

Morropón-Piura 2022.

La estructura para el pavimento de diseño fue el siguiente:

TSB 2.0 cm, Base Granular 20.0 cm. (8.0 pulg.), Sub Base Granular 20.0 cm. (8.0 pulg.), SN (Real) 2.50.

Según lo mostrado en el inventario de obras de arte y drenaje existente, dentro de las intervenciones a las estructuras tenemos: limpieza de la obstrucción o colmatación de badenes (13) y alcantarillas (7) causada por material de arrastre en la entrada, salida, cuerpo o una combinación de estos; reemplazo de alcantarillas, por hundimiento de la AMC y la construcción de cunetas revestidas.

Así mismo de la evaluación proporcionada por el especialista de Hidrología e Hidráulica, en el proyecto será necesaria la construcción de estructuras nuevas y por las malas condiciones en que se encuentran las existentes serán reemplazadas.

Lo anterior permite conjeturar que es necesario la rehabilitación de la vía.

De donde se deduce que el presupuesto de mantenimiento asciende a S/ 508,215.50 quinientos ocho mil doscientos quince soles con 50 céntimos que sumados los costos fijos y variables que ascienden a S/ 41690.70 cuarenta y un mil soles, dan un total de S/ 549,906.20 soles que sería el monto a sufragar para ejecutar la obra.

Estos datos coinciden con Méndez y Ramirez (2019) que después de la evaluación precisaron que la vía requería rehabilitación, con Elvira y Vela (2021) que después de la evaluación precisaron que la vía del estudio requería rehabilitación; Copari y Maquera (2020) cuya evaluación precisó que la vía en estudio requería rehabilitación. Coinciden en parte con los de García 2017 que reportó que la vía de su estudio en el primer tramo precisa rehabilitación, y para el segundo ramo mantenimiento, con Chávez et al. (2018) que reportó que la vía de su estudio requería rehabilitación y mejoramiento y difieren de los de Rimaicuna (2018), cuya evaluación precisó que la carretera necesitaba mantenimiento, también Ordinola (2020) cuya evaluación precisó que la vía necesitaba mantenimiento; con Bernuy y Ramos (2019) cuya evaluación precisó que la vía necesitaba mantenimiento y

Estos resultados se deben a los niveles de incidencia de los diferentes tipos de daños encontrados en la rodadura de la vía durante la inspección, a los resultados del análisis de tráfico, a los daños en inventario de obras de arte y drenaje existente, así

como a la evaluación proporcionada por los diferentes especialistas en estudios de suelo, hidrología, hidráulica, etc.

VI. CONCLUSIONES

Según el objetivo general

En esta tesis se **evaluó la estructura de la carretera de salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropon –Piura 2022 y propuesta de rehabilitación**, concluye

1. La carretera que conecta Salitral con San Juan de Bigote, requiere de trabajos de rehabilitación. Estos trabajos son esenciales para mantener en buen estado la superficie, funcionalidad, estructura y seguridad del pavimento, con el objetivo de asegurar la satisfacción de los usuarios y garantizar un flujo de tráfico adecuado. Se estima que para llevar a cabo esta rehabilitación se necesitará una inversión de aproximadamente S/ 549,906.20 (quinientos cuarenta y nueve mil novecientos seis soles con veinte céntimos).

Según el objetivo específico 1

En esta tesis se realizó el estudio topográfico y de tráfico de la infraestructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022, se concluye:

2. El tramo de carretera objeto de estudio atraviesa áreas con diferentes características topográficas, que varían entre tipo 2 y tipo 3. Es importante destacar que la mayoría de la longitud del tramo se encuentra en una orografía de tipo 3 y que también atraviesa centros poblados cercanos entre sí. Debido a estas condiciones, se ha establecido una velocidad directriz de 30 km/h para el tramo en cuestión.
3. En cuanto al tráfico proyectado, se estima que para el año 2025 habrá un flujo de 188 vehículos diarios. Para el año 2030 se prevé un aumento a 205 vehículos, mientras que para el año 2033 se proyecta una cifra de 215 vehículos diarios. A medida que avance el tiempo, se espera que el

tráfico continúe creciendo, llegando a 238 vehículos diarios para el año 2039. Esto implica un crecimiento promedio anual del 1.3%.

Según el objetivo específico 2

En esta tesis se evaluó superficialmente la infraestructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón -Piura 2022, se concluye:

1. Según los datos recopilados, se determinó que un 12% del pavimento se encuentra en buen estado, lo cual indica que presenta una condición satisfactoria en términos de conservación y funcionalidad. Por otro lado, se identificó que un 12% del pavimento muestra un estado de deterioro considerable, catalogándose como mal estado. En relación al 29%, se constató que se encuentra en un estado regular, lo que sugiere que podría requerir medidas de mantenimiento y reparación para asegurar su adecuado funcionamiento a largo plazo. Además, se observó que el 47% del pavimento exhibe un estado que oscila entre regular y mal estado, indicando la necesidad de intervenciones más significativas para su rehabilitación.

Según el objetivo específico 3

En esta tesis se determinó la resistencia al esfuerzo cortante del suelo para evaluar la calidad del terreno de la subrasante de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón -Piura 2022, y se concluye:

4. Se utilizó la determinación del CBR de diseño, considerando el 95% de la Máxima Densidad Seca, para evaluar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo y así evaluar la calidad del terreno de la subrasante en la carretera que conecta Salitral con San Juan de Bigote. Se asignó un valor representativo de CBR de diseño de 12.0%, según el tipo de suelo de la subrasante. A través del análisis realizado, se determinó el diseño

de la base con un espesor de 20.0 cm, así como la subbase con un espesor de 20.00 cm. Además, se consideró una capa de TSB (Tratamiento Superficial Bituminoso) con un espesor de 2.0 cm. En conjunto, estas capas conforman un espesor total de 42 cm. También se determinó el Número Estructural efectivo del Pavimento (SN) en 2.50.

Según el objetivo específico 4

En esta tesis se evaluó una propuesta de rehabilitación de la infraestructura de la carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón -Piura 2022, y se concluye:

1. Se hace imperativa la ejecución de labores de rehabilitación. Estas acciones son necesarias para salvaguardar la condición superficial, funcional, estructural y de seguridad del pavimento existente. El objetivo principal de esta rehabilitación es asegurar la satisfacción de los usuarios y gestionar eficientemente el tránsito que circula por dicha vía. Para lograrlo, se estima que se requerirá una inversión de S/ 549,906.20 (quinientos cuarenta y nueve mil novecientos seis soles con veinte céntimos).

VII. RECOMENDACIONES

El proyecto se llevó a cabo con el propósito de realizar estudios y cumplir con los requisitos de la carrera de ingeniería civil. Es importante destacar que el alcance del proyecto se limita al marco de la carrera de ingeniería civil, por lo que no se contempla la reconstrucción, reposición o construcción de estructuras mayores, como puentes y/o pontones.

Se recomienda la construcción de una ciclo vía que promueva la seguridad tanto de los peatones como de los ciclistas, teniendo en cuenta la presencia de tráfico no motorizado en la zona. Asimismo, se recomienda la implementación de una vía especializada con canales destinados a los flujos de peatones, así como aceras y cruces peatonales bien diseñados. Estas medidas contribuirán a garantizar la seguridad de los usuarios, fomentando la movilidad activa y creando un entorno propicio para el desplazamiento de peatones y ciclistas.

En las zonas que se encuentran en proximidad a la ciudad, es importante considerar la instalación de sistemas de iluminación apropiados que funcionen durante la noche. Estos sistemas de iluminación desempeñan un papel crucial al proporcionar una visibilidad adecuada para los conductores, permitiéndoles detectar y reaccionar a tiempo ante la presencia de peatones en la vía. Los peatones también se benefician de esta iluminación, ya que les permite transitar de manera más segura al ser vistos claramente por los conductores.

La investigación respalda firmemente la sugerencia de emplear materiales provenientes de la cantera recomendada (cantera pareja) para llevar a cabo la rehabilitación de la infraestructura vial analizada. Estos materiales cumplen con los requisitos mínimos establecidos en el manual de Carreteras, específicamente en la sección de pavimentos (R.D. N° 10-2014-MTC/14) emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dicha recomendación se basa en consideraciones fundamentales relacionadas con las propiedades del suelo, la geología y los pavimentos, lo cual garantiza un desempeño adecuado y duradero de la carretera

rehabilitada.

REFERENCIAS

- Bernuy, K. y Ramos, L. (2019). Evaluación del pavimento flexible de la carretera a Samanco, entre Óvalo Samanco hasta Samanco, Santa, Áncash – 2019, propuesta de mejora, Tesis Para optar el título de ingeniero civil. Universidad Cesar Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44618?locale-attribute=es>
- Chavéz, E., Mamani, L., Molero, R. (2018). Proyecto: rehabilitación y mejoramiento de la Carretera Pamplona-San José-Cajatambo-Oyon.
https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1264/2018_MA_PM_14-1_11_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Copari, P., y Maquera, H. (2020). Análisis del estado funcional y propuesta de diseño de la carpeta asfáltica en la av. Industrial, tramo: av. Hipólito Unanue – av. Gustavo pinto, Tacna - 2020. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad privada de Tacna.
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1786>
- Elvira y Vela (2021) Rehabilitación de la estructura de pavimento de la vía Ansermanuevo - La Virginia ruta 2302 entre los PR 134+700-pr141+285, ubicada entre los departamentos del valle del Cauca y Risaralda. Tesis par optar al título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Colombia.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25601/1/Trabajo%20de%20grado%20Rehabilitacion%20de%20la%20via%20Ansermanuevo-%20la%20virginia%20B.pdf>
- Gutiérrez, M. (2017). Gestión de carreteras no pavimentadas. Proyecto fin de máster en la escuela superior de ingeniería civil de la Universidad Politécnica de Madrid.
https://oa.upm.es/52693/1/TFM_MARCO_ANTONIO_GUTIERREZ_SOTO.pdf
- López y Paz (2021) ¿Hacia dónde va la infraestructura del Transporte en el Perú? Revista Costos. Instituto peruano de economía.
<https://www.ipe.org.pe/portal/hacia-donde-va-la-infraestructura-del-transporte-en-el-peru/>

- Méndez, C. Ramírez, H. (2017). Diseño y rehabilitación de la estructura de pavimento de un tramo de la vía terciaria Coello a la Vereda Llano de la Virgen, localizada en el municipio de Coello, departamento del Tolima [Tesis de posgrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15405/2/2019_diseno_rehabilitacion_estructura.pdf
- Ordinola, D. (2019). Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento del pavimento flexible de la carretera Piura - Paita (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4332>
- Rimaicuna (2018). Mantenimiento periódico para el pavimento asfáltico del tramo de la carretera nacional, EP.PE-1NLDE SDE SAJINO (km. 0+000)- C.P la Saucha (km. 5+600), distrito de Paimas, provincia de Ayabaca, departamento de Piura. Para optar el título de ingeniero civil Universidad Nacional de Piura. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1408/CIV-RIM-CHU-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saldaña, B. y Taipei, W. (2018). Rehabilitación y mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel tratamiento superficial Slurry Seal Canayre - puerto Palmeras-Ayacucho. Para optar el título de ingeniero civil. https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4545/saldana_taipe.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez, J. (2017). Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI (Tesis de licenciatura en Ingeniería Civil). Universidad de Piura tesis para optar el título de Ingeniero Civil. DOI:10.13140/RG.2.2.23849.13925
- Piura, Perú Toledo, J. (2020). Evaluación funcional - estructural del pavimento del anillo de circunvalación vial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, mediante métodos convencionales y tecnología de alto rendimiento ensayo Falling Weight Deflectometer (FWD) y propuesta de rehabilitación. Para optar el título de ingeniero civil. Universidad de las Fuerzas Armadas. Colombia. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/23396/1/T-ESPE-044127.pdf>
- Urazán, C. Escobar, D., Moncada, C. (2017). relación entre la red nacional de

