

Diseño de pavimento y obras de arte de la vía Oasis – laguna Andiviela, distrito Morales, Provincia y región San Martín

por Piero Alexander Vargas Chávez Franklin Leonardo Torres Mera

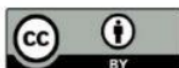
Fecha de entrega: 23-may-2023 02:09p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2100281716

Nombre del archivo: TESIS_PIERO_Y_FRANKLIN_ING_CIIVIL_sin_anexos.docx (7.58M)

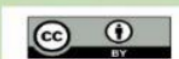
Total de palabras: 36627

Total de caracteres: 187193



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](#)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



Obra publicada con autorización del autor



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

**Diseño de pavimento y obras de arte de la vía
Oasis laguna Andiviela, distrito Morales,
Provincia y región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Franklin Leonardo Torres Mera
<https://orcid.org/0000-0002-6835-4855>

3 Piero Alexander Vargas Chávez
<https://orcid.org/0000-0001-5860-3750>

Asesor:

Ing. M. Sc. Jorge Isaacs Rioja Díaz
<https://orcid.org/0000-0001-7667-9716>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

**Diseño de pavimento y obras de arte de la vía
Oasis ⁶ laguna Andiviela, distrito Morales,
Provincia y región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Franklin Leonardo Torres Mera

Piero Alexander Vargas Chávez

³ Sustentado y aprobado el 31 de marzo del 2023, por los siguientes jurados:

⁶ **Presidente de Jurado**
Ing. M. Sc. Rubén del Águila Panduro

Secretario de Jurado
Ing. M. Sc. Juvenal Vicente Díaz Agip

Vocal de Jurado
Ing. M. Sc. Victor Eduardo Samamé Zatta

³ **Asesor**
Ing. M. Sc. Jorge Isaacs Rioja Díaz

Tarapoto, Perú

2023

Declaratoria de autenticidad

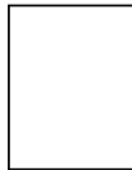
Franklin Leonardo Torres Mera, ³ identificado con DNI N°72950234 y Piero Alexander Vargas Chávez, identificado con DNI N°71502566, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **“Diseño de pavimento y obras de arte de la vía Oasis – laguna Andiviela, distrito de Morales, provincia y región San Martín”**.

⁶ Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como parte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 31 de marzo del 2023.



Bach. Franklin Leonardo Torres Mera
DNI N°72950234

Bach. Piero Alexander Vargas Chávez
DNI N°71502566

Declaración Jurada

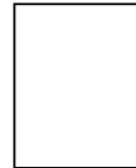
Franklin Leonardo Torres Mera, identificado con DNI N°72950234, domicilio legal Jr. Libertad 1035 – Rioja y **Piero Alexander Vargas Chávez**, identificado con DNI N°71502566, domicilio legal en Jr. Lorenzo Morales N° 234 - Tarapoto, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, **Declaro Bajo Juramento** que toda la documentación y todos los datos e informaciones de la presente tesis, que acompaño es verás y auténtica.

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

Tarapoto, 31 de marzo del 2023



Bach. Franklin Leonardo Torres Mera
DNI N°72950234



Bach. Piero Alexander Vargas Chávez
DNI N°71502566

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto Diseño de pavimento y obras de arte de la vía Oasis – laguna Andiviela, distrito de Morales, provincia y región San Martín</p>	<p>Área de investigación: Transportes Línea de investigación: Estrategia de tecnología de información y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible. Sublínea de investigación: Tecnología de materiales de construcción. Grupo de investigación: Resolución N° 354-2022-UNSM/FICA-CF-NLU Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor: Franklin Leonardo Torres Mera</p>	<p>6 Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil https://orcid.org/0000-0002-6835-4855</p>
<p>Autor: Piero Alexander Vargas Chávez</p>	<p>6 Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil https://orcid.org/0000-0001-5860-3750</p>
<p>Asesor: Ing. M. Sc. Jorge Isaacs Rioja Díaz</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil Unidad o Laboratorio Ingeniería Civil https://orcid.org/0000-0001-7667-9716</p>

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis amados padres y hermano quienes constantemente me han apoyado para culminar mis estudios con apoyo moral incondicional.

Franklin Leonardo Torres Mera

El presente trabajo va dedicado a mis padres, por darme las fuerzas y la Confianza depositada para poder desarrollarme como profesional.

Piero Alexander Vargas Chávez

Agradecimiento

Agradecer ante todo a Dios, por ser mi guía por el sendero del bien. A mis padres y hermano, por el gran apoyo incondicional e inculcarme valores y principios.

A mis amigos, con los que he compartido grandes momentos y estar siempre a mi lado

Franklin Leonardo Torres Mera

Gracias Dios por darme vida y salud para tomar decisiones. Gracias a mis padres que me apoyaron en los buenos momentos y en las dificultades que enfrenté.

Piero Alexander Vargas Chávez

³ Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento	8
Índice general	9
Índice de cuadros	12
Índice de tablas	14
Índice de planos	15
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	19
1.1. Planteamiento del problema	19
1.2. Formulación del problema de investigación	21
³⁶ 1.3. Objetivos	21
1.3.1 Objetivo general	21
1.3.2 Objetivos específicos	21
³ 1.4. Hipótesis	22
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes de la investigación	23
2.2. Fundamentos teóricos	24
2.3. Definición de términos básicos	27
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Ámbito de la investigación	29
3.1.1. Contexto de la investigación	29
3.1.2. Periodo de ejecución	30
3.1.3. Autorizaciones y permisos	31
3.1.4. Control ambiental y bioseguridad	31
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales	32

	10
3.2. Sistema de variables.....	32
3.2.1. Variables Independiente.....	32
3.2.2. Variables Dependiente.....	32
3.2.3. Operacionalización de Variables.....	33
3.3. Procedimiento de la investigación.....	34
3.3.1. Tipo y Nivel de Investigación.....	34
3.3.2. Diseño de Investigación.....	34
3.3.3. Población y muestra.....	35
3.3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.....	35
3.3.5. Técnicas de Procesamiento y análisis de datos.....	36
3.3.6. Materiales y Métodos.....	37
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1. Resultados.....	44
4.1.1. Objetivo 01: Estudio Topográfico.....	44
4.1.2. Objetivo 02: Estudio de Suelos.....	48
4.1.3. Objetivo 03: Estudio Tráfico.....	88
4.1.4. Objetivo 04: Diseño de Pavimento Asfáltico en frío.....	105
4.1.5. Objetivo 05: Estudio Hidrológico e Hidráulico.....	118
4.1.6. Objetivo 06: Diseño de obras de arte.....	127
4.2. Discusión de los resultados.....	155
4.2.1. Estudio Topográfico.....	155
4.2.2. Estudio de suelos.....	155
4.2.3. Estudio de Tráfico.....	156
4.2.4. Diseño de Pavimento Asfáltico.....	157
4.2.5. Estudio Hidrológico e Hidráulico.....	157
4.2.6. Diseño de Obras de Arte.....	158
CONCLUSIONES.....	159
RECOMENDACIONES.....	161
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	163

ANEXOS¹² **Error! Bookmark not defined.**

PLANOS **Error! Bookmark not defined.**

Índice de tablas

Tabla 1. Vías de acceso hacia la zona de proyecto	30
Tabla 2. Operacionalización de Variables	33
Tabla 3. Número de repeticiones acumuladas de Ejes Equivalentes	40
Tabla 4. Categorías de Sub rasante	41
Tabla 5. Resumen de la caracterización de la subrasante	57
Tabla 6. Resultados del análisis físico – mecánicos de obras de arte.....	85
Tabla 7. Fuentes de agua.....	88
Tabla 8. Resultado de ensayos físico – químicos de muestra de agua.....	88
Tabla 9. Resulto de acción química del suelo frente al agua subterránea	88
Tabla 10. Puntos estratégicos de la vía para el conteo vehicular.....	90
Tabla 11. Punto madre de la Redonda, IMD semanal por sentido y tipo de vehículo.....	93
Tabla 12. Punto madre Nuevo Chupishiña, IMD semanal por sentido y tipo de vehículo.....	94
Tabla 13. Variación horaria semanal en el punto madre del centro poblado de la Redonda.....	97
Tabla 14. Variación horaria semanal en el punto complementario del centro poblado de Nueva Chupishiña	97
Tabla 15. Asignación vehicular en la situación con proyecto para el punto madre 01 - CP Redonda (Tráfico Normal)	101
Tabla 16. Asignación vehicular en la situación con proyecto para el punto madre 01 - CP Redonda (Tráfico Futuro Proyecto)	101
Tabla 17. Asignación vehicular en la situación con proyecto para el punto madre 02 - CP Nuevo Chupishiña (Tráfico Normal)	102
Tabla 18. Asignación vehicular en la situación con proyecto para el punto madre 02 - CP Nuevo Chupishiña (Tráfico Futuro Proyecto)	102
Tabla 19. IMD acumulado al año.....	103
Tabla 20. Ejes equivalentes por presión de llantas	104
Tabla 21. Ejes equivalentes por factor direccional y carril.....	104
Tabla 22. Actualización de Ejes Equivalentes requeridos	104
Tabla 23. Ejes Equivalentes Proyectados	104
Tabla 24. Descripción de la vía según parámetros de diseño MDG DG-2018	107

Tabla 25. Clasificación del suelo según sus características.....	114
Tabla 26. Resultado de Proctor – CBR	115
Tabla 27. Ejes equivalentes para diseño.....	116
Tabla 28. Estudio de mecánica de suelo.....	116
Tabla 29. Determinación de espesor de afirmado.....	117
Tabla 30. Estaciones hidrometeorológicas.....	119
Tabla 31. ²⁹ Valores de Período de Retorno T (Años).....	121
Tabla 32. Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje.....	121
Tabla 33. Análisis de frecuencia de la precipitación máxima en 24 horas.....	122
Tabla 34. Caudal hidrológico de alcantarilla	126
Tabla 35. Caudal hidrológico de alcantarillas	127
Tabla 36. Inventario Hidrológico General Alcantarillas	128
Tabla 37. Inventario Hidrológico de Alcantarillas.....	132
Tabla 38. Muestras obtenidas de CBR.....	156

1 Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación	29
Figura 2. Volumen promedio de tránsito en el punto madre del centro poblado la Redonda.....	95
Figura 3. Volumen promedio de tránsito en el punto complementario del centro poblado de Nuevo Chupishiña	96
Figura 4. Clasificación vehicular del IMD en el punto madre del CP. Redonda	99
Figura 5. Clasificación vehicular del IMD en el punto madre del CP. Nuevo Chupishiña	99
Figura 6. Cálculo del espesor del pavimento.....	117
Figura 7. Datos de precipitación de la estación Tarapoto.....	119
Figura 8. Datos de precipitación de la estación San Antonio	119
Figura 9. Datos de precipitación de la estación Lamas	120
Figura 10. Riesgo de por lo menos una excedencia de evento de diseño durante la vida útil	120
Figura 11. Esquema de alcantarilla de concreto TIPO I	129
Figura 12. Esquema de diseño de alcantarilla Tipo II.....	133

1 Indice de planos

1.	Ubicación y localización	PU-01
2.	Clave (0+000 al 12+123)	PC-01
3.	Secciones típicas.....	ST-01
4.	Planta y perfil del proyecto	
4.1.	Planta y perfil del proyecto (0+000 - 1+000)	P-01
4.2.	Planta y perfil del proyecto (1+000 - 2+000)	P-02
4.3.	Planta y perfil del proyecto (2+000 - 3+000)	P-03
4.4.	Planta y perfil del proyecto (3+000 - 4+000)	P-04
4.5.	Planta y perfil del proyecto (4+000 - 5+000)	P-05
4.6.	Planta y perfil del proyecto (5+000 - 6+000)	P-06
4.7.	Planta y perfil del proyecto (6+000 - 7+000)	P-07
4.8.	Planta y perfil del proyecto (7+000 - 8+000)	P-08
4.9.	Planta y perfil del proyecto (8+000 - 9+000)	P-09
4.10.	Planta y perfil del proyecto (9+000 - 10+000)	P-10
4.11.	Planta y perfil del proyecto (10+000 - 11+000)	P-11
4.12.	Planta y perfil del proyecto (11+000 - 12+123.00)	P-12
5.	Plano de secciones	
5.1.	Plano de secciones (0+000 - 0+840)	S-01
5.2.	Plano de secciones (0+860 - 1+700)	S-02
5.3.	Plano de secciones (1+720 - 2+560)	S-03
5.4.	Plano de secciones (2+580 - 3+420)	S-04
5.5.	Plano de secciones (3+440 - 4+280)	S-05
5.6.	Plano de secciones (4+300 - 5+820)	S-06
5.7.	Plano de secciones (5+840 - 5+900)	S-07
5.8.	Plano de secciones (5+920 - 6+680)	S-08
5.9.	Plano de secciones (6+700 - 7+580)	S-09
5.10.	Plano de secciones (7+600 - 8+480)	S-10
5.11.	Plano de secciones (8+500 - 9+380)	S-11
5.12.	Plano de secciones (9+400 - 10+120)	S-12
5.13.	Plano de secciones (10+140 - 10+860)	S-13

5.14.	Plano de secciones (10+880 - 11+660)	S-14
5.15.	Plano de secciones (11+680 - 12+123.00)	S-15
6.	Plano de intersecciones	PI-01
7.	Canteras y puntos de agua	
7.1	Esquema ¹ de canteras y fuente de agua	CFA-01
8.	Plano de pavimentos	PP-01
9.	Alcantarillas	
9.1.	Plano de alcantarillas - planta y secciones (Tipo I)	A-01
9.2.	Plano de alcantarillas - detalles (Tipo I).....	A-02
9.3.	Plano de alcantarillas - planta y secciones (Tipo II).....	A-03
9.4.	Plano de alcantarillas - detalles (Tipo II)	A-04
10.	Plano topográfico.....	PT-01

RESUMEN

La vía Oasis – laguna Andiviela Geográficamente une las localidades del Sector la Planicie, Chupishiña, Nuevo Morales, Polvoraico, Shucushca, Sector Andiviela, actualmente la vía presenta serias incomodidades de transporte que dificultan el libre tránsito, en épocas de lluvia el tránsito peatonal se hace imposible, convirtiendo la vía en correntones de lodo y piedra representando un serio riesgo para peatones y vehículos.

El proyecto de tesis titulado: “Diseño de pavimento y obras de arte de la vía Oasis – laguna Andiviela, distrito Morales, provincia y Región San Martín”, tiene como objetivo principal determinar el espesor del pavimento asfáltico en frío que requiere el menor costo, garantizar que el pavimento cumpla su periodo de vida útil proyectado y diseñar las obras de arte necesarias a ser ejecutadas en dicha vía. Para el adecuado diseño geométrico y estructural se realizaron los estudios preliminares como, recolección de datos topográficos, la excavación de calicatas para la extracción de muestras, que fueron analizadas en los laboratorios con los respectivos ensayos, los análisis para el diseño se hicieron con las Normas técnicas Peruanas de Diseño de carreteras (DG-2018) y utilizando cálculos adecuados buscando obtener resultados reales, también se realizó el estudio de tráfico considerando el volumen de tráfico ida y vuelta para lo cual se instaló dos estaciones de conteo de tráfico en la vía en estudio a pavimentar durante una semana, el tramo requiere de una recomposición de las estructuras y obras de arte, se construirán nuevas y se reemplazarán los que sean necesarios, con todo estos análisis se pudo finalmente obtener un Diseño Geométrico adecuado, para mejorar las condiciones de transitabilidad y el desarrollo económico y social.

Palabras claves: Tránsito, Diseño geométrico, pavimento asfáltico, Región San Martín, Tráfico.

ABSTRACT

The Oasis – Andiviela Lagoon road Geographically unites the towns of the La Planicie Sector, Chupishiña, Nuevo Morales, Polvoraico, Shucushca, Andiviela Sector, currently the road presents serious transportation inconveniences that hinder free movement, in times of rain pedestrian traffic becomes impossible, turning the road into streams of mud and stone representing a serious risk for pedestrians and vehicles.

The thesis project entitled: "Pavement design and works of art of the Oasis road - Andiviela lagoon, Morales district, San Martín province and Region", has as its main objective to determine the thickness of the cold asphalt pavement that requires the lowest cost, guarantee that the pavement fulfills its projected useful life and design the necessary works of art to be executed on said road. For the adequate geometric and structural design, preliminary studies were carried out, such as the collection of topographic data, the excavation of test pits for the extraction of samples, which were analyzed in the laboratories with the respective tests, the analysis for the design were made with the Standards Peruvian Highway Design Techniques (DG-2018) and using adequate calculations seeking to obtain real results, the traffic study was also carried out considering the volume of round-trip traffic, for which two traffic counting stations were installed on the road in study to pave for a week, the section requires a recomposition of the structures and works of art, new ones will be built and those that are necessary will be replaced, with all these analyzes it was finally possible to obtain an adequate Geometric Design, to improve the conditions of mobility and economic and social development.

Keywords: Traffic, Geometric design, asphalt pavement, San Martín Region, Traffic.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

El constante crecimiento económico, y social ¹ de los ciudades de nuestra Región de San Martín, se relaciona estrechamente con una serie de problemas por la falta de proyectos que favorezcan a las zonas rurales de nuestra región, una de ellas es la falta de condiciones óptimas para el transporte por las trochas o carreteras existentes, con las condiciones climáticas muchas veces se imposibilita el transporte, afectando así a la comunicación entre las localidades y con ello la economía. Con la ejecución de este proyecto investigativo titulado “Diseño de pavimento y obras de arte de la vía Oasis – laguna Andiviela, distrito Morales, provincia y Región San Martín” se buscará la aplicación de todos los conocimientos obtenidos para el adecuado diseño geométrico del pavimento, incluyendo obras de arte como alcantarillas y cunetas que favorezcan el correcto drenaje de las aguas, todas las conclusiones ⁶² de este estudio pueden servir de punto de partida para futuros proyectos.

Finalmente, a partir del ¹ diseño geométrico y las obras de arte planteadas se busca mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal.

1.1. Planteamiento del problema

¹ La importancia y servicio de las vías de tránsito que demanda la localidad de Morales en el distrito de Morales ¹ y la necesidad de adaptarlas a la creciente exigencia del flujo vehicular motiva hacer estudios de construcción y mejoramiento de la superficie de rodadura del pavimento y diseño de obras de artes que son importantes en una vía, ¹ teniendo como principal finalidad el proporcionar un óptimo estado de transitabilidad vehicular en cualquier época del año.

La localidad de Morales, debido al creciente incremento del tránsito vehicular, tiempo de uso, frecuentes e intensas lluvias, el pavimento de afirmado que constituye la vía del tramo Oasis – Laguna Andiviela ha sufrido un desgaste en su estructura, el mismo que hoy en día presenta una superficie totalmente deteriorada debido a la no presencia de un drenaje longitudinal y transversal la cual incrementa la erosión producida por las precipitaciones que frecuentemente se dan en dicha localidad, además de baches entre otros, en ese sentido se debe plantear una alternativa de solución para proporcionar a dicha vía las mejores condiciones de transitabilidad y brindar a los usuarios un tránsito confortable por dicha vía. Además, cabe mencionar que un sistema de drenaje en buenas condiciones de funcionamiento permite una buena conservación de la capa de rodadura.

Las vías de las localidades constituyen uno de los principales atractivos para el visitante creando un ambiente de bienvenida, lo que se refleja en un mayor número de consumo, mayor flujo de turistas, y por consiguiente mayores ingresos económicos para la comunidad, sobre todo en épocas memorables, fiestas costumbristas y otras actividades en las cuales la localidad de Morales por ser un lugar balneario incrementa el número de visitantes. Mantener en buen estado de transitabilidad las vías de la localidad de Morales facilita el flujo vehicular hacia los mercados, centros educativos, zonas comerciales, parques, iglesia entre otros, fomentar un entorno propicio para el crecimiento ⁶¹ de las diversas actividades que se desarrollan dentro de la localidad.

La vía que comprende este proyecto se caracteriza por tener infraestructura vial en malas condiciones y un sistema de drenaje inexistente. Esta carretera no está en buenas condiciones, y su inadecuado sistema de drenaje y falta de mantenimiento han dificultado la circulación de vehículos en épocas de lluvia con también en época de verano. También presenta desorden en los carriles para circulación de vehículos y muestra una falta de cuidado de las áreas libres.

Los habitantes de la localidad de Morales necesitan una vía de acceso rápida, segura y en buenas condiciones ¹ que pueda conectar con la carretera Fernando Belaunde Terry, y en últimas instancias con los principales mercados para la comercialización de sus productos, elevando así el comercio y la actividad económica en ⁴ la zona de estudio.

La Municipalidad Distrital de Morales, como institución encargada de programar, planificar y ejecutar el desarrollo integral de la ciudad, dentro de su programación de obras para el año fiscal 2022, ha programado ejecutar el proyecto "Mejoramiento de la vía Oasis – Laguna Andiviela, distrito de Morales – provincia y región San Martín" el cual el principal objetivo de este proyecto son ¹ mejorar las características técnicas de la carretera para que preste un mejor servicio ⁴ a sus usuarios y sea más transitable en cualquier época del año, aumentando así la calidad de vida de los habitantes de la zona de proyecto.

⁶ Debido a la situación por la cual atraviesan dichos pobladores nos ha motivado para presentar el proyecto de tesis titulado: "Diseño de pavimento y Obras de Arte de la vía Oasis – Laguna Andiviela, distrito Morales – provincia y región San Martín", buscando el beneficio económico y social de los habitantes de dicho sector urbano de la ciudad de Morales ¹ que se sienten marginados y aislados de la red vial principal.

1.2. Formulación del problema de investigación

La plataforma de la carretera que conforma el tramo entre Oasis y Laguna Andiviela se encuentra actualmente deteriorada debido a las intensas lluvias caídas hasta la fecha, las cuales han provocado baches y deformaciones en la banda de rodamiento causadas por el desgaste con el paso del tiempo. A partir de una inspección visual, se puede apreciar la gravedad de las deformaciones en el pavimento de la carretera, que presenta hoyos que, en invierno, acumulan agua y aceleran el deterioro de la vía.

En la actualidad, viajar por la ruta que une la porción Oasis - Laguna Andiviela es arriesgado, especialmente en invierno, debido al mayor esfuerzo y destreza que se exige a los conductores, así como al flujo diario de caminantes que se desplazan en gran número a sus granjas y lugares de trabajo. Los residentes de la región del proyecto se ven inmediatamente afectados por el estado de la calzada, y están preocupados por los efectos que está teniendo en la economía local.

Con la situación que planteamos nos formulamos la siguiente interrogante ¿De qué manera la Propuesta de Diseño de pavimento y Obras de Arte del proyecto: Mejoramiento de la vía Oasis – Laguna Andiviela, distrito de Morales – provincia y región San Martín”, servirá para elaborar el Expediente Técnico y la ejecución de éste reducirá los altos costos de transporte y mejorará sus condiciones socioeconómicas?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar el Diseño de pavimento y Obras de Arte de la vía Oasis – Laguna Andiviela, distrito Morales – provincia y región San Martín”.

1.3.2 Objetivos específicos

Ejecutar el Estudio topográfico de la zona del proyecto.

Realizar el estudio de suelos de la zona del proyecto a pavimentar.

Elaborar el estudio hidrológico e hidráulico

Ejecutar el estudio de tráfico en la vía del tramo Oasis – Laguna Andiviela a pavimentar.

Diseño de Pavimento asfáltico en frío de la vía del tramo Oasis – Laguna Andiviela.

Diseño de las Obras de Arte del proyecto.

1.4. Hipótesis

La ejecución del Diseño de pavimento y Obras de Arte del proyecto: “Mejoramiento de la vía Oasis – Laguna Andiviela, distrito de Morales – provincia y región San Martín”, permitirá contar con el Expediente Técnico para tramitar el financiamiento y que al ser ejecutado mejorará las condiciones socio - económicas de los pobladores de la localidad de Morales.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

INTERNACIONAL

Arriaga (2015), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco- México en su tesis “Diseño de Pavimento de la carretera Acapulco – Huatulco”, nos indica en sus conclusiones que: La selección de un buen diseño de Pavimento asfáltico, puede garantizar la optimización de los recursos dispuestos para la ejecución de la obra; ya que toda obra de Infraestructura de esta índole, en la mayoría de las ocasiones siempre se ve afectada por los agentes externos que perjudican el cumplimiento de los tiempos calendarizados (pág. 138) .

Ospina (2018), Universidad Cooperativa de Colombia en su tesis: “Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del Espinal – departamento del Tolima”, concluye que: Se determinaron dos dimensiones específicas, y según parámetros técnicos de la estructura del pavimento, en el concreto hidráulico, en la base y en el mejoramiento de la subrasante se debe usar una capa de geotextil de NT2500, para aislar el material fino del granular (pág. 82).

NACIONAL

Núñez (2018), Universidad Nacional de Cajamarca, en su tesis “Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida todos los Santos de la ciudad de Chota”. indica en sus conclusiones: “El espesor de refuerzo de sobrecapas de refuerzo para la rehabilitación obtenido es de pulgadas y el espesor de losa de concreto rígido para la reconstrucción es de 8 pulgadas” (pág.134).

Chilcon y Ramírez (2018), Universidad Señor de Sipan, en su tesis “Elaboración de una mezcla asfáltica en frío almacenable para la reparación de pavimentos en el departamento de Lambayeque, 2017”, concluye en lo siguiente: Para diseñar mezclas asfálticas en frío, el método área superficial equivalente es el más adecuado, ya que nos permite calcular la cantidad de asfalto y las proporciones de los agregados que serán utilizados en el diseño de la mezcla asfáltica en frío (pág. 143).

LOCAL

Chumbe y Rojas (2018), Universidad Nacional de San Martín Tarapoto presentaron un trabajo denominado: Propuesta de diseño de pavimentos y obras de drenaje pluvial en

la reconstrucción de jirones y/o pasajes (Jr. Francisco Bolognesi cda. 10 – 17, Jr. Perú cda. 04 – 15, Jr. España cda. 09 – 13, principales vías de acceso al sector Partido Alto y la Hoyada, distrito de Tarapoto, provincia y región de San Martín, en sus conclusiones indican que: “Entre todas las opciones posibles, aquella que está compuesta por 5 cm de carpeta asfáltica, 15 cm de base y 15 cm de subbase es la mejor propuesta” (pág. 254).

2.2. Fundamentos teóricos

13

2.2.1. Pavimentos

De acuerdo con la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario. De acuerdo con la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas (Cálculo del índice de condiciones del pavimento, 2009 pág. 3).

7

Clasificación de los pavimentos

No siempre un pavimento se compone de las capas señaladas en la figura. La ausencia o reemplazo de una o varias de esas capas depende de diversos factores, como por ejemplo del soporte de la subrasante, de la clase de material a usarse, de la intensidad de tránsito, entre otros. Por esta razón, pueden identificarse 3 tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por el paquete estructural que presentan: Pavimento flexible, Pavimento rígido, Pavimento híbrido (CICP, 2009 pág. 4).

A) Pavimento flexible

También llamado pavimento asfáltico, el pavimento flexible está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falle. Luego, debajo de la carpeta, se encuentran la base granular y la capa de subbase, destinadas a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito. Finalmente, está la subrasante que sirve de soporte a las capas antes mencionadas. El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tiene la

desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil, paquete estructural pavimento flexible, esquema típico del paquete estructural de un pavimento flexible (CICP, 2009 pág. 7).

11

B) Pavimento rígido

Son aquellos formados por una losa de concreto Pórtland sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.

Subrasante

Para construir un pavimento en lo alto se utiliza un soporte natural preparado y compactado denominado subrasante. La finalidad de la subrasante es proporcionar un nivel de apoyo razonable sin cambios bruscos en la cantidad de apoyo o, lo que es mucho más importante, proporcionar un nivel de apoyo constante a alguien que tiene una gran capacidad de apoyo. En consecuencia, debe extremarse la precaución al considerar el crecimiento del suelo.

Subbase

La parte de la estructura del pavimento conocida como capa de subbase se encuentra entre la subrasante y la rígida losa, consiste en una o más capas apretadas de material granular o estabilizado; el principal objetivo de la subbase es evitar la explosión de los montones de arena de grano fino. Cuando una mezcla de suelo, agua y tráfico puede dar lugar a un bombeo, se requiere una subbase. Tales condiciones surgen con frecuencia al diseñar pavimentos para vías principales y rutas de tráfico pesado. Otras tareas que deben realizarse incluyen:

- 1) Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme
- 2) Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
- 3) Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- 4) Proveer drenaje cuando sea necesario.
- 5) Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

Losa

El coste inicial de concreto Portland es superior al del pavimento flexible, y su vida útil oscila entre 20 y 40 años. El mantenimiento mínimo requerido suele girar en torno al tratamiento de juntas para las losas.

C) Pavimento Híbrido

El término "pavimento híbrido" (a veces conocido como "pavimento mixto") se refiere a una combinación de pavimento rígido y flexible. Por ejemplo, se crea un tipo de pavimento híbrido cuando se utilizan bloques de hormigón en lugar de moqueta asfáltica.

Es perfecto para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios. Otro ejemplo de pavimento mixto son las superficies asfálticas construidas sobre pavimento recto. Este pavimento conlleva un tipo específico de fallo conocido como fisura refleja de junta.

7 Pérdida de servicialidad Δ PSI

Representa la pérdida de capacidad de servicio debido a las fallas de la estructura del pavimento y desgaste de la capa de rodadura. Numéricamente resulta de restar al índice de servicialidad inicial (p_o) el índice de servicialidad terminal o presente (p_t).

$$\Delta\text{PSI} = p_o - p_t$$

El AASHTO considera para pavimentos de concreto hidráulico un índice inicial de 4.5 y un índice Terminal de 2.5 Por lo tanto la pérdida de servicialidad será 2.0, lo que quiere decir que la máxima posibilidad de deterioro de la capacidad de servir con eficiencia del pavimento será en esa magnitud, luego del cual se decidirá por una nueva obra.

7 Numero previsto de aplicaciones de carga W18 (ESAL)

Está determinado por el número de repeticiones de pasadas de un eje estándar de 18000 lb sobre la sección del pavimento a diseñar. Resulta de la conversión en el futuro de todos los ejes de carga en su equivalente del eje estándar.

30 Desviación estándar normal ZR

La desviación típica normal es un parámetro que depende de la fiabilidad R, que a su vez depende de varios factores.

Una definición resumida de R se encuentra en la Guía AASHTO, que dice "La confiabilidad de un proceso de diseño-comportamiento de un pavimento, es la probabilidad de que una sección del pavimento, diseñada usando el proceso, se comportará satisfactoriamente bajo las condiciones de tráfico y medio ambiente, durante el período de diseño".

7 **Desviación estándar total S_0**

Depende de la precisión o extensión de la evaluación del factor tráfico para el futuro y de otras variantes asociadas con los modelos de comportamiento de pavimentos. El rango de valores S_0 estimado con la Carretera Experimental AASHTO y los modelos de comportamiento del pavimento original presentados en las Guías de Diseño previas en 1972 y 1981 para pavimentos rígidos es: 0.30 a 0.40.

El extremo inferior de la escala representa una evaluación de datos realizada con un programa limitado, mientras que el extremo superior designa una valoración del tráfico más exhaustiva y precisa.

7 **Módulo de reacción de la subrasante k**

La capacidad de soporte para soportar la exigencia de las cargas se evalúa mediante el coeficiente de reacción de la sub-rasante k llamado también el balasto de la sub-rasante. El mismo que se puede obtener por medio de ensayos de carga sobre placa que se realizan in situ. Pero también se pueden obtener de correlaciones con otras propiedades de la sub-rasante como son el Módulo Resiliente (M_r) y el CBR.

15 **Registro de Campo y Tipos de Carteras**

La parte más significativa del trabajo de campo es la recolección de datos como medidas angulares y lineales y su correspondiente registro en libros especiales llamados "carteras". Las notas de campo corresponden al registro permanente del levantamiento, se llevan "en limpio" y como tal deben aparecer con toda claridad y pulcritud, deben contener la mayor cantidad de datos, descriptivos, complementarios posibles, para evitar confusiones, y deben tener una interpretación fácil y única por cualquier persona que entienda el trabajo topográfico, ya que es muy común que los cálculos y dibujos sean realizados por personas diferentes a las que hicieron el trabajo de campo.

2.3. Definición de términos básicos

1 **Topografía:** Procede del griego "topo" = lugar, y "grafos" = dibujo. Es la ciencia que con el auxilio de las matemáticas nos ayuda a representar gráficamente (mediante un dibujo), un terreno o lugar determinado, con todos sus accidentes y particularidades naturales o artificiales de su superficie.

Levantamiento topográfico: Conjunto de operaciones realizadas sobre el terreno, con las herramientas adecuadas, que nos permitirá la confección del Plano de ese lugar o zona. Estas operaciones tienen como finalidad la determinación de datos numéricos suficientes para confeccionar el plano. Como es preciso realizarlas sobre el propio

terreno, se las denomina como "trabajo de campo".

1
BM: Son los puntos que permanecen fijos o permanentes incluso después del levantamiento topográfico, antes, durante y después de las obras de construcción, y que se utilizan junto con otras referencias para restablecer las posiciones originales de puntos de levantamiento topográfico perdidos o arreglados. Esta operación se denomina replanteo.

Coordenadas UTM: Es un sistema de coordenadas basado en la proyección geográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano. A diferencia del sistema de coordenadas tradicional, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

1
Curvas de nivel: Es el proceso que se utiliza para poder dibujar y saber exactamente cómo interpretar el relieve de la tierra. Existen otros métodos para transmitir la noción del relieve, como mezclar colores o dibujar pequeñas montañas agrupadas o no según el significado del relieve.

1
Planos: Son las representaciones de una pequeña porción de la superficie terrestre, que solo precisa de operaciones topográficas, para la toma de datos, prescindiendo de la curvatura de la Tierra, en su formación.

25
Tránsito Promedio Diario: Cantidad de vehículos que transitan a través de un corredor vial a lo largo de un día.

25
Periodo de Diseño: Es el tiempo para el que se estima que la estructura de pavimento va a funcionar con un nivel de servicio adecuado, sin requerir actividades de rehabilitación.

47
Carril de Diseño: Carril por el que se espera circulen el mayor volumen de vehículos pesados

Sardinel: Elemento de concreto, asfalto u otra sustancia o material para delimitar la calzada de una vía.

3 CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

a) Nombre del Proyecto

“Diseño de pavimento y obras de arte de la vía Oasis – laguna Andiviela, distrito Morales, provincia y región San Martín”

b) Ubicación Geográfica del Proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en la Localidad de Morales, Distrito Morales, Provincia San Martín, Región de San Martín.

Localidad	:	Morales
Distrito	:	Morales
Provincia	:	San Martín
Región	:	San Martín
Tramo	:	Oasis – Laguna Andiviela
Altitud	:	257 m.s.n.m. - 417.00 m.s.n.m.

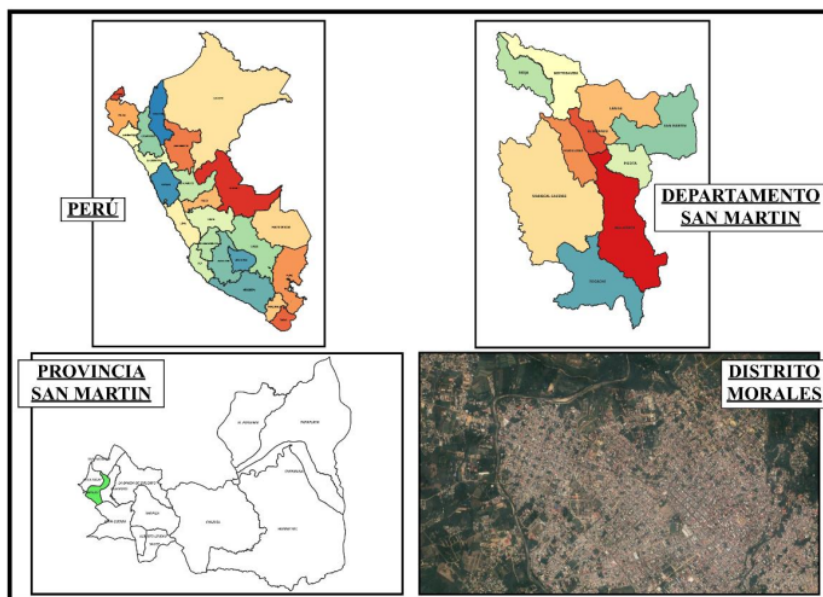


Figura 1. Mapa de ubicación
Fuente: Adaptado por los autores, (2022)

4 Vías de Acceso

El acceso terrestre, a través de la ciudad de Chiclayo con la zona del proyecto

Tabla 1.
Vías de acceso hacia la zona de proyecto

VÍAS DE COMUNICACIÓN	TIPO	DISTANCIA
Lima – Chiclayo	Asfaltada	764.00 Km.
Chiclayo – Morales	Asfaltada	902.00 Km.
Morales – Oasis (Inicio de tramo)	Asfaltada	1.80 Km.
TOTAL		1667.80 Km.

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, el tiempo de viaje aproximado es de 30 horas.

Altitud

La altitud del trazo de la Vía Oasis – Laguna Andiviela, se desarrolla a una altitud por debajo de los 500 m.s.n.m. el tramo se inicia en el sector oasis con una altitud de 257.62 m.s.n.m y continua en ascenso, hasta llegar a la laguna Andiviela a una altura de 417.00 m.s.n.m.

Clima, Temperatura y Pluviosidad.

La Vía en estudio presenta un clima muy cálido, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada.

La temperatura media diaria es de 28°C, con una oscilación de 18°C a 34°C. Las temperaturas altas que producen sensaciones térmicas cercanas a los 50°C se alcanzan entre septiembre y octubre. Las estaciones secas van de junio a octubre y de diciembre a febrero, mientras que las lluviosas van de febrero a mayo y octubre a diciembre.

La precipitación media acumulada anual promedio es de 1182.1 mm.

1 Población

La población estimada en el distrito de Morales según el censo del 2017 es de 72,658 habitantes.

- Superficie: 43.91 km²
- Densidad: 516.01 hab/km²

3 3.1.2. Periodo de ejecución

El periodo de ejecución del informe de proyecto de tesis se está considerando de seis (6) meses, desde Julio hasta Diciembre 2022.

3.1.3. Autorizaciones y permisos

No aplica

3.1.4. Control ambiental y bioseguridad

Cuando hablamos de control medioambiental en el sector de la construcción, nos referimos a las condiciones de trabajo a las que están expuestos los empleados dentro de un establecimiento, o a la calidad medioambiental. Las numerosas normativas cambian en función de la actividad que se desarrolle en la obra.

Por ello, debemos realizar un control ambiental en el trabajo, que se refiere a nuestra capacidad para manejarnos en entornos difíciles y adaptarnos a las diversas circunstancias desfavorables que surgen en el trabajo.

La gestión medioambiental debe ayudarnos a ahorrar recursos, racionalizar su uso y garantizar que cumplimos las normas de protección del medio ambiente. Esto nos permitirá evitar sanciones por incumplimiento de nuestras obligaciones medioambientales.

Debemos aplicar medidas de control ambiental, que son acciones encaminadas a prevenir los impactos, efectos y riesgos ambientales que puedan influir negativamente en las personas, el medio ambiente y/o la propiedad privada durante la realización de un proyecto.

El término "BIOSEGURIDAD" se refiere a un conjunto de medidas preventivas destinadas a mantener la gestión de los factores de riesgo en el lugar de trabajo derivados de agentes biológicos, físicos o químicos, evitando así efectos desfavorables, garantizar que el desarrollo o el resultado final de estos procesos no comprometan la salud de los trabajadores.

Existen 3 principios de bioseguridad que fundamentan esta actividad los cuales son universalidad, uso de barreras y manejo de eliminación de residuos.

Se entiende por bioseguridad el conjunto de principios, normas técnicas y prácticas que deben utilizarse para proteger a las personas, las comunidades y el medio ambiente contra la interacción involuntaria, intencionada o inadvertida con agentes potencialmente nocivos.

La importancia de la bioseguridad, encargada de prevenir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente derivados de la exposición a agentes biológicos causantes

de enfermedades, ha aumentado considerablemente. ⁵⁶ El conjunto de normas y barreras destinadas a prevenir el riesgo biológico se conoce como bioseguridad.

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

Hoy en día la investigación es una herramienta fundamental para el desarrollo del conocimiento, por esta razón es necesario que se tenga información en la cual se pueda confiar, para lo cual se debe ser cuidadoso en los principios éticos relacionados con la publicación de un trabajo (Laguna, et al, 2007, pág. 65).

Según el National Research Council of the National Academies (2002), la integridad de la investigación puede definirse como una serie de buenas prácticas que incluyen la honestidad intelectual para proponer, ejecutar y presentar los resultados de una investigación, los detalles con precisión las contribuciones de los autores a las propuestas de investigación y/o sus resultados, la justicia en la revisión de artículos científicos (proceso de revisión por pares o peer review), favorecer la interacción entre las distintas comunidades científicas y el intercambio de recursos, la transparencia en los conflictos de intereses, la protección de las personas que intervienen en las investigaciones; en la investigación animal, proporcionar el cuidado adecuado de los animales con los que se lleva a cabo los estudios, el cumplimiento de las responsabilidades mutuas entre los investigadores y los participantes de una investigación (pág. 15).

Según lo investigado el tema de integridad de las investigaciones no se toma en cuenta debido a que no se duda de la buena práctica de las normas; sin embargo, a veces con la presión por la publicación de algún libro no se considere los estándares de calidad adecuados. Por ello es necesario tener presente los principios éticos de una investigación como un aval de buena integridad y excelentes principios.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables Independiente

Estudios Básicos para resolver la situación vial problemática sobre la Infraestructura vial existente.

3.2.2. Variables Dependiente

Diseño del Pavimento y obras de arte de la vía Oasis – laguna Andiviela

3.2.3. Operacionalización de Variables

Tabla 2.
Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición	Instrumento
Variable Independiente Estudios Básicos para resolver la situación vial problemática sobre la infraestructura vial existente.	Estudios de Topografía, estudio de suelos, estudio de tráfico de la vía en estudio, estudio hidrológico e hidráulico	Diseño del Pavimento y obras de arte de la vía Oasis – Laguna Andiviela de la localidad Morales, distrito Morales – provincia y región San Martín	<ul style="list-style-type: none"> Topografía y Nivelación Calicatas y elaboración de la estratigrafía del terreno y realizar el CBR de la subrasante del terreno donde se va a pavimentar. Estudio de tráfico en la vía a pavimentar 	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> Formato de control topográfico Formato de estratigrafía de calicatas y CBR Formato de Control de Tráfico de la vía a ejecutar Guía de observación
Variable dependiente. Diseño del Pavimento y obras de arte de la vía Oasis – Laguna Andiviela	Cantidad de estudios realizados para ejecutar el diseño de pavimento y obras de arte de la vía Oasis – Laguna Andiviela de la localidad de Morales.		<ul style="list-style-type: none"> Topografía y Nivelación Calicatas y elaboración de la estratigrafía del terreno y realizar el CBR de la subrasante del terreno donde se va a pavimentar. Estudio de tráfico en la vía a pavimentar 	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> Formato de control topográfico Formato de estratigrafía de calicatas y CBR Formato de Control de Tráfico de las vías urbanas a ejecutar. Guía de observación

Fuente: "Metodología de la Investigación" Hernández, Fernández y Baptista, año 2010, McGraw – Hill Interamericana de México.

3

3.3. Procedimiento de la investigación

3.3.1. Tipo y Nivel de Investigación

3.3.1.1. Tipo de investigación

La investigación por realizar es de tipo Investigación **Aplicativa**

3

Tiene como finalidad primordial la resolución de problemas prácticos inmediatos en orden a transformar las condiciones. El propósito de realizar aportaciones al conocimiento teórico es secundario (Sánchez y Reyes. 2006).

3.3.1.2. Nivel de investigación

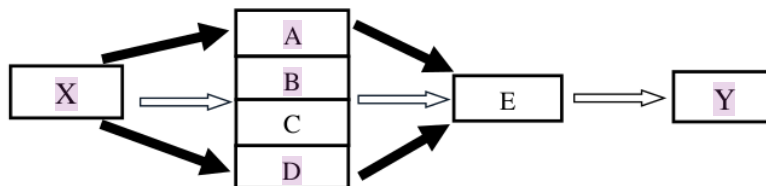
Básico

Se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa - efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación postfacto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos (Sánchez y Reyes. 2006).

3.3.2. Diseño de Investigación

La presente investigación se llevará a cabo en gabinete y en campo.

A continuación se expone el diseño de investigación:



X: Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.

A: Estudio Topográfico.

B: Estudio de Suelos.

C: Estudio de Tráfico.

D: Estudio Hidrológico e Hidráulico

E: Estudios de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.

Y: Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del estudio definitivo.

3.3.3. Población y muestra

3.3.3.1. Población

Vías de la Región San Martín.

3.3.3.2. Muestra

Vía Oasis – Laguna de Andiviela

3.3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

Para la investigación se utilizó Bibliografía de ingeniería y revistas especializadas particulares, proyecto de tesis relacionados con los estudios de Diseño de Pavimentos y obras de arte y también se hizo uso de la biblioteca virtual (INTERNET), normatividad y Reglamentos.

Fuentes Técnicas:

- Análisis de datos y antecedentes.
- Levantamiento de Topografía del tramo.
- Elaboración de Planos con curvas de nivel.
- Elaboración de un plano clave del proyecto.
- Excavación de calicatas.
- Ubicación de puntos para excavación de calicatas
- Muestreo de Suelos y Pruebas de laboratorio.
- Conteo diario del volumen de tráfico para procesamiento.
- Determinación de método a utilizar para el cálculo de capaz de pavimento y obras de arte a diseñar.
- Ensayos de laboratorio con muestras extraídas.
- Análisis de datos en gabinete.
- Determinación del espesor de las capas del pavimento.

Instrumentos de Selección de Datos:

Las muestras y datos que fueron recopilados del tramo se sometieron a distintos Ensayos de Suelos necesarios para nuestro diseño, los cuales se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

- Recolección de datos topográficos.
- Recolección de muestras de suelos.
- Recolección de datos obtenidos en laboratorio.

- Recolección y análisis de resultados.
- Recolección de datos topográficos.
- Recolección de muestras de suelos.
- Recolección de datos obtenidos en laboratorio.
- Recolección y análisis de resultados.

3.3.5. Técnicas de Procesamiento y análisis de datos

3.3.5.1. Procesamiento y Prestación de Datos.

Los Procesamientos y presentación de Datos se hizo de acuerdo con las Normas técnicas Peruanas de Diseño de vías, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

Los resultados de estudios de suelos se apoyaron en cuadros del presente estudio, lo cual repercutirá en el diseño del espesor del pavimento y la calidad del agregado en la conformación de la sub base y base.

De este modo pasamos a ordenar toda la información de los resultados de los diferentes estudios como son: el estudio topográfico, el estudio de suelos, el estudio de tráfico, estudio hidrológico e hidráulico, etc. Con el fin de poder conocer los beneficios que traerá para los pobladores la elaboración de dicho proyecto de tesis.

3.3.5.2. Procedimientos para la recolección de Datos

- Se obtuvo información teórica referente al tema en estudio.
- Se tomó información en el campo, correspondientes a exploración de la topografía, calicatas y estudio de tráfico, etc.
- Se procedió a someter a ensayos de laboratorio las muestras de suelos.
- Se procesó la información topográfica.
- Se elaboró los cuadros de estudio de tráfico
- Se tomó la mejor opción del diseño de pavimento y obras de arte.
- Se agrupó y ordenó toda la información desarrollada en gabinete
- Finalmente se obtuvo el documento final.

3.3.5.3. Análisis e interpretación de datos y resultados

Los análisis e interpretación de datos recolectados en campo se realizó por cada estudio realizado, así como la interpretación de los distintos resultados, logrando de este modo verificar el diseño de pavimento y obras de arte de la vía Oasis – Laguna Andiviela de la localidad de Morales.

⁶ 3.3.6. Materiales y Métodos

⁶ 3.3.6.1. Materiales

Para el proyecto de investigación, se utilizaron los siguientes materiales y/o equipos para la recolección de datos:

Material Bibliográfico (Libros de la especialidad).

Material de Escritorio (Papel A-4, lapiceros, cartuchos para Impresora, etc.).

Movilidad (Combustible de la motocicleta).

Imprevistos (Para emergencias).

Equipos de Colocación de Datos¹⁸

01 Estación Total topcon (Precisión 2")

¹⁸ 01 Nivel Automático Topcon (Precisión 2")

02 Miras de aluminio de 4.00 m

04 Porta prismas

04 Prismas

01 Wincha Metálica de 10 m.

01 Wincha de fibra de vidrio de 50 m.

02 niveles esféricos

02 pares de radio

01 camioneta

Equipos de Computo

02 Computadoras portátiles

01 impresora A3

01 Plotter A1

Equipos de Software Topográfico

GPS

Programas de ofimática (Word, Excel)

Programas de Autodesk (AutoCAD, Civil 3D)

Herramientas de Internet Explorer

3.3.6.2. Métodos

¹ 3.3.6.2.1. Estudio Topográfico

El objetivo del estudio topográfico es proporcionar información básica y esencial basada en informes que se han recopilado y evaluado utilizando datos topográficos que se han recogido sobre el terreno y se han procesado en un ordenador.

¹ El objetivo secundario es conseguir Benchs Marks o Puntos de control en un número suficiente para desarrollar trabajos en proyectos de de verificación de cotas (principalmente Sub-rasante) y tener cotas de referencia.

El objetivo de un levantamiento topográfico es la determinación precisa en planimetría Como en altimetría de cotas y coordenadas del terreno necesarios para la representación fidedigna de un determinado sector del terreno a fin de:

Realizar el levantamiento topográfico, correspondiente al sitio de interés.

Generar toda la información del terreno, por medio de nube de puntos, detallando las características topográficas de la Carretera.

Aplicar conocimientos básicos de topografía para la generación de información primaria usando equipos de última tecnología.

Hacer los amarres en coordenadas y cota, partiendo de dos Puntos.

Elaborar planos topográficos a escalas adecuadas.

❖ Altimetría

¹⁵ Determinar las diferencias de cota entre varios puntos del terreno es el objetivo de la nivelación. ¹ La distancia entre las superficies de nivel de referencia y la superficie de nivel que contiene el punto se conoce como cota. ¹ Cuando se habla del nivel del océano, se utiliza el término "altitud". Las superficies de nivel se ven horizontales y paralelas a corta distancia. Desnivel es la diferencia de altura o altitud entre dos puntos.

❖ Georreferenciación GPS del Proyecto:

El objetivo es determinar la ubicación geográfica del tramo en estudio, para lo cual se tomará como referencia, coordenadas UTM del Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS-84). Las coordenadas iniciales se obtendrán de hitos geodésicos cercanos al lugar de estudio.

⁴ 3.3.6.2.2. Estudio de Suelos

¹² El objetivo del estudio de suelos consiste básicamente en determinar las propiedades geomecánicas de los suelos e identificar los tipos existentes de suelos por donde se proyecta mejorar la vía, incluye también una revisión de los materiales para utilizarse en las capas de anticontaminante.

4 Para la elaboración del estudio de suelos se tomó en cuenta el Manual de Carreteras: suelo, geología, geotecnia y pavimento. Sección suelo y pavimento, aprobado mediante R.D. N°05-2003-MTC/14 de fecha 18/02/2013 y las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013), dispuestas por la Dirección General de Caminos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, estas especificaciones generales son concordantes con las recomendaciones y exigencias establecidas por las Instituciones Técnicas reconocidas internacionalmente como AASHTO, ASTM, INSTITUTO DEL ASFALTO, A.C.I. y revisadas en algunos casos por la Norma Técnica Peruana N.T.P.

3.3.6.2.3. Estudio de Tráfico

Se realizó el estudio de tráfico considerando el volumen de tráfico ida y vuelta para lo cual se instaló dos estaciones de conteo de tráfico en la vía en estudio a pavimentar durante una semana, de lunes a domingo y se calculó el volumen de tráfico diario.

Se presentó el estudio de tráfico de 7 días consecutivos (24 hora diarias), los cuales se realizaron con personal en tres turnos de 8 horas y posteriormente procesados en una hoja de cálculo. Este estudio nos permitió analizar el tráfico existente, el mismo que sirvió para conocer la intensidad y densidad del tráfico; para clasificarlo según categorías de vehículos, como por ejemplo Livianos, Pesados y Buses; los resultados que se obtuvieron nos sirvió para que el diseño de pavimento sea el adecuado para soportar las cargas externas de tráfico que generan esfuerzos y deformaciones internas en las capas que lo componen.

3.3.6.2.4. Diseño de Pavimento

El diseño del pavimento tiene como norma principal la normatividad vigente de diseño M.D.G DG-2018 cuya metodología de diseño para pavimentos se desarrolló a partir de ensayos en caminos de la AASHTO. Las suposiciones específicas y la metodología usados en este método de diseño están dados en la GUIA AASHTO PARA EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS 1986 (GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENTS STRUCTURES DE LA AASHTO 1986).

Las características de los materiales que conforman la estratigrafía se basarán en los resultados de los ensayos del laboratorio a efectuar a los materiales de suelos muestreados en cada una de las calicatas a ejecutar.

Los vehículos considerados para el diseño están de acuerdo con lo indicado en el Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado mediante el Decreto Supremo N°058-2003-MTC.

Para el diseño del pavimento se empleará el método de la AASHTO, para lo cual se hará un cálculo manual, usando Monogramas.

Método de diseño AASHTO

Para el dimensionamiento de las secciones del pavimento del proyecto, por los procedimientos más generalizados de uso actual en el país, adoptados el siguiente método:

Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

Para diseñar el pavimento se debe considerar principalmente dos parámetros que son: Todas las cargas de tráfico vehicular que soportará el pavimento y la propiedades de la subrasante en la que se asentará el pavimento.

Según la metodología que se emplee para el diseño, se utilizarán de forma adecuada estos dos parámetros.

- a) Las cargas de tráfico vehicular que soporta el pavimento, se expresan en “ESALs, Equivalent Single Axle Loads 18-kip o 80-KN o 8.2 t”, que se denominan “Ejes Equivalentes (EE)”.

La sumatorias de ESALs durante el periodo de diseño propuesto es referida como “(W18) o ESALD”, denominados “Número de Repeticiones de EE de 8.2 t”. Para este diseño de pavimento flexibles en Caminos de bajo volumen de tránsito de 150,001 hasta 1'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

Tabla 3.

Número de repeticiones acumuladas de Ejes Equivalentes

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

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

- b) Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

1

Tabla 4.*Categorías de Sub rasante*

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

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

Ejes equivalentes proyectados

4

El número acumulado de repeticiones de Ejes Equivalentes, para un solo sentido, en un periodo de vida útil de (n) años y una tasa de crecimiento (r), se proyecta de la expresión siguiente:

$$N = \frac{365}{2} \sum (IMD_i)(Fd_i) \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right]$$

8

Donde:

N = Número de ejes equivalentes
acumulados

IMD = Índice medio diario

FD = Factor destructivo

r = Tasa de crecimiento

n = Periodo de diseño

om = Ómnibus

2e = Camión de 2 ejes

3e = Camión de 3 ejes

t = Traylor y Semitraylor

3.3.6.2.5. Estudio hidrológico e hidráulico

El estudio hidrológico e hidráulico tiene el objetivo de evaluar las características hidrológicas de las quebradas y laderas que intercepta la vía Oasis – laguna Andiviela a fin de proponer diversas obras de drenaje que requieren ser proyectadas de acuerdo con las exigencias Hidrológicas y/o Hidráulicas del área del proyecto vial.

Evaluación Hidráulica

A lo largo del tramo de la carretera en estudio, se observó los problemas de drenaje que comprometen considerablemente a la actual vía, incluyendo la insuficiencia en la cantidad y capacidad hidráulica de las alcantarillas existentes.

Se verificó el estado de conservación y operatividad de las estructuras existentes, como también un inventario de las obras de drenaje existente.

Estimación de los Caudales Máximos De Diseño

Para el dimensionamiento hidráulico de las estructuras de drenaje superficial transversal (Puente, alcantarillas) y longitudinal (cunetas), del proyecto “Diseño de pavimento y obras de arte de la vía Oasis – laguna Andiviela, distrito Morales, provincia y región San Martín”, se estimaron los Caudales Máximos de Diseño, en base a la Precipitación Máxima en 24 Horas (PM24hr), y a las intensidades de precipitación (Curvas 1 DF) de la estación de Morales.

3.3.6.2.6. Diseño de las Obras de Arte

A través de los tiempos quedó demostrado claramente que las obras o vías se mantenían construidas a través del tiempo siempre y cuando se mantenía la explanación relativamente seca. En nuestro proyecto se dio el análisis desde un punto de vista técnico para dar soluciones que conlleven a un diseño óptimo de obras de Arte y disminuya o elimine el agua existente en la plataforma del camino vecinal.

Diseño:

Una vez realizado el trazo y definido nuestra planimetría y altimetría, procedimos a realizar un análisis de influencia de las aguas arriba hacia el camino vecinal limitando dichas zonas de influencia con una línea perpendicular a nuestras curvas de nivel plasmado en la carta nacional.

Cabe mencionar que una vez limitado, se procedió a realizar el cálculo de las áreas de influencia con la finalidad de poder hallar las secciones de las cunetas y alcantarillas. Así mismo se encontró el caudal de diseño de cada zona mediante fórmulas y conceptos

existentes, cabe mencionar que las limitaciones de las cuencas fueron de acuerdo con el área de influencia de nuestro camino vecinal.

Diseño de la sección efectiva de la alcantarilla

Las alcantarillas se ubicaron mediante un proceso simple de criterio analizando la planta y el perfil del camino vecinal en los lugares donde existen cursos de agua pequeño en periodo de estiaje. También se priorizó la colocación de las alcantarillas en todas las quebradas y cursos de agua existente en la zona del proyecto.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Objetivo 01: Estudio Topográfico

El objetivo del presente estudio es realizar los trabajos de levantamiento topográfico necesario así como el diseño geométrico de la carretera para la elaboración del Expediente Técnico Definitivo de la Vía Oasis – Laguna Andiviela” a nivel de la capa de rodadura asfáltica en frío.

Los hitos colocados a lo largo del trazo de la vía, en general son trozos de barras de acero corrugado de 3/8” de 0.30 m de longitud media empotrado en concreto $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, y en caso de la instalación de BMs, se marca con pintura en roca fija.

Los trabajos de nivelación geométrica, efectuados con equipo de precisión, incluyeron nivelaciones geométricas cerradas (ida y vuelta) partiendo del BM Inicio (BM1) con una cota de 257.62 msnm, ubicado a lado izquierdo del km 0+000 de la vía en estudio.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Recopilación de Información

Ha consistido en la obtención de todo tipo de información confiable, que sirva de manera directa e indirectamente para la elección de los parámetros para los trabajos topográficos.

Para el presente estudio se ha considerado:

Cartas nacionales de la zona.

Coordinación con las demás áreas que comprende el presente estudio, es decir se cuenta con información obtenida recientemente tal como tráfico, tipos de suelos, características geotécnicas, hidrología del área, etc.

Coordinaciones con las autoridades Locales y Provincial involucrados con el tema vial (MTC-SAN MARTIN, IVP-SAN MARTIN, E.T.C.)

Evaluación del Proyecto

Entre los parámetros básicos que rigen el diseño de la geometría de una vía se tienen:

Clasificación de la carretera según su Jurisprudencia (MTC)

Según su jurisprudencia la carretera es Vecinal con código SM-711.

Clasificación de la carretera según su Orografía

De acuerdo con el tipo de relieve y clima que presente el tramo Sector Oasis-Laguna Andiviela, describe las siguientes características, clasificándola de la siguiente manera:

- Sub Tramo I (0+000 – 4+500) : Plano – Tipo 1
- Sub Tramo II (4+500 – 8+500) : Ondulado – Tipo 2
- Sub Tramo III (8+500 – 9+400) : Accidentado – tipo 3
- Sub Tramo IV (9+400 – 10+400) : Escarpado – tipo 4
- Sub Tramo V (10+400 – 11+600) : Ondulado – tipo 2
- Sub Tramo VI (11+600 – 12+123) : Accidentado – tipo 3

Los tramos presentan pendientes que varían desde +0.15% hasta +8%, por lo que se ha considerado las siguientes velocidades directrices:

- Sub Tramo I (0+000 – 4+500) : 50 km/h
- Sub Tramo II (4+500 – 8+500) : 50 km/h
- Sub Tramo III (8+500 – 9+400) : 40 km/h
- Sub Tramo IV (9+400 – 10+400) : 40 km/h
- Sub Tramo V (10+400 – 11+600) : 50 km/h
- Sub Tramo VI (11+600 – 12+123) : 40 km/h

Clasificación de la carretera según demanda

Según el conteo vehicular a realizar para el Estudio de Tráfico en la zona del proyecto se obtuvo un IMD igual a 154 vehículos en la primera Estación (C.P La Redonda), y en la segunda Estación (C.P Nuevo Chupishiña) un IMD igual a 128 vehículos, resultados que tiene la vía es una carretera de Tercera Clase.

10 Trabajo de Campo

Georreferenciación

El objetivo es determinar la ubicación geográfica del tramo en estudio, para lo cual se ha tomado como referencia las coordenadas UTM del Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS-84). Las coordenadas iniciales se han obtenido mediante el promedio de varias lecturas con equipo GPS. Como resultado iterativo se ha obtenido la ubicación del punto de inicio (N: 9'283,236.00; S: 346,011.00).

18 Poligonal de Control Básico Horizontal y Vertical

En función a la importancia de los Estudios a ejecutarse como son los Diseños definitivos del mejoramiento de la vía y para cumplir con las normas, se ha empleado equipos electrónicos de precisión como son GPS, Estación Total y Nivel de Ingeniero, en los que

se ha almacenado información codificada que luego es convertida en datos que se suministran a programas de cómputo para la elaboración de planos en el sistema CAD.

Para el control del levantamiento topográfico en general se ha considerado colocar estaciones de precisión a lo largo del tramo que corresponden a los vértices de la poligonal abierta, aprovechando en parte los hitos correspondientes a los BMs, ya que estos están monumentados y garantizan su posición absoluta durante la ejecución de los trabajos topográficos, tomándose así las siguientes consideraciones:

- Parte de los vértices y puntos de la poligonal de precisión son los mismos hitos correspondiente a los BMs, y también fueron tomados puntos auxiliares que complementan la poligonal de precisión en puntos fijos que correspondieron en su mayoría hitos de concreto en el cual se encuentran embebidos las barras de fierro corrugado de 3/8" de 30 cm de largo en promedio.
- Con propósito de levantamiento poligonal de precisión se estableció la precisión cercana a 1/10000 para el tramo en estudio.
- Los trabajos se realizaron con equipos de estación total y nivel de marca topcon con precisión a los 2 segundos respectivamente.

Medición de Pendientes

Se analizó la topografía del terreno y se diseñó la rasante que mejor se ajusta al relieve natural, y los criterios técnicos de diseño.

Pendientes Mínimas

Se ha visto conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales, se hará uso de rasantes horizontales solamente en los casos que sea posible dotar a las cunetas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje. Se pueden presentar casos particulares como cuando la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%.

- Sub Tramo I (0+000 – 4+500) : 0.15%
- Sub Tramo II (4+500 – 8+500) : 0.50%
- Sub Tramo III (8+500 – 9+400) : 0.50%
- Sub Tramo IV (9+400 – 10+400) : 6.11%
- Sub Tramo V (10+400 – 11+600) : 0.50%
- Sub Tramo VI (11+600 – 12+123) : 2.50%

Pendientes Máximas

Los límites máximos de las pendientes están impuestos por las características del terreno, sin embargo, el límite se estableció teniendo en cuenta el principio fundamental de economía, la seguridad del tránsito, las características de potencia y carga de los vehículos más pesados que circularan por el camino y considerando además que por encima de los 3000 msnm estos experimentan una pérdida de potencia significativa.

Según el Manual de Diseño de Carreteras 2018, se ha adoptado como pendiente máxima 8%, considerando una velocidad directriz de 50 a 40 Km/h, ya que son tramos variados de acuerdo con la orografía que presenta la vía.

- Sub Tramo I (0+000 – 4+500) : 0.65%
- Sub Tramo II (4+500 – 8+500) : 7.00%
- Sub Tramo III (8+500 – 9+400) : 8.00%
- Sub Tramo IV (9+400 – 10+400) : 9.00%
- Sub Tramo V (10+400 – 11+600) : 2.50%
- Sub Tramo VI (11+600 – 12+123) : 8.00%

11 Pendientes Máximas excepcionales

Excepcionalmente, el valor de la pendiente máxima podrá incrementarse hasta en 1% para todos los casos. Deberá justificarse técnica y económicamente la necesidad de dicho incremento.

Por lo que para el presente proyecto en mérito a lo indicado la pendiente máxima excepcional será:

- Sub Tramo I (0+000 – 4+500) : -
- Sub Tramo II (4+500 – 8+500) : 8.00%
- Sub Tramo III (8+500 – 9+400) : -
- Sub Tramo IV (9+400 – 10+400) : 10.00%
- Sub Tramo V (10+400 – 11+600) : -
- Sub Tramo VI (11+600 – 12+123) : 9.00%

10 Trabajo de Gabinete

Procesamiento de la Información Topográfico de Campo

Toda la información obtenida de los trabajos de campo se ha guardado en archivos magnéticos o información digitalizada, debidamente concordada para su tratamiento.

Obtenida la información numérica se procedió a:

Determinar las coordenadas de los Puntos de la Poligonal de apoyo, su comprobación de precisión alcanzada y compensación de coordenadas.

Conocidos las coordenadas de Puntos, se procedió al dibujo de la poligonal, mediante el software AIDC NS.

Con los datos del trabajo del control de nivelación y nivelación de estacas, se determinó las cotas de terreno y compensadas para todas y cada una de las estacas del eje.

Seguidamente se procedió al dibujo de los puntos de estacas del eje, tanto en tangente como en zonas de curva horizontal, este dibujo tomó en cuenta las cotas obtenidas a través de los trabajos de nivelación.

Con los datos de los trabajos topográficos complementarios se completó los planos topográficos, de manera que contengan la mayor información de la topografía de la zona o franja del terreno en la que se ubica el eje de trazo.

Naturalmente todo el proceso de dibujo es por medios informáticos y de computación automatizada, en los que se emplearon Computadoras, Impresoras, Plotters y Escáner.

Obtenido el plano base topográfico se estudió, en Gabinete el Diseño Geométrico Definitivo de la Vía, concordante con la velocidad directriz adoptada.

Trazado del Alineamiento Horizontal, Vertical y Secciones Trabajo.

En base a la información topográfica obtenida se realiza un modelamiento de terreno con software especializa para luego realizar el alineamiento horizontal, vertical y finalmente las secciones transversales.

Para la elaboración de estos elementos se ha considerado los siguientes aspectos:

- Manual de diseño de carreteras 2018
- Términos de Referencia del presente estudio.
- Menor movimiento de tierra.
- Suelos, Drenaje y demás especialidades.
- Proceso Constructivo.

Una vez establecido los elementos mencionados se realiza la elaboración de los planos a las escalas establecidas.

4.1.2. Objetivo 02: Estudio de Suelos

4.1.2.1. Investigación de campo y ensayos de laboratorio

4.1.2.1.1. Trabajo de campo

El programa mínimo de investigación para la exploración del terreno se estableció de acuerdo con las normas técnicas para el estudio de la mecánica del suelo.

4.1.2.1.2. Ensayos de laboratorio

A) Calicatas

Para determinar el perfil estructural del suelo en la faja de dominio de la carretera, se excavaron un total de 26 calicatas con el cielo abierto. Se realizaron 26 calicatas a cielo abierto con una profundidad de 1,50 metros como parte de la inspección subrasante; Para las obras de arte se efectuó 16 calicatas a cielo abierto con una profundidad de 1.50 metros.

Luego de identificar las calicatas realizadas. Se procedió a evaluar de acuerdo con las normas vigentes para carreteras.

B) Muestreo

Se tomaron una muestra alterada y disturbada de cada calicata realizada en la faja de dominio de la carretera, describiendo el tipo de suelo descubierto de acuerdo con la norma ASTM D-420, en cantidad suficiente como para realizar pruebas de densidad, humedad, así como para clasificar los tipos de suelos expuestos.

C) Registro de excavación

Luego de la excavación se realizó la descripción del material encontrado, tales como: espesor, color, humedad, consistencia, plasticidad, característica de cada estrato, origen (descripción visual-manual norma ASTM D-2488) de cada calicata realizada, siendo embaladas las muestras en bolsas de polietileno para ser llevadas al laboratorio.

4.1.2.1.3. Ensayos de laboratorio

Para las 26 calicatas se realizaron los ensayos de laboratorio con las muestras extraídas de cada calicata:

- ASTM D 422 ANALISIS GRANULOMETRICO
- ASTM D 4318 LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO
- ASTM D 1557 CONTENIDO DE HUMEDAD
- ASTM D 854 PESO ESPECÍFICO
- ASTM D 2419 EQUIVALENTE DE ARENA.
- ASTM D 2487 CLASIFICACION SUCS y AASHTO
- ASTM D 2488 CLASIFICACION VISUAL-MANUAL
- ASTM D 430 PESO ESPECIFICO VOLUMETRICO

- ASTM D3080 CORTE DIRECTO
- ASTM D 4429 CBR
- ASTM D 1557 PROCTOR
- MTC E219 SALES SOLUBLES TOTALES
- MTC E 207 ABRASION

4.1.2.1.4. Caracterización de la subrasante del suelo

Se encontró la presencia de tierra suelta donde la **estratigrafía del suelo** encontrado se puede considerar uniforme con algunas variaciones puntuales, tal como se evidencia en los sondeos efectuados. En la estratigrafía se sigue la secuencia desde el terreno natural hacia las partes profundas (de arriba hacia abajo) en las 26 calicatas realizadas a lo largo de la faja de dominio de la carretera, se sigue las siguientes secuencias de arriba hacia abajo en las calicatas realizadas.

Calicata C- 01 KM 0+000

Realizado en la progresiva Km 0+000 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla arenosa de baja plasticidad con grava de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (6)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-01 se ubica con las siguientes coordenadas:

N: 347519.33 Coordenada Este: 9277714.06

Calicata C- 02 KM 0+500

Realizado en la progresiva Km 0+500 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla de baja plasticidad de color marrón oscuro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (10)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-02 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 347068.58 Coordenada Este:9277909.42

Calicata C- 03 KM 1+000

Realizado en la progresiva Km 1+000 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla de baja plasticidad de color marrón amarillento, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (11)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-03 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 346634.80 Coordenada Este:9278117.40

Calicata C-04 KM 1+500

Realizado en la progresiva Km 1+500 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla gravosa de baja plasticidad con arena de color marrón oscuro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (5)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-04 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 346164.76 Coordenada Este: 9278109.69

Calicata C-05 KM 2+000

Realizado en la progresiva Km 2+000 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla de baja plasticidad con grava de color marrón oscuro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (10)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-05 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 345683.15 Coordenada Este: 9278129.6

Calicata C-06 KM 2+500

Realizado en la progresiva Km 2+500 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla de baja plasticidad de color marrón oscuro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (11)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. Se encontró la presencia de nivel freático de 0.10 cm (ver perfil estratigráfico). La calicata C-06 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 345219.30 Coordenada Este: 9278270.09

Calicata C- 07 KM 3+000

Realizado en la progresiva Km 3+000 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla de baja plasticidad de color marrón oscuro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-7-6 (12)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. Se encontró la presencia de nivel freático de 0.25 cm (ver perfil estratigráfico). La calicata C-07 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 344782.77 Coordenada Este:9278123.10

Calicata C- 08 KM 3+500

Realizado en la progresiva Km 3+500 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla de baja plasticidad de color amarillento, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (11)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-08 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 344320.40 Coordenada Este: 9278276.94

Calicata C- 09 KM 4+000

Realizado en la progresiva Km 4+000 con una profundidad 1.50 mts, donde la primera capa es una arcilla arenosa de baja plasticidad con grava de color marrón oscuro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6(6) y la segunda capa es una arcilla de baja plasticidad con arena de color marrón claro, según su clasificación SUCS es el tipo CL y AASTHO es A-6(9), cabe indicar que a partir de una profundidad de 0.40 a 0.70. Se encontró la presencia de nivel freático de 0.30 cm (ver perfil estratigráfico). La calicata C-09 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 343927.87 Coordenada Este: 9278081.83

Calicata C- 10 KM 4+500

Realizado en la progresiva Km 4+500 con una profundidad 1.50 mts, donde la primera capa es una arcilla arenosa de baja plasticidad con grava de color marrón oscuro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6(9) y la segunda capa es una arcilla de baja plasticidad de color marrón claro, según su clasificación SUCS es el tipo CL y AASTHO es A-6(7). No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-10 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 343631.29 Coordenada Este: 9277979.59

Calicata C-11 KM 5+000

Realizado en la progresiva Km 5+000 con una profundidad 1.50 mts, donde la primera capa es una arcilla de baja plasticidad de color negruzco según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6(9) y la segunda capa es una arcilla de baja plasticidad de color marrón claro, según su clasificación SUCS es el tipo CL y AASTHO es A-7-6(13). No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-11 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 343176.05 Coordenada Este: 9277990.86

Calicata C-12 KM 5+500

Realizado en la progresiva Km 5+500 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla gravosa de baja plasticidad con arena de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-7-6 (5)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-12 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 342688.25 Coordenada Este: 9278019.36

Calicata C-13 KM 6+000

Realizado en la progresiva Km 6+000 con una profundidad 1.50 mts, donde la primera capa es una arcilla de baja plasticidad con arena de color amarillento oscuro según la clasificación SUCS es el tipo "SM-SC y AASHTO es A-4(8) y la segunda capa es una arcilla gravosa de baja plasticidad con arena de color marrón claro, según su clasificación SUCS es el tipo CL y AASTHO es A-6(5). No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-13 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 342228.16 Coordenada Este: 9277854.88

Calicata C-14 KM 6+500

Realizado en la progresiva Km 6+500 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla gravosa de baja plasticidad con arena de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (9)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-14 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 341836.45 Coordenada Este: 9277631.42

Calicata C-15 KM 7+000

Realizado en la progresiva Km 7+000 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arena arcillosa de baja plasticidad de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-6 (3)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-15 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 341400.67 Coordenada Este: 9277432.40

Calicata C-16 KM 7+500

Realizado en la progresiva Km 7+500 con una profundidad 1.50 mts, donde la primera capa es una arena arcillosa con grava de color marrón claro según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-6(1) y la segunda capa es una arcilla arenosa de baja plasticidad de color marrón claro, según su clasificación SUCS es el tipo CL y AASTHO es A-6(7). No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-16 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 340928.37 Coordenada Este: 9277279.33

Calicata C-17 KM 8+000

Realizado en la progresiva Km 8+000 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcillosa arenosa de baja plasticidad de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (5)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-17 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 340437.62 Coordenada Este: 9277340.46

Calicata C-18 KM 8+500

Realizado en la progresiva Km 8+500 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcillosa arenosa de baja plasticidad de color marrón oscuro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (5)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-18 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339955.42 Coordenada Este: 9277316.03

Calicata C-19 KM 9+000

Realizado en la progresiva Km 9+000 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla de baja plasticidad con arenade color marrón claro con pintas amarillentas, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (9)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-19 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339572.01 Coordenada Este: 9277461.78

Calicata C-20 KM 9+500

Realizado en la progresiva Km 9+500 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla arenosa de baja plasticidad de color marrón claro con pintas

amarillentas, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (5)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-20 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339404.75 Coordenada Este: 9277921.55

Calicata C-21 KM 10+000

Realizado en la progresiva Km 10+000 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla gravosa de baja plasticidad con arenade color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-4 (5)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-21 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339231.37 Coordenada Este: 9278221.59

Calicata C-22 KM 10+500

Realizado en la progresiva Km 10+500 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla de baja plasticidad con arenade color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (8)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-22 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339150.86 Coordenada Este: 9278461.89

Calicata C-23 KM 11+000

Realizado en la progresiva Km 11+000 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla de baja plasticidad de color amarillento, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (11)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-23 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339075.85 Coordenada Este: 9278890.46

Calicata C-24 KM 11+500

Realizado en la progresiva Km 11+500 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla arenosa de baja plasticidad de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (7)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-24 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339385.65 Coordenada Este: 9278907.22

Calicata C-25 KM 12+000

Realizado en la progresiva Km 12+000 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla arenosa de baja plasticidad de color marrón oscuro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (7)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-25 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339319.01 Coordenada Este: 9278473.80

Calicata C-26 KM 12+500

Realizado en la progresiva Km 12+500 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arcilla limosa de baja plasticidad con arenade color amarillento, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-4 (7)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-26 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339230.22 Coordenada Este: 9278427.80

Tabla 5.

Resumen de la caracterización de la subrasante

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICO	Norma	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	C - 6	C - 7	C - 8
		M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1
Límite líquido (%)	ASTM-D-4318	32.58	40.33	39.96	34.02	35.17	35.18	43.63	39.44
Límite Plástico (%)	ASTM-D-4318	16.68	24.09	21.17	18.19	19.52	18.86	24.46	20.06
Índice Plástico (%)		15.90	16.24	18.79	15.83	15.65	16.32	19.17	19.38
% Pasa tamiz N° 4		78.4%	100.0%	100%	73.4%	85.2%	100%	100.0%	100%
% Pasa tamiz N° 200	ASTM-D-422	55.4	94.0	94.3	53.5	73.8	93.2	94.2	93.4
Clasificación Succs	ASMT-D-2487	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
Clasificación Aashto		A-6(6)	A-6(10)	A-6 (11)	A-6 (5)	A-6 (10)	A-6 (11)	A-7-6 (12)	A-6 (11)
Húmedo Natural (%)	ASMT-D-2216	15.80	16.40	16.70	15.60	16.50	15.10	14.80	15.90
Proctor Modificado	ASMT-D-1556	1.931	-	-	-	1.979	-	-	-
C.B.R al 95%	ASMT-D-1883	13.60	-	-	-	10.00	-	-	-
C.B.R al 100%	ASMT-D-1883	27.50	-	-	-	25.70	-	-	-
Prof. de Perforación		0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICO	Norma	C - 9		C - 10		C - 11		C - 12
		M - 1	M - 2	M - 1	M - 2	M - 1	M - 2	M - 1
Límite líquido (%)	ASTM-D-4318	37.33	31.31	28.1	34.03	28.31	46.48	26.12
Límite Plástico (%)	ASTM-D-4318	20.85	17.44	15.3	20.69	14.4	26.53	15.29
Índice Plástico (%)		16.48	13.87	12.80	13.34	13.91	19.95	10.83
% Pasa tamiz N° 4		80.0%	100.0%	100%	100.0%	93.9%	100%	69.8%
% Pasa tamiz N° 200	ASTM-D-422	54.1	78.6	82.5	65.7	74.1	95.1	62.7
Clasificación SUCCS	ASMT-D-2487	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
Clasificación AASHTO		A-6(6)	A-6 (9)	A-6(9)	A-6(7)	A-6(9)	A-7-6 (13)	A-6 (5)
Húmedo Natural (%)	ASMT-D-2216	14.00	15.60	13.90	16.10	13.100	17.10	15.50
Proctor Modificado	ASMT-D-1556	-	1.996	-	-	-	-	-
C.B.R al 95%	ASMT-D-1883	-	11.30	-	-	-	-	-
C.B.R al 100%	ASMT-D-1883	-	21.90	-	-	-	-	-
Prof.de Perforación		0.00 - 0.40	0.40 - 1.50	0.00 - 0.35	0.35 - 1.50	0.00 - 0.25	0.25 - 1.50	0.00 - 1.50

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICO	Norma	C - 13		C - 14	C - 15	C - 16		C - 17	C - 18
		M - 1	M - 2	M - 1	M - 1	M - 1	M - 2	M - 1	M - 1
Límite líquido (%)	ASTM-D-4318	29.23	29.03	35.11	32.25	26.38	28.1	30.37	28.48
Límite Plástico (%)	ASTM-D-4318	19.41	18.75	19.43	19.09	13.44	15.64	18.61	15.52
Índice Plástico (%)		9.82	10.28	15.68	13.16	12.94	12.46	11.76	12.90
% Pasa tamiz N° 4		99.3%	90.6%	95.5%	99.4%	83.9%	93.5%	95.4%	94.1%
% Pasa tamiz N° 200	ASTM-D-422	74.6	62.8	70.6	49.9	39.5	64.8	57.5	58.2
Clasificación SUCCS	ASMT-D-2487	SM - SC	CL	CL	SC	SC	CL	CL	CL
Clasificación AASHTO		A-4 (8)	A-6 (5)	A-6 (9)	A-6 (3)	A-6 (1)	A-6(7)	A-6 (5)	A-6 (5)
Húmedo Natural (%)	ASMT-D-2216	8.10	16.30	16.50	16.30	15.10	16.00	17.90	14.50
Proctor Modificado	ASMT-D-1556	-	2.027	-	-	-	-	1.986	-
C.B.R al 95%	ASMT-D-1883	-	14.40	-	-	-	-	14.20	-
C.B.R al 100%	ASMT-D-1883	-	30.00	-	-	-	-	30.60	-
Prof. de Perforación		0.00 - 0.30	0.30 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 0.20	0.20 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICO	Norma	C - 19	C - 20	C - 21	C - 22	C - 23	C - 24	C - 25	C - 26
		M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1
Límite líquido (%)	ASTM-D-4318	30.26	30.92	22.14	31.36	39.44	28.04	29.19	20.82
Límite Plástico (%)	ASTM-D-4318	17.4	18.02	13.16	20.31	20.06	14.13	17.49	13.83
Índice Plástico (%)		12.86	12.90	8.98	11.05	19.38	13.91	11.70	6.99
% Pasa tamiz N° 4		100%	98.2%	79.1%	94.9%	99.9%	100%	96.0%	98.8%
% Pasa tamiz N° 200	ASTM-D-422	76.8	59.7	63.0	75.4	94.7	59.0	70.0	71.2
Clasificación SUCCS	ASMT-D-2487	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
Clasificación AASHTO		A-6(9)	A-6(5)	A-4(5)	A-6(8)	A-6 (11)	A-6 (6)	A-6(7)	A-4(7)
Húmedo Natural (%)	ASMT-D-2216	15.50	16.60	15.90	15.60	15.90	16.70	16.40	13.10
Proctor Modificado	ASMT-D-1556	-	-	1.936	-	-	-	1.996	-
C.B.R al 95%	ASMT-D-1883	-	-	15.50	-	-	-	11.10	-
C.B.R al 100%	ASMT-D-1883	-	-	27.80	-	-	-	23.30	-
Prof. de Perforación		0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.1.5. Descripción del suelo para obras de arte del suelo

Se encontró la presencia de tierra suelta donde la estratigrafía del suelo encontrado se puede considerar uniforme con algunas variaciones puntuales, tal como se evidencia en los sondeos efectuados. En la estratigrafía se sigue la secuencia desde el terreno natural hacia las partes profundas (de arriba hacia abajo) en las 16 calicatas realizadas a lo largo de la faja de dominio de la carretera, se sigue las siguientes secuencias de arriba hacia abajo en las calicatas realizadas.

Calicata KM 0+255

Realizado en la progresiva Km 0+255 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arena arcillosa de color amarillo claro, según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-6 (3)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-1 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 347306.04 Coordenada Este: 9277856.13

Capacidad admisible del suelo (Qadm):

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 0+255

Qadm= 0.65 kg/cm² Df = 1.40

Cálculo de asentamientos KM 0+255

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto Pc, se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a 0.53Pc, y a una profundidad de 1.5B es 0.4Pc, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

S = Asentamiento elástico (cm)

qs = Esfuerzo neto transmisible (kg/cm²) = 1.31 kg/cm²

B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.

ES = Modulo de Elasticidad (kg/cm²) = 500 Tn/cm²

u = Relación de poisson s/u = 0.15

IW = Factor de influencia flexible = 0.82

IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

Sf. = 0.446 cm. Sr = 0.326 cm.

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 1+060

Realizado en la progresiva Km 1+060 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arcilla arenosa de baja plasticidad de color marrón oscuro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (5)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo

continúa el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-2 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 346580.47 Coordenada Este: 9278142.33

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata km 1+060

$$Q_{adm} = 0.75 \text{ kg/cm}^2 \quad D_f = 1.40$$

Cálculo de asentamientos KM 1+060

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente,

considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

- S = Asentamiento elástico(cm)
- q_s = Esfuerzo neto transmisible (Kg. /cm²) = 1.31 Kg. /cm²
- B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.
- E_s = Modulo de Elasticidad (Kg. /cm²) = 500 Tn/cm²
- u = Relación de poisson s/u = 0.15
- I_w = Factor de influencia flexible = 0.82
- I_w = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

$$S_f = 0.832 \text{ cm. } S_r = 0.609 \text{ cm.}$$

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 1+910

Realizado en la progresiva Km 1+910 con una profundidad 1.50 m, donde se ha encontrado una arena arcillosa de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-6 (2)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-3 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 345764.81 Coordenada Este: 9278095.93

Capacidad admisible del suelo (Q_{adm})

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul}/F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad pórtate admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 1+910

$$Q_{adm} = 0.74 \text{ kg/cm}^2 \quad D_f = 1.40$$

Cálculo de asentamientos KM 1+910

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

S = Asentamiento elástico(cm)

q_s = Esfuerzo neto transmisible (kg/cm²) = 1.31 kg/cm²

B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.

ES = Modulo de Elasticidad (Kg. /cm²) = 500 Tn/cm²

u = Relación de poisson s/u = 0.15

IW = Factor de influencia flexible = 0.82

IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

Sf. = 0.735 cm. Sr = 0.538 cm.

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 2+187

Realizado en la progresiva Km 2+187 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arcilla arenosa de baja plasticidad de color Marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (6)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-4 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 345522.38 Coordenada Este: 9278221.15

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado calicata KM 2+187:

Qadm= 0.67 kg/cm² Df = 1.40

Cálculo de asentamientos KM 2+187

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

S = Asentamiento elástico (cm)

q_s = Esfuerzo neto transmisible (kg/cm^2) = 1.31 kg/cm^2

B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m .

ES = Modulo de Elasticidad (kg/cm^2) = 500 Tn/cm^2

u = Relación de poisson $s/u = 0.15$

IW = Factor de influencia flexible = 0.82

IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

Sf. = 0.635 cm . Sr = 0.465 cm .

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 2+978

Realizado en la progresiva Km 2+978 con una profundidad 1.50 mt . donde se ha encontrado limo de baja plasticidad con arena de color Marrón claro con manchas amarillentas, según la clasificación SUCS es el tipo "ML y AASHTO es A-7-6 (12)", a partir de 1.50 mts . Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-5 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 344803.82 Coordenada Este: 9278126.85

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado calicata KM 2+978

$$Q_{adm} = 0.64 \text{ kg/cm}^2 \quad D_f = 1.40$$

Cálculo de asentamientos KM 2+978

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

S = Asentamiento elástico(cm)

qs = Esfuerzo neto transmisible (Kg/cm²) = 1.31 Kg/cm²

B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.

ES = Modulo de Elasticidad (Kg. /cm²) =500 Tn/cm²

u = Relación de poisson s/u = 0.15

IW = Factor de influencia flexible = 0.82

IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

Sf. = 0.704 cm. Sr = 0.516 cm.

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 3+581

Realizado en la progresiva Km 3+581 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arcilla arenosa de color marrón claro con manchas amarillentas, según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-2-4 (0)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-6 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 344238.93 Coordenada Este: 9278274.90

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul}: Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm}: Capacidad pórtate admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado calicata KM 3+581

Qadm = 0.69 kg/cm² Df = 1.40

Cálculo de asentamientos KM 3+581

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a 0.53 P_c , y a una profundidad de 1.5B es 0.4 P_c , y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

S = Asentamiento elástico(cm)

q_s = Esfuerzo neto transmisible (kg/cm²) = 1.31 kg/cm²

B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.

ES = Modulo de Elasticidad (kg/cm²) = 500 Tn/cm²

u = Relación de poisson $s/u = 0.15$

IW = Factor de influencia flexible = 0.82

IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

Sf. = 0.600 cm. Sr = 0.439 cm.

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 4+207

Realizado en la progresiva Km 4+207 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arena limo arcillosa con gravade color amarillo y manchas blancas, según la clasificación SUCS es el tipo "SC - SM y AASHTO es A-1-b (0)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-7 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 343889.65 Coordenada Este: 9277880.83

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 4+207

$$Q_{adm} = 0.70 \text{ kg/cm}^2 \quad D_f = 1.40$$

Cálculo de asentamientos KM 4+207

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

- S = Asentamiento elástico(cm)
- q_s = Esfuerzo neto transmisible (kg/cm^2) = 1.31 kg/cm^2
- B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.
- ES = Modulo de Elasticidad (kg/cm^2) = 500 Tn/cm^2
- u = Relación de poisson $s/u = 0.15$
- IW = Factor de influencia flexible = 0.82
- IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

$$S_f = 0.774 \text{ cm. } S_r = 0.566 \text{ cm.}$$

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 5+980

Realizado en la progresiva Km 5+980 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arena limo arcillosa con grava color amarillo y manchas grisáceas, según la clasificación SUCS es el tipo "SC - SM y AASHTO es A-4 (1)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-8 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 342246.60 Coordenada Este: 9277862.62

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 5+980

$$Q_{adm} = 0.78 \text{ kg/cm}^2 \quad D_f = 1.40$$

Cálculo de asentamientos KM 5+980

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

- S = Asentamiento elástico(cm)
qs = Esfuerzo neto transmisible (kg/cm²) = 1.31 kg/cm²
B = Ancho de cimentación (cm) = 5.00 m.
ES = Modulo de Elasticidad (kg/cm²) =500 Tn/cm²
u = Relación de poisson s/u = 0.15
IW = Factor de influencia flexible = 0.82
IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

$$S_f = 0.804 \text{ cm. } S_r = 0.588 \text{ cm.}$$

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 6+280

Realizado en la progresiva Km 6+280 con una profundidad 1.50 mts, donde se ha encontrado una arena arcillosa de color amarillo y manchas blancas, según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-6 (2)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-9 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 342046.88 Coordenada Este: 9277647.97

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad pórtate admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 6+280

Qadm= 0.70 kg/cm² Df = 1.40

Cálculo de asentamientos KM 6+280

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

S = Asentamiento elástico(cm)

q_s = Esfuerzo neto transmisible (Kg. /cm²) = 1.31 Kg. /cm²

B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.

ES = Modulo de Elasticidad (Kg. /cm²) =500 Tn/cm²

u = Relación de poisson $s/u = 0.15$

IW = Factor de influencia flexible = 0.82

IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

Sf. = 0.539 cm. Sr = 0.434 cm.

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 7+120

Realizado en la progresiva Km 7+120 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arena arcillosa de color amarillo y manchas grisáceas, según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-6 (2)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-10 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 341288.63 Coordenada Este: 9277390.28

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 7+120

$$Q_{adm} = 0.73 \text{ kg/cm}^2 \quad D_f = 1.40$$

Cálculo de asentamientos KM 7+120

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

- S = Asentamiento elástico(cm)
- q_s = Esfuerzo neto transmisible (Kg/cm^2) = $1.31 \text{ Kg}/\text{cm}^2$
- B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.
- ES = Modulo de Elasticidad ($\text{Kg.}/\text{cm}^2$) = $500 \text{ Tn}/\text{cm}^2$
- u = Relación de poisson $s/u = 0.15$
- IW = Factor de influencia flexible = 0.82
- IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

$$S_f = 0.744 \text{ cm. } S_r = 0.545 \text{ cm.}$$

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 8+300

Realizado en la progresiva Km 8+300 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arena arcillosa de color amarillo, según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-6 (2)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continúa el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-11 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 340149.61 Coordenada Este: 9277280.59

Capacidad admisible del suelo (Q_{adm})

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 8+300

$$Q_{adm} = 0.68 \text{ kg/cm}^2 \quad D_f = 1.40$$

Cálculo de asentamientos KM 8+300

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a 0.53 P_c , y a una profundidad de 1.5B es 0.4 P_c , y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

- S = Asentamiento elástico(cm)
qs = Esfuerzo neto transmisible (kg/cm²) = 1.31 Kg. /cm²
B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.
ES = Modulo de Elasticidad (kg/cm²) = 500 Tn/cm²
u = Relación de poisson s/u = 0.15
IW = Factor de influencia flexible = 0.82
IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

$$S_f = 0.647 \text{ cm. } S_r = 0.474 \text{ cm.}$$

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 8+900

Realizado en la progresiva Km 8+900 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arena arcillosa de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-2-6 (0)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-12 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339612.99 Coordenada Este: 9277370.51

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 8+900

Qadm= 0.71 kg/cm² Df = 1.40

Cálculo de asentamientos KM 8+900

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

S = Asentamiento elástico(cm)

q_s = Esfuerzo neto transmisible (Kg. /cm²) = 1.31 Kg. /cm²

B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.

ES = Modulo de Elasticidad (Kg. /cm²) =500 Tn/cm²

u = Relación de poisson $s/u = 0.15$

IW = Factor de influencia flexible = 0.82

IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

Sf. = 0.745 cm. Sr = 0.545 cm.

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 9+820

Realizado en la progresiva Km 9+820 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arena arcillosa de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-6 (3)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-13 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339359.97 Coordenada Este: 9278234.68

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 9+820

$$Q_{adm} = 0.71 \text{ kg/cm}^2 \quad D_f = 1.40$$

Cálculo de asentamientos KM 9+820

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

- S = Asentamiento elástico(cm)
- q_s = Esfuerzo neto transmisible (Kg. /cm²) = 1.31 Kg. /cm²
- B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.
- ES = Modulo de Elasticidad (Kg. /cm²) = 500 Tn/cm²
- u = Relación de poisson $s/u = 0.15$
- IW = Factor de influencia flexible = 0.82
- IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

$$S_f = 0.745 \text{ cm. } S_r = 0.545 \text{ cm.}$$

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 10+620

Realizado en la progresiva Km 10+620 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arena arcillosa de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-6 (3)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-13 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339359.97 Coordenada Este: 9278234.68

Capacidad admisible del suelo (Q_{adm})

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 10+620

$$Q_{adm} = 0.65 \text{ kg/cm}^2 \quad D_f = 1.40$$

Cálculo de asentamientos KM 10+620

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

- S = Asentamiento elástico(cm)
qs = Esfuerzo neto transmisible (Kg/cm²) = 1.31 Kg/cm²
B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.
ES = Modulo de Elasticidad (Kg. /cm²) =500 Tn/cm²
u = Relación de poisson s/u = 0.15
IW = Factor de influencia flexible = 0.82
IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

Sf. = 0.542 cm. Sr = 0.397 cm.

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 11+170

Realizado en la progresiva Km 11+170 con una profundidad 1.50 mt, donde se ha encontrado una arena arcillosa de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "SC y AASHTO es A-2-6 (0)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-15 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339146.77 Coordenada Este: 9279041.64.

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad pórtate admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 11+170

Qadm= 0.76 kg/cm² Df = 1.40

Cálculo de asentamientos KM 11+170

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

S = Asentamiento elástico(cm)

q_s = Esfuerzo neto transmisible (Kg/cm²) = 1.31 Kg/cm²

B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.

ES = Modulo de Elasticidad (Kg. /cm²) =500 Tn/cm²

u = Relación de poisson $s/u = 0.15$

IW = Factor de influencia flexible = 0.82

IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

Sf. = 0.734 cm. Sr = 0.537 cm.

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Calicata KM 12+040

Realizado en la progresiva Km 12+040 con una profundidad 1.50 mts. donde se ha encontrado una arcillosa arenosa de baja plasticidad de color marrón claro, según la clasificación SUCS es el tipo "CL y AASHTO es A-6 (4)", a partir de 1.50 mts. Hacia abajo continua el mismo suelo. No se encontró la presencia de nivel freático. La calicata C-16 se ubica con las siguientes coordenadas:

Coordenada Norte: 339283.49 Coordenada Este: 9278455.41

Capacidad admisible del suelo (Qadm)

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

Según Terzaghi y Peck:

$$Q_{ul} = S_c * C * N_c + \frac{1}{2} * \gamma * S_\gamma * B * N_\gamma + S_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$Q_{adm} = Q_{ul} / F.S$$

Donde:

Q_{ul} : Capacidad última de carga en kg/cm².

Q_{adm} : Capacidad portante admisible en kg/cm².

F.S.: Factor de seguridad = 2.5.

γ : Peso específico total.

B: Ancho de la zapata o cimiento corrido en mt.

N_c, N_γ, N_q : Parámetros que son función γ .

S_c, S_γ, S_q : Factores de forma.

C: Cohesión en (kg/cm²)

Resultado de calicata KM 12+040

$$Q_{adm} = 0.66 \text{ kg/cm}^2 \quad D_f = 1.40$$

Cálculo de asentamientos KM 12+040

Los asentamientos diferenciales si sobrepasa la pulgada (2.54cm) podrían comprometer la estructura, siendo el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

Es importante tomar en cuenta la intersección suelo-estructura, además sus interpretaciones son a menudo en función de la experiencia personal. Los fundamentos de la estructura de la captación son rígidos, en zapatas rígida de ancho B, el esfuerzo vertical o presión de contacto P_c , se distribuye según un bulbo de presiones verticales, de tal manera que a una profundidad B, igual al ancho de la zapata, esta presión disminuye aproximadamente a $0.53P_c$, y a una profundidad de $1.5B$ es $0.4P_c$, y así sucesivamente, considerando el tipo de suelo predominante en la captación se ha tomado para el cálculo del asentamiento inmediato la siguiente fórmula:

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s \frac{B(1-u^2)}{E_s} IW$$

Donde:

S = Asentamiento elástico(cm)

q_s = Esfuerzo neto transmisible (kg/cm^2) = $1.31 \text{ Kg}/\text{cm}^2$

B = Ancho de cimentación (cm). = 5.00 m.

ES = Modulo de Elasticidad (kg/cm^2) = $500 \text{ Tn}/\text{cm}^2$

u = Relación de poisson $s/u = 0.15$

IW = Factor de influencia flexible = 0.82

IW = Factor de influencia rígido = 1.12

Reemplazando valores tenemos

Sf. = 0.676 cm. Sr = 0.492 cm.

Según los resultados obtenidos, estimamos que el asentamiento inmediato esperado es menor de una pulgada que es el máximo tolerable en estructuras de esta naturaleza.

Tabla 6.

Resultados del análisis físico – mecánicos de obras de arte

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICO	Norma	C - 1(KM: 0+255)	C - 2(KM: 1+060)	C - 3 (KM: 1+910)	C - 4(KM: 2+187)	C - 5(KM: 2+978)	C - 6(KM: 3+581)	C - 7(KM: 4+207)	C - 8(KM: 5+290)
		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4	M - 5	M - 6	M - 7	M - 8
Limite líquido (%)	ASTM-D-4318	27.14	28.42	27.05	39.22	44.08	24.61	21.55	21.31
Limite Plástico (%)	ASTM-D-4318	15.66	15.37	15.36	24.15	26.7	15.34	15.33	14.44
Índice Plástico (%)		11.48	13.05	11.69	15.07	17.38	9.27	6.22	6.87
% Pasa tamiz N° 4		99%	97.40%	100%	100%	100.00%	91.70%	72.70%	90%
% Pasa tamiz N° 200	ASTM-D-422	49.2	55.1	45	57.1	81.7	35.5	18.1	42.6
Clasificación SUCCS	ASMT-D-2487	SC	CL	SC	CL	ML	SC	SC - SM	CL
Clasificación AASHTO		A-6 (3)	A-6 (5)	A-6 (2)	A-6 (6)	A-7-6 (12)	A-2 -4(0)	A-1-b (0)	A-4 (1)
Húmedo Natural (%)	ASMT-D-2216	15.8	14.9	14.57	15.4	15.18	16.18	13.89	14.85
Proctor Modificado	ASMT-D-1556	1.994	1.982	1.993	1.993	1.986	2.005	2.021	2.017
C.B.R al 95%	ASMT-D-1883	15.9	14.3	15.5	14	12.53	15.21	13.6	12.75
C.B.R al 100%	ASMT-D-1883	29.8	29	15.5	28.5	26.73	30.61	30.27	29.96
Peso específico tn/m ²		1.88	1.85	1.8	1.87	1.87	1.88	1.9	1.91
Angulo de fricción - (grados)		15.11	16.01	16.17	15	15.37	16.49	16.06	16.69
cohesión		0.26	0.34	0.35	0.29	0.24	0.2	0.2	0.21
Capacidad Portante kg/cm ²		0.65	0.75	0.74	0.67	0.64	0.69	0.7	0.78
Prof. de Perforación		0.00 – 0.15	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICO	Norma	C - 9 (KM: 6+280)	C - 10 (KM: 7+120)	C - 11 (KM: 8+300)	C - 12 (KM: 8+900)	C - 13 (KM: 9+820)	C - 14 (KM: 10+620)	C - 15 (KM: 11+170)	C - 16 (KM: 12+040)
		M - 9	M - 10	M - 11	M - 12	M - 13	M - 14	M - 15	M - 16
Limite líquido (%)	ASTM-D-4318	30.39	28.06	27.14	26.46	26.3	32.38	26.34	34.47
Limite Plástico (%)	ASTM-D-4318	18.24	16.21	15.26	13.37	14.14	19.21	15.63	22.77
Índice Plástico (%)		12.15	11.85	11.88	13.09	12.16	13.17	10.71	11.7
% Pasa tamiz N° 4		85.60%	100.00%	100.00%	100%	100.00%	100%	100%	0.00%
% Pasa tamiz N° 200	ASTM-D-422	44	44.2	46	34.9	47.91	50.5	34.7	51.09
Clasificación SUCCS	ASMT-D-2487	SC	SC	SC	SC	SC	CL	CL	SM - SC
Clasificación AASHTO		A-6 (2)	A-6 (2)	A-6(2)	A-2-6 (0)	A-6 (3)	A-6 (4)	A-2-6 (0)	A-2-4 (0)
Húmedo Natural (%)	ASMT-D-2216	16.28	17.39	15.88	16.33	15.49	16.254	17.65	15.88
Proctor Modificado	ASMT-D-1556	2.007	2.004	2.01	2.013	2.024	1.985	1.997	2.029
C.B.R al 95%	ASMT-D-1883	15.16	15.7	16.01	15.8	16.28	14.12	15.73	15
C.B.R al 100%	ASMT-D-1883	29.55	30	30.45	31.65	30.5	29.34	31.49	30.1
Peso específico tn/m ²		1.89	1.75	1.82	1.88	1.89	1.85	1.86	1.82
Angulo de fricción - (grados)		16.38	16.6	15.96	15.8	15.75	14.89	16.27	16.22
Cohesión		0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.28	0.35	0.18
Capacidad Portante kg/cm ²		0.7	0.73	0.68	0.71	0.71	0.65	0.76	0.66
Prof. de Perforación		0.00 – 1.50	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50

Fuente: Elaboración propia.

CANTERAS, Y FUENTES DE AGUA

Características de la cantera Santa Rosa de Cumbaza (Río Cumbaza)

Ubicación: Se ubica a la altura del km 8.5 de la Carretera Nueva Vía de Evitamiento, dentro de la jurisdicción del distrito de Juan Guerra al margen izquierdo del río Cumbaza.

Acceso: Se accede mediante una carretera a nivel de afirmado a 15 km. aproximadamente (tomando como referencia la carretera Fernando Belaunde Terry), con habilitación hasta las orillas del río.

Depósito: La cantera es de tipo sedimentario, de origen fluvial – aluvial con extracción de materiales no consolidados (Agregados) casi toda la época del año.

Volumen: 11500 m³.

Periodo de utilización: Prácticamente todo el año, debido al régimen intermitente de avenidas.

Método de explotación: Su explotación por ser una cantera a cielo abierto es mecánica, empleándose maquinaria pesada para su extracción y transporte (cargador y volquetes).

Su extracción varía según el clima (explotación directa en estiaje y limitada a las orillas en épocas de lluvia).

Características de los agregados de la cantera

Nuevo Codo - Pucacaca.

Los agregados encontrados en la cantera Nuevo Codo – Pucacaca perteneciente a la provincia de picota; está a 50 km aproximadamente de la zona del proyecto, material para la preparación en *Sub - base Granular, Base Granular y concreto Hidráulico.*, presenta características uniformes en cuanto a tamaño, forma y textura:

Los agregados por su forma son redondeados, presentan un color gris claro, presentan una textura lisa y una adecuada gradación.

Cantera para agregados Nuevo Codo - Pucacaca

Ubicación: Hacia la margen izquierda del río Huallaga.

Acceso: Directo desde la carretera Tarapoto - Juanjui.

Descripción: El material compuesto netamente por: Hormigón: 95000 m³.

Potencia: Tenemos un estimado 95000 m³.

Explotación: Es una cantera de uso continuo para esta parte de la región, material que ha sido utilizado en la construcción de obras públicas y privadas de la zona. Su explotación se realiza todo el año teniendo en cuenta las previsiones de extracción de la cantera Nuevo Codo - Pucacaca, el carguío que es forma manual.

Usos: Hormigón, arena gruesa y arena fina

Tratamiento: Acumulación y zarandeo

Cantera para uso en ligantes de sub-base y base granular, para mejoramiento de subrasante

Ubicación: Centro Poblado Las Palmas – Distrito de la Banda de Shilcayo – Provincia de San Martín Región San Martín.

Acceso: Directo desde la carretera Fernando Belaunde Terry Tramo sur (Tarapoto – Juanjuí). Se toma como referencia al Puente sobre la quebrada Ahuashiyacu de ahí a dos cuadras hacia adelante al lado derecho se ingresa a la Cantera que está a 500 m.

Tipo de depósito: Coluvial.

Material: Cantera compuesto por gravas Sub angulosas y Materiales finos para ser empleados como ligantes para la combinación en bases y sub-bases Granulares.

Volumen: 41,000 m³

Profundidad de explotación: 10.00 m.

Color: Marrón.

Usos: Para mejoramiento de subrasantes, rellenos estructurales y Ligantes.

Explotación: Todo el año con equipos como tractor Oruga, cargador frontal, y retroexcavadoras.

Distancia hacia el proyecto: 10.5 KM

Fuentes de agua

De acuerdo con los trabajos de reconocimiento y evaluación preliminar se ha determinado los puntos de abastecimiento de agua, la misma que proviene de los cauces de las diferentes quebradas que existen a lo largo de la faja de dominio de la carretera. Respecto a este punto se indica que en el proceso constructivo el contratista no tendrá problema as de abastecimiento de agua ya que a lo largo de la carretera existen puntos de agua que finalmente serán seleccionados para su uso:

Tabla 7.*Fuentes de agua*

Ubicación/Progresiva	Caudal aprox.	Acceso	Descripción
KM 5+150	0.94 m ³ /seg	Adyacente a la carretera	Quebrada

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los ensayos físico - químicos de la muestra de agua recolectada en la fuente se tiene los siguientes valores:

Tabla 8.*Resultado de ensayos físico – químicos de muestra de agua*

SUSTANCIA	CANTIDAD	UNIDADES
Cloruros	3 000	ppm
Sulfatos	3 000	ppm
Sales solubles totales	15 000	ppm
PH	10.5	—
Sólidos en suspensión	10 000	ppm
Materia orgánica	100	ppm

Fuente: Elaboración Propia

La acción química del suelo sobre la estructura puede ocurrir a través del agua subterránea que se filtra; por esta razón se realizó la evaluación de la muestra seleccionada en la fuente de agua, tenemos los siguientes valores:

Tabla 9.*Resultado de acción química del suelo frente al agua subterránea*

SUSTANCIA	%	ppm
Contenidos de sulfates	0.0222	222.00
Contenido de cloruros	0.0179	179.00

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados de los análisis físico - químicos de la muestra representativas de la fuente de agua, se concluye que esta presenta características aceptables para elaborar concreto de acuerdo con el ítem 3.3 de la Norma E.060 de Concreto Armado (Reglamento Nacional de Edificaciones).

Los resultados de los ensayos se encuentran detallados en el **ANEXO N° 02**.

4.1.3. Objetivo 03: Estudio Tráfico

El estudio de tráfico vehicular nos permitirá cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera en la actualidad, así como estimar el origen – destino de estos, elemento indispensable para la evaluación económica de la carretera

y la determinación de las características de diseño geométricas y pavimento de la carretera.

El desarrollo del Estudio se ha realizado en tres etapas claramente definidas:

- Recopilación de la Información
- Tabulación de la Información
- Análisis de la información y obtención de resultados.

El estudio de Demanda del Proyecto tiene como objetivo fundamental determinar, mediante prospecciones de campo y gabinete, la magnitud y complejidad de la demanda de la vía en cuestión.

4.1.3.1. Recopilación de la Información

La información básica para la elaboración del estudio procederá de dos tipos de fuentes diferentes: referenciales y directas.

Las fuentes referenciales existentes a nivel oficial son las referidas respecto a la información del IMD y Factores de Corrección, existentes en los documentos oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y de otras instituciones como Municipios locales, entre otros.

Sin embargo, con el propósito de contar con información primaria que nos permita actualizar, verificar y complementar la información secundaria disponible, se efectuó el Conteo de Tráfico. Estas labores exigieron una etapa previa de trabajo de gabinete; además, del reconocimiento de la vía para identificar los "Tramos Homogéneos", con la finalidad de determinar la estación o las estaciones de control y finalmente realizar el trabajo de campo.

Se recorrió la ruta del proyecto identificándose las localidades y zonas afectadas con el proyecto. Como parte de este análisis se determinó la dinámica comercial de las zonas afectadas.

4.1.3.1.1. Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete consistió en el diseño de los formatos para el Conteo Volumétrico de Tráfico y la Encuesta Origen / Destino (O/D) a ser utilizados en la estación o las estaciones de conteo de los "Tramos Homogéneos" preestablecidos en el trabajo de campo.

El formato del Conteo Volumétrico de Tráfico considera la toma de información correspondiente a la estación de conteo preestablecido, la hora, día y fecha del conteo, para cada tipo de vehículo según eje.

El Conteo vehicular se realizó en el caserío de Nuevo Chupishiña y la Redonda del Distrito de Morales por considerarse puntos estratégicos para la vía. Conforme a ello se realizó el conteo vehicular en 07 y 03 días de forma diferenciada para cada punto como se refiere a continuación:

Tabla 10.

Puntos estratégicos de la vía para el conteo vehicular

Tipo de punto	Periodo de conteo	N° Punto	Centros poblados
Estación principal	7 días (05 días laborales y 02 días no laborales), Cada día de 12 horas	01	La Redonda
Estación complementaria	3 días (02 días laborales y 01 día no laborable), Cada día de 12 horas	02	Nuevo Chupishiña

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.1.2. Trabajo de campo

Antes de realizar el trabajo de campo y con el propósito de identificar y precisar in-situ la estación de control, se realizó en primer lugar el reconocimiento de toda la carretera en estudio y la que actualmente vienen haciendo uso (carreta Sector Oasis – Laguna Andiviela – Morales – San Martín – San Martín), con la finalidad de determinar los “Tramos Homogéneos” que nos permita definir y ubicar el o los puntos estratégicos de las estaciones, necesario para la realización del conteo de vehículos, la encuesta origen – destino y la obtención de los pesos por vehículo.

Realizado el reconocimiento de la carretera en estudio y la que actualmente vienen haciendo uso y teniendo en cuenta el nivel de tráfico existente, se identificó dos “Tramos Homogéneos”, habiéndose ubicado las estaciones de control para la toma de información en los siguientes puntos:

Estación Principal: La Redonda Estación Complementaria: Nuevo Chupishiña

4.1.3.2. Tabulación de la información

La tabulación de la información corresponde íntegramente al trabajo de gabinete, la misma que fue procesada en Excel mediante hojas de cálculo.

Los conteos de tráfico obtenidos en campo han sido procesados en formatos de resumen, por día y según el sentido.

Para tener una información precisa de las condiciones físicas de la vía se ha realizado el recorrido de toda la ruta del proyecto, identificándose los puntos críticos y las necesidades de mejora específica por progresivas, lo mismo que las obras de arte y otros.

Conteo de tráfico vehicular

El tráfico vehicular actual de la zona del proyecto se expresará en cantidad de vehículos que circulan por unidad de tiempo, así considerando que en el tramo del proyecto no existe el fenómeno de la congestión, se utilizará el Índice medio diario anual (IMDA) definida como medida más recurrente de flujo vehicular. Se expresa en vehículos por día. Los resultados obtenidos del conteo de vehículos serán expresados en términos de IMD Anual, corregidos por su factor correspondiente.

Se establece la demanda para las 02 estaciones de conteo referidas:

- Estación 01: Punto madre de la Redonda.
- Estación 02: Punto madre Nuevo Chupishiña.

4.1.3.3. Cálculo del Índice Medio Diario (IMD)

Considerando que el conteo vehicular se realizó en 02 puntos madre con distinta cantidad de días de conteo, se determinará el Índice Medio Diario a través de las siguientes expresiones:

IMDs = $V_i / 7$... Para el conteo de 07 días (Punto 01: La Redonda)

IMDs = $(2p+5L) / n$... Para el conteo de 03 días (Punto 02: Nuevo Chupishiña)

IMDa = FC * IMDs

Donde:

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

n = Número de días de conteo (07 y 03 días)

L = Volumen Vehicular promedio diario de los días útiles (lunes a viernes)

p = Volumen Vehicular del sábado o domingo

FC = Factor de corrección estacional = 0.095509 para vehículos ligeros y 1.079059 para vehículos pesados (Tomado del peaje Paita - Guía metodológica para PIP de vialidad interurbana, 2015 – MEF)

IMDa = Índice Medio Diario Anual

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la muestra vehicular

Del conteo vehicular se realizó la consistencia y verificación de los datos de entrada, se procesó y se obtuvo el volumen promedio de tránsito, por tipo de vehículo, hora y sentido de los dos puntos específicos, así como la composición vehicular y variación horaria tal como se muestra posteriormente.

Índice Medio Diario Anual

El Índice Medio Diario Anual para el tránsito normal del primer punto madre donde se realizó el conteo vehicular, la Redonda es de 154 vehículos y para el segundo punto que es el centro poblado de Nuevo Chupishiña es de 128 vehículos, valores que representan el tráfico actual en la carretera, materia del presente estudio.

Tabla 11.

Punto madre de la Redonda, IMD semanal por sentido y tipo de vehículo.

DIA/IMD	SENTIDO	TIPO DE VEHICULO										TOTAL
		AUTOM OVIL	CAMION ETA	CAM. RURAL	OMNI. 2E	OMNI. 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION 4E	SEMYTR AYLER	TRAYLE R	
Lunes	E: Hacia la Redonda	19	26	8	0	0	5	0	2	1	0	61
07/11/22	O: Hacia la Andiviela	26	28	9	0	0	4	0	0	0	0	67
	N+S: Ambos	45	54	17	0	0	9	0	2	1	0	128
Martes	E: Hacia la Redonda	23	28	9	0	0	4	0	0	0	0	64
08/11/22	O: Hacia la Andiviela	24	25	13	0	0	2	0	1	1	0	66
	N+S: Ambos	47	53	22	0	0	6	0	1	1	0	130
Miércoles	E: Hacia la Redonda	21	28	12	0	0	3	0	1	0	0	65
09/11/22	O: Hacia la Andiviela	29	30	12	0	0	5	0	1	1	0	78
	N+S: Ambos	50	58	24	0	0	8	0	2	1	0	143
Jueves	E: Hacia la Redonda	33	41	20	0	0	3	0	1	0	0	98
10/11/22	O: Hacia la Andiviela	32	38	18	0	0	6	0	1	1	0	96
	N+S: Ambos	65	79	38	0	0	9	0	2	1	0	194
Viernes	E: Hacia la Redonda	18	30	19	0	0	5	0	0	1	0	73
11/11/22	O: Hacia la Andiviela	25	30	20	0	0	3	0	2	0	0	80
	N+S: Ambos	43	60	39	0	0	8	0	2	1	0	153
Sábado	E: Hacia la Redonda	28	25	14	0	0	5	0	0	1	0	73
12/11/22	O: Hacia la Andiviela	30	29	18	0	0	4	0	1	0	0	82
	N+S: Ambos	58	54	32	0	0	9	0	1	1	0	155
Domingo	E: Hacia la Redonda	29	32	21	0	0	3	0	0	0	0	85
13/11/22	O: Hacia la Andiviela	24	36	19	0	0	4	0	2	1	0	86
	N+S: Ambos	53	68	40	0	0	7	0	2	1	0	171
	E: Hacia la Redonda	24	30	15	0	0	4	0	1	0	0	74
IMD(s)	O: Hacia la Andiviela	27	31	16	0	0	4	0	1	1	0	80
	N+S: Ambos	51	61	31	0	0	8	0	2	1	0	154
FCE	Ligeros	0.9955										
	Pesados	1.0791										
	E: Hacia la Redonda	24	30	15	0	0	4	0	1	0	0	74
IMD(a)	O: Hacia la Andiviela	27	31	16	0	0	4	0	1	1	0	80
	N+S: Ambos	51	61	31	0	0	8	0	2	1	0	154
	Porcentaje	33.12%	39.61%	20.13%	0.00%	0.00%	5.19%	0.00%	1.30%	0.65%	0.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.

Punto madre Nuevo Chupishiña, IMD semanal por sentido y tipo de vehículo

DIA/IMD	SENTIDO	TIPO DE VEHICULO										TOTAL
		AUTOMOVIL	CAMIONETA	CAMRURAL	OMNIBUS 2E	OMNIBUS 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION 4E	SEMITRAYLER	TRAYLERES	
Lunes	E: Hacia la Redonda	24	27	13	0	0	3	0	0	0	0	67
07/11/22	O: Hacia Andiviela	25	24	10	0	0	5	0	1	0	0	65
	N+S: Ambos	49	51	23	0	0	8	0	1	0	0	132
Martes	E: Hacia la Redonda	24	21	11	0	0	4	0	1	0	0	61
08/11/22	O: Hacia Andiviela	24	25	13	0	0	3	0	0	0	0	65
	N+S: Ambos	48	46	24	0	0	7	0	1	0	0	126
Sábado	E: Hacia la Redonda	26	24	9	0	0	6	0	0	0	0	65
12/11/22	O: Hacia Andiviela	27	19	9	0	0	4	0	1	0	0	60
	N+S: Ambos	53	43	18	0	0	10	0	1	0	0	125
IMD(s)	E: Hacia la Redonda	25	24	11	0	0	4	0	0	0	0	64
	O: Hacia Andiviela	25	23	11	0	0	4	0	1	0	0	64
	N+S: Ambos	50	47	22	0	0	8	0	1	0	0	128
FCE		0.995509										Ligeros
		1.079059										Pesados
IMD(a)	E: Hacia la Redonda	25	24	11	0	0	4	0	0	0	0	64
	O: Hacia Andiviela	25	23	11	0	0	4	0	1	0	0	64
	N+S: Ambos	50	47	22	0	0	8	0	1	0	0	128
Porcentaje		39.06%	36.72%	17.19%	0.00%	0.00%	6.25%	0.00%	0.78%	0.00%	0.00%	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

En base a las tablas anteriores se calculará la variación horaria, horas punta, Índice Medio Diario Semanal (IMDs), Índice Medio Diario Anual (IMDa). Tal como se muestra a continuación:

HORARIO	SENTIDO	DIAS DE CONTEO							Subtotal por sentido	Total ruta
		Lunes 07-11-22	Martes 08-11-22	Miércoles 09-11-22	Jueves 10-11-22	Viernes 11-11-22	Sábado 12-11-22	Domingo 13-11-22		
6:00 A 7:00	E: Hacia la Redonda	6	6	6	4	6	5	8	6	13
	O: Hacia Andiviela	6	6	8	7	7	6	6	7	
7:00 A 8:00	E: Hacia la Redonda	6	4	3	9	7	7	7	6	12
	O: Hacia Andiviela	4	5	8	7	5	8	6	6	
8:00 A 9:00	E: Hacia la Redonda	5	3	8	9	2	6	9	6	13
	O: Hacia Andiviela	5	5	6	13	5	7	9	7	
9:00 A 10:00	E: Hacia la Redonda	3	5	5	9	6	7	6	6	12
	O: Hacia Andiviela	8	6	2	7	5	6	6	6	
10:00 A 11:00	E: Hacia la Redonda	7	4	4	8	8	6	8	6	13
	O: Hacia Andiviela	6	6	11	6	4	9	8	7	
11:00 A 12:00	E: Hacia la Redonda	5	5	3	9	5	5	7	6	13
	O: Hacia Andiviela	6	7	6	6	7	7	8	7	
12:00 A 13:00	E: Hacia la Redonda	3	6	5	9	5	6	6	6	13
	O: Hacia Andiviela	7	6	9	8	8	8	5	7	
13:00 A 14:00	E: Hacia la Redonda	4	6	7	7	5	6	6	6	13
	O: Hacia Andiviela	5	3	8	13	7	4	9	7	
14:00 A 15:00	E: Hacia la Redonda	5	7	6	10	7	8	8	7	14
	O: Hacia Andiviela	6	6	2	9	8	8	10	7	
15:00 A 16:00	E: Hacia la Redonda	4	4	8	6	6	5	6	6	13
	O: Hacia Andiviela	5	7	6	4	10	9	8	7	
16:00 A 17:00	E: Hacia la Redonda	6	7	7	9	6	5	7	7	13
	O: Hacia Andiviela	5	3	6	8	10	4	8	6	
17:00 A 18:00	E: Hacia la Redonda	7	7	3	9	10	7	7	7	12
	O: Hacia Andiviela	4	6	6	8	4	6	3	5	
TOTAL		128	130	143	194	153	155	171	154	154






	Trafico en hora punta maxima semanal	
	Trafico maximo horario en el dia punta hacia	E: Hacia la Redonda
	Trafico maximo horario en el dia punta hacia	O: Hacia Andiviela
	Flujo maximo horario semanal hacia	E: Hacia la Redonda
	Flujo maximo horario semanal hacia	O: Hacia Andiviela

Figura 2. Volumen promedio de tránsito en el punto madre del centro poblado la Redonda

Fuente: Elaboración propia

HORARIO	SENTIDO	DIAS DE CONTEO			Subtotal por sentido	Total ruta
		Lunes 07-11-22	Martes 08-11-22	Sábado 12-11-22		
6:00 A 7:00	E: Hacia la Redonda	6	3	4	4	9
	O: Hacia Andiviela	6	4	4	5	
7:00 A 8:00	E: Hacia la Redonda	4	7	5	5	12
	O: Hacia Andiviela	7	8	5	7	
8:00 A 9:00	E: Hacia la Redonda	5	3	4	4	7
	O: Hacia Andiviela	4	3	3	3	
9:00 A 10:00	E: Hacia la Redonda	3	4	6	4	9
	O: Hacia Andiviela	6	6	4	5	
10:00 A 11:00	E: Hacia la Redonda	8	5	6	6	13
	O: Hacia Andiviela	6	6	9	7	
11:00 A 12:00	E: Hacia la Redonda	5	5	6	5	11
	O: Hacia Andiviela	5	7	5	6	
12:00 A 13:00	E: Hacia la Redonda	6	3	5	5	12
	O: Hacia Andiviela	7	7	7	7	
13:00 A 14:00	E: Hacia la Redonda	9	8	5	7	13
	O: Hacia Andiviela	6	5	6	6	
14:00 A 15:00	E: Hacia la Redonda	5	5	6	5	10
	O: Hacia Andiviela	5	6	3	5	
15:00 A 16:00	E: Hacia la Redonda	5	8	7	7	11
	O: Hacia Andiviela	3	3	5	4	
16:00 A 17:00	E: Hacia la Redonda	5	4	6	5	10
	O: Hacia Andiviela	7	5	2	5	
17:00 A 18:00	E: Hacia la Redonda	6	6	5	6	11
	O: Hacia Andiviela	3	5	7	5	
TOTAL		132	126	125	128	128






	Trafico en hora punta máxima semanal	
	Trafico máximo horario en el día punta hacia	E: Hacia la Redonda
	Trafico máximo horario en el día punta hacia	O: Hacia Andiviela
	Flujo máximo horario semanal hacia	E: Hacia la Redonda
	Flujo máximo horario semanal hacia	O: Hacia Andiviela

Figura 3. Volumen promedio de tránsito en el punto complementario del centro poblado de Nuevo Chupishiña

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera en la siguiente tabla se muestra las variaciones horarias semanales de los dos puntos de conteo realizados:

Tabla 13.*Variación horaria semanal en el punto madre del centro poblado de la Redonda*

Hora	SENTIDO		TOTAL
	Hacia el Este	Hacia el Oeste	Ruta
6:00 A 7:00	6	7	13
7:00 A 8:00	6	6	12
8:00 A 9:00	6	7	13
9:00 A 10:00	6	6	12
10:00 A 11:00	6	7	13
11:00 A 12:00	6	7	13
12:00 A 13:00	6	7	13
13:00 A 14:00	6	7	13
14:00 A 15:00	7	7	14
15:00 A 16:00	6	7	13
16:00 A 17:00	7	6	13
17:00 A 18:00	7	5	12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.*Variación horaria semanal en el punto complementario del centro poblado de Nueva Chupishiña*

Hora	SENTIDO		TOTAL
	Hacia el Este	Hacia el Oeste	RUTA
6:00 A 7:00	4	5	9
7:00 A 8:00	5	7	12
8:00 A 9:00	4	3	7
9:00 A 10:00	4	5	9
10:00 A 11:00	6	7	13
11:00 A 12:00	5	6	11
12:00 A 13:00	5	7	12
13:00 A 14:00	7	6	13
14:00 A 15:00	5	5	10
15:00 A 16:00	7	4	11
16:00 A 17:00	5	5	10
17:00 A 18:00	6	5	11

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se desprende que el mayor flujo vehicular en el caserío de la Redonda hacia el este se da 13:00 a 14:00 horas, de igual manera para el mayor flujo hacia el oeste que concurre en el mismo horario.

Por otra parte, en el Punto de Nuevo Chupishiña el mayor flujo vehicular hacia el este se da 13:00 a 14:00 horas, en tanto que hacia el oeste se registra de las 10:00 a 11:00 horas.

Factor de corrección estacional (FC)

Como la medición del flujo vehicular se realizó a través de una muestra en un periodo igual o menor a una semana, para tener validez a nivel anual, se ajustó por un factor de corrección estacional = 0.995509 para vehículos ligeros y 1.079059 para vehículos pesados. (Factor obtenido de la Guía metodológica para PIP de vialidad interurbana, a nivel de perfil – 2015 – MEF del peaje Paita)

Porcentaje de tránsito

El conteo del tráfico vehicular para el presente se realizó en periodos de 12 horas (06: 00 a.m. a 06 p.m.). El Índice medio Diario representa el 85% del Volumen del tránsito diario lo que se justifica por la menor transitabilidad nocturna expresado como el 15%.

Variación horaria del tráfico vehicular

De acuerdo con los resultados del estudio de campo, se determinó que las horas punta o las horas quiebre máxima total de la ruta, en el punto madre 01 y 02 se da de 13:00 a 14:00 horas.

De otra parte, el punto de inflexión mínimo que se registra en el punto madre 01 se da de las 09:00 a 10:00 horas en ambos sentidos. Por su parte en Nuevo Chupishiña se da de 08: 00 horas a 09: 00 horas.

Clasificación vehicular

En el Punto Madre 01: La redonda, el conteo vehicular arrojó que el 39.61% de los vehículos que transitan por la vía son Camionetas, seguida de los Automoviles con un 33.12% seguido por las combis rurales que transitan por dicha zona con una participación de 20.13% tal como se muestra a continuación.

En el Punto Madre 02: Nuevo Chupishiña, el conteo vehicular arrojó que el 39.06% de los vehículos que transitan por la vía son Automóviles, seguida de los Camionetas con un 36.72% seguido por las combis rurales que transitan por dicha zona con una participación de 17.19% tal como se muestra a continuación.

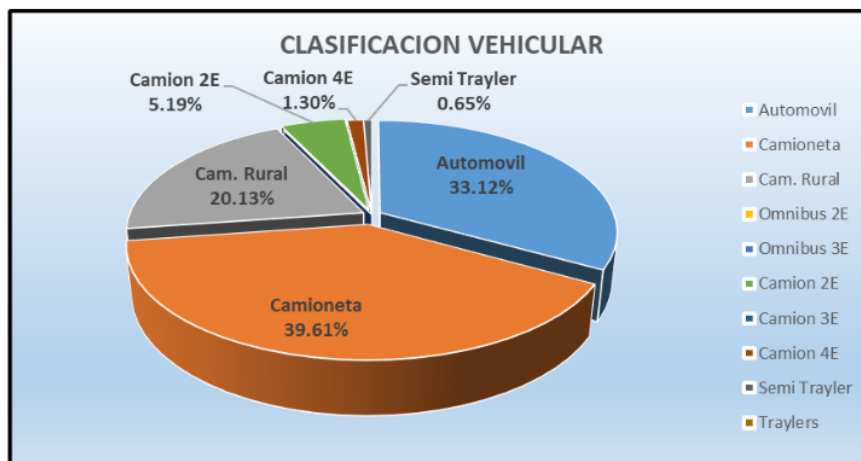


Figura 4. Clasificación vehicular del IMD en el punto madre del CP. Redonda
Fuente: Elaboración propia

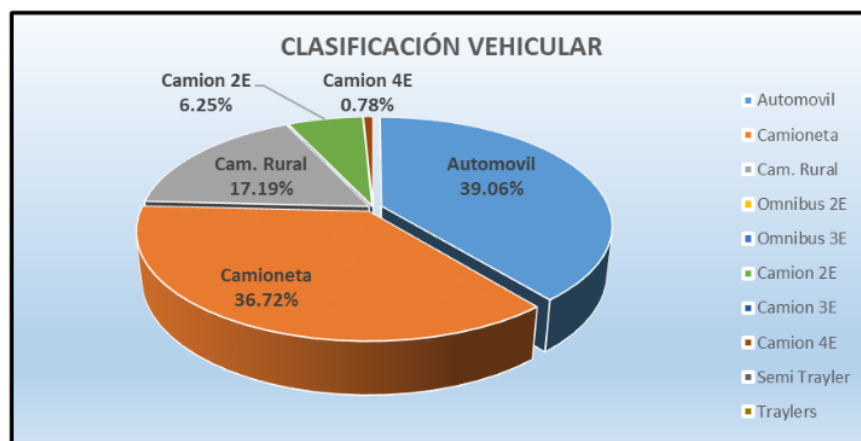


Figura 5. Clasificación vehicular del IMD en el punto madre del CP. Nuevo Chupishiña
Fuente: Elaboración propia

Proyecciones del tráfico

Para efectuar las proyecciones del tráfico se tomará en cuenta diversos indicadores, tales como: las tasas de crecimiento del tráfico, las variables macroeconómicas como el PBI, la población y el PBI per cápita del departamento que contribuye en la generación y recepción del flujo de vehículos por la carretera en estudio. Las tasas obtenidas serán ponderadas en función a la estructura porcentual de su participación, registrada en las encuestas Origen - Destino, que se realizó para la carretera en estudio. Los resultados obtenidos por tipo de vehículo serán multiplicados por las elasticidades correspondientes.

Los resultados finales de la proyección del tráfico serán utilizados para el horizonte del planeamiento establecido en los términos de referencia.

Área de Influencia

El área de Influencia, lo constituye el espacio geográfico donde se desarrollará la Creación y Mejoramiento de la carretera, la que ejercerá un impacto favorable en las actividades productivas actuales y potenciales de su entorno, contribuyendo al bienestar y seguridad de la población beneficiaria de la vía.

La identificación de esta área es importante, por cuanto constituye el punto de partida para el análisis de las variables macroeconómica y/o socioeconómica y la estimación de los beneficios atribuibles al camino mejorado y construido.

En el presente caso, la identificación del área de influencia se ha definido tomando en cuenta las características y la composición del tráfico.

Proyección del Trafico Normal

La proyección del tráfico de los vehículos que en este momento circulan por la carretera, se hará teniendo en cuenta su área de influencia y el horizonte del planeamiento, el mismo que ha sido establecido para este tipo de proyectos en 10 años y que será expresado en términos de Índice Medio Diario (IMD).

Para el proyecto se considerará un nivel de asignación para los siguientes 10 años igual en base a los siguientes supuestos y consideraciones: Para la asignación vehicular se asume en 15% del Índice medio Diario. La proyección se efectuará mediante el Modelo Exponencial y Variables Explicativas del Sistema de Transporte que se detalla a continuación:

$$T_{in} = T_{io} (1 + r_i)^{n-1}$$

T_{in} = Trafico del vehículo i en el año n

T_{io} = Trafico de la clase vehicular i en el año inicial del análisis

r_i = Tasa de crecimiento anual del tránsito de la clase vehicular i en función de variables explicativas

i = Clase de vehículo

n = Años del periodo de diseño

Elasticidades

Vehículos de pasajeros $R_p = R_{pob} \times E_{traf/Pob}$

R_p : Tasa de crecimiento anual del tráfico de pasajeros

R_{pob} : Tasa de crecimiento anual de población

Etraf/Pob: Elasticidad de tráfico con respecto a la población

Vehículos de carga $R_c = RPBI \times ETraf/PBI$

Rc: Tasa de crecimiento anual del tráfico de carga

RPBI: Tasa de crecimiento anual del PBI

ETraf/Pob: Elasticidad del tráfico con respecto al PBI

Proyección del Tráfico Generado

En la proyección del tráfico generado, se ha estimado que con la ejecución del proyecto se creará un impacto positivo de orden superior en la actividad económica, especialmente en la actividad económica, por cuanto se cuenta con zonas agrícolas para el comercio, que le permitirá captar una mayor cantidad de comercio con la mejora de la carretera. Por lo que se considera un incremento de 10% año a año del tráfico normal en los últimos 10 años.

Tabla 15.

Asignación vehicular en la situación con proyecto para el punto madre 01 - CP Redonda (Tráfico Normal)

VEHICULO	AÑO (2022)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AUTOMOVIL	51	52	53	53	54	55	56	57	57	58	59
CAMIONETA	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
CAM. RURAL	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	36
OMNIBUS 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OMNIBUS 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2E	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12
CAMION 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 4E	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
SEMITRAYLERES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TRAYLERES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	154	156	160	161	164	167	171	173	176	178	182

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16.

Asignación vehicular en la situación con proyecto para el punto madre 01 - CP Redonda (Tráfico Futuro Proyecto)

VEHICULO	AÑO (2022)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AUTOMOVIL	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
CAMIONETA	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11

CAM. RURAL	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
OMNIBUS 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OMNIBUS 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2E	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CAMION 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 4E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SEMITRAYLERES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TRAYLERES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	27	27	27	27	28	28	30	30	30	30	30

Fuente: Elaboración propia.

Tasa de crecimiento anual del tráfico de pasajeros	1.49% (Fuente INEI)
Tasa de variación poblacional	3.66%
Elasticidad de tráfico con respecto a la población	1.1
Tasa de crecimiento anual del tráfico de carga	3.84% (Fuente INEI)
Variación PBI Regional San Martín (2012-2016)	3.50%
Elasticidad del tráfico con respecto al PBI	0.995509 Vehículos ligeros 1.079059 Vehículos pesados
(Fuente: Guía metodológica para PIP de vialidad interurbana, a nivel DE PERFIL – 2015 – M)	
Tasa de atracción vehicular	15.00%

Tabla 17.

Asignación vehicular en la situación con proyecto para el punto madre 02 - CP Nuevo Chupishiña (Tráfico Normal)

TIPO DE VEHICULO	AÑO (2022)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AUTOMOVIL	50	51	52	52	53	54	55	55	56	57	58
CAMIONETA	47	48	48	49	50	51	51	52	53	54	55
CAM. RURAL	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	26
OMNIBUS 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OMNIBUS 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2E	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12
CAMION 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 4E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SEMITRAYLERES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAYLERES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAFICO NORMAL	128	130	133	134	136	140	141	142	146	148	152

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18.

Asignación vehicular en la situación con proyecto para el punto madre 02 - CP Nuevo Chupishiña (Tráfico Futuro Proyecto)

TIPO DE VEHICULO	AÑO (2022)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AUTOMOVIL	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9

CAMIONETA	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9
CAM. RURAL	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
OMNIBUS 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OMNIBUS 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2E	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CAMION 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 4E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SEMITRAYLERES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAYLERES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAFICO NORMAL	23	23	23	23	23	24	24	24	24	25	25

Fuente: Elaboración propia.

Tasa de crecimiento anual del tráfico de pasajeros	1.49% (Fuente INEI)
Tasa de variación poblacional	3.66%
Elasticidad de tráfico con respecto a la población	1.1
Tasa de crecimiento anual del tráfico de carga	3.84% (Fuente INEI)
Variación PBI Regional San Martín (2012-2016)	3.50%
Elasticidad del tráfico con respecto al PBI	0.995509 Vehículos ligeros 1.079059 Vehículos pesados
(Fuente: Guía metodológica para PIP de vialidad interurbana, a nivel DE PERFIL-2015-M)	
Tasa de atracción vehicular	15.00%

EJES EQUIVALENTES PROYECTADOS

Proyección de Trafico / Determinación de Ejes equivalentes (EE)

Fecha: Noviembre 2022

Valor N de ejes proyectados	
Año de la evaluación del tráfico	2022
Año de la elaboración	2022
Año de tramites	1
Al 1° año de servicio	2023
Factor de presión de llantas	1

Tabla 19.

IMD acumulado al año

Detalle/vehículos	Ligeros	C2	C4	STT	IMD acum.
IMDi	143	8	2	1	154
Fdi	0.245	3.996	3.996	5.436	
N° Veh/año	52195	2920	730	365	56210

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20.

Ejes equivalentes por presión de llantas

Ejes Equivalentes	EE=IMDi*Fdi*Factor de presión de llantas				
	Ligeros	C2	C4	STT	TOTAL
EE	35.035	31.968	7.992	5.436	80.431

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta en ejes equivalentes diarios tenemos lo siguiente:

Factor Direccional: 1

Factor de Carril: 1

Tabla 21.

Ejes equivalentes por factor direccional y carril

Ejes Equivalentes	EE_(día-carril)=EE x Factor Direccional x Factor Carril				Total
	Ligeros	C2	C4	STT	
EE (día-carril)	85.26	311.688	103.896	76.104	576.948

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22.

Actualización de Ejes Equivalentes requeridos

Actualización:	N_(req_EE(8.2tn))=∑[EE_carril.365.((1+t)^(n-1))/t]				Total
	Ligeros	C2	C4	STT	
Nrep_EE (8.2tn) (2018)	25933.25	20936.4	18961.02	14585.4	80416.07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23.

Ejes Equivalentes Proyectados

Servicio	Año (i)	N_(req_EE(8.2tn))=∑[EE_carril.365.((1+t)^(n-1))/t]				IMD acum.	N
		Ligeros	C2	C4	STT		
0	2022	25,933.25	20,936.40	18,961.02	14,585.40	80,416.00	8.04E+04
1	2023			19,244.03		19,244.00	1.92E+04
2	2024			39,065.39		39,065.00	3.91E+04

3	2025			59,481.39		59,481.00	5.95E+04
4	2026			80,509.86		80,510.00	8.05E+04
5	2027			102,169.19		102,169.00	1.02E+05
6	2028	-	22,942,558.90	124,478.30	15,982,996.05	39,050,033.00	3.91E+07
7	2029	-	26,770,334.67	147,456.68	18,649,626.45	45,567,418.00	4.56E+07
8	2030	-	30,599,258.77	171,124.42	21,317,056.84	52,087,440.00	5.21E+07
9	2031	-	34,429,331.54	195,502.19	23,985,287.46	58,610,121.00	5.86E+07
10	2032	-	38,260,553.34	220,611.29	26,654,318.54	65,135,483.00	6.51E+07

Fuente: Elaboración propia

El conteo de tráfico se detalla en el **ANEXO N° 03**

4.1.4. Objetivo 04: Diseño de Pavimento Asfáltico en frío

El pavimento es la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidos entre la superficie de la Subrasante y la Superficie de Rodadura, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie uniforme de textura apropiada, resistentes a la acción de tráfico, intemperismo y de otros agentes perjudiciales, así mismo transmitir adecuadamente al terreno de fundación, los esfuerzos producidos por las cargas de tráfico. En otras palabras, el Pavimento es la super - estructura de la obra vial, que hace posible el tránsito fluido de los vehículos con la seguridad, Confort y Economía previstos por el Proyecto.

La estructuración de un pavimento, así como las características de los materiales empleados en su construcción, ofrece una variedad de posibilidades de tal manera que puede estar formado por solo una capa o varias y a su vez, dichas capas pueden ser de materiales naturales seleccionados, procesados o sometidos a algún tipo de tratamiento o estabilización.

La actual tecnología contempla una gama muy diversa de secciones estructurales, las cuales son función de los distintos factores que intervienen en la performance de una vía.

En la actualidad el tramo en estudio Vía Oasis – Laguna Andiviela, contempla la intervención en una longitud total de 12,123.00 km, se encuentran aperturado al tráfico vehicular a nivel trocha carrozable.

4.1.4.1. Consideraciones para el diseño

4.1.4.1.1. Clasificación de la vía

A) Clasificación de la Carretera según su función

Según su función la carretera Oasis – Laguna Andiviela, pertenece a la Red Vial Vecinal, código SM – 711 y cuya trayectoria es del Emp. PE-5N (Morales) – Nuevo Chupishiña – Andiviela – Pta. Carretera.

B) Clasificación de la carretera según la demanda

Para definir las características geométricas de la vía del estudio de tránsito se tiene IMD: El IMD Anual total para el diseño, que viene a ser la suma del IMD Anual (por factor de corrección) + IMD Generado + IMD Desviado. Es de 152 vehículos. Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2018 se define **CARRETERA DE TERCERA CLASE** con un IMDA menor a 400 veh/día.

C) Clasificación de la carretera según Orografía

En el presente proyecto, el terreno para el alineamiento horizontal y vertical se combina tramos de terrenos **PLANOS, ONDULADOS, ACCIDENTADOS Y ESCARPADO**, que obliga a los vehículos pesados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante distancias considerables o a intervalos frecuentes.

El análisis está basado en lo siguiente:

- Desde la progresiva km 0+000 al km 4+500 presenta pendientes longitudinales menores al 3% y pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10%. Por lo tanto, se trata de un **TERRENO PLANO (TIPO 1)**.
- Desde la progresiva km 4+500 al km 8+500 presenta pendientes longitudinales que se encuentran comprendidas entre el 3% y 6%, y pendientes transversales al eje de la vía comprendidas entre 11% y 50%. Por lo tanto, se trata de un **TERRENO ONDULADO (TIPO 2)**.
- Desde la progresiva km 8+500 al km 9+400 presenta pendientes longitudinales que se encuentran comprendidas entre el 6% y 8%, y pendientes transversales al eje de la vía comprendidas entre 51% y 100%. Por lo tanto, se trata de un **TERRENO ACCIDENTADO (TIPO 3)**.
- Desde la progresiva km 9+400 al km 10+400 presenta pendientes longitudinales superiores al 8%, y pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100%. Por lo tanto, se trata de un **TERRENO ESCARPADO (TIPO 4)**.
- Desde la progresiva km 10+400 al km 11+600 presenta pendientes longitudinales que se encuentran comprendidas entre el 3% y 6%, y pendientes transversales al eje de la vía comprendidas entre 11% y 50%. Por lo tanto, se trata de un **TERRENO ONDULADO (TIPO 2)**.

- Desde la progresiva km 11+600 al km 12+123 presenta pendientes longitudinales que se encuentran comprendidas entre el 6% y 8%, y pendientes transversales al eje de la vía comprendidas entre 51% y 100%. Por lo tanto, se trata de un **TERRENO ACCIDENTADO (TIPO 3)**.

4.1.4.1.2. Criterios de diseño

En este ítem se describe las características de diseño de la vía teniendo en cuenta los parámetros de la normatividad vigente de diseño M.D.G DG-2018 y lo establecido durante la inspección de la vía.

Tabla 24.

Descripción de la vía según parámetros de diseño MDG DG-2018

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO
Clasificación según Función	Vecinal - Código SM-711	
Clasificación según demanda	Tercera Clase	
Clasificación según orografía	Sub Tramo I (0+000 – 4+500)	Plano – Tipo 1
	Sub Tramo II (4+500 – 8+500)	Ondulado – Tipo 2
	Sub Tramo III (8+500 – 9+400)	Accidentado – Tipo 3
	Sub Tramo IV (9+400 – 10+400)	Escarpado – Tipo 4
	Sub Tramo V (10+400 – 11+600)	Ondulado – Tipo 2
	Sub Tramo VI (11+600 – 12+123)	Accidentado – Tipo 3
Velocidad Directriz	Sub Tramo I (0+000 – 4+500)	50 km/h
	Sub Tramo II (4+500 – 8+500)	50 km/h
	Sub Tramo III (8+500 – 9+400)	40 km/h
	Sub Tramo IV (9+400 – 10+400)	40 km/h
	Sub Tramo V (10+400 – 11+600)	50 km/h
	Sub Tramo VI (11+600 – 12+123)	40 km/h
Radio Mínimo	Sub Tramo I (0+000 – 4+500)	90 m
	Sub Tramo II (4+500 – 8+500)	90 m
	Sub Tramo III (8+500 – 9+400)	45 m
	Sub Tramo IV (9+400 – 10+400)	45 m
	Sub Tramo V (10+400 – 11+600)	90 m
	Sub Tramo VI (11+600 – 12+123)	45 m
Pendiente Mínimo	Sub Tramo I (0+000 – 4+500)	0.15 %
	Sub Tramo II (4+500 – 8+500)	0.50 %
	Sub Tramo III (8+500 – 9+400)	0.50 %
	Sub Tramo IV (9+400 – 10+400)	6.11%
	Sub Tramo V (10+400 – 11+600)	0.50 %

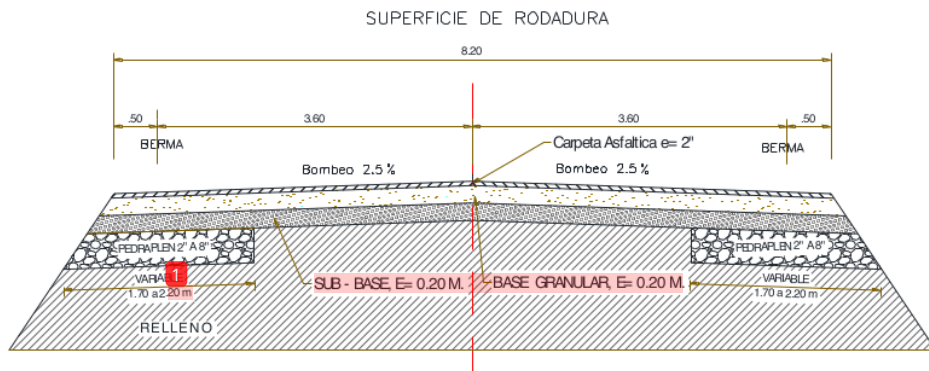
Pendiente Máxima	Sub Tramo VI (11+600 – 12+123)	2.50 %
	Sub Tramo I (0+000 – 4+500)	0.65 %
	Sub Tramo II (4+500 – 8+500)	7.00 %
	Sub Tramo III (8+500 – 9+400)	8.00 %
	Sub Tramo IV (9+400 – 10+400)	9.00 %
	Sub Tramo V (10+400 – 11+600)	8.00 %
	Sub Tramo VI (11+600 – 12+123)	2.50 %
Pendiente Máxima Excepciona	Sub Tramo I (0+000 – 4+500)	-
	Sub Tramo II (4+500 – 8+500)	8.00 %
	Sub Tramo III (8+500 – 9+400)	-
	Sub Tramo IV (9+400 – 10+400)	10.00 %
	Sub Tramo V (10+400 – 11+600)	-
	Sub Tramo VI (11+600 – 12+123)	9.00 %
Ancho de Superficie de Rodadura	Sub Tramo I (0+000 – 4+500)	7.20 m
	Sub Tramo II (4+500 – 8+500)	7.20 m
	Sub Tramo III (8+500 – 9+400)	6.60 m
	Sub Tramo IV (9+400 – 10+400)	6.60 m
	Sub Tramo V (10+400 – 11+600)	7.20 m
	Sub Tramo VI (11+600 – 12+123)	6.60 m
Bermas	Sub Tramo I (0+000 – 4+500)	0.50 m
	Sub Tramo II (4+500 – 8+500)	0.50 m
	Sub Tramo III (8+500 – 9+400)	0.50 m
	Sub Tramo IV (9+400 – 10+400)	0.50 m
	Sub Tramo V (10+400 – 11+600)	0.50 m
	Sub Tramo VI (11+600 – 12+123)	0.50 m
Ensanche de Plataforma	Sub Tramo I (0+000 – 4+500)	3 x 30 m @ 1,500 m.
	Sub Tramo II (4+500 – 8+500)	3 x 30 m @ 1,500 m.
	Sub Tramo III (8+500 – 9+400)	3 x 25 m @ 2,000 m.
	Sub Tramo IV (9+400 – 10+400)	2.5 x 25 m @ 2,000m.
	Sub Tramo V (10+400 – 11+600)	3 x 30 m @ 1,500 m
	Sub Tramo VI (11+600 – 12+123)	3 x 25 m @ 2,000 m.
Bombeo	Sub Tramo I (0+000 – 4+500)	2.50 %
	Sub Tramo II (4+500 – 8+500)	2.50 %
	Sub Tramo III (8+500 – 9+400)	2.50 %
	Sub Tramo IV (9+400 – 10+400)	2.50 %
	Sub Tramo V (10+400 – 11+600)	2.50 %

Peralte	Sub Tramo VI (11+600 – 12+123)	2.50 %
	Sub Tramo I (0+000 – 4+500)	6.00 %
	Sub Tramo II (4+500 – 8+500)	6.00 %
	Sub Tramo III (8+500 – 9+400)	6.00 %
	Sub Tramo IV (9+400 – 10+400)	6.00 %
	Sub Tramo V (11+600 – 12+123)	6.00 %
Derecho de vía	Normal para otras obras	5.00 m.
	Ancho mínimo	20.00 m.
Talud de corte (H :V) < 5.00 m.	Roca Fija	1 : 10
	Roca Suelta	1 : 6 – 1 : 4
	Suelos Gravosos	1 : 1 – 1 : 3
	Suelos Limosos o Arcillosos	1 : 1
	Suelos Arenosos	2 : 1
Talud de Relleno (V : H) < 5.00	Material común (limo arenoso)	1 : 1,5
m.		
Cunetas Triangulares		0.75 x 0.50 m.

Fuente: Elaboración propia.

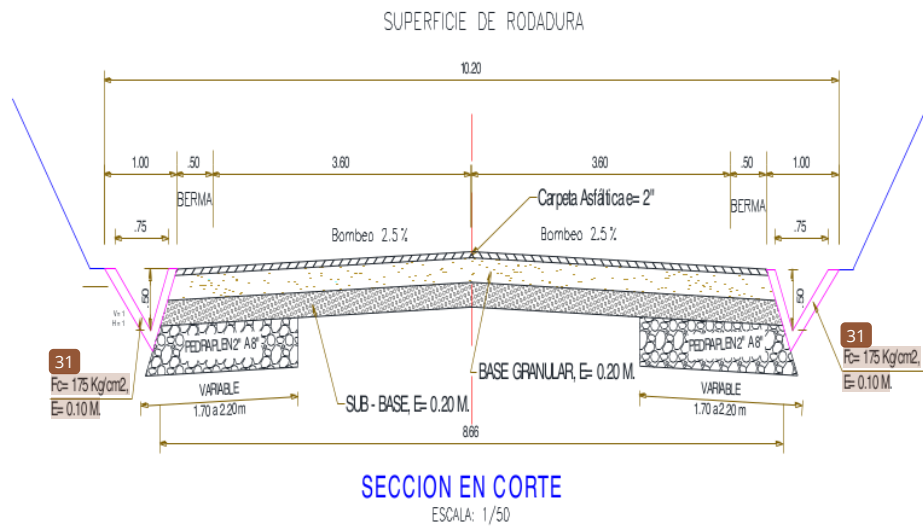
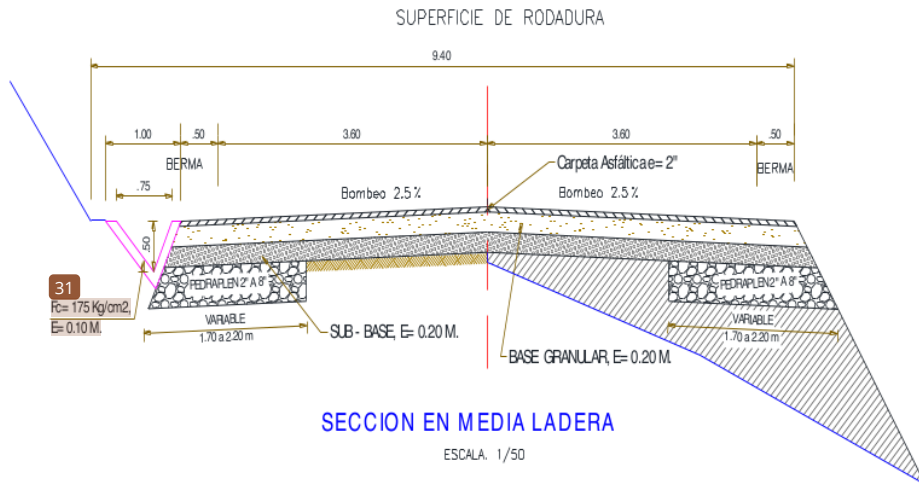
SECCIONES TÍPICAS

SUB TRAMO I: PROGRESIVA 0+000 AL 4+500

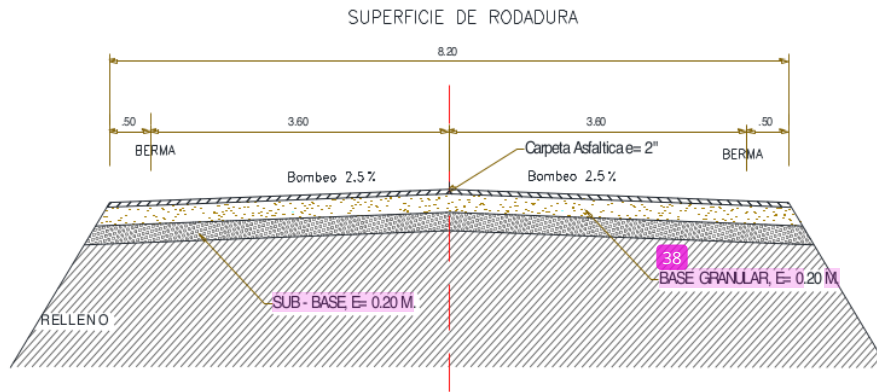


SECCION EN RELLENO

ESCALA: 1/50

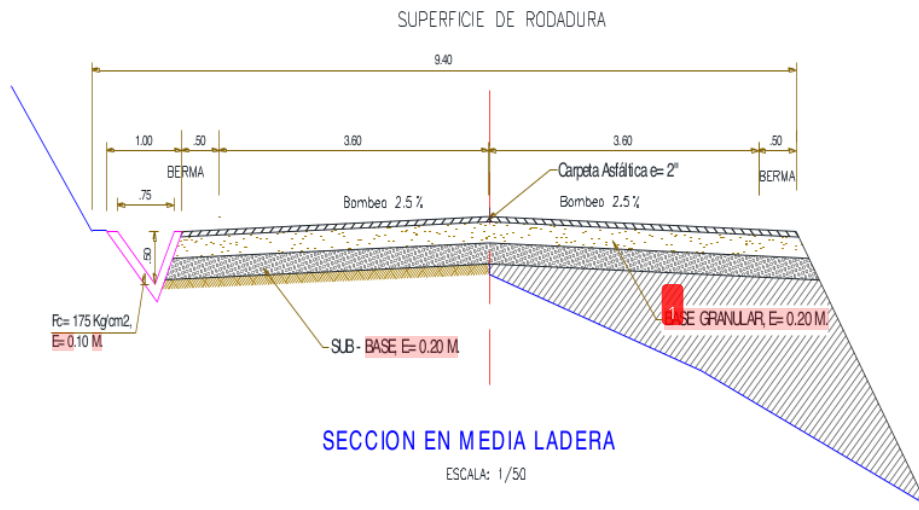


SUB TRAMO II: PROGRESIVA 4+500 AL 8+500



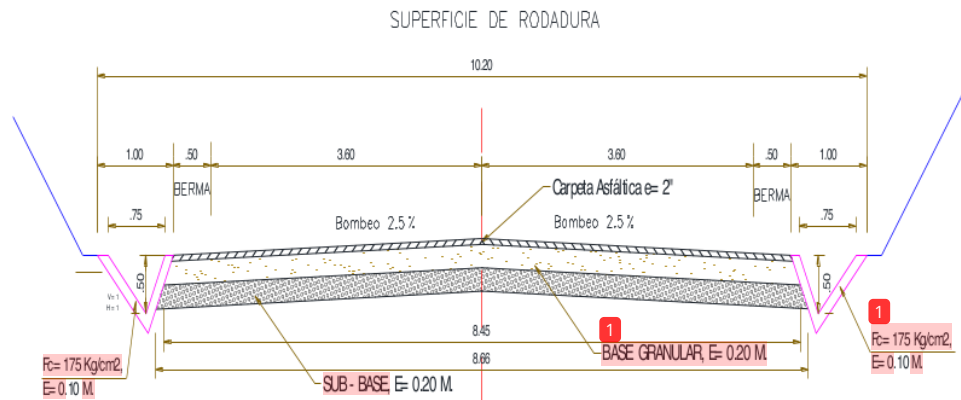
SECCION EN RELLENO

ESCALA: 1/50

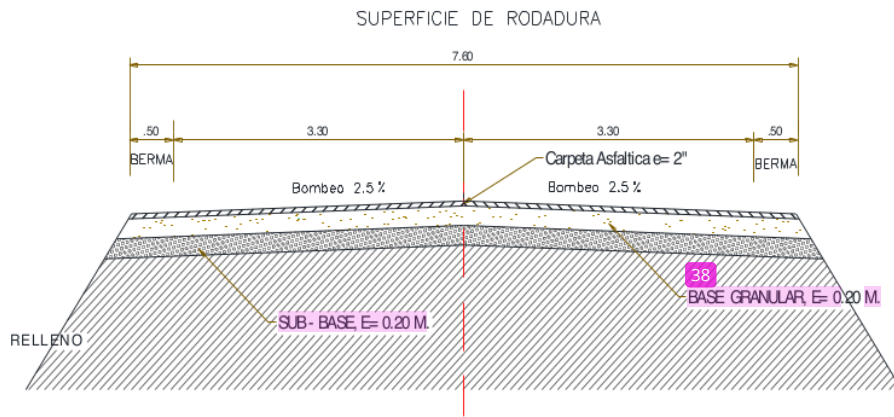


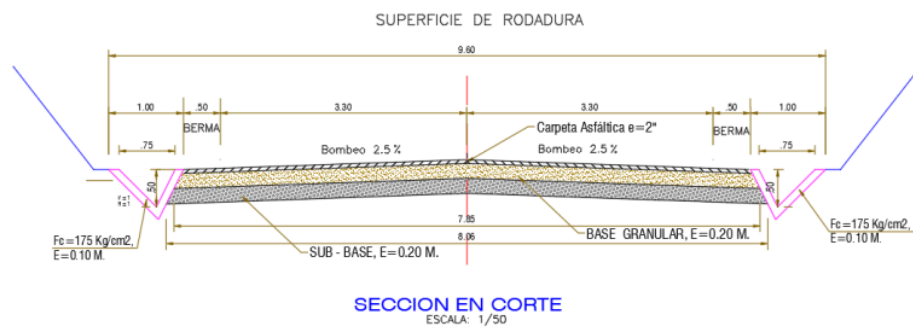
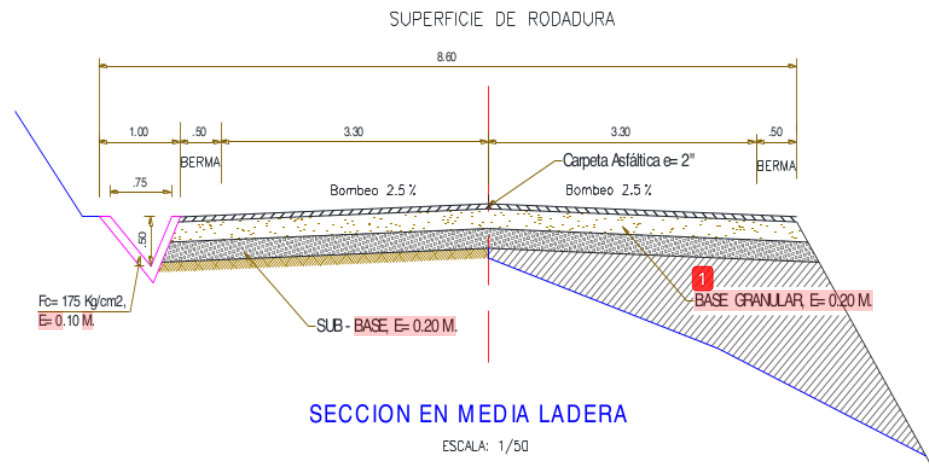
SECCION EN MEDIA LADERA

ESCALA: 1/50



SUB TRAMO III: PROGRESIVA 8+500 AL 12+123





4.1.4.1.3. Características internas - estratigráficas

Las características de los materiales que conforman la estratigrafía se ha basado en los resultados de los ensayos del laboratorio, efectuados a los materiales de suelos muestreados en cada una de las calicatas ejecutadas.

Los suelos presentan propiedades índices que permiten clasificar al suelo, especialmente de subrasante. Los cuadros que se presentan a continuación muestran las progresivas asociadas a cada una de las calicatas, así como a la clasificación determinada por el método del sistema unificado de clasificación determinada por el método del Sistema Unificado de clasificación de Suelos SUCS; esto debido a la nemotecnia de sus siglas. Cabe acotar que la clasificación usada en las obras vías de transporte corresponde al método AASHTO, pero hoy en día se complementa muy las clasificaciones SUCS.

Los cuadros presentan, además. Información sobre las humedades y los límites de consistencia, que permite evaluar índices de importancia como el índice de liquidez (IL) y

el índice de consistencia (IC). Estos últimos índices evidencian la estabilidad de los suelos, los mismos que serán evaluados más adelante.

De la exploración de suelo se ha podido identificar y clasificar los suelos en función a sus características.

Tabla 25.

Clasificación del suelo según sus características

DESCRIPCION	NORTE	ESTE	KM	TIPO SUELO	MAX 95% DENS.	LIMITES DE PLASTICIDAD %		
						LL	LP	IP
CALICATA1	347519.33	9277714.06	0+000	ML 41 CL		32.6	15.24	17.36
CALICATA2	347068.58	9277909.42	0+500	CL		35.72	25.29	10.43
CALICATA3	346634.8	9278117.47	1+000	CL	11.68	37.7	25.39	12.37
CALICATA4	346164.76	9278109.69	1+500	ML		34.11	15.72	18.39
CALICATA5	345683.15	9278129.61	2+000	CL		35.39	25.25	10.14
CALICATA6	345219.3	9278270.09	2+500	CL		35.85	25.02	10.83
CALICATA7	344782.77	9278123.1	3+000	CL		35.5	25.43	10.07
CALICATA8	344320.4	9278276.94	3+500	CL		36.12	25.59	10.53
CALICATA9	343927.87	9278081.83	4+000	CL		35.89	25.5	10.39
CALICATA10	343631.29	9277979.59	4+500	ML		34	29.31	4.69
CALICATA11	343176.05	9277990.86	5+000	CL	10.69	34.9	25.54	9.36
CALICATA12	342688.25	9278019.36	5+500	CL		36.15	25.4	10.75
CALICATA13	342228.16	9277854.88	6+000	CL		35.7	25.15	10.55
CALICATA14	341836.45	9277631.42	6+500	CL		34.99	25.89	9.1
CALICATA15	341400.67	9277432.44	7+000	CL		35.9	26.05	9.85
CALICATA16	340928.37	9277279.33	7+500	CL		35.8	25.93	9.87
CALICATA17	340437.62	9277340.46	8+000	CL		36.6	25.96	10.64
CALICATA18	339955.42	9277316.03	8+500	CL		36.45	26.76	9.69
CALICATA19	339572.01	9277461.78	9+000	CL	10.96	36.15	26.43	9.72
CALICATA 20	339404.75	9277921.55	9+500	CL		35.23	25.37	9.86
CALICATA 21	339231.37	9278221.59	10+000	CL		35.3	25.84	9.46
CALICATA 22	339150.86	9278461.89	10+500	CL		34.98	25.77	9.21
CALICATA 23	339075.85	9278890.46	11+000	ML		33.89	29.87	4.02
CALICATA 24	339385.65	9278907.22	11+500	CL		36.1	27.14	8.96
CALICATA 25	339319.01	9278473.8	12+000	ML	10	34.25	29.67	4.58
CALICATA 26	339230.22	9278427.8	12+123	ML		33.98	29.73	4.25

Fuente: Elaboración propia

59

A continuación, se presenta el Cuadro de resultado de Proctor - CBR de la exploración de suelos:

Tabla 26.

Resultado de Proctor – CBR

I	IDENTIFICACION					PROCTOR		CBR		
	Prog. Km	Eje	Calicata	Muestra	Prof. (m)	Clasif. SUCS	Densidad Máxima	Humedad Óptima	95%	100%
	1+000	*	C - 03	M - 01	1.5	CL	2.11	8.553	11.68	14.49
	5+000	*	C - 11	M - 01	1.5	CL	2.105	8.696	10.69	13.67
	9+000	*	C - 19	M - 01	1.5	CL	2.125	9.202	10.96	13.26
43	12+000	*	C - 25	M - 01	1.5	ML	2.101	8.901	10.00	13.09

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.2. Diseño de pavimento

El objetivo principal del presente estudio depende de las condiciones propias de la zona de trabajo. En cuanto al diseño del pavimento, se busca la capacidad estructural suficiente y adecuada para soportar las cargas actuantes y futuras proyectadas. La estructura del pavimento debe ser capaz de soportar la fluencia del tráfico proyectado para la vida útil de diseño estimado con una serviciabilidad que brinde seguridad y confort a los usuarios.

Actualmente la vía presenta bajo tráfico, pero permitirá predecir su composición, más no la carga a soportar para el período de diseño. Para tal caso se empleará los valores razonables que especifique los ejes equivalentes de diseño. Lo que sí se puede estimar es, que cuando la vía esté terminada, los usuarios que se dirigen hacia Vía Oasis – Andiviela, tendrán en ésta una alternativa adecuada para el comercio. Este comentario sugiere que las autoridades competentes establezcan un sistema de usuarios, para asegurar la durabilidad de la misma.

Un detalle sumamente importante corresponde al relieve que presenta la zona donde se emplazará el eje de la vía. Esta característica genera pendientes contra pendientes que pueden dificultar el tránsito por los usuarios y para lo cual deberá efectuarse los movimientos adecuados para mejorar de transitabilidad. Se estima que los problemas pueden generarse por los vehículos de gran tonelaje que degrade la vía debido a la tracción de los neumáticos frente a las pendientes pronunciadas.

Los problemas generados pueden ser tales como ahuellamiento de la superficie de la estructura de pavimento, que con la presencia de lluvias estas se convertirán en charcos de agua que saturan la estructura debilitando y llevando al mismo a la falla.

4.1.4.2.1. Análisis de tráfico

El estudio de tráfico tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que circulan por el tramo de la carretera. Esta información es indispensable para la determinación de diseño de pavimento, para estos cálculos se ha considerado

exclusivamente la acción de los camiones, dado que el efecto destructivo de los vehículos ligeros se puede considerar prácticamente despreciable.

El estudio de tráfico actual existente en las vías sus características y proyecciones de vida útil, en número acumulado de carga de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, dato necesario para el diseño de la estructura del pavimento.

El análisis de tráfico vehicular se realizó en 02 puntos madre con distinta cantidad de días de conteo, punto 01: la redonda para el conteo de 07 días y punto 02: Nueva Chupishiña para el conteo de 03 días.

El índice Medio Diario Anual para el tránsito normal del primer punto madre donde se realizó el conteo vehicular, la Redonda es de 154 vehículos y para el segundo punto que es el centro poblado de Nuevo Chupishiña es de 128 vehículos, valores que representan el tráfico actual en la carretera, materia del presente estudio.

4.1.4.2.2. Metodología de diseño

Para el dimensionamiento de las secciones del pavimento del proyecto, por los procedimientos más generalizados de uso actual en el país, adoptados el siguiente método:

Tabla 27.

Ejes equivalentes para diseño

Tipo de Vehículo	N° Veh./día (1 sentidos)	N° Veh/año	Fd	Ejes Equivalentes 2022	Tasa de crecimiento	EE diseño 2032
Autos y combis	13.00	4745	0.0	0.00	3.00%	0.00
C2	11.00	4015	2.7	29.70	3.00%	126129.00
Total	24.00	8760		29.70		126129.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28.

Estudio de mecánica de suelo

UBICACIÓN		IDENTIFICACION					PROCTOR		CBR	
PROGRESIVA	Eje	Calicata	Muestra	Prof. (m)	SUCS	AASHTO	Densidad máxima	Humedad Optima	95.00%	100.00%
KM 1+000	*	C-03	M-01	1.2	CL	A-7	2.11	8.553	11.68	14.490
KM 5+000	*	C-11	M-01	1.2	CL	A-7	2.105	8.696	10.69	13.670
KM 9+000	*	C-19	M-01	1.2	CL	A-7	2.125	9.202	10.96	13.260
KM 12+000	*	C-25	M-01	1.2	ML	A-7	2.101	8.901	10.00	13.090

Fuente: Elaboración propia.

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

Tabla 29.

Determinación de espesor de afirmado

UBICACIÓN	TIPO DE SUELO SEGÚN SUCS	TIPO DE SUELO SEGÚN AASHTO	ES AL	N° repeticiones proyectado 2030	CBR (95%) (%)	Esesor de afirmado	Esesor de afirmado
						Calculado (mm)	Diseño (mm)
6 KM 1+000	C-03	CL	A-7	126,129	11.68	180.87	200.00
KM 5+000	C-11	CL	A-7		1069	191.26	200.00
KM 9+000	C-19	CL	A-7		10.96	188.28	200.00
KM 12+000	C-25	ML	A-7		10.00	199.43	200.00

Fuente: Elaboración propia.

1
DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
METODO AASHTO 1993

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LA VIA OASIS - LAGUNA ANDIVIOLA, DISTRITO DE MORALES - SAN MARTÍN - SAN MARTIN"

1
1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	6.51E+07
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.3
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD *	90%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.282
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.42

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE BRANULAR (KIP/IN ²)	
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	30.25

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

SN Requerido	Gt	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
3.86	-0.14133	7.81	7.81

1
4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA		Altern N'02	Altern N'01
Concreto Asfáltico (a1)		0.08	0.05
Base granular (a2)		0.20	0.20
Subbase (a3)		0.20	0.20
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)		1.00	1.00
Subbase (m3)		1.00	1.00

ALTERNATIVA	Snreq	Snresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	3.86	4.08	5	20	20
2	3.86	4.16	7.5	20	20

1
Comentarios
Carpeta asfáltica de 5cm, considera como mínimo la norma peruana por tratarse de una Vía carrozable (camino vecinal)
La subase debe considerarse un CBR min 30%
base considera un CBR min >= 30%
El concreto asfáltico debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente
Donde el Proyecto considere mezclas en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificado

Figura 6. Cálculo del espesor del pavimento

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. Objetivo 05: Estudio Hidrológico e Hidráulico

4.1.5.1. Estudio Hidrológico

El objetivo del estudio es establecer si las dimensiones de las estructuras corresponden a las necesidades de los caudales estimados.

- 27 • Definir y dimensionar las estructuras de drenaje por proyectar de acuerdo a la evaluación hidráulica y a los estudios hidrológicos e hidráulicos, de tal forma de controlar los flujos de agua superficial y subsuperficial que discurren en el área de la carretera y que pudieran comprometer su durabilidad y eficiencia.
- 9 • Recopilar información de los parámetros geomorfológicos de las cuencas y observar el comportamiento de estas después de un evento, tomando lectura de las evidencias encontradas, tales como material de arrastre, niveles máximos de flujo.

Información Pluviométrica

Debido a la falta de información Hidrométrica actualizada para nuestro punto de interés, se utilizara para realizar el estudio hidrológico, registros pluviométricos de la Estación Meteorológica de Tarapoto localizado en la longitud 76° 28' 0" con latitud 6° 30' 0", la Estación Meteorológica de San Antonio localizado en la longitud 76° 25' 1" con latitud 6° 25' 1" y la Estación Meteorológica de Lamas localizado en la longitud 76° 31' 2" con latitud 6° 25' 22", de manera que a partir de estas se pueda realizar una correlación y extrapolación hacia nuestro punto de interés.

Para el análisis de la información pluviométrica, se agrupan las estaciones tomando en cuenta su ubicación geográfica, asumiendo que mantienen un comportamiento hidrológico similar entre las del mismo grupo, solo diferenciado por la magnitud de la precipitación, debido a la ubicación altitudinal particular de cada una, pero manteniendo una similitud en cuanto a la variabilidad estacional y anual.

La corta extensión de la información pluviométrica no permite tener indicadores representativos de la variabilidad de las precipitaciones a lo largo de los años. Los registros de precipitación disponibles fueron suministrados por el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI).

Para nuestro caso la precipitación en la zona del proyecto es: 1283.8 mm.

INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA UTILIZADA

Tabla 30.

Estaciones hidrometeorológicas

	LATITUD (SUR)	LONG. (OESTE)	ALT. (msnm)	VARIABLES REGISTRADAS	PERIODO REGISTRO	FUENTE	DEP./PROV./DIST.
1.TARAPOTO	6°30'0"	76°28'0"	282	Precipitación	2011 - 2016	SENAMHI	San Martín/San Martín/Morales
2.LAMAS	6°25'22"	76°31'2"	790	Precipitación	2011 - 2016	SENAMHI	San Martín/San Martín/Morales
3.SAN ANTONIO	6°25'1"	76°25'1"	430	Precipitación	2011 - 2016	SENAMHI	San Martín/San Martín/Morales

Fuente: SENAMHI (2022), adaptado por los autores, (2022)

A continuación, se registra los datos de precipitación recopilados y procesados desde el 2011 al 2016, en la zona del proyecto.

Registros históricos de precipitación total mensual estación TARAPOTO

DATOS PRECIPITACION DE LA ESTACION: TARAPOTO														
Estación :TARAPOTO-000401		LAT. :6° 30'0" "S"		Dpto. : SAN MARTIN										
Parámetro :Precipitación promedio mensual		LONG :76°28'0" "W"		Prov. : SAN MARTIN										
Fuente :SENAMHI.		ALT. : 282 msnm		Distr. : MORALES										
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUM.	PROM.
2011	115.2	121.5	107.4	112.3	100.9	112.6	105.1	25.9	101.9	478.9	123.5	121.3	1626.5	135.5
2012	120.6	114.0	85.2	98.7	121.5	90.9	79.4	14.3	85.1	115.8	98.4	151.2	1179.1	98.3
2013	74.8	98.7	123.0	84.4	98.1	93.7	89.5	75.0	92.5	64.9	100.7	114.8	1110.1	92.5
2014	98.5	122.6	103.9	96.2	129.3	100.5	54.5	117.6	104.9	72.2	98.5	104.5	1283.2	106.9
2015	103.2	78.4	123.2	98.4	150.1	89.2	67.2	69.6	27.6	117.0	78.9	102.1	1104.9	92.1
2016	81.6	126.3	135.4	89.3	107.1	100.0	131.6	94.3	78.2	124.0	116.5	111.2	1295.5	108.0
SUMA	593.9	661.5	758.1	579.3	707.0	585.9	527.3	396.7	494.2	972.8	616.5	705.1	7599.3	633.3
MAX.	120.6	126.3	183.9	112.3	150.1	112.6	131.6	117.6	104.9	478.9	123.5	151.2	1626.5	135.5
MIN.	74.8	78.4	85.2	84.4	98.1	89.2	54.5	14.3	27.6	64.9	78.9	102.1	1104.9	92.1
PRO.	99.0	110.3	126.4	96.6	117.8	97.8	87.9	66.1	82.4	162.1	102.8	117.5	1266.6	105.5

Figura 7. Datos de precipitación de la estación Tarapoto

Fuente: SENAMHI (2022)

Registros históricos de precipitación total mensual estación SAN ANTONIO

DATOS PRECIPITACION DE LA ESTACION:SAN ANTONIO														
Estación :San Antonio-152834		LAT. : 6° 25'1" "S"		Dpto. : San Martín										
Parámetro :Precipitación promedio mensual		LONG : 76° 25' 1"		Prov. : San Martín										
Fuente :SENAMHI.		ALT. : 430.00 msnm		Distr. : Morales										
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUM.	PROM.
2011	94.3	105.1	112.7	98.4	132.1	141.1	121.3	98.9	126.2	78.2	125.7	89.6	1323.6	110.3
2012	104.8	121.9	78.1	121.5	94.1	106.8	115.9	118.2	85.4	125.1	81.0	122.6	1275.4	106.3
2013	110.9	85.6	125.7	98.6	85.2	92.6	98.1	75.1	95.6	121.5	115.6	79.8	1194.3	98.7
2014	89.9	112.9	105.2	104.5	131.7	122.0	133.6	98.1	123.5	89.6	123.1	102.3	1336.4	111.4
2015	112.6	145.8	98.5	98.7	141.3	105.1	114.5	93.4	103.9	126.0	78.9	101.5	1320.2	110.0
2016	101.9	136.2	132.0	116.9	105.0	132.6	95.1	145.0	78.6	76.2	91.2	98.6	1309.3	109.1
SUMA	614.4	707.6	652.2	638.6	689.4	700.2	678.5	628.7	613.2	616.6	615.5	594.4	7749.2	645.8
MAX.	112.6	145.8	132.0	121.5	141.3	141.1	133.6	145.0	126.2	126.0	125.7	122.6	1336.4	111.4
MIN.	89.9	85.6	78.1	98.4	85.2	92.6	95.1	75.1	78.6	76.2	78.9	79.8	1194.3	98.7
PRO.	102.4	117.9	108.7	106.4	114.9	116.7	113.1	104.8	102.2	102.8	102.6	99.1	1291.5	107.6

Figura 8. Datos de precipitación de la estación San Antonio

Fuente: SENAMHI (2022)

Registros históricos de precipitación total mensual estación Lamas

DATOS PRECIPITACION DE LA ESTACION:LAMAS														
Estación :Lamas-00083														
Parámetro :Precipitación promedio mensual														
Fuente :SENAMHI														
				LAT. : 6° 25' 22" S"		Dpto. : San Martín								
				LONG. : 76° 33' 2"		Prov. : Lamas								
				ALT. : 760.00mmsn		Distr. : Lamas								
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUM.	PROM.
2011	111.0	105.2	96.8	123.8	98.5	133.1	111.8	101.6	98.4	105.9	92.5	124.1	1302.7	108.6
2012	126.5	110.6	115.9	85.9	121.0	122.4	98.2	98.9	131.4	112.0	92.3	106.5	1320.6	110.0
2013	98.6	115.9	112.5	115.4	130.6	123.5	121.7	109.4	109.1	94.8	106.4	98.4	1336.3	111.4
2014	105.2	96.7	110.4	117.1	98.9	101.4	114.8	110.1	98.6	123.1	123.2	106.9	1296.4	108.0
2015	112.6	98.1	85.3	89.6	102.3	132.6	125.0	79.8	105.1	91.5	101.3	112.3	1235.5	103.0
2016	98.2	105.6	101.9	115.9	121.5	106.2	123.0	109.1	99.2	112.6	98.5	85.6	1276.3	106.4
SUMA	652.1	622.1	622.8	647.7	672.8	719.2	694.5	688.9	648.8	638.9	614.2	633.8	7767.8	647.3
MAX.	126.5	115.9	115.9	123.8	138.6	133.1	125.0	118.1	131.4	123.1	123.2	124.1	1336.3	111.4
MIN.	98.2	96.7	85.3	85.9	98.5	101.4	98.2	79.8	98.2	91.5	92.3	85.6	1235.5	103.0
PRO.	108.7	103.7	103.8	107.9	112.1	119.7	115.8	101.5	106.8	106.7	102.4	105.6	1294.6	107.9

Figura 9. Datos de precipitación de la estación Lamas

Fuente: SENAMHI (2022)

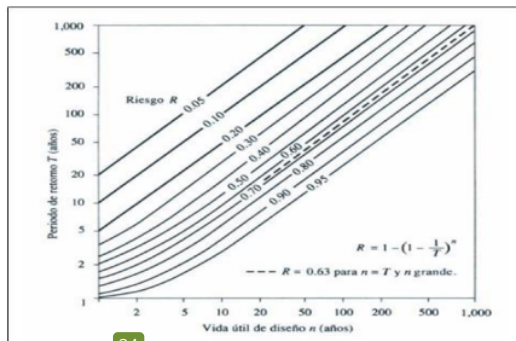
Selección del Período de Retorno

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada "T" años, se le denomina Período de Retorno "T". Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años.

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros.

El criterio de riesgo es la fijación, a priori, del riesgo que se desea asumir por el caso de que la obra llegase a fallar dentro de su tiempo de vida útil, lo cual implica que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante el primer año, durante el segundo, y así sucesivamente para cada uno de los años de vida de la obra.

El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por:



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

Figura 10. Riesgo de por lo menos una excedencia de evento de diseño durante la vida útil

Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow)

Tabla 31.

Valores de Período de Retorno T (Años)

RIESGO ADMISIBLE	VIDA UTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow)

12

De acuerdo con los valores presentados en la Tabla N° 24 se recomienda utilizar como máximo, los siguientes valores de riesgo admisible de obras de drenaje: Período de retorno de 30 años para alcantarillas. Período de retorno de 50 años para puente

Tabla 32.

Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje

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

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2008.

2

ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES MÁXIMOS DE DISEÑO

Para el dimensionamiento hidráulico de las estructuras de drenaje superficial transversal (Puente, alcantarillas) y longitudinal (cunetas), del proyecto "MEJORAMIENTO DE LA VIA OASIS – LAGUNA ANDIVIELA, DISTRITO DE MORALES – PROVINCIA DE SAN MARTIN – REGION SAN MARTIN". Se estimaron los Caudales Máximos de Diseño, en base a la Precipitación Máxima en 24 Horas (PM24hr), y a las intensidades de precipitación (Curvas 1 DF) de la estación de Morales.

Como se ha indicado en la parte introductoria y que se explica aquí, se asume la serie Morales como representativa de las condiciones de pluviosidad típica de la zona que corresponde al tramo en estudio.

8

En los casos de sub - cuencas donde no es posible la aplicación del Método Racional por el tamaño de área ($A > 10 \text{ km}^2$), se utilizó la relación de caudales máximos y áreas aportantes, planteada por Remenieras.

4

Obtención de los Caudales Máximos de Diseño para las estructuras de Cruce

Se empleará el Método Racional ya que las áreas de escorrentía son menores de los 10 km² así se pueden determinar los caudales máximos de diseño, con las características geomorfológicas de las sub-cuencas de interés y la PM24hr.

A. Procedimiento

La aplicación método Racional – en general – los siguientes pasos: (1) Análisis de frecuencia de la precipitación máxima en 24 Horas, PM24hr; (2) Cálculo del tiempo de Concentración; (3) Elección del periodo de retorno, P.R; y (4) Cálculo del caudal máximo de diseño para diversos P.R.

A.1. Análisis de la Precipitación en 24 Horas

Para el Tramo del estudio hidrológico: Vía Oasis – Laguna Andiviela (0+ 000 km) hasta el final del tramo de la progresiva (12+519.73 Km.), se consideró el análisis de la PM24hr correspondiente a la serie Tarapoto.

Se resumen los resultados obtenidos para la distribución Normal (la de mejor ajuste, R), para diferentes períodos de retorno: con apoyo del programa de Hidrología se tabularon. Ver anexo.

A.2. Selección del Tiempo de Concentración.

Se obtuvo por la utilización de la fórmula de Kirpich, ya que es bastante utilizado en la zona de trabajo.

Tabla 33.

Análisis de frecuencia de la precipitación máxima en 24 horas

DISTRIBUCIÓN DE MEJOR AJUSTE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)								
	R=1	5	10	25	50	100	200	500	1000
Normal PR=10 min					(mm)				
	18.38	21.37	23.94	27.82	31.17	34.93	39.22	40.45	

Fuente: Elaboración propia

A.3. Elección del Periodo de Retorno

En base a las recomendaciones del MOPU y la OAT antes OCC - MTC (en función de la vida útil de las obras a proyectarse: para puentes, alcantarillas, se optó por un periodo de retorno: P.R. = 25 años.

A.4. Caudales Máximos de Diseño

Desde el Sector Oasis (0 + 000 km) hasta el final de la laguna Andiviela (12+519.73 km), se aplicó el Método Racional para los 27 micro cuencas y una quebrada sin nombre, contempladas en el presente estudio como alcantarillas y cunetas.

Es importante indicar que en la cartografía disponible (IGN, 1/100 000), figuran todas las Pequeñas microcuencas Tributarias del trazo del proyecto "Mejoramiento De La Via Oasis – Laguna Andiviela, Distrito De Morales – Provincia De San Martin – Región San Martin". Sin embargo, sus parámetros geomorfológicos (especialmente en el tamaño de la cuenca aportante: $A < 1 \text{ km}^2$), se hizo el cálculo para las "microcuencas promedio".

Los valores de los parámetros geomorfológicos determinados en la cartografía IGN, para las cuencas colectoras de interés referidas a 27 alcantarillas, 18 pasarelas peatonales Tipo I, 37 pasarelas vehiculares Tipo II, 01 pasarela vehicular Tipo III y cunetas triangulares de 16,275.65 m, área, longitud de cauce principal y pendiente media, son los siguientes:

4.1.5.2. Drenaje Superficial

Cunetas longitudinales

Para la protección de la plataforma se ha considerado la construcción de cunetas longitudinales a lo largo del proyecto "Mejoramiento De La Vía Oasis – Laguna Andiviela, Distrito De Morales – Provincia De San Martin – Región San Martin". Estas cunetas son básicamente del tipo:

Cuneta revestida

Estas se han previsto para los sectores que presentan cunetas erosionadas, filtración de agua, cruce con otros caminos y presencia de viviendas.

Proyección del caudal de escorrentía

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6}$$

Q = Caudal en m^3/seg

C = Coeficiente de escorrentía (0,40 y 0,44, recomendado para la zona)

A = Área de la microcuenca en Km^2

I = Intensidad en mm/hora (Ver Cuadro adjunto), para cada una de las estaciones en los diferentes tramos.

Q = lts/seg. Máximo para 25 años de período de retorno.

8

Las cunetas son definidas por Paraud, como canales longitudinales que sirven para recoger y eliminar rápidamente el agua que cae sobre el firme, y que va a ellas debido a su pendiente transversal; su función es trascendental para la conservación, porque el enemigo de un firme de cualquier clase es el agua.

1

Las normas peruanas, refiere Paraud, se especifica que las cunetas serán de sección triangular, fijándose sus dimensiones de acuerdo con las condiciones climáticas, según las zona selva se tiene de profundidad 0.50m x 1.00m

52

La estimación de los caudales máximos de diseño para las cunetas se realizó por el Método Racional, cuya fórmula se define en los cálculos.

1

El coeficiente de escurrimiento (C), donde para el sistema de drenaje pluvial de la carretera estimo un valor de C=0.15

El Tiempo de concentración, $T_c=0.081116857$

2

Por condición de la aplicación del Método Racional, se asume que $T_c = T_d$

24

Se tomó la Intensidad de lluvia con $T_c = T_d$ en minutos, para un período de retorno de 25 años, y luego ajustada al 75%.

Así mismo se aplicó para las obras de arte en cada uno de las progresivas proyectadas con el área aportante, para las cunetas como para la obra de arte.

8

Obtención de los Caudales Máximos de Diseño para Drenaje Superficial por el Método Racional.

1

4.1.5.3. Caudal de Diseño para las Obras de Arte (Alcantarillas)

4.1.5.3.1. Consideraciones Previas

1

De acuerdo con las normas técnicas de construcción de carreteras del MTC las consideraciones que se deben tener en cuenta son:

1

Para alcantarillas deberán diseñarse para periodos de retorno de 50 años.

El diámetro mínimo de alcantarillas será mínimo de 90 cm (36") para realizar mantenimiento y limpiezas.

En zonas lluviosas las alcantarillas de alivio deben ser construidos a cada 150 m.

El ancho mínimo de cunetas para zonas lluviosas será mínimo de $a = 75$ cm, profundidad 30 cm.

$$I_{hora} = C(P_{m\acute{a}x}24horas)^n$$

Donde: $C = 0,4202$ $n = 0,875$

14

El objetivo del sistema de drenaje transversal propuesto es permitir el paso del flujo inalterado de agua superficial presente en el ámbito de la carretera y que discurre en forma transversal a ésta. El agua superficial, principalmente proviene de fuentes tales como quebradas, acequias, canales de riego, recolección del agua que cae sobre la actual plataforma, etc. que discurren en sentido transversal a la carretera y que requieren ser evacuadas por medio de apropiadas estructuras, a fin de conducirlos adecuadamente sin afectar su estabilidad.

Las estructuras de drenaje transversal establecidas en el presente estudio están constituidas por: Alcantarillas, este tipo de obra de drenaje se ha establecido en concordancia a las características hidráulicas de las estructuras existentes y la demanda hidrológica de la zona en estudio. Las alcantarillas proyectadas serán establecidas por Ing. En diseño de estructuras. Para el diseño hidráulico de las alcantarillas se tendrá en cuenta la función que cumplirá cada una de ellas dentro del Proyecto, ya sea como pases de agua de cursos naturales (quebradas), donde se ha considerado las áreas proporcionales de aportación de las cuencas según su ubicación dentro del nuevo trazo en estudio, las que cumplen función de pases de canales de riego en zonas de cultivo.

4.1.5.4. Estudio Hidráulico

Evaluación Hidráulica de la Vía Existente

16

A lo largo del tramo de la carretera en estudio, se han observado problemas de drenaje que comprometen considerablemente a la actual vía, incluyendo la insuficiencia en la cantidad y capacidad hidráulica de las alcantarillas existentes.

Los estudios de campo del proyecto "MEJORAMIENTO DE LA VIA OASIS – LAGUNA ANDIVIELA, DISTRITO DE MORALES – PROVINCIA DE SAN MARTIN – REGION SAN MARTIN" se han efectuado con el propósito de identificar, obtener y evaluar la información referida: el estado actual de las obras de drenaje existentes, condiciones topográficas e hidrológicas del área de su emplazamiento. Asimismo, el estudio de reconocimiento de campo ha permitido identificar y evaluar los sectores críticos actuales y potenciales, de origen hídrico como deslizamientos, derrumbes, erosiones, huaycos, áreas inundables, asentamientos, etc. que inciden negativamente en la conservación y permanencia de la carretera. Se ha evaluado las condiciones de las estaciones pluviométricas e hidrométricas, así como la consistencia de los datos registrados.

El estudio de reconocimiento de campo ha permitido localizar y hacer el estudio correspondiente de todas las cuencas y/o microcuencas hidrográficas, cuyos cursos naturales de drenaje principal interceptan el eje vial en estudio.

17

Se ha verificado que el estado de conservación y operatividad de la mayor parte de las estructuras es extremadamente deficiente, donde el factor importante que contribuye a la disminución de la capacidad hidráulica de las alcantarillas existentes es el arrastre de maleza y palizada que conducen los cursos de agua, aspecto que se acentúa por prácticas culturales de los moradores que tienden a tapar las bocas de estas estructuras para desviar cursos de agua usándolas en regadío.

Inventario de Obras de Drenaje Existentes

Las alcantarillas existentes se encuentran constituidos por alcantarillas tipo TMC, tubos de concreto, marco de concreto que, en la mayoría de los casos, se encuentran en mal estado, desprovisto de cabezales, con evidentes problemas de erosión a su entrada y salida, cubiertos de maleza, palizada a su entrada.

El puente existente se encuentra en regular estado de conservación, siendo que su tablero es rebalsado por las crecientes de la quebrada Chupishiña, de la evaluación se tienen las siguientes obras de arte proyectadas:

Tabla 34.
Caudal hidrológico de alcantarilla

N°	Tipo de Obra de Arte	Prog. Km	N°	Tipo de Obra de Arte	Prog. Km
1	Alcantarilla	0+000	15	Alcantarilla	2+915
2	Alcantarilla	0+255	16	Alcantarilla	2+978
3	Alcantarilla	0+568	17	Alcantarilla	3+302
4	Alcantarilla	0+785	18	Alcantarilla	3+581
5	Alcantarilla	1+292	19	Alcantarilla	3+730
6	Alcantarilla	1+382	20	Alcantarilla	4+207
7	Alcantarilla	1+723	21	Alcantarilla	4+664
8	Alcantarilla	1+910	22	Alcantarilla	4+731
9	Alcantarilla	2+010	23	Alcantarilla	6+515
10	Alcantarilla	2+187	24	Alcantarilla	7+120
11	Alcantarilla	2+254	25	Alcantarilla	7+980
12	Alcantarilla	2+498	26	Alcantarilla	8+600
13	Alcantarilla	2+660	27	Alcantarilla	9+280
14	Alcantarilla	2+810			

1

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de los caudales de diseño de las obras de arte se utilizó el método: **Racional**.

Caudal proyectado para el diseño de las alcantarillas:

Tabla 35.*Caudal hidrológico de alcantarillas*

N°	Tipo de Obra de Arte	PROG. Km	Caudal de Diseño M ³ /seg
1	Alcantarilla	0+000	0.470
2	Alcantarilla	0+255	0.366
3	Alcantarilla	0+568	0.469
4	Alcantarilla	0+785	0.404
5	Alcantarilla	1+292	0.162
6	Alcantarilla	1+382	0.198
7	Alcantarilla	1+723	0.194
8	Alcantarilla	1+910	0.162
9	Alcantarilla	2+010	0.106
10	Alcantarilla	2+187	0.125
11	Alcantarilla	2+254	0.164
12	Alcantarilla	2+498	0.103
13	Alcantarilla	2+660	0.102
14	Alcantarilla	2+810	0.072
15	Alcantarilla	2+915	0.069
16	Alcantarilla	2+978	0.122
17	Alcantarilla	3+302	0.188
18	Alcantarilla	3+581	0.388
19	Alcantarilla	3+730	0.482
20	Alcantarilla	4+207	0.213
21	Alcantarilla	4+664	0.154
22	Alcantarilla	4+731	0.404
23	Alcantarilla	6+515	0.472
24	Alcantarilla	7+120	0.776
25	Alcantarilla	7+980	0.596
26	Alcantarilla	8+600	0.942
27	Alcantarilla	9+280	0.218

Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Objetivo 06: Diseño de obras de arte**4.1.6.1. Diseño hidráulico de alcantarillas****A) Memoria de cálculo de obras de arte – alcantarillas Tipo I****Aspectos Generales:**

A través de los tiempos quedo demostrado claramente que las obras o vías se mantenían construidas a través del tiempo siempre y cuando se mantenía la explanación relativamente seca. En nuestro proyecto se dió el análisis desde un punto de vista técnico para dar soluciones que conllevan al diseño óptimo de las obras de Arte y disminuya o elimine el agua existente en la plataforma del camino vecinal.

Diseño:

Una vez realizado el trazo y definido nuestra planimetría y altimetría, procedemos a realizar un análisis de influencia de las aguas arriba hacia el camino vecinal limitando dichas zonas de influencia con una línea perpendicular a nuestras curvas de nivel plasmado en la carta nacional.

Cabe mencionar que una vez limitado, se procedió a realizar el cálculo de las áreas de influencia con la finalidad de poder hallar las secciones de las alcantarillas. Así mismo se encontró el caudal de diseño de cada zona mediante fórmulas y conceptos existentes, cabe mencionar que las limitaciones de las cuencas están de acuerdo con el área de influencia de nuestro camino vecinal.

Alcantarillas Tipo I con cabezal y sin cabezal

- Zonas de influencia

En nuestro proyecto y por la topografía se limitó varias cuencas cuya área de incidencia en km² es el siguiente:

Tabla 36.

Inventario Hidrológico General Alcantarillas

N°	T. Obra de Arte	PROG. Km	A. Micro Cuenca (km ²)	Per. Mic. Cuenca (m)	Long. de Cauce L (m)	Des. H (m)	Pendiente S (m/m)	T. de Concent. (min)	Int. Máx. (i25)	Coe f. escorr. (c)	Caud. de Diseño m ³ /seg
1	Alc.	0+003.44	0.24	2663.28	1212.21	1.80	0.15	0.15939	47.88	0.15	0.005
2	Alc.	0+256.38	0.18	2414.08	1108.89	2.20	0.2	0.13311	47.38	0.15	0.004
3	Alc.	0+563.66	0.24	2393.75	1073.5	2.35	0.22	0.12500	45.79	0.15	0.005
4	Alc.	0+780.49	0.21	2314.18	1065.73	1.66	0.16	0.14171	45.79	0.15	0.004
5	Alc.	1+290.95	0.85	1618.46	753.56	1.85	0.25	0.09108	45.79	0.15	0.016
6	Alc.	1+382.80	0.10	1629.57	729.35	2.05	0.28	0.08431	45.79	0.15	0.002
7	Alc.	1+724.18	0.10	1611.38	739.57	2.00	0.27	0.08649	45.79	0.15	0.002
8	Alc.	1+909.35	0.85	1613.27	763.09	1.75	0.23	0.09441	45.79	0.15	0.016
9	Alc.	2+013.90	0.56	1449.01	685.7	1.89	0.28	0.08100	45.79	0.15	0.011
10	Alc.	2+190.00	0.66	1384.35	632.45	1.75	0.28	0.07600	45.79	0.15	0.013
11	Alc.	2+255.83	0.86	1524.57	691.82	1.90	0.27	0.08167	45.79	0.15	0.016
12	Alc.	2+499.88	0.54	1150.39	525.84	1.88	0.36	0.05974	45.79	0.15	0.01
13	Alc.	2+661.97	0.53	1268.42	593.63	2.80	0.47	0.05895	45.79	0.15	0.01
14	Alc.	2+813.29	0.38	1226.01	587.45	1.91	0.33	0.06748	45.79	0.15	0.007
15	Alc.	2+917.27	0.36	1370.75	666.07	1.80	0.27	0.07982	45.79	0.15	0.007

16	Alc.	2+381.5 8	0.64	1519.29	716.82	2.87	0.40	0.07260	45.79	0.15	0.012
17	Alc.	3+306.8 2	0.98	1499.31	663.85	2.92	0.44	0.06600	45.79	0.15	0.019
18	Alc.	3+597.3 6	0.20	1873.58	787.25	2.25	0.29	0.08884	45.79	0.15	0.004
19	Alc.	3+736.1 9	0.25	2254.25	1005.39	6.30	0.63	0.07928	45.79	0.15	0.005
20	Alc.	4+215.0 0	0.11	1587.7	706.30	6.70	0.95	0.05149	45.79	0.15	0.002
21	Alc.	4+670.0 0	0.81	1558.57	709.06	5.35	0.75	0.05641	45.79	0.15	0.015
22	Alc.	4+736.6 0	0.21	2838.07	1313.01	12.1 0	0.92	0.08393	45.79	0.15	0.004
23	Alc.	6+515.7 5	0.25	2415.97	1048.10	7.90	0.75	0.07624	45.79	0.15	0.005
24	Alc.	7+040.0 0	0.41	2542.96	1070.11	8.80	0.82	0.07491	45.79	0.15	0.008
25	Alc.	7+380.0 0	0.31	2607.61	1203.46	54.8 0	4.55	0.04243	45.79	0.15	0.006
26	Alc.	8+580.0 0	0.49	3489.75	1556.94	60.7 0	3.90	0.05492	45.79	0.15	0.009
27	Alc.	9+281.0 0	0.11	1547.08	639.79	40.6 0	6.35	0.02296	45.79	0.15	0.002

Fuente: Elaboración propia.

Área de Incidencia de la Alcantarilla más crítica del tramo = 0.808 Km²

Diseño de la sección efectiva de las alcantarillas

Las alcantarillas fueron ubicadas mediante un proceso simplemente de criterio analizando la planta y el perfil del camino vecinal en los lugares donde existen cursos de agua pequeño en periodo de estiaje. También se ha priorizado la colocación de las alcantarillas en todas las quebradas y cursos de agua existente.

En nuestro caso se hizo necesaria la priorización de 27 alcantarillas ubicadas en los cursos de agua presentes en la faja de dominio de la vía en proyecto. Véase la presente figura.

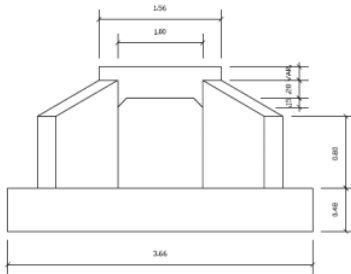


Figura 11. Esquema de alcantarilla de concreto TIPO I

Fuente: Elaboración propia

Diseño de gastos de alcantarilla

Comúnmente se utilizan varios métodos para el diseño de gastos que escurren por una sección de obra de arte:

- 1,00 - Análisis estadístico de los hidrógrafos

2,00 - Estimados racionales

3,00 - Formulas empíricas

De estas tres tomaremos el de Estimados racionales por su simplicidad y rapidez de cálculo y consiste en las siguientes premisas, a tener en cuenta:

- La intensidad de la lluvia es uniforme y su distribución es igual en toda la cuenca
- La descarga máxima de escurrimiento se presenta cuando toda el área de la cuenca está tributando al punto seleccionado.
- La tasa de escurrimiento es un por ciento del resultado obtenido de la intensidad de precipitaciones.

Utilizando el "Sistema Internacional de Unidades" tenemos:

$$Q = 16.67 \times C.I.A$$

Donde:

Q: m³/s

I: mm/min

A: km²

C: Adimensional (Relación de las características del Escurr.)

C: Siempre será menor de 1 y dependerá de la intensidad de la lluvia, de la humedad del suelo, del tipo de vegetación, etc.

La intensidad de las precipitaciones se considera como aguacero con duración T que es igual por lo menos al tiempo de concentración T de la cuenca de aportación, es decir, el que transcurre hasta las primeras gotas empiecen a llegar al extremo inferior de la cuneta.

A falta de datos precisos se puede admitir una frecuencia decenal, una intensidad de lluvia según la formula siguiente:

$$i = \frac{45}{T_c + 15}$$

i : Intensidad de la lluvia
T_c : Tiempo de Concentración

El valor más cercano para determinar el valor de tc es:

$$tc = 4 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

60

T_c : Tiempo de concentración (min)

L : Long. De cauce principal (Km)

Formula de Ramsen Kirchip

S : Pendiente del Cauce Principal (m/m)

Alcantarilla KM 4+670

Datos:

L =	0.71 km
S =	0.75 m/m
A =	0.808 km ²
C =	0.15
\sqrt{S} =	0.86603

Por lo tanto

$$tc = 4\left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77} \quad Tc = 3.43 \text{ min}$$

Los valores asumidos son promedios tanto para la longitud y para el área.

Hallando i: $i = \frac{45}{Tc + 15} \quad i = 2.44181255 \text{ mm/min}$

Hallando Q:

Q = 16.67 x C.I.A $\quad Q = 4.92 \text{ m}^3/\text{s}$

Para hallar la sección necesaria para la evacuación del caudal calculado pondremos a utilizar la siguiente formula:

$$Q = F * C\sqrt{R * Y}$$

R : Radio Hidráulico

Y : Pendiente de la alcantarilla 0.1

C : Coeficiente de resistencia

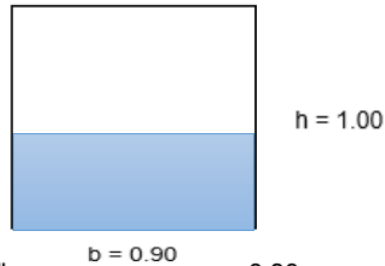
γ : Coeficiente de Bazin 0.85

F : Área Mojada

Nota: El coeficiente de Bazin es una constante por cuanto las alcantarillas serán diseñadas con mampostería de piedra.

$$C' = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad C = 34.444577$$

$$R = \frac{b \times h}{2h + b} \quad R = 0.3103$$



Sección de la Alcantarilla: 0.90m

x 1.00m

Por proceso constructivo se dimensionará: 1.00m x 1.00m

$$Q = F * C\sqrt{R * Y}$$

Q = 5.46 Mayor o Igual a 4.92 m³/s

Por lo tanto, la sección hidráulica de las Alcantarillas tendrá dimensiones efectivas de 1.00 m x 1.00 m

Asimismo, es necesario precisar que de acuerdo a los planos se considera 40 alcantarillas tipo I, a razón de que no se realizó en forma detallada los cálculos hidrológicos de las alcantarillas pendientes a razón de que estas alcantarillas pendientes evacuaran el drenaje de las cunetas a razón de que en el alineamiento vertical de la vía existen curvas cóncavas.

B) Memoria de cálculo de obras de arte – Alcantarillas Tipo II

Aspectos generales:

Atraves de los tiempos quedo demostrado claramente que las obras o vías se mantenían construidas a través del tiempo siempre y cuando se mantenía la explanación relativamente seca. En nuestro proyecto se dió el análisis desde un punto de vista técnico para dar soluciones que conllevan al diseño óptimo de las obras de Arte y disminuya o elimine el agua existente en la plataforma del camino vecinal.

Diseño:

Una vez realizado el trazo y definido nuestra planimetría y altimetría, procedemos a realizar un análisis de influencia de las aguas arriba hacia el camino vecinal limitando dichas zonas de influencia con una línea perpendicular a nuestras curvas de nivel plasmado en la carta nacional.

Cabe mencionar que una vez limitado, se procedió a realizar el cálculo de las áreas de influencia con la finalidad de poder hallar las secciones de las alcantarillas. Así mismo se encontró el caudal de diseño de cada zona mediante fórmulas y conceptos existentes, cabe mencionar que las limitaciones de las cuencas serán de acuerdo al área de influencia de nuestro camino vecinal.

Alcantarillas Tipo II con cabezal y sin cabezal

Zonas de influencia

En nuestro proyecto y por la topografía se limitó varias cuencas cuya área de incidencia en km² es el siguiente:

Tabla 37.

Inventario Hidrológico de Alcantarillas

Nº	T. Obra de arte	PROG. Km	Area Micro Cuenca (km2)	Reometro Micro Cuenca (m)	Long. de Cauce L (m)	Des. H (m)	Pend. S (m/m)	Tiempo de Conc. (min)	Int. Máx. (i25) en (mm/h)	Coef. de escorr. (c)	C. de Diseño (m3/seg)
1	Alc.	0+256.38	0.18	2414.08	1108.89	2.20	0.20	0.133112	47.38	0.15	0.004
2	Alc.	2+013.90	0.56	1449.01	685.70	1.89	0.28	0.081003	45.79	0.15	0.011
3	Alc.	9+281.00	2.16	1865.10	365.00	57.60	15.78	0.010493	45.79	0.15	0.041

Fuente: Elaboración propia.

Área de Incidencia de la Alcantarilla más crítica del tramo = 2.16 Km²

Diseño de la sección efectiva de las alcantarillas

Las alcantarillas fueron ubicadas mediante un proceso simple de criterio analizando la planta y el perfil del camino vecinal en los lugares donde existen cursos de agua pequeño en periodo de estiaje. También se ha priorizado la colocación de las alcantarillas en todas las quebradas y cursos de agua existente.

En nuestro caso se hizo necesaria la priorización de 27 alcantarillas ubicadas en los cursos de agua presentes en la faja de dominio de la vía en proyecto.

En nuestro Proyecto la Alcantarilla tipo II serán de concreto simple, como puede observarse en el siguiente esquema:

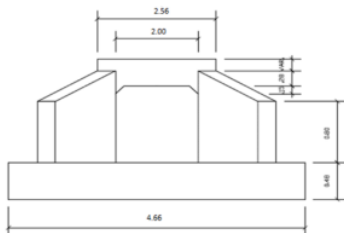


Figura 12. Esquema de diseño de alcantarilla Tipo II
Fuente: Elaboración propia

DISEÑO DE GASTOS DE ALCANTARILLA

Comúnmente se utilizan varios métodos para el diseño de gastos que escurren por una sección de obra de arte:

- 1,00 - Análisis estadístico de los hidrógrafos
- 2,00 - Estimados racionales
- 3,00 - Formulas empíricas

De estas tres tomaremos el de Estimados racionales por su simplicidad y rapidez de cálculo y consiste en las siguientes premisas, ha de tener cuenta:

- a. La intensidad de la lluvia es uniforme y su distribución es igual en toda la cuenca.
- b. La descarga máxima de escurrimiento se presenta cuando toda el área de la cuenca está tributando al punto seleccionado.
- c. La tasa de escurrimiento es un por ciento del resultado obteniendo de la Intensidad de precipitaciones.

Utilizando el "Sistema Internacional de Unidades" tenemos:

$$Q = 16.67 \times C.I.A$$

Donde:

Q: m³/s

I: mm/min

A: Km²

C: Adimensional (Relación de las características del Escurr.)

C: Siempre será menor de 1 y dependerá de la intensidad de la lluvia, de la humedad del suelo, del tipo de vegetación, etc.

La intensidad de las precipitaciones se considera como aguacero con duración T que es igual por lo menos al tiempo de concentración T de la cuenca de aportación, es decir, el que transcurre hasta las primeras gotas empiecen a llegar al extremo inferior de la cuneta.

A falta de datos precisos se puede admitir una frecuencia decenal, una intensidad de lluvia según la formula siguiente:

$$i : \text{Intensidad de la lluvia} \quad i = \frac{45}{Tc + 15}$$

Tc : Tiempo de Concentración

El valor más cercano para determinar el valor de tc es:

$$tc = 4\left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77}$$

4

Tc : Tiempo de concentración (min)

L : Long. De cauce principal (Km)

S : Pendiente del Cauce Principal (m/m)

Formula de Ramsen Kirchip

ALCANTARILLA KM 9+281

Datos:

L =	0.37 km
S =	15.75 m/m
A =	2.160 km ²
C =	0.15
\sqrt{S} =	3.96863

por lo tanto

$$tc = 4\left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77} \quad Tc = 0.64 \text{ min}$$

Los valores asumidos son promedios tanto para la longitud y para el área.

Hallando i:

$$i = 2.876574 \quad i = \frac{45}{Tc + 15} \text{ mm/min}$$

Hallando Q:

$$Q = 16.67 \times C.I.A$$

$$Q = 15.48 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para hallar la sección necesaria para la evacuación del caudal calculado pondremos a utilizar la siguiente formula:

$$Q = F * C \sqrt{R * Y}$$

1
R : Radio Hidráulico

Y : Pendiente de la alcantarilla 0.1

C : Coeficiente de resistencia

γ : Coeficiente de Bazin 0.85

F : Área Mojada

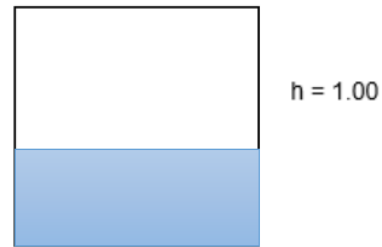
Nota: El coeficiente de Bazin es una constante por cuanto las alcantarillas serán diseñadas con mampostería de piedra.

$$C' = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

$$C = 39.51$$

$$R = \frac{b \times h}{2h + b}$$

$$R = 0.5000 \text{ m}$$



$$b = 2.00$$

$$Q = F * C \sqrt{R * Y}$$

$$Q = 17.67 \text{ Mayor o Igual a } 15.48 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, la sección hidráulica de las Alcantarillas tendrá dimensiones efectivas de 2.00 m x 1.00 m

Asimismo, es necesario precisar que de acuerdo a los planos se considera 03 alcantarillas tipo II, como la presente memoria de cálculos, sin embargo se hace la aclaración que del estudio hidrológico se puede ver que los caudales de las dos primeras alcantarillas son mínimas y que se están considerando estas alcantarillas como tipo II a razón de que por esta estructura circula agua de los canales de regadío, justificación que amerita el incremento de la sección interna de la presente estructura.

4.1.6.2. Diseño Hidráulico de Cunetas

DISEÑO DE CUNETAS

Ubicación : Km. 0 + 000 - 0 + 560 Tramo Principal (Lado derecho)

Tiempo de concentración: t_c

$$t_c = 4 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

Donde : $L = 0.560$ Km
 $S = 0.600$ %

$$t_c = 4 * \left(\frac{0.56}{\sqrt{0.0060}} \right)^{0.77} = 18.35 \text{ min} < 10 \text{ min}$$

$t_c = 10$ min (Mínimo dato con que se cuenta)

Para $t_c = 10$ min $I = 237.77$ mm/H

12

Cálculo del Gasto (Método Racional) :

$$Q = 16.67 \times C \times I \times A$$

$Q =$ Gasto m^3 /seg

$C =$ Coeficiente de escorrentía: $C = 0.15$ (Asumiendo suelo semi permeable)

$I =$ Intensidad $I = 3.96$ mm/min.

$A =$ Area Tributaria $A = 0.0006$ Km²

$$Q = 16.67 \times 0.15 \times 3.96 \times 0.0006 = 0.006 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 5.55 \text{ Lt/seg}$$

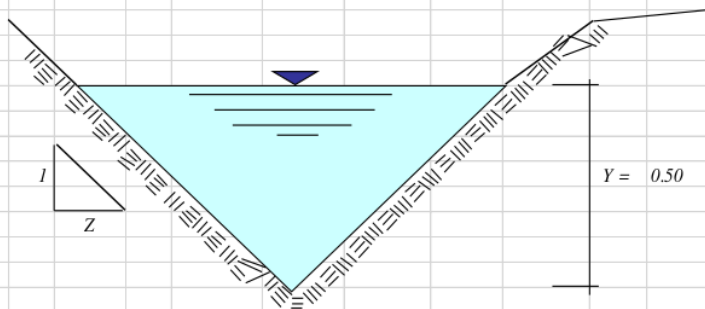
Asumimos la sección de la fig. 3.16 del capítulo III del libro de drenaje.

$$Q_d = 5.55 + 38.65 \text{ (Caudal del tramo: 1200 - 1900)} = 44.19 \text{ Lt/Seg.}$$

$n = 0.020$ (Asumiendo concreto sobre roca bien excavada)

$S = 3.92$ %

$Z = 2$



Velocidad mínima = 0.25 m/Seg.
 Velocidad por erosión = 4.50 m/Seg. (Tabla 3.2 Libro drenaje cap. III)

Con : Y = 0.50 m Intersectamos "Y" con "S" y obtenemos los siguientes datos:

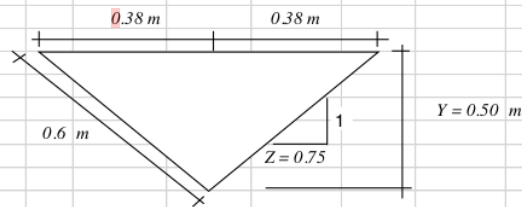
Tenemos:
 $Q = 1000$ Lt/Seg. > $Qd = 44.19$ Lt/Seg.
 $V = 3.15$ m/Seg. $\rightarrow V_{mín} < V < V_{máx}$

Por tanto la sección cumple

COMPROBACION

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} S^{1/2}$$

1
 Q = Caudal en m³/Seg.
 A = Area en m²
 R = Radio Hidráulico en metros
 S = Pendiente longitudinal en m/m
 n = Coeficiente de Rugosidad según tabla



$A = \frac{0.75 \times 0.50}{2} = 0.19 \text{ m}^2$
 $P = 0.6 + 0.63 = 1.25 \text{ m}$
 $R = \frac{A}{P} = \frac{0.19 \text{ m}^2}{1.25 \text{ m}} = 0.15 \text{ m} \rightarrow R^{2/3} = 0.282$
 $n = 0.02 \quad S = 0.0392 \rightarrow S^{1/2} = 0.198$

Reemplazando en la fórmula de Manning:

$Q = \frac{1}{0.02} \times 0.19 \times 0.28 \times 0.20 = 0.524013 \text{ m}^3/\text{Seg}$
 $V = \frac{Q}{A} = \frac{0.5240}{0.19} = 2.79 \text{ m/Seg.} \rightarrow V_{mín} < V < V_{máx}$

Conclusión:
 $Q = 524.01$ Lts / Seg.
 $V = 2.79$ m/Seg.

Ubicación : Km. 0 + 000 - 0 + 560 Tramo Principal (Lado Izquierdo)

Tiempo de concentración: t_c

$$t_c = 4 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

Donde : $L = 0.560$ Km
 $S = 0.600$ %

$$t_c = 4 * \left(\frac{0.56}{\sqrt{0.0060}} \right)^{0.77} = 18.35 \text{ min} < 10 \text{ min}$$

$t_c = 10$ min (Mínimo dato con que se cuenta)

Para $t_c = 10$ min $I = 237.77$ mm/H

12

Cálculo del Gasto (Método Racional) :

$$Q = 16.67 \times C \times I \times A$$

$Q =$ Gasto m^3/seg

$C =$ Coeficiente de escorrentía: $C = 0.15$ (Asumiendo pavimento asfáltico)

$I =$ Intensidad $I = 3.96$ mm/min.

$A =$ Area Tributaria $A = 0.0006$ Km^2

$$Q = 16.67 \times 0.15 \times 3.96 \times 0.0006 = 0.006 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 5.55 \text{ Lt/seg}$$

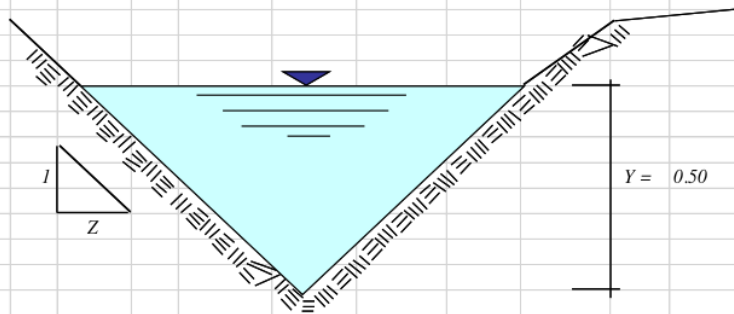
Asumimos la sección de la fig. 3.16 del capítulo III del libro de drenaje.

$$Q = 5.55 + 38.65 \text{ (Caudal Tramo Km: 120 - 340)} = 44.19 \text{ Lt/seg}$$

$n = 0.020$ (Asumiendo concreto sobre roca bien excavada)

$S = 3.92$ %

$Z = 2$



Velocidad mínima = 0.25 m/Seg.
 Velocidad por erosión = 4.50 m/Seg. (Tabla 3.2 Libro drenaje cap. III)

Con :
 $Y = 0.50 \text{ m}$ Intersectamos "Y" con "S" y obtenemos los siguientes datos:

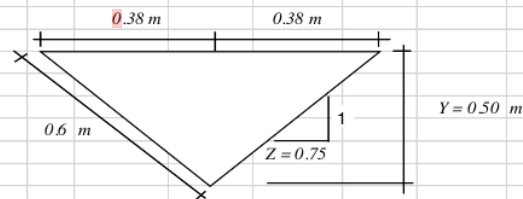
Tenemos:
 $Q = 150 \text{ Lt/Seg.} > Qd = 44.19 \text{ Lt/Seg.}$
 $V = 2.00 \text{ m/Seg.} \rightarrow V_{\min} < V < V_{\max}$

Por tanto la sección cumple

COMPROBACION

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

- 1 $Q =$ Caudal en $m^3/Seg.$
- $A =$ Area en m^2
- $R =$ Radio Hidráulico en metros
- $S =$ Pendiente longitudinal en m/m
- $n =$ Coeficiente de Rugosidad según tabla



$$A = \frac{0.75 \times 0.50}{2} = 0.19 \text{ m}^2$$

$$P = 0.6 + 0.63 = 1.25 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.19 \text{ m}^2}{1.25 \text{ m}} = 0.15 \text{ m} \rightarrow R^{2/3} = 0.282$$

$$n = 0.02 \quad S = 0.0392 \rightarrow S^{1/2} = 0.198$$

Reemplazando en la fórmula de Manning:

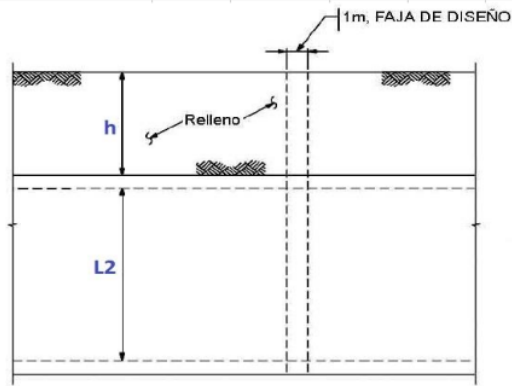
$$Q = \frac{1}{0.02} \times 0.19 \times 0.28 \times 0.20 = 0.524013 \text{ m}^3/Seg$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.5240}{0.19} = 2.79 \text{ m/Seg.} \rightarrow V_{\min} < V < V_{\max}$$

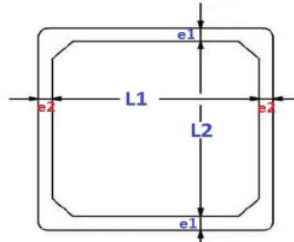
Conclusión:
 $Q = 524.01 \text{ Lts / Seg.}$
 $V = 2.79 \text{ m/Seg.}$

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA

2 DISEÑO ESTRUCTURAL DE OBRAS DE ARTE EN CARRETERAS ALCANTARILLA TIPO I



ELEVACIÓN DE ALCANTARILLA



SECCIÓN TRANSVERSAL

DATOS

4	Espesor de losa (e1)	0.28 m	1	Ángulo de fricción interno del Relleno	16.69
	Espesor del muro (e2)	0.28 m		Presión Admisible Fundación	0.67 kg/cm ²
	Ancho de Barril (L1)	1 m		Peso Específico del Concreto	2400 kg/m ³
1	Altura del muro (L2)	1 m		Concreto (f'c)	210 kg/cm ²
	Peso Específico del Relleno	1910 kg/m ³		Acero de refuerzo (fy)	4200 kg/cm ²
	Altura de Relleno	1 m			

SOLUCIÓN

11

1) PRESIÓN VERTICAL DEL TERRENO

Se calcula previamente el factor F_e para tener en cuenta la interacción suelo-estructura

$$F_e = 1 + 0.20 \left[\frac{H}{B_o} \right] \leq 1.15 \quad (12.11.2.2.1-2, \text{AASHTO LRFD y } 12.11.2.2.1, \text{AASHTO LRFD})$$

donde:

F_e = factor de interacción suelo-estructura para elementos enterrados

H = profundidad del relleno (m)

B_o = ancho exterior de la alcantarilla (m)

$$F_e = 1.128 < 1.15 \quad \text{OK}$$

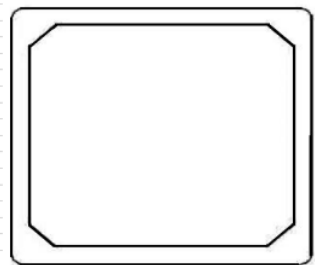
11

PRESIÓN VERTICAL DEL RELLENO Y REACCIÓN DEL TERRENO

$$EV = F_e \cdot \gamma \cdot H \quad (12.11.2.2.1-1, \text{AASHTO LRFD})$$

$$EV = 2154.87 \text{ kg/m}^2$$

$$EV = 2154.87 \text{ kg/m}$$



$$EV = 2154.87 \text{ kg/m}$$

2

2) PRESIÓN HORIZONTAL DEL TERRENO (EH)

El coeficiente de empuje lateral activo (Teoría de Rankine) para un ángulo de fricción interna del terreno θ

$$k_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) \quad EH = k_a \cdot \gamma \cdot H$$

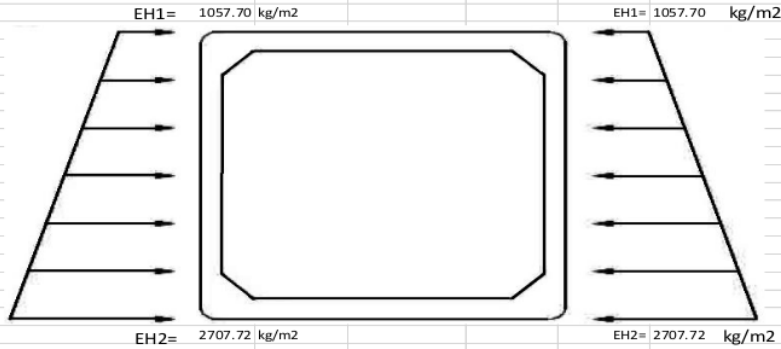
39
 $K_a = 0.554$

Presión lateral en la parte superior de la alcantarilla:

28
 $EH1 = 1057.70 \text{ kg/m}^2$

Presión lateral del terreno en la parte inferior de la alcantarilla:

$EH2 = 2707.72158 \text{ kg/m}^2$



3) CARGA DE AGUA

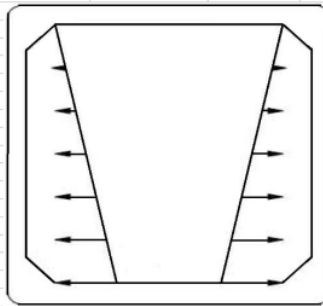
$WA = 1000 \text{ kg/m}^2$

$WA = 0 \text{ kg/m}^2$

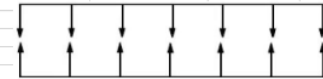
$WA = 0 \text{ kg/m}^2$

1
 $WA = 1000 \text{ kg/m}^2$

$WA = 1000 \text{ kg/m}^2$



$WA = 1000 \text{ kg/m}^2$



$WA = 1000 \text{ kg/m}^2$

5

4) CARGA VIVA (LV)

El factor de carga dinámica (IM) para el caso de elementos enterrados es:

$$IM = 3.3[-0.4(D_e)] \geq 0 \quad (3.6.2.2-1, AASHTO LRFD)$$

De= profundidad de relleno sobre la alcantarilla

2
 $IM = 19.47 \%$

Para el caso de fatiga se tiene:

$$IM = 1.5[-0.4(D_e)] \geq 0 \quad (3.6.2.2-1, AASHTO LRFD)$$

$IM = 8.85 \%$

2

4.1 CARGA DE CAMIÓN HL-93 (una vía cargada)

El Art. 3.6.1.2.5 AASHTO-LRFD refiere que el área de contacto de una rueda se asume como un rectángulo simple de ancho 0.51 m y longitud 0.25 m. El Art. 3.6.1.2.6 AASHTO-LRFD indica que si la profundidad del relleno es menor que 0.60 m, se puede despreciar el efecto del relleno sobre la distribución de la sobrecarga. Si la profundidad del relleno es mayor que 0.60 m, se puede considerar que las cargas de las ruedas están uniformemente distribuidas en un área rectangular cuyos lados son iguales a la dimensión del área de contacto de los neumáticos, más 1.15 veces la profundidad del relleno en todos los demás casos. Si las áreas de varias ruedas se superpone, la carga total se deberá distribuir uniformemente en el área. Para las alcantarillas de un solo tramo los efectos de la sobrecarga se pueden despreciar si la profundidad del relleno es mayor que 2.4m y mayor que la longitud del tramo; para las alcantarillas de múltiples tramos estos efectos se pueden despreciar si la profundidad del relleno es mayor que la distancia entre las caras de los muros extremos.

33

En este caso, con la consideración del factor de presencia múltiple $m=1.2$ (Tabla 3.6.1.1.2-1, AASHTO LRFD), se tiene:

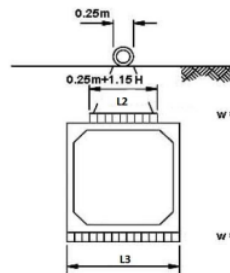
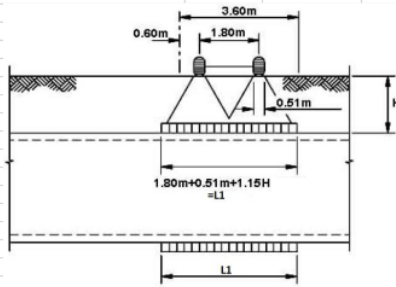
$$W_{LL} = \frac{P_{cye} (m)}{\text{Área de influencia}}$$

- L1= 3.46 m
- L2= 1.4 m
- L3= 1.56 m

WLL= 3666.39 kg/m²

Reacción en el terreno será

W= 3290.35 kg/m²



w = 3666.39 kg/m²

w = 3290.35 kg/m²

CARGA DE CAMIÓN (1 vía cargada)

2

4.2 CARGA DE CAMIÓN HL-93 (dos vías cargadas)

En este caso, con la consideración del factor de presencia múltiple $m=1.0$ (Tabla 3.6.1.1.2-1, AASHTO - LRFD), se tiene:

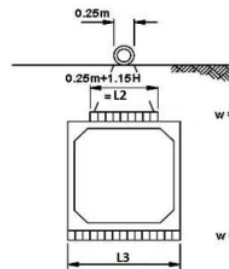
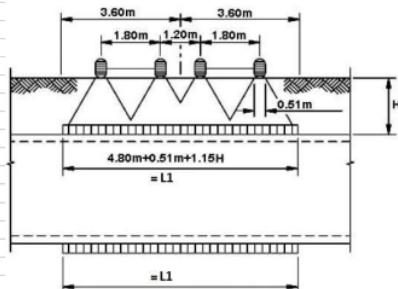
$$W_{LL} = \frac{2P_{cye} (m)}{\text{Área de influencia}}$$

- L1= 6.46 m
- L2= 1.4 m
- L3= 1.56 m

WLL= 3272.8881 kg/m²

Reacción en el terreno será

W= 2937.21 kg/m²



w = 3272.8881 kg/m²

w = 2937.21 kg/m²

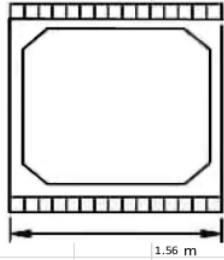
CARGA DE CAMIÓN (2 vías cargadas)

2 CARGA DE TÁNDEM + CARGA DE VÍA

Como se aprecia la carga de tándem (una vía cargada) es mayor que el caso del camión de diseño por lo que la usaremos afectado del factor de carga dinámica (IM) junto a la carga de vía para el diseño por Resistencia y Carga de Servicio:

IM= 1.19

W= 4657.82818 kg/m²



W = 4657.82818 kg/m²

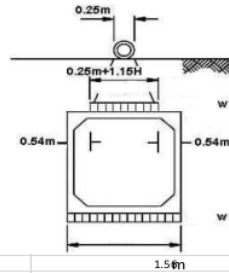
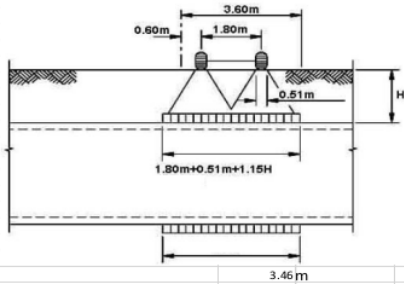
W = 4208.57302 kg/m²

5 CARGA DE CAMIÓN PARA FATIGA (Incluyendo IM)

Para el chequeo por fatiga se usa en una vía sólo un camión HL-93 con una separación constante de 9.0 m entre ejes de 14.8 T (Art. 3.6.1.4.1). No se aplica el factor de presenta múltiple (Art. 3.6.1.1.2); incluye IM=1.0393, tal como lo calculado.

IM= 1.089

W= 3990.87 kg/m²



w = 3990.87 kg/m²

w = 3990.87 kg/m²

6. CARGA MUERTA

6.1 DEBIDO POR EL PESO PROPIO DE LA LOSA

Yconcreto= 2400 kg/m²

WD= 672 kg/m²

6.2 DEBIDO POR EL PESO DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Yconcreto= 2200 kg/m²

espesor del asfalto= 5 cm

WD= 110 kg/m²

5 6. PARA LOS ESTADOS LÍMITES DE RESISTENCIA Y SERVICIO, TRES CASOS SERÁN CONSIDERADOS:

A) Carga vertical máxima sobre la losa superior de la alcantarilla y carga máxima saliente en las paredes:

11 DC máx + EV máx + EH mín + (LL+IM) máx + WA máx

B) Carga vertical mínima sobre la losa superior y carga máxima entrante en las paredes:

DC mín + EV mín + EH máx

C) Carga vertical máxima sobre la losa superior y carga máxima entrante en las paredes:

DC máx + EV máx + EH máx + (LL+IM) máx

D) Las combinaciones de carga para el estado límite de Resistencia I son:

- 1) U = 1.0(1.25DC + 1.3EV + 0.90EH + 1.75(LL + IM) + 1.0WA)
- 2) U = 1.0(0.9DC + 0.9EV + 1.50EH)
- 3) U = 1.0(1.25DC + 1.3EV + 1.50EH + 1.75 (LL + IM))

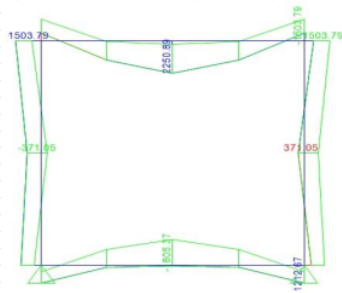
E) Las combinaciones de carga para el estado límite de Servicio I son:

- 4) U = 1.0(DC + EV +EH + (LL + IM) + WA)
- 5) U = 1.0(DC + EV + EH)
- 6) U = 1.0(DC + EV + EH + (LL + IM))

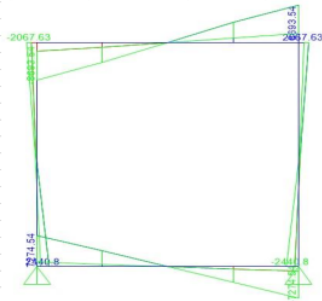
2

7. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA

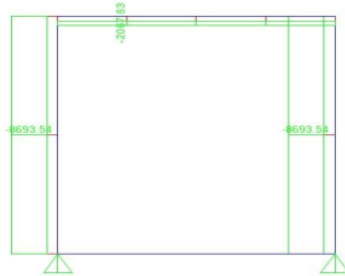
Realizando el análisis estructural usando el programa SAP2000 se obtienen las envolventes de Momento flector, Cortante y Carga Axial que se muestran :



ENVOLVENTE DE MOMENTOS (RESISTENCIA I)



ENVOLVENTE DE CORTANTE (RESISTENCIA I)



ENVOLVENTE DE CARGA AXIAL (RESISTENCIA I)

2

8. CÁLCULO DEL ACERO

A) LOSA SUPERIOR

ACERO POSITIVO:

Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:

$$(+)\ Mu = 2.25 \text{ ton.m}$$

$$(+)\ Mu/\phi = 2.50 \text{ ton.m}, \phi = 0.90 \text{ (flexión)}$$

$$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{b d f'c}{118 f_y}$$

$$As(+)= 2.41 \text{ cm}^2$$

VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:

$$Asmin = 3.69 \text{ cm}^2$$

$$As(+)> Asmin \text{ COMO VALOR } Asmin$$

UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO:	ASmin=	3.69	cm2 <>	3/8 @ 0.12 m
2 CERO NEGATIVO				
Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:				
	(-) Mu=	1.5	ton.m	
	(-) Mu/φ=	1.67	ton.m	, φ =0.90 (flexion)
	$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{b d f'c}{1.18 f_y}$			
	As(-)=	1.60	cm2	
VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:				
	ASmin=	3.69	cm2	
	AS(-) > ASmin:	COMO VALOR	ASmin	
UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO:	ASmin=	3.69	cm2 <>	3/8 @ 0.15 m
5 HEQUE POR CORTE				
Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:				
	V=	8.69	ton	
	$V_{adm} = \phi 0.53 \sqrt{f'c} b d$, φ =0.85 (cortante)
	Vadm=	16.32	ton	
	Vadm > V	OK		
B) LOSA INFERIOR				
2 ACERO POSITIVO:				
Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:				
	(+) Mu=	1.81	ton.m	
	(+) Mu/φ=	2.01	ton.m	, φ =0.90 (flexion)
	$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{b d f'c}{1.18 f_y}$			
	As(+)=	1.93	cm2	
VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:				
	ASmin=	3.69	cm2	
	AS(+) > ASmin:	COMO VALOR	ASmin	
UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO:	ASmin=	3.69	cm2 <>	3/8 @ 0.2 m
2 CERO NEGATIVO				
Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:				
	(-) Mu=	1.21	ton.m	
	(-) Mu/φ=	1.34	ton.m	, φ =0.90 (flexion)
	$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{b d f'c}{1.18 f_y}$			
	As(-)=	1.29	cm2	
VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:				
	ASmin=	3.69	cm2	
	AS(-) > ASmin:	COMO VALOR	ASmin	
UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO:	ASmin=	3.69	cm2 <>	3/8 @ 0.2 m
16 HEQUE POR CORTE				
Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:				
	V=	7.27	ton	
	$V_{adm} = \phi 0.53 \sqrt{f'c} b d$, φ =0.85 (cortante)
	Vadm=	16.32	ton	
	Vadm > V	OK		

C) MURO DE ALCANTARILLA

2

ACERO POSITIVO:

Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia se tiene:

(+) Mu = 0.38 ton.m
 (+) Mu/φ = 0.42 ton.m , φ = 0.90 (flexión)

$$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f_c b d^2}} \right] \frac{b d f_c}{1.18 f_y}$$

As(+) = 0.40 cm2

VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:

ASmin = 3.69 cm2

AS(+) > ASmin : COMO VALOR ASmin

UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO:

ASmin = 3.69 cm2 <> 3/8 @ 0.2 m

2

ACERO NEGATIVO

Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia se tiene:

(-) Mu = 1.5 ton.m
 (-) Mu/φ = 1.67 ton.m , φ = 0.90 (flexión)

$$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f_c b d^2}} \right] \frac{b d f_c}{1.18 f_y}$$

As(-) = 1.60 cm2

VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:

ASmin = 3.69 cm2

AS(-) > ASmin : COMO VALOR ASmin

UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO:

ASmin = 3.69 cm2 <> 3/8 @ 0.2 m

5

HEQUE POR CORTE

Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia se tiene:

V = 2.44 ton

$V_{adm} = \phi 0.53 \sqrt{f_c b d}$, φ = 0.85 (cortante)

Vadm = 16.32 ton

Vadm > V : OK

D) ACERO DE CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA

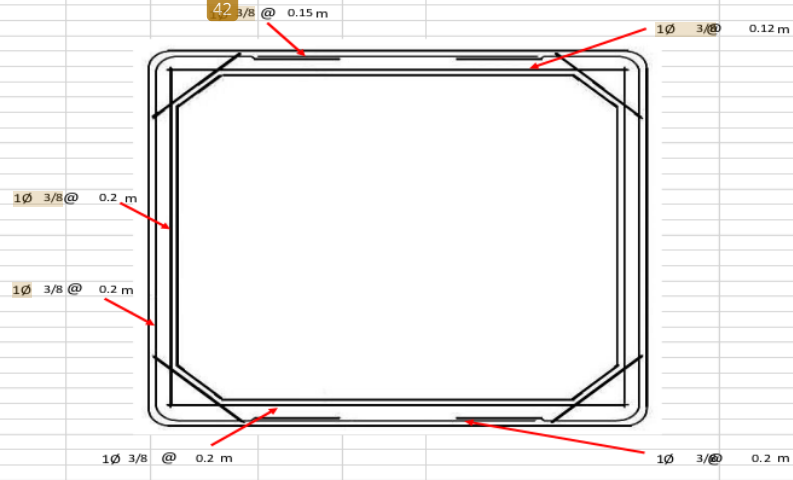
$\rho_{contr} = 0.0018$

$A_{s_{contr}} = 0.0018 \cdot b \cdot d$

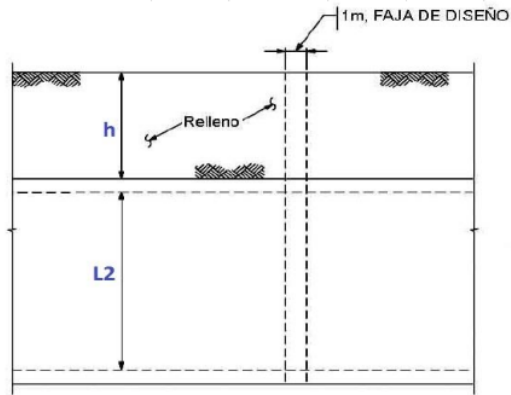
UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO:

ASmin = 3.69 cm2 <> 3/8 @ 0.2 m

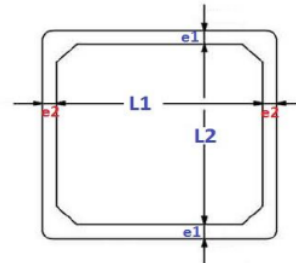
9. RESULTADOS DEL DISEÑO:



2
DISEÑO ESTRUCTURAL DE OBRAS DE ARTE EN CARRETERAS
ALCANTARILLAS TIPO II



ELEVACIÓN DE ALCANTARILLA



SECCIÓN TRANSVERSAL

DATOS

4	Espeor de losa (e1)	0.28 m	1	Ángulo de fricción interno del Relleno	16.69
	Espeor del muro (e2)	0.28 m		Presión Admisible Fundación	0.67 kg/cm ²
	Ancho de Barril (L1)	2 m		Peso Especifico del Concreto	2400 kg/m ³
1	Ánra del muro (L2)	1 m		Concreto (f'c)	210 kg/cm ²
	Peso Especifico del Relleno	1910 kg/m ³		Acero de refuerzo (fy)	4200 kg/cm ²
	Altura de Relleno	1 m			

SOLUCIÓN

11
1) PRESIÓN VERTICAL DEL TERRENO

Se calcula previamente el facto F_e para tener en cuenta la iteración suelo-estructura

$$F_e = 1 + 0.20 \left[\frac{H}{B_e} \right] \leq 1.15 \quad (12.11.2.2.1-2, \text{AASHTO LRFD y } 12.11.2.2.1, \text{AASHTO LRFD})$$

donde:

F_e = factor de interacción suelo-estructura para elementos enterrados

H = profundidad del relleno (m)

B_e = ancho exterior de la alcantarilla (m)

$F_e = 1.078 < 1.15$ OK

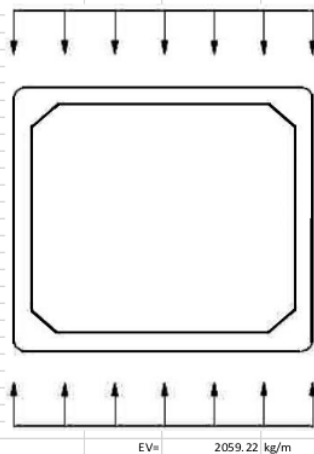
11

PRESIÓN VERTICAL DEL RELLENO Y REACCIÓN DEL TERRENO

$$EV = F_e \cdot \gamma \cdot H \quad (12.11.2.2.1-1, \text{AASHTO LRFD})$$

$EV = 2059.22 \text{ kg/m}^2$

$EV = 2059.22 \text{ kg/m}$



2

2) PRESIÓN HORIZONTAL DEL TERRENO (EH)

El coeficiente de empuje lateral activo (Teoría de Rankine) para un ángulo de fricción interna del terreno θ°

$$k_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) \quad EH = k_a \cdot \gamma \cdot H$$

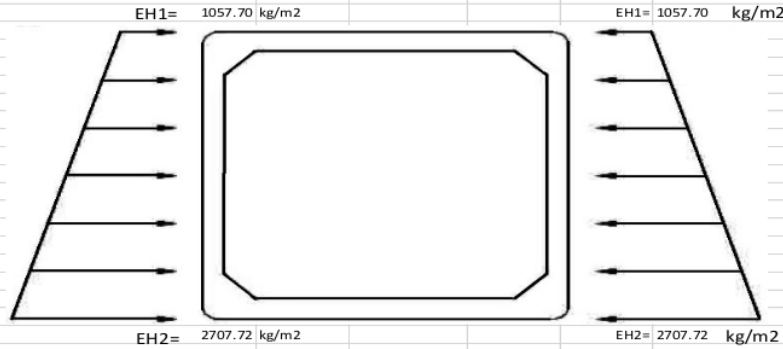
39
Ka= 0.554

Presión lateral en la parte superior de la alcantarilla:

28
EH1= 1057.70 kg/m2

Presión lateral del terreno en la parte inferior de la alcantarilla:

EH2= 2707.72158 kf/m2



3) CARGA DE AGUA

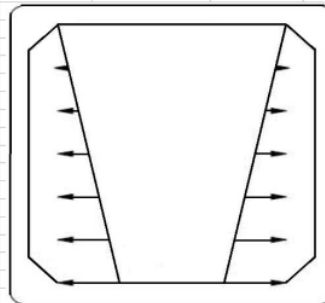
WA= 1000 kg/m2

WA= 0kg/m2

WA= 0 kg/m2

1
WA= 1000kg/m2

WA= 1000 kg/m2



WA= 1000 kg/m2



WA= 1000 kg/m2

5

4) CARGA VIVA (LL)

El factor de carga dinámica (IM) para le caso de elementos enterrados es:

$$IM = 33[-0.4 I(D_e)] \geq 0 \quad (3.6.2.2-1, AASHTO LRFD)$$

2
De= profundidad de relleno sobre la alcantarilla

IM= 19.47 %

Para el caso de fatiga se tiene:

$$IM = 15[-0.4 I(D_e)] \geq 0 \quad (3.6.2.2-1, AASHTO LRFD)$$

IM= 8.85 %

2

4.1) CARGA DE CAMIÓN HL-93 (una vía cargada)

El Art. 3.6.1.2.5 AASHTO-LRFD refiere que el área de contacto de una rueda se asume como un rectángulo simple de ancho 0.51 m y longitud 0.25 m.
 El Art. 3.6.1.2.6 AASHTO-LRFD indica que si la profundidad del relleno es menor que 0.60 m, se puede despreciar el efecto del relleno sobre la distribución de la sobrecarga. Si la profundidad del relleno es mayor que 0.60 m, se puede considerar que las cargas de las ruedas se distribuyen uniformemente en un área rectangular cuyos lados son iguales a la dimensión del área de contacto de los neumáticos, más 1.15 veces la profundidad del relleno en todos los demás casos. Si las áreas de varias ruedas se superpone, la carga total se deberá distribuir uniformemente en el área. Para las alcantarillas de un solo tramo los efectos de la sobrecarga se pueden despreciar si la profundidad del relleno es mayor que 2.4m y mayor que la longitud del tramo; para las alcantarillas de múltiples tramos estos efectos se pueden despreciar si la profundidad del relleno es mayor que la distancia entre las caras de los muros extremos.

33

En este caso, con la consideración del factor de presencia múltiple $m=1.2$ (Tabla 3.6.1.1.2-1, AASHTO LRFD), se tiene:

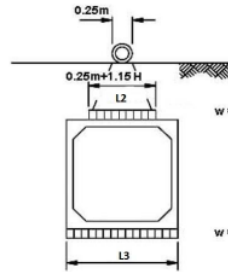
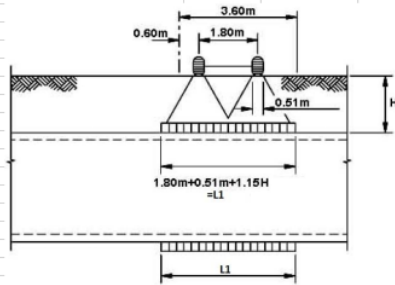
$$W_{LL} = \frac{P_{esp} (m)}{\text{Área de influencia}}$$

L1= 3.46 m
 L2= 1.4 m
 L3= 2.56 m

WLL= 3666.39 kg/m²

Reacción en el terreno será

W= 2005.06 kg/m²



w = 3666.39 kg/m²

w = 2005.06 kg/m²

CARGA DE CAMIÓN (1 vía cargada)

2

4.2) CARGA DE CAMIÓN HL-93 (dos vías cargadas)

En este caso, con la consideración del factor de presencia múltiple $m=1.0$ (Tabla 3.6.1.1.2-1, AASHTO - LRFD), se tiene:

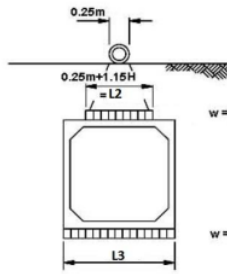
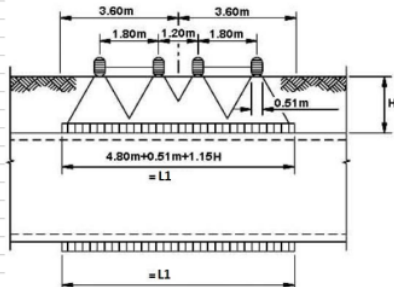
$$W_{LL} = \frac{2P_{esp} (m)}{\text{Área de influencia}}$$

L1= 6.46 m
 L2= 1.4 m
 L3= 2.56 m

WLL= 3272.8881 kg/m²

Reacción en el terreno será

W= 1789.86 kg/m²



w = 3272.8881 kg/m²

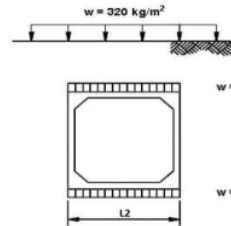
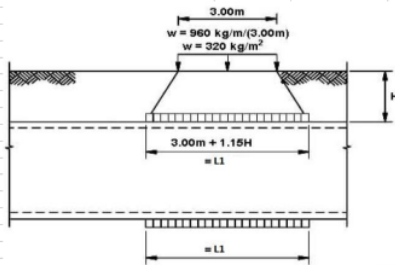
w = 1789.86 kg/m²

CARGA DE CAMIÓN (2 vías cargadas)

4.3 CARGA DE VÍA

$$w_{LL} = \frac{w_{vía} \cdot ancho.m}{\text{Ancho de influencia}}$$

L1= 4.15 m
 L2= 2.56 m
 WLL= 277.59 kg/m²



w = 277.59 kg/m²

w = 277.59 kg/m²

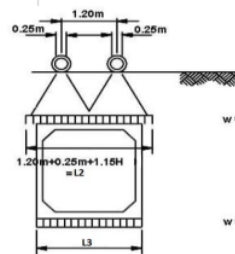
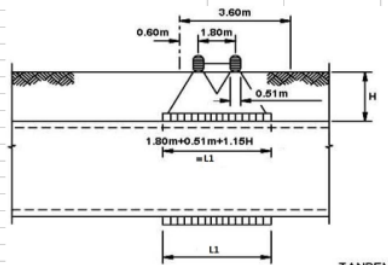
CARGA DE VÍA

11

4.4 CARGA DE TANDEM (una vía cargada)

$$w_{LL} = \frac{P_{eje} (m)}{\text{Área de influencia}}$$

L1= 3.46 m
 L2= 2.6 m
 L3= 2.56 m
 WLL= 2987.99 kg/m²



w = 2987.99 kg/m²

w = 2987.99 kg/m²

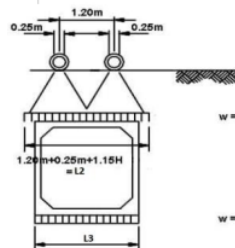
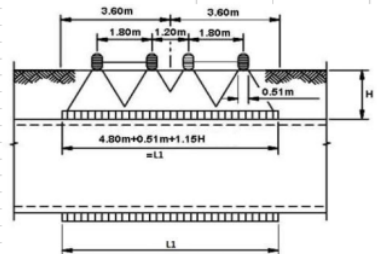
28

TANDEM

4.5 CARGA DE TANDEM (dos vías cargadas):

$$w_{LL} = \frac{2P_{eje} (m)}{\text{Área de influencia}}$$

L1= 6.46 m
 L2= 2.6 m
 L3= 2.56 m
 WLL= 2667.30 kg/m²



w = 2667.30 kg/m²

w = 2667.30 kg/m²

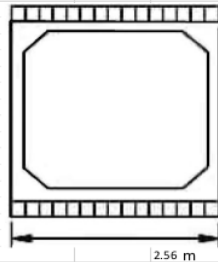
DOBLE TANDEM

2 CARGA DE TANDEN + CARGA DE VÍA

Como se aprecia la carga de tanden (una vía cargada) es mayor que el caso del camión de diseño por lo que la usaremos afectado del factor de carga dinámica (IM) junto a la carga de vía para el diseño por Resistencia y Carga de Servicio:

IM= 1.19

W= 4657.82818 kg/m²



W = 4657.82818 kg/m²

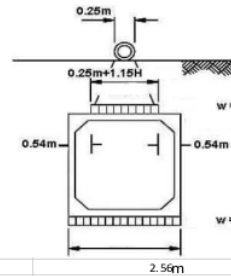
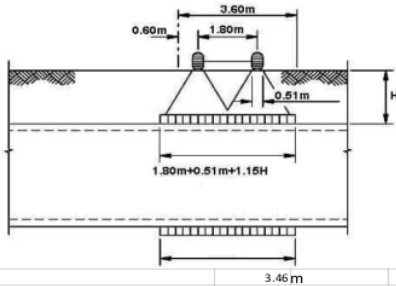
W = 2673.03292 kg/m²

5 CARGA DE CAMIÓN PARA FATIGA (Incluyendo IM)

Para el chequeo por fatiga se usa en una vía sólo un camión HL-93 con una separación constante de 9.0 m entre ejes de 14.8 T (Art. 3.6.1.4.1). No se aplica el factor de presenta múltiple (Art. 3.6.1.1.2); incluye IM=1.0393, tal como lo calculado.

IM= 1.089

W= 3990.87 kg/m²



w = 3990.87 kg/m²

w = 3990.87 kg/m²

6.CARGA MUERTA

6.1 DEBIDO POR EL PESO PROPIO DE LA LOSA

Yconcreto= 2400 kg/m²

WD= 672 kg/m²

6.2 DEBIDO POR EL PESO DE LA CARPETA ASFALTICA

Yconcreto= 2200 kg/m²

espesor del asfalto= 5 cm

WD= 110 kg/m²

5

6 PARA LOS ESTADOS LÍMITES DE RESISTENCIA Y SERVICIO, TRES CASOS SERÁN CONSIDERADOS:

A) Carga vertical máxima sobre la losa superior de la alcantarilla y carga máxima saliente en las paredes:

11
DC máx + EV máx + EH mín + (LL+IM) máx + WA máx

B) Carga vertical mínima sobre la losa superior y carga máxima entrante en las paredes:

DC mín + EV mín + EH máx

C) Carga vertical máxima sobre la losa superior y carga máxima entrante en las paredes:

11
DC máx + EV máx + EH máx + (LL+IM) máx

D) Las combinaciones de carga para el estado límite de Resistencia I son:

- 1) U = 1.0(1.25DC + 1.3EV + 0.90EH + 1.75(LL+IM) + 1.0WA)
- 2) U = 1.0(0.9DC + 0.9EV + 1.50EH)
- 3) U = 1.0(1.25DC + 1.3EV + 1.50EH + 1.75 (LL + IM)

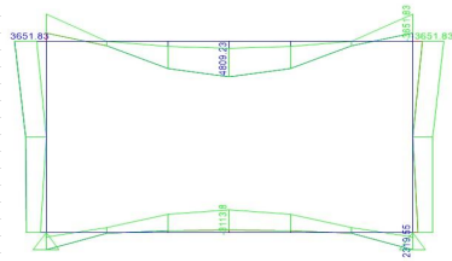
E) Las combinaciones de carga para el estado límite de Servicio I son:

- 4) U = 1.0(DC + EV + EH + (LL + IM) + WA)
- 5) U = 1.0(DC + EV + EH)
- 6) U = 1.0(DC + EV + EH + (LL + IM))

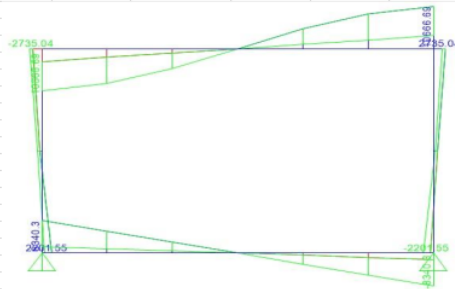
2

7. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA

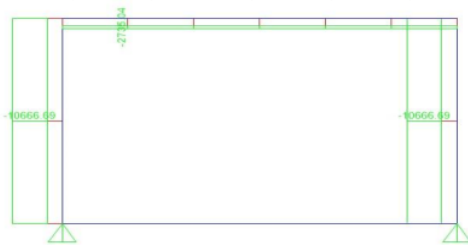
Realizando el análisis estructural usando el programa SAP2000 se obtienen las envolventes de Momento flector, Cortante y Carga Axial que se muestran :



ENVOLVENTE DE MOMENTOS (RESISTENCIA I)



ENVOLVENTE DE CORTANTE (RESISTENCIA I)



ENVOLVENTE DE CARGA AXIAL (RESISTENCIA I)

2

8. CÁLCULO DEL ACERO

A) LOSA SUPERIOR

ACERO POSITIVO:

Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:

(+) Mu = 4.81 ton.m

(+) Mu/φ = 5.34 ton.m , φ = 0.90 (flexion)

$$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{b d f'c}{1.18 f_y}$$

As(+) = 5.22 cm²

VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:

ASmin = 3.69 cm²

AS(+) > ASmin OK

UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO:	As(+)=	5.22	cm2 <>	3/8 @ 0.12 m
2 CERO NEGATIVO				
Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:				
	(-) Mu=	3.65	ton.m	
	(-) Mu/φ=	4.06	ton.m	, φ=0.90 (flexion)
	$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{b d f'c}{1.18 f_y}$			
	As(-)=	3.94	cm2	
VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:				
	ASmin=	3.69	cm2	
	AS(-) > ASmin	OK		
UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO:	As(-)=	3.94	cm2 <>	3/8 @ 0.15 m
5 HEQUEO POR CORTE				
Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:				
	V=	10.67	ton	
	$V_{adm} = \phi 0.53 \sqrt{f'c} b_w d$, φ=0.85 (cortante)
	Vadm=	16.32	ton	
	Vadm > V	OK		
B/LOSA INFERIOR				
2 ACERO POSITIVO:				
Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:				
	(+) Mu=	3.11	ton.m	
	(+) Mu/φ=	3.46	ton.m	, φ=0.90 (flexion)
	$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{b d f'c}{1.18 f_y}$			
	As(+)=	3.34	cm2	
VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:				
	ASmin=	3.69	cm2	
	AS(+) > ASmin	COMO VALOR	ASmin	
UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO:	ASmin=	3.69	cm2 <>	3/8 @ 0.2 m
2 CERO NEGATIVO				
Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:				
	(-) Mu=	2.32	ton.m	
	(-) Mu/φ=	2.58	ton.m	, φ=0.90 (flexion)
	$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{b d f'c}{1.18 f_y}$			
	As(-)=	2.48	cm2	
VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:				
	ASmin=	3.69	cm2	
	AS(-) > ASmin	COMO VALOR	ASmin	
UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO:	ASmin=	3.69	cm2 <>	3/8 @ 0.2 m
5 HEQUEO POR CORTE				
Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:				
	V=	8.34	ton	
	$V_{adm} = \phi 0.53 \sqrt{f'c} b_w d$, φ=0.85 (cortante)
	Vadm=	16.32	ton	
	Vadm > V	OK		

2 ACERO DE ALCANTARILLA

ACERO POSITIVO:
 Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:

(+) Mu= 2.45 ton.m
 (+) Mu/φ= 2.72 ton.m φ=0.90 (flexion)

$$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{b d f'c}{1.18 f_y}$$

As(+)= 2.63 cm2

VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:
 ASmin= 3.69 cm2
 AS(+)> ASmin. COMO VALOR ASmin

UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO: ASmin= 3.69 cm2 <> 3/8 @ 0.2 m

ACERO NEGATIVO:
 Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:

(-) Mu= 3.65 ton.m
 (-) Mu/φ= 4.06 ton.m φ=0.90 (flexion)

$$As = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.36Mu}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{b d f'c}{1.18 f_y}$$

As(-)= 3.94 cm2

VERIFICANDO ACERO MÍNIMO:
 ASmin= 3.69 cm2
 AS(-)> ASmin. OK

UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO: As(-)= 3.94 cm2 <> 3/8 @ 0.2 m

5 CHEQUEO POR CORTE
 Utilizando la envolvente de momentos para el Estado Límite de Resistencia I se tiene:

V= 2.74 ton
 $V_{adm} = \phi 0.53 \sqrt{f'c} b d$ φ=0.85 (cortante)
 Vadm= 16.32 ton
 Vadm > V. OK

D) ACERO DE CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA
 $\rho_{contr} = 0.0018$
 $A_{s,contr} = 0.0018 b d$

UTILIZANDO ACERO DE REFUERZO: ASmin= 3.69 cm2 <> 3/8 @ 0.2 m

9. RESULTADOS DEL DISEÑO:

1 El diseño hidráulico de cunetas se encuentra en el ANEXO N° 04

³ 4.2. **Discusión de los resultados**

4.2.1. **Estudio Topográfico**

Tras considerar ¹ la topografía de la zona del proyecto y los criterios de diseño, se elaboró ¹⁵ la rasante que mejor se ajustaba al relieve natural.

Pendientes Mínimas

Para asegurar el drenaje de las aguas superficiales en todos los puntos de la calzada, se ha considerado prever una pendiente mínima al 0,5%. Solo aquellos casos ¹ en los que sea posible puntear las cunetas de la pendiente mínima requerida para asegurar el drenaje se utilizarán rasantes horizontales. Se pueden presentar casos particulares como cuando la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%

Pendientes Máximas

Según el Manual de Diseño de Carreteras 2018, se ha adoptado como pendiente máxima 8%, considerando una velocidad circulación en recta de 50 a 40 Km/h, ya que las orografías del trazado son tramos variados.

¹ **Pendientes Máximas excepcionales**

Excepcionalmente, el valor máximo pendiente puede aumentar hasta un 1% en cualquier circunstancia. La necesidad de dicho aumento deberá justificarse técnica y económicamente.

⁶ 4.2.2. **Estudio de suelos**

El trabajo de campo se centró en investigar el subsuelo mediante ⁹ calicatas distribuidas cada 500 metros a lo largo de la ruta, que se enviaron a un laboratorio especializado.

Los resultados de laboratorio proporcionan información sobre ¹ las características físicas y mecánicas de las superficies de las muestras, que se utilizará para establecer las características de diseño y orientar los ensayos químicos para evaluar la reactividad de las muestras ⁹ a los elementos estructurales. También permitió crear el perfil estructural de la ruta.

Se realizaron ⁴ calicatas manuales a intervalos de 500 metros a una profundidad máxima de 1,50 metros, utilizando una pala y un pico.

ML – Limos inorgánicos	= 23 %
CL – Arcillas inorgánicas	= 77 %
Total:	100 %

Los suelos que tienen una baja capacidad de soporte son los suelos finitos "CL" y "ML", que se han descubierto a lo largo de la ruta.

Los ensayos CBR fueron realizados ³⁵ con las muestras obtenidas de las calicatas realizadas desde el km 0+000 hasta el km 12+123 de la vía.

Tabla 38.

Muestras obtenidas de CBR

VALORES	CBR AL 95 %	CBR AL 100%
Mínimo	10.00	13.09
Máximo	10.96	14.49
Promedio	10.83	13.63

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se ha explorado la calidad del suelo donde se emplazarán las obras de arte teniendo como resultado lo siguiente:

Para las alcantarillas según la clasificación SUCS corresponden a limos y arcillas inorgánicos con capacidad admisible del suelo de:

$$Q_{adm} \text{ máx} = 0.78 \text{ kg/cm}^3$$

$$Q_{adm} \text{ min} = 0.65 \text{ kg/cm}^3$$

Según las distancias calculadas, el subdrenaje en la carretera se concentra entre el progresivo KM 0+000 y el KM 4+500, presentando afloramiento de agua subterránea en este sector que se originan principalmente por las filtraciones de los anegos a los terrenos de cultivo de arroz ubicadas a ambas márgenes de la vía.

Estudio de canteras

En función de las ¹² características geotécnicas adecuadas al uso requerido, la disponibilidad de material, la accesibilidad, los procedimientos de explotación y la distancia de transporte, se determinaron los bancos de material (canteras) más apropiados.

La calidad de los agregados será evaluada ¹ para determinar las características físicas, químicas y mecánicas del material de cantera de acuerdo con el ⁹ Manual de Ensayos de Materiales para Vías del MTC y serán de acuerdo con el uso propuesto.

4.2.3. Estudio de Tráfico

¹ El objetivo del estudio de tráfico es ⁹ conocer las características de los desplazamientos generados y el volumen diario de vehículos que utilizan la vía Oasis – Laguna Andiviela; con el fin de dar pautas para un eficiente diseño del pavimento.

Se determinó las estaciones siguientes:

- Estación Principal – Punto madre N° 1: Sector la Redonda (Km 1+380.00)
- Estación complementaria – Punto madre N° 2: Localidad de Chupishiña (Km 4+800)

En la Estación Principal – Punto madre N° 1: Sector la Redonda (Km 1+380.00) se efectuó el aforo durante 7 días (05 días laborables y 02 días no laborables), comprendido entre las 06.00 horas y 18.00 horas ⁹ en forma continua y por sentido del tráfico.

En la Estación Complementaria – Punto madre N° 2: Localidad de Chupishiña (Km 4+800) se efectuó el aforo durante 3 días (02 días laborables y 01 día no laborable), comprendido entre las 06.00 horas y 18.00 horas ⁹ en forma continua y por sentido del tráfico.

⁵⁸ Para la asignación vehicular se ha asumido un 15% del IMD. La proyección se efectuó mediante el Modelo Exponencial y Variables Explicativas del Sistema de Transporte que considera la variación poblacional, la elasticidad del tráfico con respecto a la población y al PBI por cada tipo de vehículo.

4.2.4. Diseño de Pavimento Asfáltico

¹ El objetivo principal de este estudio se basará en ³⁶ las condiciones únicas de la zona de obras. Al diseñar el pavimento, se buscó una capacidad estructural suficiente y adecuada para soportar tanto las cargas actuales como las proyectadas para el futuro. La estructura del pavimento ¹ debe ser capaz de soportar el flujo de tráfico proyectado durante la vida útil del diseño y, al mismo tiempo, proporcionar a los usuarios comodidad y seguridad.

Utilizando el método AASTHO, para el cálculo del espesor del afirmado, se ha determinado un espesor de subbase de 0.20 m sobre la subrasante, espesor de ⁴ base granular de 0.20 m, y espesor de Base Granular de 0.20 m y concreto asfáltico de 2”.

4.2.5. Estudio Hidrológico e Hidráulico

¹⁶ A lo largo de la carretera de estudio, se han observado problemas de drenaje que comprometen seriamente el trazado actual, como una inadecuada ¹⁶ cantidad y capacidad hidráulica de las alcantarillas existentes.

La mayoría de las estructuras se encuentran en muy mal estado, y el principal factor ¹⁷ que contribuye a la disminución de la capacidad hidráulica de las alcantarillas existentes es el arrastre de maleza y palizada que controla los cursos de agua, aspecto que se acentúa por prácticas culturales de los moradores que tienden a tapar las bocas de estas estructuras para desviar cursos de agua usándolas en regadío.

Inventario de Obras de Drenaje Existente

Las alcantarillas existentes se encuentran constituidos por alcantarillas tipo TMC, tubos de concreto, marco de concreto ⁴⁰ que, en la mayoría de los casos, se encuentran en mal estado, desprovisto de cabezales, con evidentes problemas de erosión a su entrada y salida, cubiertos de maleza, palizada a su entrada.

Se ha considerado la instalación de 43 alcantarillas, de los cuales 40 alcantarillas son de tipo ⁵ marco de concreto armado de 1.00 m x 1.00 de sección que corresponde al tipo I y 03 alcantarillas son de tipo ⁵ marco de concreto armado de 2.00 m x 1.00 de sección que corresponde al tipo II.

Se está considerando ⁹ 16,564.80 m de cunetas triangulares, éstas serán construidas con concreto armado.

⁹ 4.2.6. Diseño de Obras de Arte

El trazado del ⁹ estudio requiere una recomposición de los edificios y las obras de arte, que se construirán nuevos y sustituirán a los antiguos para que funcione bien.

Se han examinado y evaluado las estructuras existentes y, tras hacer un inventario de su estado actual, se ha determinado que serán completamente destruidas y reconstruidas desde cero.

Se construirán un total 43 alcantarillas, tipo cuadro de concreto armado de 1.00m x 1.00m de sección que corresponde al tipo I y de 2.00 m x 1.00 m de sección que corresponde al tipo II.

Se construirán 16,564.80 m de cunetas triangular, utilizando concreto simple 175 Kg/cm².

CONCLUSIONES

- Para la verificación de la subrasante se efectuó 26 calicatas con una profundidad de 1.50 metros; para diseñar las obras de arte se efectuó 16 con una profundidad también de 1.50 metros.
- Se constató la presencia de suelo en la estratigrafía del suelo descubierto, puede considerarse uniforme con algunas variaciones puntuales, tal y como muestran en los sondeos realizados. En la estratigrafía se sigue la secuencia desde el terreno natural hacia las partes profundas (de arriba hacia abajo) en las 26 calicatas realizadas a lo largo de la faja de dominio de la carretera, se sigue las siguientes secuencias de arriba hacia abajo en las calicatas realizadas.
- En todo el tramo del Proyecto el tipo de suelo que predomina son las arcillas de baja Plasticidad según SUCS (CL).
- Se encontró Napas Freática en las Progresivas km 2+500, km 3+000 y km 4+000. (Ver perfil estratigráfico en los ensayos de las calicatas para la Subrasante).
- Se utilizará Canteras que cumplan con especificaciones técnicas requerida en la construcción de carreteras, utilizaremos material de Préstamo de diferentes lugares más cerca al Proyecto, para mejoramientos de Sub Rasante y rellenos estructurales, para carpeta de la Sub-base granular, para la carpeta de base Granular y la carpeta de Rodadura (asfáltica), así como para el concreto.
- Cada cantera tiene sus estudios físicos y mecánicos, así como sus combinaciones para cumplir las especificaciones técnicas requeridas de la construcción de carreteras EG 2013 para sus usos la que conformará el paquete estructural del pavimento.
- Con los estudios de geología y geotecnia se ha podido determinar el CBR de diseño de 10% calculado al percentil 95% según las recomendaciones de M.D.G DG-2018.
- El conteo vehicular IMD por día es de 154 vehículos (automóvil, camionetas, camionetas rurales, camiones 2E, camiones 4E, Semi Traylor) en la Estación Principal La Redonda ubicado en el sector la Redonda, por lo que se clasifica como una carretera de Tercera Clase (IMD menor a 400veh/día).
- El conteo vehicular IMD actual por día es de 128 vehículos (automóvil, camionetas, camionetas rurales, camiones 2E, camiones 4E) en la Estación Complementaria Nuevo Chupishiña, clasificándolo con una carretera de Tercera Clase (IMD menor a 400veh/día).
- El numero acumulado de repeticiones de ejes equivalentes "EE" tiene el valor de:
Año 05: 102,169.19 (1.02E+05)
Año 10: 65,135,483.00 (6.51E+07)

- El crecimiento anual del tráfico de carga que se considerado es de 3.84%, y la variación PBI regional San Martin es de 3.50%.
- Geográficamente la vía une las localidades del Sector la Planicie, Chupishiña, Nuevo Morales, Polvoraico, Shucushca, Sector Andiviela, etc.
- El tramo que comprende la intervención del Proyecto presenta serias incomodidades de transporte. Así se aprecia que en las partes laterales de la vía actualmente existe montículos de tierra y piedras que dificultan el libre tránsito, en épocas de lluvia en la que el tránsito peatonal se hace imposible, convirtiendo la vía en correntones de lodo y piedra representando un serio riesgo para peatones y vehículos.
- Para el cálculo de los caudales de diseño para las obras de arte se utilizó el método: Racional.
- Con la evaluación realizada de los 12+123.00 Km. De vía del proyecto Vía Oasis – Laguna de Andiviela, se concluyó lo siguiente:
 - La sub-base con material de afirmado será de 20 cm de espesor
 - La base con material de afirmado será de 20 cm de espesor
 - La carpeta asfáltica será de 2 “en frio

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una verificación de todo el material de préstamo u otros materiales antes del inicio de la ejecución del Proyecto, debido a que, a su uso por parte de la Población y diferentes avenidas en tiempo de invierno, en los ríos tienden a variar sus componentes mecánicos y físicos. Esto es importante para realizar los ajustes en los diseños y combinaciones de los agregados y tener una obra de calidad y bien ejecutada.
- Se recomienda realizar un mejoramiento a la Subrasante en todo el tramo con material de Préstamo. Los cual antes de colocar el material de Préstamo la base de la excavación debe estar compactado al 95% de la máxima densidad del Proctor Modificado.
- El material de Préstamo para la corona o sub Rasante debe ser compactado al 95% de la máxima densidad del Proctor.
- Se recomienda en caso de por debajo de la carpeta de la subrasante se encuentra o exista acolchonamiento por diversas causas se eliminará y se reemplazará con otro material que cumpla con las especificaciones técnicas requeridas.
- En las Progresivas 2+500, 3+000, 4+000 se encontró la Presencia de Napa Freática por lo que se recomienda una excavación de 80 cm como mínimo para realizar un mejoramiento con materiales que puede ser con gravas mayores de 3", Hormigón o arena, cualquiera de ellas a emplearse debe estar limpias para que trabajen como filtros así evitar que la Napa freática afecte a la estructura del pavimento.
- Colocar el material de subbase granular sobre la subrasante compactada a un espesor de 0,20 m, con un máximo de grava de 1 1/2" -que puede ser guijarros o material triturado- y compactarlo hasta que alcance el 100% de su densidad Proctor modificada máxima y su contenido de humedad ideal.
- Colocar la base granular, expandiéndola uniformemente y compactándola hasta que alcance más del 100% de su densidad máxima y el contenido de humedad ideal. La base debe ser de arena y grava triturada con un diámetro máximo de 1 1/2" de la cantera del río Huallaga.
- Tras la compactación del material de base granular, se aplicará el imprimante líquido utilizando las técnicas adecuadas y se dejará secar durante 24 horas para que pueda impregnar la base. Después de 24 horas se esparcirá arena sobre la calzada para proteger la imprimación.
- Evite colocar cualquier material sobre suelos con excesiva humedad o amortiguación, ya que estas condiciones podrían dañar la construcción.

- Todos los materiales a emplear en dicha obra, deben estar libres de cualquier material orgánico tales como: Arcillas, troncos, desechos, material de cultivo entre otros que puedan perjudicar el proceso constructivo.
- Se recomienda construir cunetas revestidas a lo largo de la vía a pavimentar y a ambos lados en casos necesarios construir badenes, pontones y/o alcantarillados.
- Para la ejecución de Obras de Arte (alcantarillas), perfilar y compactar la plataforma y las diferentes capas hasta llegar al nivel de la sub-rasante, para evitar hundimiento o desniveles. Se recomienda usar material de cantera y compactar al 95% de la máxima densidad del Proctor modificado.
- Para garantizar la alta calidad y durabilidad de la obra, las características de calidad de los materiales deben controlarse continuamente tanto antes como durante el proceso de construcción. En consecuencia, los requisitos y procedimientos técnicos deben seguirse con precisión y eficacia.
- Se recomienda verificar el CBR del material que conformará la capa de Subbase y Base granular, el mismo que tiene que cumplir con las siguientes características:
- El material granular a ser empleado en la conformación de la capa de rodadura debe cumplir con requisitos de calidad no solo con respecto al porcentaje de pasante la malla N° 200, sino también con ciertas características físicas, por lo que es necesario que cumpla con especificaciones mínimas para lograr una estabilización mecánica apropiada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alva Hurtado, J. E. (2002). "Dinámica de Suelos". Tesis de postgrado. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Arriaga Garibay, J. F. (2015). "Diseño de Pavimento de la carretera Acapulco – Huatulco". Tesis de pregrado. Mexico: Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, México - Unidad Zacatenco
- Bardales Bartra, J. L. (2013). "Estudio deifinitvo para el Mejoramiento del Camino Vecinal Tioyacu – La Victoria Tramo: Km 0+000 – KM 4+520". Tesis de pregrado. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.
- Berry-Reid (s/f). "Mecánica de Suelos" – Mc Graw Hill International. México
- Calla Mamani, E. A (2015). "PAVIMENTACIÓN DE LOS JIRONES ACHAYA, MANCO CAPAC, CONDE DE LEMUS, ARICA Y PUNO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAMINACA-AZÁNGARO". Tesis de pregrado. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería.
- Crepo Villalaz, C. (1998). "Mecánica de Suelos y Cimentaciones". Editorial Limusa, 6ta impresión. Mexico.
- Chumbe Ydrogo, B. L. y Rojas Berru, J. L. (2018). "Propuesta de diseño de pavimentos y obras de drenaje pluvial en la reconstrucción de jirores y/o pasajes (jr. Francisco Bolognesi cda. 10 – 17, jr. Perú cda 04 – 15, jr. España dra. 09 – 13)". Tesis de pregrado. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.
- Guerra Bustamante, C. (1997). "Carreteras, Ferrocarriles, Canales. Localización y Diseño Geométrico". Editorial América 3era Edición. Lima.
- Fuentes Llaguno, A. (1965). "Caminos I". Lima – Perú.
- Juarez – Rico (2000). "Mecánica de Suelos. Tomo 2. Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos". Editorial Limusa, 19na reimpresión. México.
- Iturbide Consultor, J. C. (2002). "Manual Centroamericano para diseño de Pavimentos". Guatemala.
- MTC – Perú (2008). "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje". Lima – Perú.
- MTC – Perú (2005). "Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y Normas para el Diseño de Caminos Vecinales". Lima – Perú.
- MTC – Perú (2018). "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG-2018"
- MTC – Perú (2008). "Manual para el Diseño de Carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito". (R.M. N° 303-2008-MTC/02 del 04/04/2008)

- USAID/SIECA (2002), Manual Centroamericano para diseño de pavimentos. Guatemala.
- Ospina Camacho, J. P (2018). "Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el Municipio Espinal – Departamento del Tolima". Tesis de pregrado. Colombia.
- Ríos Vargas, C. (2006). "Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación – Tarapoto". Informe de Ingeniería. Tarapoto.
- Sanchez Vásquez, O. A. (2019). "Diseño de pavimento empleando el método AASHTO 93 para el mejoramiento de la carretera Ayacucho – Abancay. Tramo: Ayacucho Km. 0+000 – Km. 50+000". Tesis de pregrado. Tacna: Universidad Nacional Federico Villareal.
- AASHTO. (1998). "GUIA AASHTO PARA EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS".
- AASHTO. (1993). "Guía para diseño de Pavimentos".
- Hernández, Fernández, y Baptista, (2014). Metodología de la Investigación (Sexta; McGraw Hill, Ed.). México.
- INEI (2007). Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censo 2007.
- Valles Rodas, R. (1954), "Carretera, Calles y Aeropistas", Editorial Imprenta López Perú 666, 2da Edición. Caracas – Venezuela.
- Rodríguez Velásquez, ED (2009), "Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla. Tesis de pregrado. Piura; Universidad de Piura.

Diseño de pavimento y obras de arte de la vía Oasis – laguna Andiviela, distrito Morales, Provincia y región San Martín

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	idoc.pub Fuente de Internet	3%
3	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	edoc.pub Fuente de Internet	1%
9	www.scribd.com Fuente de Internet	

1 %

10

repositorio.ana.gob.pe

Fuente de Internet

1 %

11

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

12

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1 %

13

repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

14

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

15

pdfcookie.com

Fuente de Internet

<1 %

16

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

17

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

18

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

19

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

20

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

21	www.polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Francisco de Paula Santander Trabajo del estudiante	<1 %
26	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
30	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	SUCAPUCA SANTOS ESTHER ANA. "Plan de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos del Botadero	<1 %

Viscachapampa, Distrito San Pedro de Pillao,
Provincia Daniel Alcides Carrión,
Departamento de Pasco-IGA0013744", R.G.M.
N° 326-2020-GM-MPSAC-YHCA, 2021

Publicación

32

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1 %

33

repositorio.ucp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

34

Submitted to Universidad Nacional de Trujillo

Trabajo del estudiante

<1 %

35

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

36

cybertesis.uni.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

37

docplayer.es

Fuente de Internet

<1 %

38

doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

39

Submitted to Universidad Nacional del Santa

Trabajo del estudiante

<1 %

40

fr.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

41

GARCIA CABRERA JUAN CARLOS. "EIA del
Proyecto de Planta de Segregación de

<1 %

Residuos Sólidos de Huancayo-IGA0003686",
R.D. N° 3094/2008/DIGESA/SA, 2020

Publicación

42

livrosdeamor.com.br

Fuente de Internet

<1 %

43

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

44

TECNOLOGIA XXI S A. "Modificación del Plan
de Cierre de Minas de la Unidad Minera
Fosfatos-IGA0010571", R.D. N° 019-2018-
MEM-DGAAM, 2020

Publicación

<1 %

45

pirhua.udep.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

46

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

<1 %

47

Submitted to Universidad de Pamplona

Trabajo del estudiante

<1 %

48

pt.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

49

repositorio.uprit.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

50

Submitted to Universidad Nacional de San
Martín

Trabajo del estudiante

<1 %

51

Submitted to Universidad del Istmo de Panamá

Trabajo del estudiante

<1 %

52

documents.mx

Fuente de Internet

<1 %

53

HONORIO GARCIA JOSELITO. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Creación del Servicio de Protección Contra Inundaciones en la Zona Denominada Puerto Azul - Margen Derecho del Río Shilcayo, Sector Huayco, Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín - San Martín-IGA0015072", R.D.G. N° 269-2018-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021

Publicación

<1 %

54

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

55

ROJAS BARDALEZ ALFONSO. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto de Ampliación del Servicio de Protección Frente a Inundaciones en las Localidades de San Rafael y la Libertad, Margen Izquierda del Río Huallaga, Distrito de San Rafael, Provincia de Bellavista, Departamento de San Martín-IGA0014570", R.D.G. N° 397-2017-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021

Publicación

<1 %

56

view.genial.ly

Fuente de Internet

<1 %

57 Submitted to Universidad Ricardo Palma <1 %
Trabajo del estudiante

58 www.mef.gob.pe <1 %
Fuente de Internet

59 repositorio.unsaac.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

60 tesis.ucsm.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

61 www.anla.gov.co <1 %
Fuente de Internet

62 www.sefh.es <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 10 words