

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA  
CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN  
MIGUEL – CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ALEXANDER CRISTIAN AROSQUIPA AGUIRRE**

**ASESOR:**

**DR. FRANCISCO CYL GODIÑO POMA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:  
TRANSPORTE Y URBANISMO**

**PARAOPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERU**

**2024**

**ASESOR:**  
**DR. FRANCISCO CYL GODIÑO POMA**

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien es el responsable de iluminar y guiar mi vida en cada paso que doy. A mi madre, quien ha estado a mi lado durante toda esta travesía universitaria, brindándome su amor y apoyo incondicional. Asimismo, expreso mi profunda gratitud a mi padre, quien siempre ha estado atento a mis necesidades y me ha ofrecido valiosos consejos.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi alma mater, la Universidad Peruana Los Andes, por ofrecerme las habilidades y conocimientos esenciales que me han permitido desempeñarme con éxito en mi vida profesional. Asimismo, agradezco a todos los docentes que forman parte de la carrera de Ingeniería Civil, por su dedicación y compromiso en la formación de los estudiantes, así como por compartir su experiencia y sabiduría, lo que ha sido fundamental para mi crecimiento académico y personal.



## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0380 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

**DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022**

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. AROSQUIPA AGUIRRE ALEXANDER CRISTIAN**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **DR. GODIÑO POMA FRANCISCO CYL**

Fue analizado con fecha **11/11/2024**; con **85 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

**Excluye Bibliografía.**

X

**Excluye citas.**

X

**Excluye Cadenas hasta 20 palabras.**

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **25 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 11 de noviembre del 2024.

**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI**  
**JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

**HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO**

---

**DR. TAPIA SILGUERA RUBÉN DARÍO  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

---

**JURADO  
ING. CÓRDOVA ZORRILLA NATALY LUCIA**

---

**JURADO  
DRA. POMA BERNAOLA LOURDES GRACIELA**

---

**JURADO  
MTRO. FABIAN BRAMES ALCIDES LUIS**

---

**ING. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
SECRETARIO DOCENTE**

## CONTENIDO

RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
CAPITULO I.....	16
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. Formulación del problema .....	17
1.2.1. Problema General .....	17
1.2.2. Problema Especifico.....	17
1.3. Justificación .....	18
1.3.1. J. Práctica .....	18
1.3.2. J. Teórica .....	18
1.3.3. J. Metodológica.....	18
1.4. Delimitación del problema .....	18
1.5. Limitaciones .....	19
1.6. Objetivos .....	19
1.6.1. Objetivo general .....	19
1.6.2. Objetivos específicos .....	19
CAPITULO II .....	20
MARCO TEÓRICO .....	20
2.1. Antecedentes .....	20
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	20
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	21
2.2. Marco conceptual.....	22
2.2.1. Diseño de carreteras .....	22
2.3. Definición de términos .....	27
2.4. Hipótesis .....	30

2.4.1. Hipótesis general .....	30
2.4.2. Hipótesis específicas .....	30
2.5. Variables .....	30
2.5.1. Definición conceptual .....	30
2.5.2. Definición operacional .....	30
2.6. Operacionalización de las variables .....	32
CAPITULO III .....	33
METODOLOGÍA .....	33
3.1. Método de Investigación.....	33
3.2. Tipo de investigación .....	33
3.3. Nivel de investigación .....	33
3.4. Diseño de la investigación .....	33
3.5. Población y Muestra .....	34
3.5.1. Población .....	34
3.5.2. Muestra .....	34
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	34
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	35
3.7.1. Procesamiento de datos .....	35
3.7.2. Análisis de datos .....	35
CAPITULO V.....	37
RESULTADOS.....	37
4.1. Resultado descriptivo .....	37
4.1.1. Proyección del tráfico para el mejoramiento de la carretera.....	37
4.1.2. Características topográficas y geológicas para el mejoramiento de la carretera .....	43
4.1.3. Parámetros de diseño idóneos para el mejoramiento de la carretera.....	45
4.1.4. Diseño estructural .....	51
CAPITULO V.....	58
DISCUSIÓN .....	58



CONCLUSIONES .....	62
RECOMENDACIONES .....	63
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
Anexos.....	67
Matriz de consistencia .....	67
Estudio de tránsito vehicular .....	68
Ensayos: .....	72

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la subrasante .....	27
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	32
Tabla 3. Clasificación de las carreteras según su función .....	37
Tabla 4. Clasificación de las carreteras según la demanda.....	38
Tabla 5. Clasificación de carreteras según las condiciones orográficas.....	39
Tabla 6. Tráfico Promedio Diario Semanal. Estación L= 9+344 Km .....	41
Tabla 7. Índice Medio Diario Anual. Estación L= 9+344 Km .....	42
Tabla 8. Volumén de Trafico.....	42
Tabla 9. Carga equivalente a un eje simple .....	43
Tabla 10. Zonas de ubicación de las calicatas .....	44
Tabla 11. Propiedades físicas de la subrasante.....	45
Tabla 12. Análisis granulométrico y valor CBR de la subrasante.....	45
Tabla 13. Partes de las curvas horizontales .....	47
Tabla 14. Pendientes máximas .....	49
Tabla 15. Inclinationes recomendadas para taludes en corte .....	50
Tabla 16. Inclinationes recomendadas para taludes en terraplén.....	50
Tabla 17. CBR .....	52
Tabla 18. Resiliencia suelo.....	52

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Sección transversal tipo medial ladera.....	24
Figura 2. Estructura de diseño de una carretera típica.....	25
Figura 3. Punto de Conteo de Vehiculos .....	39
Figura 4. Perfil transversal típico de la carretera.....	51

## **RESUMEN**

Este estudio se llevó a cabo en el tramo de la autopista de Chepén, situada en el distrito de San Gregorio, que abarca las provincias de San Miguel (Cajamarca) y La Libertad, con el objetivo de desarrollar un diseño óptimo para mejorar la vía, centrado en la obtención de superficies subrasantes adecuadas. Para analizar la resistencia tanto del suelo natural como del estabilizado, se realizó un estudio práctico aplicando el método CBR y pruebas de compresión estándar en un laboratorio acreditado.

El diseño adoptado fue de carácter experimental y se basó en una muestra recolectada en el Km 0+000 de la ruta especificada, la cual el investigador consideró frágil e insuficiente para asegurar la estabilidad de la subrasante.

La técnica empleada para la recolección de datos consistió en la observación directa en el sitio, destacando el uso de instrumentos recomendados por el manual de suelos y pavimentos del MTC de 2016.

Durante el desarrollo del trabajo, se efectuó un análisis de tráfico que arrojó un IMDA de 25 vehículos diarios, clasificando así la vía como de bajo tráfico. Con el apoyo de datos topográficos, se identificó que la carretera presenta irregularidades, con pendientes y algunas áreas planas, estableciéndose una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora. Finalmente, se definió un diseño geométrico óptimo, que concluye en un ancho de vía de 5 metros, con un bombeo del 2% y cunetas laterales en forma triangular..

Palabras claves: diseño de mejoramiento de carretera, estabilización de subrasantes.

## **ABSTRACT**

This study was carried out on the segment of the Chepén highway in the district of San Gregorio in the provinces of San Miguel - Cajamarca and La Libertad to provide an optimal design for the improvement of the road to obtain subgrade surfaces. To determine the strength of the natural and stabilized soil, an applied study was carried out using CBR and basic compression tests in a laboratory with guaranteed certification.

The design used is experimental based on the sample obtained at Km 0+000 of the route, which the researcher considered fragile, unable to determine the stability of the subgrade.

The technique used for data collection focused on direct observation in situ; demonstrating that the instruments used are those recommended in the MTC manual for soils and pavements. 2016.

While this work, a traffic study was conducted, which yielded an IMDA of 25 vehicles per day, classifying the road as low traffic. By using topographic data, it was possible to classify the road as irregular with slopes and some uniform sectors, assuming a design speed of 30 kilometers per hour, and determining the ideal geometric design for the road under study, with which it was possible to conclude that the width of the road will be 5 meters with a 2% pumping, and its lateral ditches will be triangular.

**Key words:** road improvement design, subgrade stabilization.

## INTRODUCCIÓN

Así, el desarrollo de infraestructuras en una ciudad se convierte en un factor fundamental para el crecimiento urbano. Esto responde principalmente a la necesidad de optimizar las condiciones de tráfico y mejorar la accesibilidad del transporte público en las zonas urbanas. De este modo, elementos de la infraestructura de transporte, como la integración de una nueva carretera, autopista o puente, facilitan la continuidad de las actividades económicas y sociales, reduciendo a la vez las pérdidas causadas por sistemas de transporte poco eficientes (Sarata y otros, 2019).

Para explicar de forma adecuada esta investigación, se presenta la estructura siguiente:

En el capítulo I, se desarrolló el problema de investigación, detallando la realidad problemática, la delimitación, las justificaciones y los objetivos vinculados a las variables del estudio.

En el capítulo II, se trató el marco teórico, incluyendo a los autores y sus investigaciones que funcionaron como antecedentes, además de las bases teóricas y el marco conceptual.

En el capítulo III, se establecieron las hipótesis de la investigación, especificando las variables y sus definiciones tanto conceptuales como operacionales.

En el capítulo IV, se describió la metodología empleada, considerando el método, tipo, nivel y diseño de la investigación, además de la caracterización de la población, la muestra, las técnicas y los instrumentos aplicados.

En el capítulo V, se presentaron los resultados de la investigación, tanto en su aspecto descriptivo como inferencial.

Finalmente, se incorporó la discusión de los resultados, junto con la bibliografía, las conclusiones, recomendaciones y los anexos correspondientes.



## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

El desarrollo de infraestructura vial ofrece beneficios como la disminución del tiempo de desplazamiento y, en consecuencia, una reducción en los costos de transporte, lo que promueve la creación de nuevos mercados y fortalece el potencial exportador de una región o país. Además, las mejoras en el transporte facilitan la distribución de productos hacia distintos sectores económicos (Urazán, Escobar, & Monacada, 2017).

En este sentido, el Banco Interamericano de Desarrollo (2016) señala la relación entre la inversión en infraestructura de transporte y la reducción de costos logísticos junto con el incremento en la capacidad exportadora. En el caso de Colombia, se observa un impacto positivo en el comercio con Chile y Perú, donde una reducción del 0,2% en los costos de transporte incrementa las exportaciones globales en un 0,3%. De forma similar, en Chile, una disminución del 5,2% en los costos de transporte se asocia con un aumento del 1,4% en las exportaciones, mientras que en Perú una reducción del 6% en costos logísticos incrementa las exportaciones en un 1,2% (Urazán et al., 2017). Sin embargo, según el Foro Económico Mundial (2019), que evaluó 141 economías, Perú se sitúa en los puestos 97 en infraestructura de transporte, 102 en conectividad vial y 110 en calidad de carreteras, en contraste con Chile, que ocupa los primeros 10 lugares.

De acuerdo con el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2020), la red vial en Perú abarca 168,359.2 kilómetros, de los cuales solo el 16% está pavimentado; el 84% restante, equivalente a 141,180.9 kilómetros, permanece sin pavimentar, concentrándose en carreteras y caminos vecinales, los cuales representan el 98% de estas rutas. En este contexto, el departamento de Ica cuenta con 797.3 kilómetros de superficie vial, de los cuales 16.7 kilómetros no están pavimentados debido a deterioro o mal estado, afectando a localidades como San José de Curis, en el distrito de Yauca dl Rosario, provincia de Ica.



Según los datos de campo recabados, los 9.34 kilómetros que conforman los tramos de este centro poblado representan los mayores desafíos, pues afectan directamente a la comunidad. Esta carretera, que lleva más de dos décadas en mal estado, presenta ondulaciones, depresiones y obstáculos a lo largo de su recorrido, situación que empeora durante las lluvias, cuando las grietas se activan y la vía se vuelve intransitable por falta de infraestructura adecuada. Esto obliga a los vehículos a desplazarse con lentitud, incrementando significativamente el tiempo de viaje y los costos de transporte, lo que encarece el traslado de productos perecederos.

La situación también afecta el transporte de productos agrícolas hacia la provincia, reduciendo la actividad económica y la calidad de vida de los habitantes de la zona. Ante esta problemática, la presente investigación se centra en proponer un plan de mejora para la carretera Chepén-San Gregorio-San Miguel de Pallaques-Calquis-El Empalme-Talambo-Cajamarca, en el distrito de San Gregorio, provincia de San Miguel - Cajamarca y La Libertad, durante el año 2022.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema General

¿Cuál es el diseño idóneo para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad?

### 1.2.2. Problema Especifico

a. ¿Cuál es la proyección del tráfico para el mejoramiento de la carretera Chepén, distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad?

b. ¿Cuáles son las características topográficas y geológicas para el mejoramiento de la de la carretera Chepén. Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad?

c. ¿Cuáles son los parámetros de diseño idóneos para el mejoramiento de la carretera Chepén, San Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad? |

### 1.3. Justificación

#### 1.3.1. J. Práctica

La investigación se justifica ampliamente, ya que permitió desarrollar el diseño de una carretera que no solo cumple con los requerimientos técnicos y las necesidades específicas de la zona analizada, sino que también se proyecta como un aporte significativo al crecimiento económico y productivo de la región. Con esta mejora en la infraestructura vial, se facilita el acceso a mercados, se reduce el tiempo de traslado y se optimiza la distribución de productos, beneficiando tanto a los residentes como a las actividades comerciales y agrícolas del área.

#### 1.3.2. J. Teórica

La justificación teórica de esta investigación radica en que los resultados obtenidos aportarán información valiosa para futuras investigaciones que empleen las normativas del MTC en la optimización de carreteras en diversas regiones del país. Este estudio no solo establece un precedente en el uso de estas normas, sino que también ofrece una base sólida de datos y metodologías que pueden ser replicadas o adaptadas en proyectos de infraestructura vial en contextos similares, contribuyendo al desarrollo de vías más seguras y eficientes a nivel nacional.

#### 1.3.3. J. Metodológica

La justificación es de carácter metodológico, dado que se emplearon métodos y técnicas confiables para ejecutar las distintas tareas de campo, laboratorio y gabinete, siguiendo las normas del MTC y la metodología AASHTO. Este enfoque metodológico aseguró la precisión y la validez de los datos recolectados, permitiendo definir con claridad las propiedades y características necesarias para abordar la problemática de transitabilidad en la zona estudiada.

### 1.4. Delimitación del problema

El presente proyecto de tesis se sitúa en el departamento de La Libertad, específicamente en la provincia de Chepén, distrito de San Gregorio. El tramo analizado corresponde a la ruta LI-100, 13870, y tiene una extensión total de 7.455 km. Actualmente, esta sección se encuentra a nivel de afirmado y presenta una orografía irregular y ondulada. La superficie de rodadura muestra signos de ahuellamiento y desgaste superficial, con un ancho promedio de calzada de 4.00 metros, además de cunetas insuficientes y otros problemas estructurales. El sector específico objeto de estudio abarca los primeros 2 kilómetros, comprendidos entre los kilómetros 0+000 y 2+000.

#### 1.5. Limitaciones

Ninguna

#### 1.6. Objetivos

##### 1.6.1. Objetivo general

Determinar el diseño idóneo para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel – Cajamarca y La Libertad

##### 1.6.2. Objetivos específicos

- a. Evaluar la proyección del tráfico para el mejoramiento de carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel – Cajamarca y La Libertad
- b. Evaluar las características topográficas y geológicas para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel – Cajamarca y La Libertad.
- c. Determinar los parámetros de diseño idóneos para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel – Cajamarca y La Libertad

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

Zambrana y colaboradores (2015) llevaron a cabo una investigación cuyo objetivo principal fue diseñar el tramo de carretera entre La Argentina y La Azucena, utilizando un software de diseño asistido por computadora. En este estudio, se desarrolló el diseño geométrico de 8,6 kilómetros del alineamiento de la carretera, conforme a los parámetros establecidos en el "Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de Carreteras". Además, se realizó un análisis de suelos para determinar el CBR de diseño, esencial para definir las dimensiones de las capas que conforman la estructura del pavimento. Según los estándares de la norma NIC-2000 y la guía de diseño AASHTO, los valores de CBR resultaron ser de calidad muy baja. Como resultado de la investigación, se elaboró una guía detallada que describe el proceso de introducción de datos y trabajo en AutoCAD Civil 3D 2015 para el diseño geométrico de carreteras.

Amaya (2019) presentó una tesis de maestría con el objetivo de diseñar una estructura de pavimento flexible mediante el método AASHTO-93, para la segunda fase del plan de mejoramiento entre la diagonal 65 y la intersección vial Cai Boston-Yuma en Barrancabermeja, Santander, proyectada para un período de diseño de 10 años. Este estudio incluyó pruebas de laboratorio que permitieron un mejor análisis del material de la subrasante, obteniendo información sobre granulometría, humedad natural, límites de Atterberg y resistencia a la compresión. Los resultados evidenciaron que el material de la subrasante tiene una capacidad portante muy baja, lo que permite su

mejoramiento. Finalmente, se propuso el uso de asfalto convencional, compuesto por una capa asfáltica de 15 cm, sustentada sobre una base granular de 15 cm, que a su vez descansa sobre una subbase granular de 30 cm.

Ralda (2016) realizó un proyecto de investigación cuyo objetivo fue diseñar y planificar una carretera segura y cómoda tanto para conductores como para peatones, además de satisfacer las necesidades de la población local y promover el desarrollo económico de la comunidad. Se tuvieron en cuenta las recomendaciones del Departamento de Carreteras (DGC) junto con las especificaciones generales de construcción vial establecidas por las normas de la AASHTO. Al inicio del estudio, se realizaron pruebas de suelo, como Proctor, Granulometría y CBR, cuyos resultados indicaron que el suelo era del tipo A-1-b, caracterizado por su alta estabilidad y aptitud. La propuesta contemplaba una carretera con una sección típica, un volumen de tráfico diario promedio entre 100 y 500 vehículos, una pendiente máxima del 14%, una velocidad de diseño de 50 kilómetros por hora, y una sección transversal de 5,50 metros.

#### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Cabanillas (2018) finalizó un proyecto cuyo objetivo principal fue diseñar el mejoramiento y la ampliación de la carretera que conecta Pampa Hermosa Baja con La Leonera, en el distrito de Usquil, provincia de Otuzco, región La Libertad. Este proyecto benefició directamente a una población de 700 personas, abarcando una longitud de 6,650 kilómetros. El subsuelo de la carretera estaba compuesto por arena limo-arcillosa, en un terreno clasificado como contaminado tipo 3. Para las características de diseño, se propuso un micro pavimento para la capa de rodadura, con una calzada de 6 metros de ancho, una pendiente de bombeo del 2,5%, un peralte máximo del 8%, y pendientes longitudinales de hasta 10%, considerando una velocidad de diseño de 30 km/h. Se incluyeron obras de arte como 3 alcantarillas de paso de TMC, 12 alcantarillas de alivio de TMC, y cunetas con una sección triangular de 0,40x0,86 metros.

Mantilla (2018) desarrolló un proyecto de investigación con el propósito de determinar las características geométricas para el diseño y mejoramiento de la carretera Campo Piura-Guayabito, ubicada en el distrito de Poroto, provincia de Trujillo, en la región La Libertad. El proyecto fue un diseño descriptivo básico dentro de un estudio cuantitativo que incluyó 15 participantes. El estudio abarcó 7,427 kilómetros de carretera en mal estado, donde el suelo de la región presenta dos características principales: grava y arcilla. El terreno en la zona está deteriorado. Para el diseño de la vía, se consideraron los siguientes parámetros: una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora, pendientes longitudinales de hasta el 10%, un terraplén de 0,50 metros de ancho, un firme de 6 metros y una pendiente de ladera del 2,5%. También se consideraron obras de arte como los aliviaderos, alcantarillas de 36 pulgadas de diámetro y cunetas triangulares de 0,45 por 1,20 metros.

Regalado (2017) llevó a cabo un proyecto cuyo objetivo principal fue diseñar el mejoramiento de la carretera de Cerpaquino a Uruspampa, ubicada en el distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, región La Libertad. Para este proyecto, se propuso un diseño de micropavimento para la capa base, de acuerdo con el manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos. También se consultaron otros manuales proporcionados por el MTC para el diseño de sistemas de drenaje y señalización de tránsito. El diseño se desarrolló utilizando programas informáticos como AutoCAD, Civil 3D, S10 y Microsoft Project. Así, se logró construir una carretera con una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora, pendientes longitudinales máximas del 9% y una superficie de micropavimento con un espesor de 25 milímetros.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Diseño de carreteras

En este contexto, una carretera se define como una infraestructura de transporte ubicada en una franja de terreno llamada derecho de vía. Su principal finalidad es permitir la circulación continua de vehículos,

garantizando tanto la seguridad como la comodidad de los usuarios (Cárdenas, 2015). Con el progreso de la sociedad, las personas demandan mayor confort al desplazarse por las vías, lo que obliga a los responsables de su diseño y construcción a enfocarse más en las experiencias de los usuarios durante la circulación (Journal of World Architecture, 2017).

Los pavimentos de carreteras son estructuras compuestas por varias capas superpuestas de manera paralela, diseñadas con materiales específicos que se apoyan sobre una subrasante. Esta última, dependiendo de las características del suelo, puede ser natural, mejorada o estabilizada. Estas estructuras están diseñadas para resistir las fuerzas generadas por el tráfico vehicular y las condiciones ambientales, además de ofrecer un entorno seguro, protegido y cómodo para los usuarios de la vía, asegurando su funcionalidad durante un tiempo prolongado (Rondón y otros, 2015).

Para seleccionar el tipo de pavimento a diseñar, es necesario considerar los siguientes criterios: la capacidad portante del suelo y el patrón de tráfico, que influyen en el desempeño de la estructura. También se debe evaluar la composición estimada del tráfico, la tasa de crecimiento y la vida útil proyectada de la estructura en años. Otros factores incluyen la estrategia de mantenimiento del pavimento, el presupuesto disponible para el proyecto y los costos que enfrentarán los usuarios (Uribe, 2016).

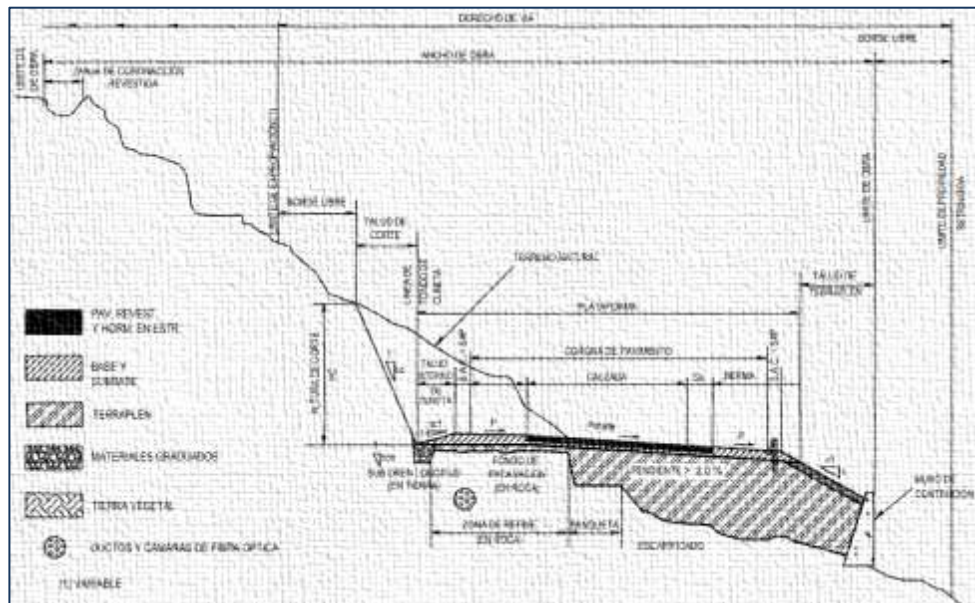
El diseño geométrico de una carretera se fundamenta en la ubicación del alineamiento sobre el terreno donde será construida, considerando diversos factores, como la topografía, geología, medio ambiente, hidrología y factores sociales y urbanos (Parrado y otros, 2017). En este sentido, el alineamiento horizontal de una carretera se refiere a la proyección en planta del eje real o espacial de la misma, compuesto por una serie de líneas rectas, llamadas tangentes, que se conectan entre sí mediante curvas (Cárdenas, 2015).

Por otro lado, el diseño geométrico vertical, también conocido como alineamiento vertical, se compone de un conjunto de líneas rectas que se intersectan en ángulo recto mediante curvas verticales, las cuales deben

asegurar que se mantenga la velocidad de diseño sin necesidad de detener los vehículos. En general, las propiedades de las curvas verticales y la velocidad de diseño están determinadas por la pendiente del terreno y la distancia de visibilidad requerida para la seguridad (MTC, 2018).

Finalmente, el diseño geométrico de la sección transversal consiste en detallar los componentes de la carretera observados desde un corte transversal, donde se distinguen tanto la disposición como las dimensiones de cada elemento. La sección transversal incluye los elementos mencionados en la página 17: carriles, superficie de rodadura o pavimento, bermas, bordillos y taludes, todos situados dentro del derecho de vía del proyecto, garantizando su correcta integración y funcionalidad (MTC, 2018). En la Figura 1 se puede observar una sección transversal con una mediana escalonada.

Figura 1. Sección transversal tipo medial ladera

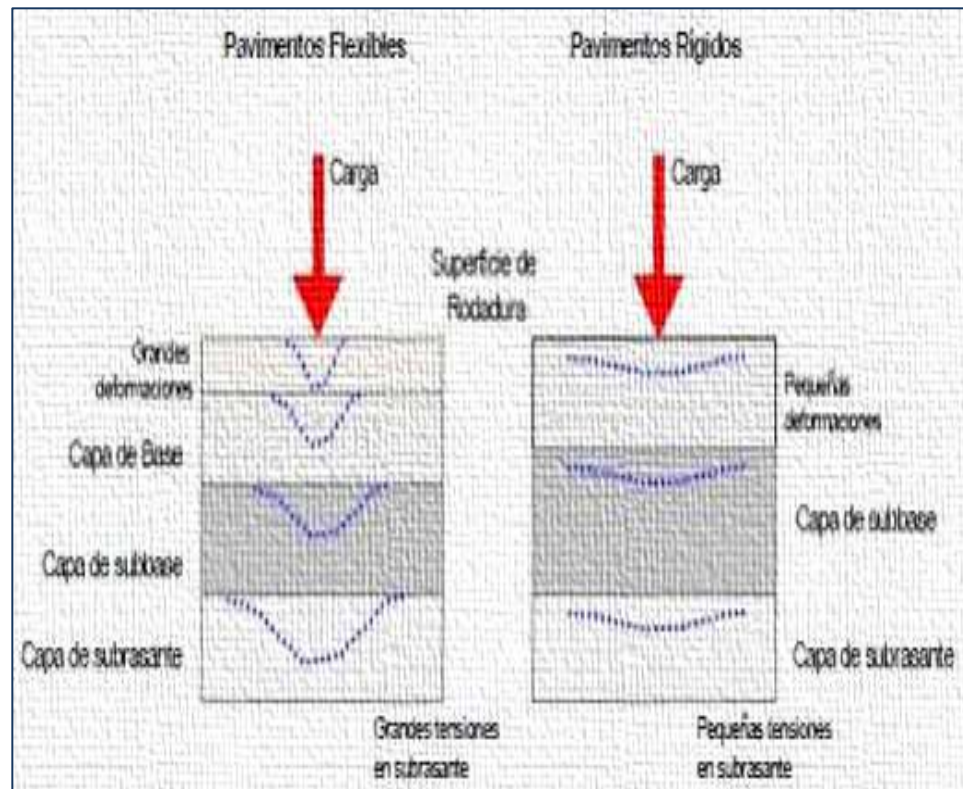


Fuente: MTC (2018)

El diseño estructural de una sección típica de carretera incluye una capa de subrasante, que puede estar o no cubierta por geotextil, junto con una subbase y una base, ambas formadas por materiales granulares con propiedades específicas y bien definidas para su estabilidad. En la Figura 2 se representa el diseño estructural típico de los pavimentos flexibles y rígidos.



Figura 2. Estructura de diseño de una carretera típica



Fuente: Diseño estructural de pavimentos (2016)

Para el diseño de pavimentos, la metodología AASHTO-93 permite calcular el espesor adecuado de las distintas capas del pavimento mediante ecuaciones basadas en variables como tráfico, confiabilidad, índice de servicio y el módulo de resiliencia del suelo, entre otras (García, 2015). La ecuación fundamental de diseño de AASHTO es la siguiente:

Ecuación 1:

$$\text{Log}_{10}(\text{W18}) = \text{ZR} * \text{S0} + 9.361 * \text{LOGI}(\text{SN} + 1) - .20 + \frac{\text{Log}_{10}\left[\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right]}{.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{3.19}}} + 2.32 * \text{Log}(\text{My}) - 8.07$$

donde:

W18 = Tráfico

ZR = Desviación estándar normal

S0 = Error estándar combinado en la predicción de tráfico

$\Delta\text{PSI}$  = Cambio en serviciabilidad inicial

My = Módulo resiliente de la subrasante (Psi)

SN = Número estructural indicativo del espesor total del pavimento

Ecuación 2:

$$SN = a_1D_1^i + a_2D_2^m + a_3D_3^m$$

Donde:

$a_i$  = Coeficiente estructural de la capa

$D_i$  = Espesor de la capa

$i$  = Coeficiente de drenaje de la capa granular  $i$

Para calcular el volumen de tráfico, se usa el número de repeticiones diarias de carga en un solo eje (Zambrano, 2016), y el índice medio diario anual (IMDa) se estima con la ecuación 3.

Ecuación 3:

$$I.M.D.1 = \frac{(PL(5) + S + D) * Fc}{7}$$

Donde:

IMD = Índice Medio Diario Anual

PL = Promedio de tráfico en días laborables

S = Tráfico promedio los sábados

D = Tráfico promedio los domingos

Fc = Factor de corrección según zona (1.01997 para vehículos pesados y 0.97610 para vehículos ligeros).

Para el diseño de la capa de rodadura, solo se consideran vehículos con peso bruto superior a 2,5 toneladas, ya que los vehículos más ligeros no ejercen una carga significativa en esta capa (MTC, 2015).

La subrasante, que soporta la estructura del pavimento y distribuye las cargas del tráfico, es crítica, ya que su fallo puede comprometer toda la estructura (Materiales de construcción y edificación, 2017). La capacidad

de carga y las características de los materiales que cubren la subrasante determinan el diseño de la capa superior (MTC, 2015). Según el valor CBR del material, la subrasante se clasifica en cinco categorías, como se muestra en la tabla 1.

*Tabla 1. Clasificación de la subrasante*

CATEGORÍA	CBR
S0: Muy baja calidad	< 3%
S1: Baja calidad	3.01% - 6%
S2: Calidad regular	6.01% - 11%
S3: Buena calidad	11.1% - 20%
S4: Excelente calidad	> 20.1%

Fuente: MTC (2015)

El índice de capacidad de carga de California (CBR) es un ensayo específico y controlado que evalúa la resistencia a la compresión del suelo. Expresado en porcentaje, el CBR compara la fuerza necesaria para insertar un pistón en una muestra de suelo con la fuerza requerida para la misma inserción en una muestra de piedra triturada (Zambrano, 2016). Aunque el CBR puede medirse tanto en laboratorio como en campo, su aplicación es limitada debido a los requerimientos de tiempo y equipo especializado. Dada esta complejidad, se han desarrollado correlaciones para estimar el CBR mediante dispositivos como el penetrómetro de cono dinámico y el impactador Clegg (Academia Mundial de Ciencia, Ingeniería y Tecnología, 2015). En proyectos de infraestructura, se recomienda utilizar materiales con un CBR superior al 6%. En caso contrario, el material debe ser reemplazado por uno que cumpla con las especificaciones del proyecto (MTC, 2015).

### 2.3. Definición de términos

**Carretera:** Infraestructura vial destinada a la circulación de vehículos motorizados con al menos dos ejes, cuyas especificaciones geométricas, como pendientes, sección transversal y superficie de rodadura, deben cumplir con las normativas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**Sección Transversal:** Corte realizado perpendicularmente al eje de la vía en puntos específicos de la carretera, mostrando y dimensionando los elementos que la componen dentro del derecho de vía. Existen dos variantes: General y Específica.

**Sección Transversal General:** Constituida por los elementos principales de la carretera, como la calzada o superficie de rodadura (carriles), bermas, taludes, sistema de drenaje (cunetas, alcantarillas, zanjas de coronación, badenes) y estructuras adicionales (muros, ductos, cámaras de fibra óptica, dispositivos de seguridad vial y control de tránsito inteligente).

**Sección Transversal Especial:** Diseñada para tramos con características específicas que requieren soluciones adicionales, como zonas con alta densidad poblacional, comercio, interconexiones viales, puentes y más. Además de los elementos generales, puede incluir vías auxiliares, ciclovías, veredas, accesos para discapacitados, intersecciones a nivel o desnivel, estaciones de peaje, y otros componentes necesarios.

**Tramos Homogéneos:** Segmentos de una carretera donde se asigna una velocidad de diseño uniforme en función de las condiciones del terreno. Una vía suele tener varios tramos homogéneos con propiedades similares.

**Velocidad de Diseño Homogénea:** Parámetro base para definir las características geométricas de los elementos de un tramo homogéneo de carretera.

**Velocidad de Operación:** Velocidad máxima segura a la que los vehículos pueden circular en un tramo de carretera sin sobrepasar el límite de diseño.

**Pavimento:** Estructura compuesta por capas sobre la subrasante, diseñada para soportar y distribuir las cargas generadas por el tráfico, mejorando la seguridad y el confort. Generalmente incluye base, subbase y bordes.

**Capa de Rodadura:** La capa superior de un pavimento, hecha de hormigón bituminoso (flexible), cemento Portland (rígido) o asfalto, cuya función es soportar el tráfico de manera directa.

**Base:** Capa situada bajo la rodadura, cuya función principal es distribuir y soportar las cargas de tránsito. Esta capa está hecha de material granular permeable (CBR 80%) o tratada con asfalto, cal o cemento.

**Subbase:** Capa de material específico y espesor controlado que soporta la base y actúa como filtro y estabilizador del flujo de agua. Puede estar compuesta por material granular (CBR 40%), piedra caliza o cemento. Existen varios tipos de pavimentos, incluyendo:

**Pavimentos Flexibles:** Estructura de capas granulares (subbase, base) y una capa de rodadura de material bituminoso.

**Pavimentos Semirrígidos:** Incluyen capas asfálticas con un espesor total bituminoso y base tratada con asfalto, cemento o cal.

**Pavimentos Rígidos:** Estructura de firme con capa de subbase granular estabilizada y aglomerado hidráulico de cemento, áridos y otros agregados. Dentro de estos pavimentos se encuentran:

Pavimento de concreto con juntas

Pavimento de concreto con refuerzo en acero

Pavimento de concreto con refuerzo continuo

Las dimensiones de firme indicadas en el manual son orientativas y sirven como guía para evaluar alternativas. La decisión final es responsabilidad del ingeniero a cargo, quien debe justificar su elección en cada caso particular. Los catálogos presentados en el manual facilitan la estandarización de dimensiones estructurales, simplifican el seguimiento y la evaluación del comportamiento de las secciones, además de ayudar en el mantenimiento de pavimentos y ajustes futuros.

**Encalaminado:** Deformaciones longitudinales en la superficie de una carretera producidas por el movimiento plástico de la capa.

**Orografía:** Área de la geografía física dedicada a estudiar y clasificar las formas del relieve terrestre, incluyendo montañas y elevaciones en una región o país.

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

El diseño propuesto es adecuado para la mejora de la carretera Chepén, en el Distrito San Gregorio, provincia de San Miguel - Cajamarca y La Libertad.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

- a. La proyección de tráfico es apropiada para el mejoramiento de la carretera Chepén.
- b. Las características topográficas y geológicas son aptas para este proyecto.
- c. Los parámetros de diseño son adecuados para el mejoramiento de la vía.

## 2.5. Variables

Univariable: Diseño de mejora de la carretera Chepén, en el Distrito San Gregorio - Cajamarca y La Libertad.

### 2.5.1. Definición conceptual

Diseño para la optimización de la carretera Chepén, en el distrito de San Gregorio, provincia de San Miguel - Cajamarca y La Libertad. El diseño geométrico se inicia estableciendo la velocidad de diseño en cada tramo homogéneo, con criterios técnicos y económicos, considerando factores como curvas horizontales, verticales y velocidad direccional. Para vías de bajo tráfico, el diseño estructural del pavimento consta de una capa de material rodado (MTC, 2014).

### 2.5.2. Definición operacional

El diseño de la carretera Chepén implica la configuración geométrica en planta, longitud y sección transversal de manera que garantice un flujo de tráfico continuo y una velocidad estable, acorde a las condiciones específicas de la vía. El diseño estructural toma en cuenta las propiedades de la subrasante y el tráfico proyectado en términos de ejes equivalentes, con un periodo de diseño de 10 años, asegurando la durabilidad y eficiencia de la vía (MTC, 2014)..

## 2.6. Operacionalización de las variables

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala
Diseño para el mejoramiento de la carretera Chepén-San Gregorio, en el distrito de San Gregorio, provincia de San Miguel - Cajamarca y La Libertad	El diseño geométrico se inicia estableciendo la velocidad de diseño en cada tramo homogéneo, con criterios técnicos y económicos, considerando factores como curvas horizontales, verticales y velocidad direccional. Para vías de bajo tráfico, el diseño estructural del pavimento consta de una capa de material rodado (MTC, 2014).	El diseño de la carretera Chepén implica la configuración geométrica en planta, longitud y sección transversal de manera que garantice un flujo de tráfico continuo y una velocidad estable, acorde a las condiciones específicas de la vía.	EE 8.2 Ton	≤400 Vehículos/Día
		El diseño estructural toma en cuenta las propiedades de la subrasante y el tráfico proyectado en términos de ejes equivalentes, con un periodo de diseño de 10 años, asegurando la durabilidad y eficiencia de la vía (MTC, 2014).	IMDA diseño	De Razón
			Topografía	De Razón
			Geología	De Razón
			Parámetros de diseño geométrico	De Razón
			Parámetros de diseño estructural de pavimento	De Razón
			Señalización Vial	De Razón

Elaboración: propia



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de Investigación**

Esta investigación utiliza un enfoque cuantitativo, caracterizado por su secuencialidad y enfoque experimental. La recolección de datos en este caso se basa en la observación y medición de un fenómeno específico, utilizando procedimientos estandarizados y reconocidos científicamente (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014).

#### **3.2. Tipo de investigación**

Según su propósito, esta investigación cumple con los requisitos metodológicos de una investigación aplicada. De acuerdo con Valderrama (2014), la "investigación aplicada aborda una realidad concreta existente en el día a día." Asimismo, Zegarra (2012) menciona que la investigación aplicada se enfoca en resolver problemas específicos, promoviendo innovaciones, mejoras en procesos o productos, así como incrementos en la calidad y la productividad.

#### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de esta investigación es descriptivo, ya que describe de forma clara los fenómenos para identificar y explicar su comportamiento. Según Valderrama (2013), el nivel descriptivo "busca describir las propiedades, características y perfiles de personas, procesos o fenómenos sujetos a análisis, con el fin de recopilar información detallada o combinada sobre diversos conceptos" (p.44).

#### **3.4. Diseño de la investigación**

El diseño de esta investigación es no experimental y transeccional. En este diseño, la variable independiente no se manipula intencionalmente y no se cuenta con grupos control ni experimental; en su lugar, se analizan hechos y eventos reales (Carrasco, 2017). Esta investigación se orienta a identificar el diseño óptimo para mejorar la carretera Chepén, en el distrito de San Gregorio, provincia de San Miguel, con un estudio de tráfico, evaluación de características topográficas y geológicas, y determinación de parámetros de diseño.

### 3.5. Población y Muestra

#### 3.5.1. Población

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010), una población es "un conjunto de elementos con características específicas, localizados según criterios de contenido". Palomino et al. (2015) definen la población como el conjunto de personas, objetos o elementos que presentan características comunes y sobre los que se realizan observaciones. En este caso, los tramos de la carretera Chepén - San Gregorio - Talambo, ubicados en Cajamarca y La Libertad, representaron la población del estudio, en un tramo de 0,2 km.

#### 3.5.2. Muestra

Hernández, Fernández y Baptista (2010) definen la muestra como un subgrupo representativo de la población, del cual se recogen datos específicos. Según Palomino et al. (2015), la muestra es un subconjunto representativo que permite extrapolar características a toda la población. Para esta investigación, se utilizó una muestra no probabilística y dirigida, ya que la selección no se basó en la probabilidad, sino en las características propias del estudio. Las muestras se recolectaron a través de levantamientos de calicatas alternas, con una distancia de 500 metros entre cada muestra, según el manual de diseño vial del MTC (2014).

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se emplearon técnicas y métodos específicos para la recolección de datos, cada uno con sus respectivos instrumentos.

La observación fue la técnica seleccionada, ya que es un método empírico fundamental en investigación científica, que permitió a los investigadores interpretar la realidad observando directamente los fenómenos en su entorno natural, con objetivos definidos y métodos científicos (Hernández et al., 2018).

Para esta investigación, los instrumentos utilizados fueron:

La herramienta de recolección de datos, que permite al investigador registrar la información observada sobre las variables del estudio (Hernández et al.,

2014). Se utilizaron fichas técnicas y de observación para documentar las características topográficas y geomorfológicas, y para el análisis del tránsito vehicular (anexo 2), permitiendo calcular el índice medio diario de tráfico (IMDA). Adicionalmente, los equipos empleados en el estudio topográfico fueron:

Equipos:

- Estación Total: TOPCON ES-105 (Kit completo)
- GPS: Magellan eXplorist 310
- Radios portátiles: Motorola EP 450
- Camioneta: Toyota 4x4

### 3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

#### 3.7.1. Procesamiento de datos

- Etapa pre-campo (gabinete): En esta fase se realizó una revisión documental y se establecieron los puntos de muestreo con base en las progresiones establecidas, diseñándose los instrumentos de recolección en función de las dimensiones de la variable de estudio.
- Etapa de campo: Durante esta fase, se aplicaron los instrumentos de recolección de datos en el terreno, documentando información sobre estudios de tráfico, características topográficas y geológicas, además de muestras enviadas a un laboratorio externo.
- Etapa post-campo (gabinete): Esta etapa implicó el tratamiento y análisis de los datos obtenidos en campo, estimando la proyección del tráfico, evaluando las características topográficas y geológicas del terreno y determinando los parámetros de diseño y señalización según las normativas del MTC. Se presentan los resultados en un diseño óptimo para el tramo de la milla 25, confrontándolos con estudios previos y extrayendo conclusiones en línea con los objetivos de la investigación.

#### 3.7.2. Análisis de datos

El análisis fue de naturaleza cuantitativa, partiendo de la observación y medición, y apoyándose en estadística descriptiva y en los métodos establecidos en los manuales técnicos del MTC, los cuales detallan relaciones matemáticas y procedimientos específicos para estudios de tráfico, topográficos y geomorfológicos. Además, se utilizaron hojas de cálculo de Excel y programas de diseño gráfico en ingeniería para procesar los datos obtenidos.

## CAPITULO V

### RESULTADOS

#### 4.1. Resultado descriptivo

##### 4.1.1. Proyección del tráfico para el mejoramiento de la carretera

Para el desarrollo de esta fase, se han considerado las características del tráfico, ya que estas influyen directamente en la selección de los parámetros geométricos de diseño y el número de carriles necesarios. Además, a través de estudios específicos, se determinan las políticas adecuadas de diseño, construcción y mantenimiento futuro de la carretera, asegurando su funcionalidad y durabilidad a lo largo del tiempo.

#### **Clasificación de la carretera**

Las carreteras se categorizan de acuerdo con su función, como se muestra en la tabla siguiente.

*Tabla 3. Clasificación de las carreteras según su función*

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
SISTEMA NACIONAL	Se encuentra conformado por las principales carreteras nacionales sirviendo como punto de convergencia con carreteras departamentales y vecinales
SISTEMA DEPARTAMENTAL	Está constituida por la red vial de El departamento o división política en una nación que se encargan de unir la red nacional con la red vial vecinal
SISTEMA VECINAL	Se constituyen las carreteras pertenecientes a la red vial local cuya función es unir las provincias con los distritos y centros poblados

Fuente: MTC 2017

En la tabla 3 se observa que se ha añadido al sistema departamental la carretera que conecta Chepén - San Gregorio - San Miguel de Pallaques - Calquis - El Empalme - Talambo, la cual abarca tramos ubicados en los departamentos de Cajamarca y La

Libertad. En respuesta a la solicitud, se presenta la clasificación de las vías de tránsito en la tabla 4, que muestra las diversas categorías de carreteras, basadas en su uso, tipo de tráfico y rol en la red vial regional.

*Tabla 4. Clasificación de las carreteras según la demanda*

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
AUTOPISTAS DE PRIMERA CLASE	Carreteras con Índice Medio Diario Anual (IMDA) superior a los 6000 veh/día, poseen calzadas con dos o más carriles de, al menos, 3.60 mts de ancho, con control total de accesos, permitiendo flujos vehiculares continuos.
AUTOPISTAS DE SEGUNDA CLASE	Carreteras con IMDA inferior a 6000 veh/día y mayor a 4000 veh/día; las calzadas de dos o más carriles de, al menos, 3.60m de ancho, permitiendo flujos vehiculares continuos.
CARRETERAS DE PRIMERA CLASE	Carreteras con IMDA entre 4000 y 2000 veh/día, poseen calzadas de dos carriles con un ancho mínimo de 3.60m.
CARRETERAS DE SEGUNDA CLASE	Carreteras con IMDA entre 2000 y 400 veh/día, poseen calzadas de dos carriles con un ancho mínimo de 3.30m.
CARRETERAS DE TERCERA CLASE	Carreteras con IMDA menor a 400 veh/día, poseen calzadas de dos carriles con un ancho mínimo de 3.00 m. Estas pueden funcionar mediante la aplicación de estabilizadores de suelo, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos o con un afirmado de la superficie de rodadura.
TROCHAS CARROZABLES	Estas no poseen las características geométricas de una carretera. Las calzadas tienen un ancho mínimo de 4.00 m. la superficie de rodadura puede estar afirmada o sin afirmar.

Fuente: MTC (2018).

De acuerdo con la clasificación que se muestra en la tabla 4, la carretera en análisis corresponde a la categoría de tercera clase, que agrupa vías diseñadas para soportar un flujo menor a 400 vehículos por día. Estas vías están orientadas a atender áreas de bajo tráfico, conectando localidades rurales o regiones con menor densidad de población.

Tabla 5. Clasificación de carreteras según las condiciones orográficas

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
TIPO 1	Terreno plano, posee pendientes transversales menores a 10%, y generalmente tiene pendientes longitudinales menores al 3%.
TIPO 2	Terreno ondulado, posee pendientes transversales de entre 11% y 50%, y presentan pendientes longitudinales de 3% a 6%.
TIPO 3	Terreno accidentado, posee pendientes transversales de 51% a 100%, y presenta pendientes longitudinales predominantes de 6% a 8%.
TIPO 4	Terreno escarpado, posee pendientes transversales superiores al 100%, con pendientes longitudinales superiores a 8%.

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

En cuanto a las condiciones topográficas, las carreteras se clasifican de acuerdo con lo establecido en la Tabla 5. En esta clasificación, se determina que la carretera en estudio corresponde a las carreteras Tipo 1, al encontrarse en un terreno llano.

### **Características del tráfico**

Para analizar las características del tráfico en la carretera estudiada, se realizaron conteos vehiculares desde las 7 de la mañana hasta las 7 de la tarde, como se muestra en la figura 3, a lo largo de un periodo de siete días consecutivos. Estos conteos permitieron obtener una visión completa sobre el volumen y el tipo de tránsito diario.

Figura 3. Punto de Conteo de Vehículos



Fuente: Elaboración propia.

Los datos recopilados por el contador de tráfico durante la semana de observación se presentan en el cuadro 6. En este cuadro se observa que el tráfico predominante estuvo compuesto principalmente por vehículos ligeros.



Tabla 6. Tráfico Promedio Diario Semanal. Estación L= 9+344 Km

Dia	VEHÍCULOS LIGEROS				VEHÍCULOS PESADOS			Volumen total
	Autos	Pick up	Combis	Micros	Buses	Camiones		
						2 ejes	3 ejes	
Lunes	9	5	4	1	-	2	-	21
Martes	10	5	3	-	-	2	1	21
Miércoles	8	4	3	1	-	3	-	19
Jueves	9	5	4	2	-	3	1	24
Viernes	8	6	3	2	2	1	1	23
Sábado	5	3	2	2	3	1	1	17
Domingo	6	4	3	-	-	4	-	17
PL	9	5	4	2	1	3	1	25
IMDa	8	5	4	2	2	3	1	25
	76.00%				24.00%			

Elaboración propia.

Como se indica en la Tabla 7, el IMDa de 25,0 vehículos diarios se calculó utilizando la Ecuación 3, aplicada a los resultados de conteo de tráfico detallados en la Tabla 6. Este cálculo fue fundamental para obtener el Índice Medio Diario Anual (IMDa).

Tabla 7. Índice Medio Diario Anual. Estación L= 9+344 Km

Dia	VEHÍCULOS LIGEROS				VEHÍCULOS PESADOS			Volumen total
	Autos	Pick up	Combis	Micros	Buses	Camiones		
						2 ejes	3 ejes	
Sábado	5	3	2	2	3	1	1	17
Domingo	6	4	3	-	-	4	-	17
IMDa	8	5	4	2	2	3	1	25
IMDa	25.0 Vehículos/día							
Porcentaje	32.00	20.00	16.00	8.00	8.00	12.00	4.00	100%
	76.00%				24.00%			

Elaboración propia.

Actualmente, la carretera cuenta con un solo carril de circulación, y se ha estimado que el 24% de los vehículos en ambos sentidos son camiones, como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Volumén de Trafico

Dia	Vehículos ligeros				Vehículos pesados			Volumen total
	Autos	Pick up	Combis	Micros	Buses	Camiones		
						2 ejes	3 ejes	
Total	8	5	4	2	2	3	1	25.0
Porcentaje	76.00%				24.00%			

Elaboración propia.

En cuanto al periodo de diseño, se considera desde el inicio de la construcción del pavimento hasta la aparición de los primeros signos de deterioro o desgaste. Para definir este periodo, se tomaron en cuenta diversos aspectos técnicos, tales como la clasificación funcional del pavimento, el tipo y nivel de mantenimiento que recibirá, el costo inicial de construcción y el costo total del ciclo de vida de la estructura.

Como resultado, se estableció un periodo de diseño de 20 años, con una tasa de crecimiento anual del 5%. Esto permitió calcular la carga equivalente de un eje simple, detallada en la Tabla 9, facilitando la proyección de los requerimientos estructurales a largo plazo..

*Tabla 9. Carga equivalente a un eje simple*

PERIODO DE DISEÑO	ESAL (8.2TN)
20 años	85874.09 Repeticiones

Elaboración propia.

#### 4.1.2. Características topográficas y geológicas para el mejoramiento de la carretera

##### **Características topográficas**

Para determinar las características topográficas de la carretera, se realizó un trabajo de campo que inició con un recorrido a lo largo de la alineación existente, con el propósito de ubicar los puntos de control (BM). Se localizaron cuatro BM en puntos estratégicos, alejados del área de influencia de las actividades de construcción, sobre roca sólida y marcados con pintura naranja sobre fondo blanco para facilitar su identificación.

Con el equipo TOPCON ES-105 de estación total, se determinó la elevación topográfica mediante el método de polígono abierto con puntos de relleno por radiación simple. Se establecieron 350 puntos topográficos a lo largo de la calzada, lo que permitió definir con precisión la topografía del terreno, identificar zonas críticas y localizar con exactitud las estructuras de drenaje existentes. Este proceso fue esencial para el diseño correcto de la carretera y sus componentes.

El estudio abarcó una longitud de 2,015 kilómetros a lo largo del eje de la carretera, comenzando a una altitud de 130 metros sobre el nivel del mar y subiendo hasta los 1,821 metros, justo a la salida del área urbana de Chepén. Este punto marca el final del tramo de estudio y el límite de la jurisdicción del municipio de Chepén, completando así el análisis topográfico del sector.

### **Características geológicas**

El área de estudio se extiende por tres zonas naturales: el flanco occidental de la Cordillera de los Andes, constituido mayormente por rocas de origen pre cuaternario; la Cordillera de la Costa, que destaca por la presencia de vegetación aislada; y las tierras bajas o pre andinas, conformadas por rocas pre cuaternarias.

Para realizar el estudio geotécnico y de mecánica de suelos, se excavaron cuatro fosas exploratorias (calicatas) de 1,50 metros de profundidad, de acuerdo con las directrices del Manual de Análisis de Materiales del MTC (2016). Como se observa en la Tabla 10, estas calicatas se distribuyeron a lo largo del eje de la carretera, con el fin de obtener una muestra representativa del terreno a lo largo del tramo en estudio.

*Tabla 10. Zonas de ubicación de las calicatas*

PROGRESIVAS (KM)	CALICATAS	PROF. (M)	SUCS	TIPO DE SUELO
0.000-1+000	C-1	1.50	SW-SM	Normal
1+000-2+000	C-2	1.50	SW-SM	Normal
2+000-3+000	C-3	1.50	SW-SM	Normal
3+000-4+000	C-4	1.50	SW-SM	Normal

Elaboración propia.

De las calicatas detalladas en la Tabla 10, se extrajeron muestras de suelo que posteriormente fueron sometidas a diversas pruebas de laboratorio. Los resultados

obtenidos permitieron clasificar los suelos de acuerdo con los métodos SUCS y AASHTO, los cuales sirvieron como referencia para establecer una correlación precisa entre las propiedades del suelo. Estas características se presentan en las Tablas 11 y 12, respectivamente.

*Tabla 11. Propiedades físicas de la subrasante*

UBICACIÓN	CALICATA	SUCS	CLASIF. GRUPO	HUMEDAD NATURAL(%)	LIMITE LIQUIDO(%)	LIMITE PLÁSTICO(%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0.000-1+000	C-1	SW-SM	A-1-b (0)	2.30	18.00	N. T	N.P.
1+000-2+000	C-2	SW-SM	A-1-b (0)	2.20	18.00	N. T	N.P.
2+000-3+000	C-3	SW-SM	A-1-b (0)	1.42	21.00	N. T	N.P.
3+000-4+000	C-4	SW-SC	A-2-4 (0)	3.45	29.00	20.00	9.00

Elaboración propia.

*Tabla 12. Análisis granulométrico y valor CBR de la subrasante*

CALICATA	SUCS	AASHTO	MOVIMIENTO DE TIERRA	DENSIDAD MÁXIMA (G/CM <sup>3</sup> )	HUMEDAD OPTIMA (%)	CBR AL 100%	CBR AL 95%
C-1	SW-SM	A-1-b (0)	Suelo normal	1.995	5.6	48.00	34.00
C-2	SW-SM	A-1-b (0)	Suelo normal	2.017	5.3	42.50	35.00
C-3	SW-SC	A-2-4 (0)	Suelo normal	2.050	5.7	48.00	34.00
C-4	SW-SC	A-2-4 (0)	Suelo normal	2.150	4.9	44.20	35.00

Elaboración propia.

#### 4.1.3. Parámetros de diseño idóneos para el mejoramiento de la carretera

Para el desarrollo de esta etapa, se definieron las especificaciones geométricas y estructurales según las directrices del Manual de Diseño de Vías No

Pavimentadas para Tránsito de Bajo Volumen. Estas normas garantizan que el diseño cumpla con los requisitos técnicos esenciales para asegurar la funcionalidad y durabilidad de la vía a largo plazo.

#### 4.1.3.1. Parámetros básicos de diseño

##### a. Estudio de la demanda (Calculo del IMDA)

Se realizó un estudio de tráfico para determinar la demanda, obteniendo un Índice Medio Diario Anual (IMDA) de 25,0 vehículos al día.

##### b. Velocidad de diseño

La carretera, clasificada como de bajo volumen de tráfico, tiene un límite de velocidad de 30 km/h. Este límite influyó directamente en el diseño del eje de la vía, ajustando el ancho mínimo necesario. Esta optimización permitió reducir significativamente los costos del proyecto al minimizar los movimientos de tierra requeridos, lo que a su vez disminuye los recursos y el tiempo necesarios para completar la obra.

##### c. Sección transversal de diseño

En la sección transversal se proyectaron los tramos rectos y curvos de la carretera bajo el estándar de vías de bajo tráfico. Se diseñó una calzada de dos carriles con arcenes a ambos lados, previendo la instalación de señalización vial y barreras de seguridad según sea necesario.

##### d. Tipo de superficie de rodadura

Para la calzada del tramo en estudio se seleccionó un material específico de pavimentación, conforme a los parámetros de diseño.

#### 4.1.3.2. Diseño geométrico

##### a. Distancia de visibilidad

Esta distancia se refiere a cuánto de la carretera es visible para el conductor, y depende de la velocidad de diseño. Para una velocidad de 30 km/h, se estableció una distancia de visibilidad de frenado de 35 metros, siguiendo las recomendaciones del Manual de Diseño para Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tráfico.

b. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal tiene como objetivo principal facilitar que la velocidad de diseño se mantenga constante en la mayor parte de la carretera. Dado que el proyecto se construye sobre una topografía irregular, se diseñó una alineación horizontal con curvas que se adaptan lo más fielmente posible al terreno, lo que minimiza los movimientos de tierra y ajusta la carretera de forma natural al relieve existente.

- Curvas horizontales

El radio de curvatura es un valor límite que se define en relación directa con la velocidad de diseño de la carretera. Por este motivo, es recomendable emplear curvas con un radio amplio en la mayor parte del trazado, reservando radios más reducidos solo para situaciones críticas donde el espacio es limitado o las condiciones lo exigen. En este proyecto, se han propuesto dos radios mínimos (normal y excepcional), los cuales incluyen peralte y saliente, siguiendo las directrices del Manual de Diseño de Vías No Pavimentadas para Tránsito de Bajo Volumen.

*Tabla 13. Partes de las curvas horizontales*

VELOCIDAD DE DISEÑO	RADIOS MÍNIMOS	LONGITUD (M)	PERALTE (%)	SOBREANCHO (M)
30 km/h	Normales	28.30	6	0.30
	Excepcionales	24.40	8	0.30

## Elaboración propia.

### c. Alineamiento Vertical

Para el diseño vertical de la carretera en análisis, se definió el perfil longitudinal a nivel de la subrasante, donde la dirección de la pendiente se determina en función del progreso en kilómetros. Las pendientes ascendentes elevan el nivel de la rasante, mientras que las descendentes lo disminuyen. Con base en esto, se aplicaron los siguientes criterios para el diseño del perfil longitudinal:

- En terrenos planos, la rasante se colocó por encima de la cota del terreno para facilitar un drenaje adecuado.
- En terrenos ondulados, la rasante se ajustó al terreno, respetando parámetros de seguridad, visibilidad y estética.
- En terrenos montañosos y abruptos, la rasante se adaptó al relieve natural del área.
- Se evitó el uso de rasantes de lomo quebrado, que consisten en dos curvas verticales del mismo sentido unidas por una breve alineación. En curvas convexas, este tipo de diseño reduce la visibilidad, y en curvas cóncavas, genera confusión en la percepción de distancia y de la forma de la curva, además de afectar la estética. Estos principios garantizan un diseño seguro y eficiente, adaptado a las condiciones topográficas de la vía.

- Curvas verticales

Se proyectaron curvas verticales para unir tramos consecutivos de la rasante cuando la variación en la pendiente superaba el 2%. Estas curvas fueron diseñadas de manera que mantuvieran una visibilidad mínima de 35 metros. Para esto, se calculó un índice de curvatura  $K$  de 1,90 en curvas convexas y de 5,10 en curvas cóncavas, asegurando que el diseño cumpla con los estándares de seguridad y visibilidad adecuados para el tramo en estudio.



- Pendiente

Como se detalla en la Tabla 14, el diseño de la carretera en este proyecto se realizó siguiendo los lineamientos del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas con Bajo Volumen de Tráfico para la determinación de pendientes en función de la velocidad de diseño.

*Tabla 14. Pendientes máximas*

VELOCIDAD DE DISEÑO	TERRENO PLANO	TERRENO ONDULADO	TERRENO MONTAÑOSO	TERRENO ESCARPADO
30 km/h	8%	9%	10%	12%

Elaboración propia.

Debido a la topografía compleja de la carretera en estudio, varios tramos requirieron el uso de pendientes máximas excepcionales de (-12,03%, -12,13%, 12,04% y 12,37%). Esta decisión se tomó debido a que reducir el número de pendientes habría implicado un aumento significativo en los costos del proyecto.

d. Sección transversal

- Calzada

Calzada: La calzada se diseñó con una anchura de 5,00 metros para un único sentido de circulación vehicular. En los tramos rectos, se incluyeron taludes transversales con una inclinación del 2% (bombeo) desde el centro hacia los bordes para asegurar un drenaje adecuado..

- Taludes

Los taludes en las áreas de corte y relleno se seleccionaron de acuerdo con la estabilidad del terreno en el área de estudio. Las inclinaciones recomendadas para los taludes en las áreas cortadas y en las de relleno pueden consultarse en los cuadros 15 y 16.

Tabla 15. Inclinaciones recomendadas para taludes en corte

VALORES REFERENCIALES PARA TALUDES EN CORTE (H: V)						
CLASIFICACIÓN DE MATERIALES DE CORTE	ROCA FIJA	ROCA SUELTA	MATERIAL SUELTO			
			SUELOS GRAVOSOS	SUELOS LIMO ARCILLOSOS O ARCILLOSOS	SUELOS ARENOSOS	
Altura De Corte (mts)	<5.00	1:10	1:6 - 1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5.00- 10.00	1:10	1:4 - 1:2	1:1	1:1	Requerimiento de banquetas y/o análisis de estabilidad
	>10.00	1:8	1:2	Requerimiento de banquetas y/o análisis de estabilidad	Requerimiento de banquetas y/o análisis de estabilidad	Requerimiento de banquetas y/o análisis de estabilidad

Elaboración propia.

Tabla 16. Inclinaciones recomendadas para taludes en terraplén

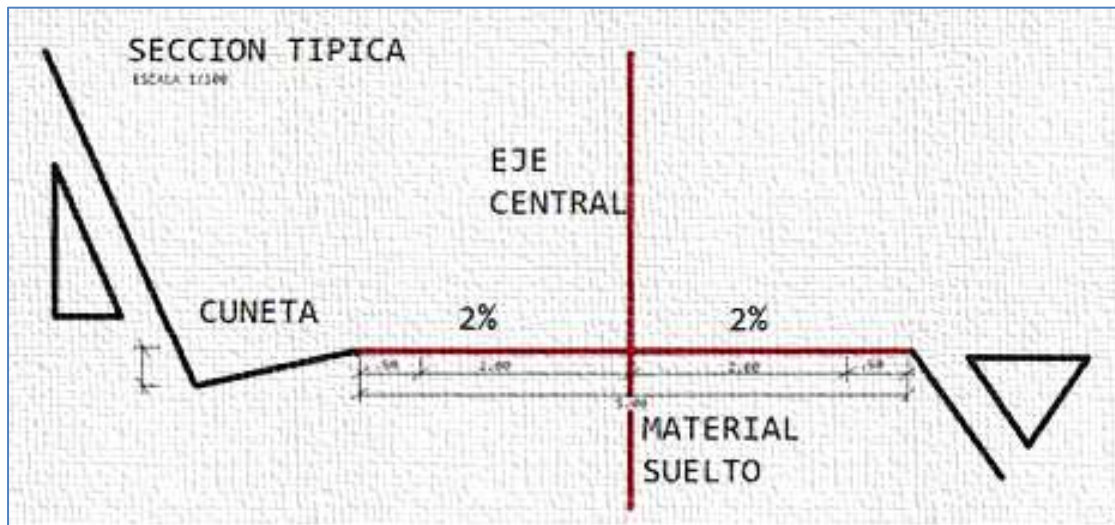
MATERIALES	ALTURA DE RELLENO (MTS)		
	<5.00	5.00-10.00	>10.00
Material común (limos arenosos)	1:5	1:1.75	1:2
Arenas limpias	1:2	1:2.25	1:2.50
Enrocados	1:1	1:1.25	1:1.50

Elaboración propia.

- Drenaje

Como parte del proyecto de ampliación de la carretera, se planificaron 4.200 metros de arcenes sin pavimentar, con dimensiones de 0,75 por 0,30 metros, distribuidos a lo largo de la autopista. La figura 4 presenta una sección transversal típica de la carretera, donde se pueden observar la anchura de la calzada, el ancho de los arcenes y la disposición de los bordillos y cunetas a ambos lados.

Figura 4. Perfil transversal típico de la carretera



Elaboración propia.

#### 4.1.4. Diseño estructural

##### 4.1.4.1. Metodología de diseño (Método AASHTO 93)

El diseño de la sección se realizó siguiendo la metodología de AASHTO, mediante la cual se asumió un número estructural del pavimento, determinado mediante iteraciones analíticas. Este proceso se continuó hasta que la ecuación de diseño (Ecuación 1) alcanzó un equilibrio.

##### **CBR de diseño de la subrasante**

Siguiendo las recomendaciones de la AASHTO, se ha tomado el valor promedio de CBR de los valores obtenidos en la sección de la subrasante para el diseño, como se detalla en la Tabla 17.

Tabla 17. CBR

PROGRESIVA		CBR
INICIAL	FINAL	95%
Km 0+000	3+000-4+000	34.50

Elaboración propia.

### Módulo de resiliencia efectivo del suelo

Debido a la clasificación de la carretera, se estableció un módulo de resistencia para el diseño actual. Esta especificación se obtuvo mediante una correlación con el valor de CBR para un estado de saturación total en un material granular, característica presente en esta vía.

Tabla 18. Resiliencia suelo

PROGRESIVA		MR (PSI)
INICIAL	FINAL	
Km 0+000	3+000-4+000	15559.19

Elaboración propia.

### Confiabilidad

El método AASHTO sugiere un rango de confiabilidad entre el 50% y el 80% para caminos rurales y locales. Para este estudio, se estableció un nivel de confiabilidad del 80%.

### Desviación estándar

Siguiendo las recomendaciones de AASHTO, se utilizó un valor de  $S_0=0.45$ .

### Serviciabilidad

Dado el bajo volumen de tráfico y la naturaleza de la carretera, se asignó una calificación de serviciabilidad de 2,0.

### Numero estructural requerido (SNR) de la subrasante

Con base en los datos previos y aplicando la expresión de diseño (ecuación 1) propuesta por AASHTO, el SNR se calculó mediante un proceso iterativo, el cual consideró las características específicas de la subrasante a lo largo del tramo de estudio. Los resultados obtenidos de esta iteración se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19. SNR subrasante

PROGRESIVA		SNR
INICIAL	FINAL	
Km 0+000	3+000-4+000	1.60

Elaboración propia.

### CBR de diseño del pavimento

En el caso de la calzada estudiada, el firme está compuesto por una sola capa, por lo que el CBR de diseño corresponde al promedio de todos los valores obtenidos en el segmento, como se indica en la Tabla 20.

Tabla 20. CBR pavimento

PROGRESIVA		TIPO DE PAVIMENTO	CBR (%)
INICIAL	FINAL		
Km 0+000	3+000-4+000	Material Afimado	80.00

Elaboración propia.

### Módulo de resiliencia del pavimento

Por correlación con el CBR del material afirmado, se calculó el módulo de resiliencia del pavimento, como se muestra en la Tabla 21.

*Tabla 21. Resiliencia pavimento*

PROGRESIVA		MR (PSI)
INICIAL	FINAL	
Km 0+000	3+000-4+000	39011

Elaboración propia.

Utilizando la ecuación de diseño propuesta por AASHTO (Ecuación 1), se determinó el número estructural necesario para la base, como se detalla en la Tabla 22.

*Tabla 22. SNR pavimento*

PROGRESIVA		SNR
INICIAL	FINAL	
Km 0+000	3+000-4+000	1.06

Elaboración propia.

### **Coefficiente estructural del pavimento**

En este estudio, al estar compuesto el firme por una sola capa, solo se requiere un coeficiente estructural directamente relacionado con el módulo de resiliencia. La Tabla 23 muestra el coeficiente de eficiencia estructural obtenido para la calzada en estudio.

Tabla 23. Coeficiente estructural pavimento

PROGRESIVA		A1
INICIAL	FINAL	
Km 0+000	3+000-4+000	0.133

Elaboración propia.

### Coeficiente de drenaje

Siguiendo las recomendaciones de AASHTO, se estableció un coeficiente de permeabilidad de 1,00, considerando una calidad de drenaje moderada y un período en el que el pavimento permanece cerca de la saturación del 5%.

### Diseño estructural

Una vez definidos todos los parámetros de la ecuación estructural de AASHTO (ecuación 1), se calculó el espesor del firme, tal como se presenta en la Tabla 24.

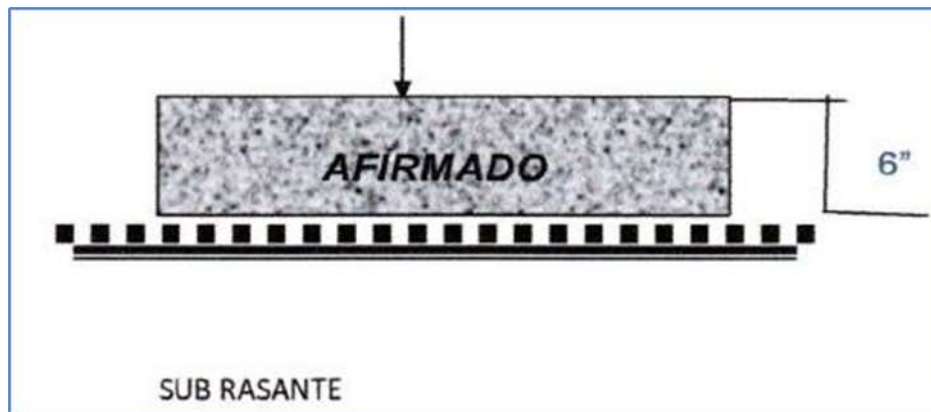
Tabla 24. Estructura final

PROGRESIVA		TIPO DE PAVIMENTO	ESPESOR (CM)
INICIAL	FINAL		
Km 0+000	3+000-4+000	Material Afirmado	15.00
		Subrasante	-

Elaboración propia.

En la Figura 5 se puede observar la estructura del pavimento, que consta de una capa de material afirmado de 6 pulgadas apoyada sobre la subrasante.

Figura 5. pavimento y su estructura



Elaboración propia.

### **Señalización vial**

Para esta fase se consideraron los lineamientos del Manual de Dispositivos de Control de Tráfico para Calles y Carreteras, aprobado por el MTC en 2016, que establece la velocidad de diseño como el factor clave para definir la ubicación y el tamaño de las marcas viales.

### **Señalización vertical**

Este tipo de señalización sirve para comunicarse con los usuarios de la vía, proporcionando información geográfica, turística, cultural y de servicios, además de indicar el estado de la carretera.

### **Postes de kilometraje**

Está prevista la colocación de tres mojones de concreto, ubicados a intervalos de 1 km, con números pares a la izquierda e impares a la derecha.

### **Señales preventivas**

Se proyectaron siete señales cuadradas de 0,60 m x 0,60 m, de color blanco con borde amarillo y símbolos, letras y bordes en negro.

### **Señales reglamentarias**

Se planea instalar dos señales reglamentarias rectangulares de 0,60 m x 0,90 m, de color blanco con borde y símbolo en negro, además de un círculo rojo con una línea oblicua.



### **Señales informativas**

Para el proyecto actual se han planificado dos señales informativas con dimensiones de 0,60 m x 1,50 m.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

Para llevar a cabo este trabajo de investigación, fue necesario realizar una serie de estudios fundamentales, entre los cuales destaca un análisis de tráfico, el cual se basó en un conteo de vehículos durante un periodo de siete días en una estación de monitoreo. Este procedimiento permitió establecer una media diaria de tráfico de aproximadamente 25 vehículos. También se realizó un estudio topográfico para caracterizar en detalle las condiciones topográficas de la carretera en cuestión. A partir de estos estudios preliminares, se desarrolló el diseño geométrico y estructural del pavimento, resultando en una carretera de dos carriles con un ancho total de cinco metros y un espesor de quince centímetros de material determinado, el cual se apoya directamente sobre la subrasante del proyecto. Con esta base, se realizó una comparación detallada con estudios previos de carácter nacional e internacional que sirvieron como referencia para el desarrollo de la presente investigación.

En primer lugar, el estudio de Zambrana y Espinales (2015) implementó un proyecto en el cual se llevaron a cabo un conteo de volúmenes de tráfico y un estudio de suelos similar, con el propósito de obtener datos suficientes para definir las dimensiones y especificaciones de las diversas capas que componen el pavimento. Sin embargo, los resultados de ambos estudios presentan algunas diferencias importantes. En el presente estudio, los valores de CBR registrados fueron notablemente superiores, alcanzando y superando los 20,0 puntos, lo cual indica una subrasante de alta calidad en comparación con los valores de CBR bajos obtenidos por Zambrana y Espinales en su investigación.

De igual manera, el proyecto desarrollado por Zambrana y Espinales establece un periodo de diseño de quince años, mientras que la presente investigación considera un periodo de diseño más amplio, de veinte años, incluyendo la aplicación de un mantenimiento periódico. Al igual que el presente trabajo, el estudio de Zambrana y Espinales se basó en la guía de diseño de la AASHTO, así como en otras normativas aplicables, proporcionando una referencia común que facilita una comparación directa de los resultados obtenidos.

Por otro lado, Amaya (2019) utilizó estudios de suelo que demostraron que la capacidad portante de la subrasante era muy baja, y propuso su mejoramiento mediante la incorporación de calcio al 3%, lo que incrementó el CBR final hasta un 5%. En

contraste, aunque Amaya plantea un pavimento de tipo convencional de asfalto, compuesto por una capa asfáltica de 15 centímetros, asentada sobre una base granular de 15 centímetros y una subbase granular de 30 centímetros, en el presente estudio se optó por un pavimento de material afirmado directamente sobre la subrasante, logrando un CBR superior a 20,0. Este valor indica una capacidad portante suficiente para soportar las cargas de tráfico previstas sin requerir de capas adicionales.

Se realizaron también comparaciones con los resultados del estudio de Ralda (2016), quien, a diferencia de la presente investigación, diseñó una carretera con un Tránsito Medio Diario de entre 100 y 500 vehículos, en contraste con los 25 vehículos diarios de tráfico promedio en el presente estudio. Además, Ralda proyecta pendientes longitudinales de hasta el 14% y una velocidad de diseño de 50 km/h, con una calzada de 5,50 metros de ancho. En este estudio, la pendiente máxima es del 12%, con una velocidad de diseño de 30 km/h y un ancho de calzada de 5 metros. Es importante señalar que ambos estudios coinciden en la configuración de las capas de rodadura, ya que Ralda emplea una capa de 15 centímetros de material tipo balasto, similar a la capa de 15 centímetros de material afirmado propuesta en el presente trabajo.

En cuanto a estudios a nivel nacional, se establece una comparación con el trabajo de Cabanillas (2018), cuyo proyecto también tiene el objetivo de beneficiar directamente a poblaciones rurales. Cabanillas desarrolló su proyecto en una carretera de 6,6 kilómetros, con un subsuelo compuesto de arena limo-arcillosa de tipo abrasivo y un firme deteriorado clasificado como tipo 3. A diferencia de este estudio, Cabanillas propone una superficie de micropavimento de 2,5 centímetros asentada sobre una base y subbase granular de 40 centímetros, con un ancho de calzada de 6 metros y un bombeo del 2,5%. Su diseño incluye una pendiente máxima del 8%, una pendiente longitudinal del 10%, y una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora.

La principal diferencia entre los resultados obtenidos en el presente estudio y los de Cabanillas reside en la composición del firme, pues en este trabajo se utiliza una única capa de 15 centímetros de material sobre la subrasante, en lugar de un micropavimento. Además, existen diferencias en cuanto a las obras de drenaje: mientras que Cabanillas incluye alcantarillas de paso y cunetas triangulares de 0,40 m x 0,80 m, en este estudio no fue necesario implementar dichas estructuras, debido a las características específicas de tráfico y terreno.

Este trabajo también se compara con la investigación de Mantilla (2018), quien analizó las características geométricas de un camino rural de 7,4 kilómetros en un terreno de grava y arena, propenso a deslizamientos. Al igual que el presente estudio, Mantilla asignó una velocidad de diseño de 30 km/h, aunque su diseño incluía un ancho de calzada de 6 metros y una pendiente del 2,5%. Además, se añadieron alcantarillas de 36 pulgadas y secciones triangulares para el drenaje, elementos que no se consideraron en este proyecto dadas sus particularidades.

En cuanto a la estructura del pavimento, Mantilla empleó dos tipos de secciones transversales, aplicadas en distintos tramos de su proyecto. Cada una de las secciones incluía una capa de micropavimento de 25 milímetros asentada sobre una base granular de entre 30 y 40 centímetros de espesor. En contraste, el diseño actual propuesto en este estudio prevé un pavimento de 15 centímetros de espesor que se extiende a lo largo de toda la longitud de la carretera.

Por último, el presente trabajo se compara también con el estudio de Regalado (2017), quien propuso un diseño de mejora para la carretera, pero su propuesta consistía en un diseño de micropavimento de 2,5 centímetros sobre una base granular de 30 centímetros en la superficie de rodadura, lo cual difiere del diseño planteado aquí. Sin embargo, al igual que el presente estudio, Regalado basa su propuesta en los parámetros establecidos por el MTC, tanto para la concepción del diseño como para las obras complementarias y las superficies de tránsito. En ambos estudios se emplearon herramientas de diseño de ingeniería, como AutoCAD y Civil3D, lo que facilita el análisis y comparación entre los resultados.

En general, todos los estudios revisados implementaron una capa de rodadura compuesta por micropavimento sobre capas granulares, de acuerdo con las normativas aplicables; sin embargo, el presente estudio optó por una capa de rodadura de 15 cm de material afirmado sobre la subrasante, en consideración a las características del tráfico y del terreno en particular.

Asimismo, el volumen promedio diario de tránsito (IMDA) proyectado para esta carretera es de 25 vehículos diarios, un valor significativamente menor en comparación con los estudios de referencia, cuyos volúmenes varían entre 100 y 500 vehículos diarios. Esta diferencia permite justificar que el diseño propuesto en este estudio sea adecuado y suficiente para las necesidades de tráfico en el área.

Finalmente, en relación con las obras de drenaje, se identifican diferencias importantes: en los estudios previos revisados, las obras de drenaje incluían estructuras construidas específicamente, mientras que en el presente estudio, debido a las condiciones del terreno y el bajo volumen de tráfico, se consideraron cunetas triangulares para canalizar el agua de lluvia, sin necesidad de añadir obras adicionales.

## CONCLUSIONES

Durante la realización de este trabajo, se llevó a cabo un análisis de tráfico que resultó en un Índice Medio Diario de Tráfico (IMDA) de 25 vehículos, lo que clasifica la carretera como de bajo tráfico. Se observó que el 76% del volumen total de tránsito está compuesto por vehículos ligeros, mientras que solo el 24% corresponde a vehículos pesados.

La elevación topográfica indica que la carretera presenta una clasificación irregular, con pendientes y algunos tramos llanos. La longitud total de la carretera es de 2,015 kilómetros, comenzando a una altitud de 130 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y alcanzando una elevación final de 1,821 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Para el diseño de esta carretera, se ha establecido una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora, en función de su clasificación como de bajo tráfico, considerando una distancia de visibilidad de frenado de 35 metros.

Se concluyó que el diseño geométrico más adecuado para la carretera en estudio determina que el ancho de la calzada será de 5 metros, con un bombeo del 2%. También se prevén cunetas laterales con una sección triangular de 0.75 m x 0.30 m. Asimismo, se establecieron un radio mínimo normal de 28.3 metros y un radio mínimo excepcional de 24.4 metros para las curvas horizontales, con peraltes del 6% y del 8%, respectivamente. Como resultado, se definió el diseño estructural óptimo para la carretera, que consistirá en un pavimento macizo a lo largo de toda su longitud y con un espesor de 6 pulgadas, equivalente a 15 centímetros. Además, se determinó el número y tipo de señales de tráfico necesarias, de acuerdo con lo estipulado en el Manual de Dispositivos de Control del Tráfico para Calles y Carreteras.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda la ejecución del presente estudio desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 2+015, para lograr la mejora de la carretera con la colocación de material formado en el sobreebanco de las curvas horizontales, con el objetivo de proporcionar un espacio adicional y seguro a los vehículos que transitan por esta zona, especialmente aquellos de mayor tamaño, lo que garantizará una mayor comodidad y seguridad en la circulación.
- Se recomienda mantener la pendiente de bombeo a lo largo de los tramos rectos de la vía con la finalidad de facilitar la circulación de las aguas de lluvia, evitando así la acumulación de agua en la calzada y reduciendo el riesgo de deslizamientos. Esta medida también contribuirá a preservar la integridad del pavimento y a minimizar los costos de mantenimiento a largo plazo.
- Se recomienda realizar labores de mejoramiento de la subrasante en los tramos que presentan bajas condiciones de servicio, identificando y evaluando los materiales actuales para implementar las mejoras necesarias. Este proceso asegurará que la estructura de la carretera sea más resistente a las cargas del tráfico y prolongue la vida útil del pavimento.
- Se recomienda tener en cuenta este estudio de investigación para futuros mejoramientos en cuanto a la geometría y estructura de caminos de bajo volumen de tránsito, incorporando las lecciones aprendidas y los datos recopilados. Esto ayudará a optimizar la planificación y ejecución de proyectos similares, garantizando resultados efectivos y sostenibles a lo largo del tiempo.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amaya, F. (2019). Diseño de la estructura de un pavimento flexible aplicando el método AASHTO-93, para el corredor vial comprendido entre la diagonal 65 - Cai Boston - Cruce vía Yuma en Barrancabermeja, Santander. Bogotá.
2. Cabanillas, R. (2018). Diseño del mejoramiento y ampliación de la carretera que une los tramos de Pampa Hermosa Baja - La Leonera, Distrito de Usquil - Provincia de Otuzco - La Libertad. Trujillo.
3. Cárdenas, J. (2015). Diseño geométrico de carreteras. Bogotá: Ecoe Ediciones.
4. Carrasco, S. (2017). Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial San Marcos.
5. Garcia, A. (2015). Diseño de pavimento asfáltico por el método AASHTO-93 empleando el software DISAASHTO-93. Bogotá.
6. Hernández, A., Ramos, M., Placencia, B., Indacochea, B., Quimis, A., & Moreno, L. (2018). Metodología de la Investigación Científica. Alicante: Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L.
7. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6ta ed.). D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
8. Journal of world architecture. (2017). What can be learned from the design philosophy of American highway. Journal of world architecture
9. Mantilla, E. (2018). Diseño para el mejoramiento de la carretera en el tramo Campo Piura - Guayabito, distrito de Poroto, provincia de Trujillo - La Libertad. Trujillo.
10. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). (2020). Informe. Diagnóstico de la Situación de las Brechas de Infraestructura o de Acceso a Servicios. Lima, Perú: Transporte y Comunicaciones.
11. MTC. (2015). Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima.



12. MTC. (2016). Manual de Dispositivos de Control del Transito Automotor para Calles y Carreteras. Obtenido de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3730.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3730.pdf)
13. MTC. (2018). Manual de carreteras: Diseño geométrico. Lima
14. Palomino, J., Peña, J., Zevallos, G., & Orizano, L. (2015). Metodología de la investigación. Lima: San Marcos.
15. Parrado, A., & García, A. (2017). Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá. Bogotá.
16. Ralda, R. (2016). Diseño de ampliación y mejoramiento de carretera que conduce de la aldea Tuichilupe a la aldea Piedra de Fuego y edificio de consejos comunitarios de desarrollo ubicado en el municipio de Comitancillo, San Marcos. Guatemala.
17. Regalado, M. (2017). Diseño del mejoramiento de la carretera Cerpaquino a Uruspampa, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, región de La Libertad. Trujillo.
18. Rondón, H., & Reyes, F. (2015). Pavimentos. Materiales, construcción y diseño. Bogotá: Ecoe Ediciones.
19. Szarata, A., & Nosal, K. (2019). The impact of road infrastructure failures on traffic conditions and travel behaviour in urban areas – the case of the Lazienkowski Bridge in Warsaw. MATEC Web of Conferences.
20. Urazán, C., Escobar, D., & Monacada, C. (2017). Relación entre la red nacional de carreteras y el desarrollo económico nacional. Casi América Latina y El Caribe. Revista Espacios.
21. Uribe, M. (2016). Curso regional de geotecnia y pavimentos. Santiago de Querétaro.
22. World Academy of Science, Engineering and Tecnology. (2015). Prediction of California Bearing Ratio from Physical Propierties of Fine-Grained Soils.

23. World Economic Forum. (2019). The Global Competitiveness Report. Geneva.
24. Zambrana, L., & Espinales, J. (2015). Diseño de tramo de carretera La Argentina - LA Azucena aplicando un sistema de diseño asistido por computadora. Managua.
25. Zambrano, W. (2016). Diseño estructural de pavimentos. Machala.

## Anexos

### Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE:	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN: Cuantitativo
¿Cuál es el diseño idóneo para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad?	Determinar el diseño idóneo para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad	El diseño elegido es idóneo para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad	Diseño para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad	<b>TIPO:</b> Aplicada <b>NIVEL:</b> Descriptivo <b>DISEÑO:</b> No experimental
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	INDICADORES:	<b>POBLACIÓN:</b> Tramos de carretera que integran Chepén - San Gregorio - Talambo, tramos que se encuentran en los departamentos de Cajamarca y La Libertad. Siendo un tramo de 02 km. <b>MUESTRA:</b> las muestras se tomarán mediante la ejecución de calicatas alternadas, distribuidas cada 500 m de la población, de acuerdo con establecido por el manual de diseño de carreteras del MTC (2014). <b>TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</b> Observación Ficha técnica <b>MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS:</b> La estadística descriptiva y los métodos establecidos en los manuales técnicos del MTC, en los cuales se especifican las diferentes relaciones matemáticas y procedimientos para el estudio de tráfico, las evaluaciones topográficas y geológicas y el diseño geométrico y estructural de carreteras. Asimismo, se emplean hojas de cálculos de Excel y programas gráficos de ingeniería para el procesamiento de la información.
¿Cuál es la proyección del tráfico para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad?	Evaluar la proyección del tráfico para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad	La proyección del tráfico es la idónea para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad	EE 8.2 Ton	
¿Cuáles son las características topográficas y geológicas para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad?	Evaluar las características topográficas y geológicas para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad	Las características topográficas y geológicas son las idóneas para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad	IMDA diseño Topografía Geología	
¿Cuáles son los parámetros de diseño idóneos para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad?	Determinar los parámetros de diseño idóneos para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad	Los parámetros de diseño son idóneos para el mejoramiento de la carretera Chepén, Distrito San Gregorio, provincia San Miguel - Cajamarca y La Libertad	Parámetros de diseño geométrico Parámetros de diseño estructural del pavimento Señalización vial	

Elaboración propia

# Estudio de tránsito vehicular



## FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		DEVIDO SAN JOSE DE CURIBE-TAMBO CRUZ				ESTACION		TAMBO CRUZ	
SENTEO		TAMBO CRUZ				ORDENO DE LA ESTACION		E-3	
UBICACION		L-40-044				DIA Y FECHA		SABADO 3 8 2021	

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Carga		2 E	=>2 E	2 E	3 E	4 E	25/252	251	251/252	=> 251	272	271	272	=>272			
00:00																					0	
01:00																						0
02:00																						0
03:00																						0
04:00																						0
05:00																						0
06:00																						0
07:00	1		1		1					1												4
08:00																						0
09:00	1									1												3
10:00																						0
11:00	1		1																			2
12:00					1					1												2
13:00																						0
14:00										1												1
15:00	1		1																			2
16:00	1				1																	3
17:00			1																			1
18:00	1																					1
19:00																						0
20:00																						0
21:00																						0
22:00																						0
23:00																						0
24:00																						0
TOTAL	6	0	4	0	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_ JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_ NO. RESPONDE : \_\_\_\_\_ SUPERV. MTC : \_\_\_\_\_



## FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		DEVIDO SAN JOSE DE CURIBE-TAMBO CRUZ				ESTACION		TAMBO CRUZ	
SENTEO		TAMBO CRUZ				ORDENO DE LA ESTACION		E-3	
UBICACION		L-40-044				DIA Y FECHA		SABADO 3 8 2021	

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Carga		2 E	=>2 E	2 E	3 E	4 E	25/252	251	251/252	=> 251	272	271	272	=>272			
00:00																						0
01:00																						0
02:00																						0
03:00																						0
04:00																						0
05:00																						0
06:00																						0
07:00	1		1		1					1												3
08:00																						1
09:00	1									1												2
10:00																						0
11:00	1		1																			2
12:00																						0
13:00										1												1
14:00																						1
15:00	1																					1
16:00					1	1																2
17:00			1							1												2
18:00	1																					1
19:00																						0
20:00																						0
21:00																						0
22:00																						0
23:00																						0
24:00																						0
TOTAL	6	0	3	0	2	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_ JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_ NO. RESPONDE : \_\_\_\_\_ SUPERV. MTC : \_\_\_\_\_



FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		DUEÑO SAN JOSE DE QUIRO- TAMBO CRUZ						ESTACION		TAMBO CRUZ												
SENTEO		TAMBO CRUZ						CALLE DE LA ESTACION		R-2												
UBICACION		L-9-104						DIA Y FECHA		VIERNES 20 4 2021												
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS				SEM TRAYLER				TRAYLER				TOTAL			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combis		2 E	HO E	2 E	3 E	4 E	251/252	251	351/352	HO 351	2T2	2T3	3T2		HO 3T1		
00-01																					0	
01-02																						0
02-03																						0
03-04																						0
04-05																						0
05-06																						0
06-07																						0
07-08	1					1																2
08-09	1																					2
09-10	1					1																4
10-11																						1
11-12	1																					2
12-13																						0
13-14																						1
14-15																						0
15-16	1																					2
16-17	1																					4
17-18	1																					3
18-19	1																					1
19-20																						0
20-21																						0
21-22																						0
22-23																						0
23-24																						0
TOTAL	8	0	0	0	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_ JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_ INI.RESPONS: \_\_\_\_\_ SUPERV.MTC: \_\_\_\_\_



FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		DUEÑO SAN JOSE DE QUIRO- TAMBO CRUZ						ESTACION		TAMBO CRUZ												
SENTEO		TAMBO CRUZ						CALLE DE LA ESTACION		R-2												
UBICACION		L-9-104						DIA Y FECHA		VIERNES 20 4 2021												
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS				SEM TRAYLER				TRAYLER				TOTAL			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combis		2 E	HO E	2 E	3 E	4 E	251/252	251	351/352	HO 351	2T2	2T3	3T2		HO 3T1		
00-01																						0
01-02																						0
02-03																						0
03-04																						0
04-05																						0
05-06																						0
06-07																						0
07-08	1					1																2
08-09	1																					1
09-10	1																					4
10-11																						1
11-12	1																					2
12-13																						0
13-14	1																					2
14-15																						1
15-16	1																					1
16-17	1																					4
17-18	1																					2
18-19	1																					1
19-20																						0
20-21																						0
21-22																						0
22-23																						0
23-24																						0
TOTAL	8	0	0	0	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_ JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_ INI.RESPONS: \_\_\_\_\_ SUPERV.MTC: \_\_\_\_\_

**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		DEYO SAN JOSE DE CURU- TAMBO CRUZ						ESTACION		TAMBO CRUZ			
SINTEC		TAMBO CRUZ						CORREO DE LA ESTACION		R-2			
UBICACION		L-9-154						DIA Y FECHA		MERCULES 20 4 2021			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEM TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Condo		2 E	4 E	2 E	3 E	4 E	20/252	253	20/152	4-353	272	273	272	
00-01																			0
01-02																			0
02-03																			0
03-04																			0
04-05																			0
05-06																			0
06-07																			0
07-08	1		1		1														3
08-09	1																		1
09-10	1				1	1				1									4
10-11			1																1
11-12	1																		1
12-13																			0
13-14	1									1									2
14-15																			0
15-16	1																		1
16-17			1		1					1									3
17-18	1		1																2
18-19	1																		1
19-20																			0
20-21																			0
21-22																			0
22-23																			0
23-24																			0
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19</b>

INQUISTADOR: \_\_\_\_\_ JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_ ING RESPON: \_\_\_\_\_ SUPERV MTC: \_\_\_\_\_

**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		DEYO SAN JOSE DE CURU- TAMBO CRUZ						ESTACION		TAMBO CRUZ			
SINTEC		TAMBO CRUZ						CORREO DE LA ESTACION		R-2			
UBICACION		L-9-154						DIA Y FECHA		MARTES 27 4 2021			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEM TRAYLER				TRAYLER			TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Condo		2 E	4 E	2 E	3 E	4 E	20/252	253	20/152	4-353	272	273	272	
00-01																			0
01-02																			0
02-03																			0
03-04																			0
04-05																			0
05-06																			0
06-07																			0
07-08	1		1		1														3
08-09	1																		2
09-10	1				1					1									2
10-11			1							1									2
11-12	1																		1
12-13	1		1							1									3
13-14	1		1		1														3
14-15	1																		1
15-16	1																		1
16-17			1																1
17-18	1																		1
18-19	1																		1
19-20																			0
20-21																			0
21-22																			0
22-23																			0
23-24																			0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21</b>

INQUISTADOR: \_\_\_\_\_ JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_ ING RESPON: \_\_\_\_\_ SUPERV MTC: \_\_\_\_\_



**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRAFICO


TRAMO DE LA CARRETERA		DE/DE SAN JOSE DE GUINIS- TAMBO CRUZ				ESTACION		TAMBO CRUZ			
SENTEADO		TAMBO CRUZ		S ← →		CENSO DE LA ESTACION		S-2			
UBICACION		L-8-034				DIA Y FECHA		LUNES 28/ 4/ 2021			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA				BUS		CAMION				SEM TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Conv.	MICRO	2 E	3+1 E	2 E	3 E	4 E	35/252	353	35/152	34-353	373	373	372	372	373		
00-01																					0	
01-02																						0
02-03																						0
03-04																						0
04-05																						0
05-06																						0
06-07																						0
07-08	1				1																	3
08-09	1																					1
09-10	1					1	1															3
10-11																						2
11-12	1																					1
12-13																						2
13-14	1					1																2
14-15	1																					0
15-16	1																					1
16-17	1					1																3
17-18	1					1																2
18-19	1																					1
19-20																						0
20-21																						0
21-22																						0
22-23																						0
23-24																						0
TOTAL	9	0	5	4	4	1	0	0	0	2	8	0	3	0	0	0	0	0	0	4	0	21

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_ JEFE DE BRIGADA: \_\_\_\_\_ NO RESPONDIÓ: \_\_\_\_\_ SUPERVISOR: \_\_\_\_\_

Ensayos:

		DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022	
Cliente	Área de calidad	Código	Fecha
ALEXANDER CRISTIAN AROSQUIPA AGUIRRE	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE DE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	LL_LP_DP_3LRO_002	15/04/2022
Ubicación de muestra	Norma	Material en estudio	
CALB02_Km. 0+100 a1 Km. 1+000	(NORMA NTC 6 - 197)	SUELO	

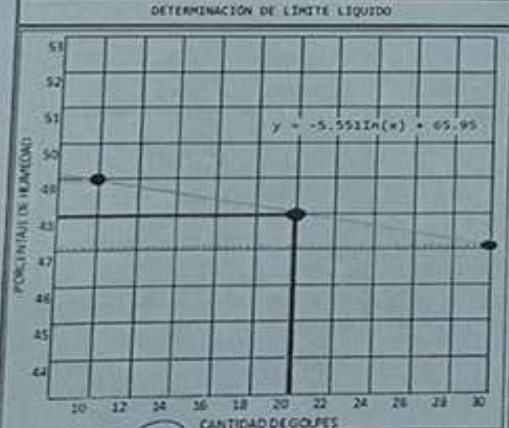
LÍMITE LÍQUIDO				
ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA #1	MUESTRA #2	MUESTRA #3
CANTIDAD DE GOLPES	-	20	25	30
RECIPIENTE (N°)	-	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE - SUELO HUMEDO	GRAMOS	36.42	39.96	41.83
PESO DE RECIPIENTE - SUELO SECO	GRAMOS	36.52	41.57	32.54
PESO DEL AGUA	GRAMOS	7.80	8.35	9.32
PESO DEL RECIPIENTE	GRAMOS	13.75	14.41	13.78
PESO DE S. SECO	GRAMOS	16.83	17.42	18.99
% DE HUMEDAD	%	20.57	17.83	14.89

LÍMITE PLÁSTICO				
ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA #1	MUESTRA #2	MUESTRA #3
RECIPIENTE (N°)				
PESO DE RECIPIENTE - SUELO HUMEDO				
PESO DE RECIPIENTE - SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DE S. SECO				
% DE HUMEDAD				

NO PLÁSTICO


  

DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO		OBSERVACIONES
		


  

RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO	18.00%
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

ELABORADO POR: 

APROBADO POR: *Jos. Maxcol Rojas*

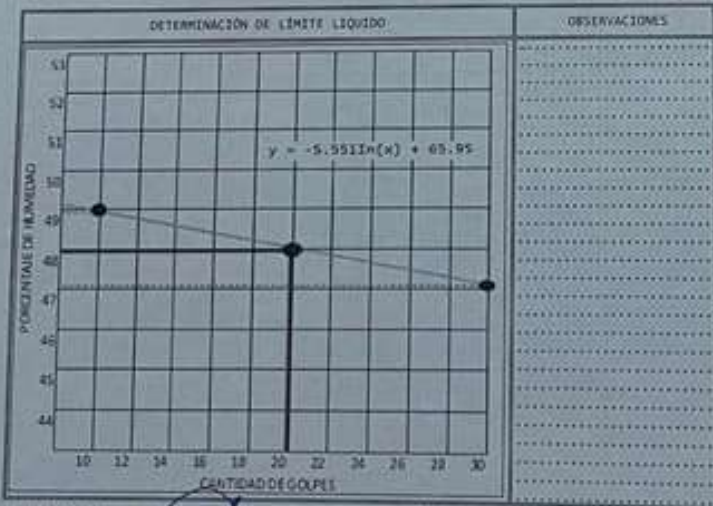




 CLIENTE	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022		
	Área de calidad	Código	Fecha
ALEXANDER CRISTIAN AROQUIZA AGUIRRE	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE DE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	LL_LP_1P_3LRO_003	15/04/2022
Ubicación de muestra	Norma	Material en estudio	
CAL003_Kn. 1+009 al Kn. 1+500	(NORMA RTIC E - 107)	SUELO	

LÍMITE LÍQUIDO				
ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
CANTIDAD DE GOLPES	-	20	25	30
RECIPIENTE (N°)	-	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE _ SUELO HUMEDO	GRAMOS	36.42	39.94	41.83
PESO DE RECIPIENTE_SUELO SECO	GRAMOS	30.52	31.57	32.54
PESO DEL AGUA	GRAMOS	7.80	8.35	8.22
PESO DEL RECIPIENTE	GRAMOS	17.75	14.43	13.70
PESO DE S. SECO	GRAMOS	16.81	17.42	18.90
% DE HUMEDAD	%	24.43	20.08	17.01

LÍMITE PLÁSTICO				
ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
RECIPIENTE (N°)				
PESO DE RECIPIENTE _ SUELO HUMEDO		<b>NO PLÁSTICO</b>		
PESO DE RECIPIENTE_SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DE S. SECO				
% DE HUMEDAD				



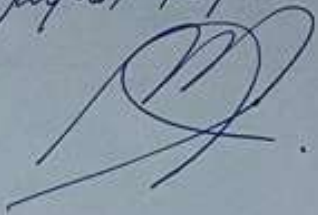
RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO	21.00%
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.


ELABORADO POR:



APROBADO POR:

*Luz Maycol Rojas*



		<b>DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022</b>	
Cliente	Área de calidad	Código	Fecha
ALEXANDER CRISTIAN ARSQUIPA AGUIRRE	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE DE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	LL_LP_IP_3LR0_001	15/04/2022
Ubicación de muestra	Norma	Material en estudio	
CAL001_Km. 0+000 al Km. 0+500	(NORMA MTC E - 107)	SUELO	

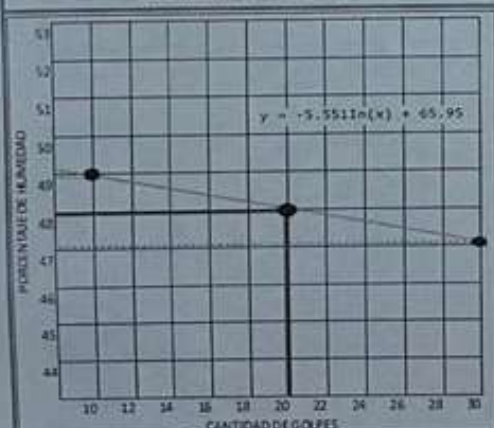
LÍMITE LÍQUIDO				
ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
CANTIDAD DE GOLPES	-	20	25	33
RECIPIENTE (N°)	-	3	2	3
PESO DE RECIPIENTE - SUELO HUMEDO	GRAMOS	36.42	39.96	41.83
PESO DE RECIPIENTE_SUELO SECO	GRAMOS	20.52	31.57	32.54
PESO DEL AGUA	GRAMOS	7.80	8.35	9.32
PESO DEL RECIPIENTE	GRAMOS	13.75	14.41	13.70
PESO DE S. SECO	GRAMOS	16.81	17.42	18.99
% DE HUMEDAD	%	22.40	18.16	14.07


LÍMITE PLÁSTICO				
ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
RECIPIENTE (N°)				
PESO DE RECIPIENTE - SUELO HUMEDO				
PESO DE RECIPIENTE_SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DE S. SECO				
% DE HUMEDAD				


NO PLÁSTICO

DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO		OBSERVACIONES	RESULTADOS	
				LÍMITE LÍQUIDO
			LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
			ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

ELABORADO POR:  APROBADO POR: *Luz Maycol Rojas*

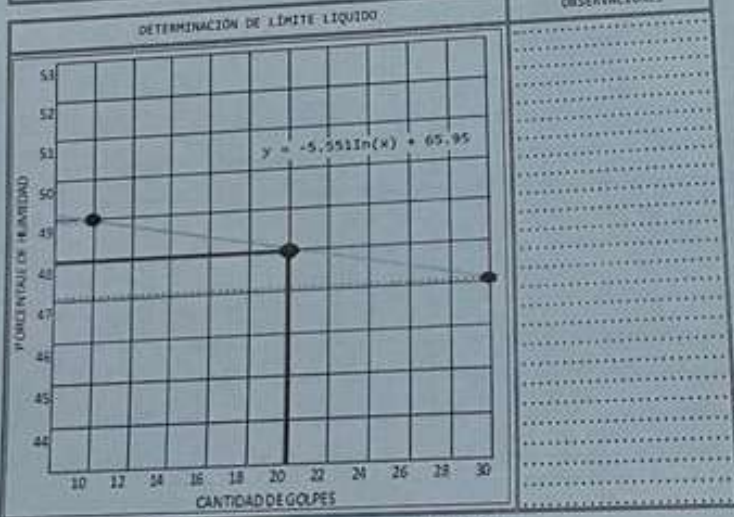


 Cliente ALEXANDER CRISTIAN AROQUIPA ABUERRA	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022		
	Área de calidad DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LIQUIDO, LÍMITE DE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Código LL_LP_IP_3LRO_004	Fecha 13/04/2022
Ubicación de muestra CALMOA Km. 1+500 al Km. 2+000	Norma (NORMA MTC E - 307)	Material en estudio SUELO	

		LÍMITE LIQUIDO		
ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA #1	MUESTRA #2	MUESTRA #3
CANTIDAD DE GOLPES	-	10	25	35
RECIPIENTE (N°)	-	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE _ SUELO HUMEDO	GRAMOS	36.42	39.96	41.83
PESO DE RECIPIENTE_SUELO SECO	GRAMOS	30.52	31.57	32.54
PESO DEL AGUA	GRAMOS	7.88	8.35	9.32
PESO DEL RECIPIENTE	GRAMOS	13.75	14.41	13.78
PESO DE S. SECO	GRAMOS	16.81	17.42	18.99
% DE HUMEDAD	%	32.63	28.77	24.27

		LÍMITE PLÁSTICO		
ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA #1	MUESTRA #2	MUESTRA #3
RECIPIENTE (N°)				
PESO DE RECIPIENTE _ SUELO HUMEDO				
PESO DE RECIPIENTE_SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DE S. SECO				
% DE HUMEDAD				

NO PLÁSTICO




RESULTADOS	
LÍMITE LIQUIDO	29.00%
LÍMITE PLÁSTICO	20.00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9.00%

ELABORADO POR:




APROBADO POR:

*Luz. Maycol Rojas*


	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022		
	Cliente <b>ALEXANDER CRISTIAN AROSQUIPA AGUIRRE</b>	Área de calidad <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	Código <b>AGT_ACAA_001</b>
Ubicación de muestra <b>CAL001_Km. 0+000 al Km. 0+500</b>	Norma <b>(NORMA NTC E - 107)</b>	Material en estudio <b>SUELO</b>	

TAMIZADO	ABERTURA(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	X RET. ACUMULADO	X QUE PASA	PASANTE ESPECIFICADO		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MÍNIMO	MÁXIMO	
48"	1200.000	-	-	-	-	-	-	FECHA DE MUESTREO: 15/04/2022
40"	1000.000	-	-	-	-	-	-	ANÁLISIS POR: GEOCONS
20"	650.000	-	-	-	-	-	-	FECHA DE ENSAYO: 20/04/2022
24"	500.000	-	-	-	-	-	-	HORA DE ENSAYO: 08:00:00 AM
20"	200.200	-	-	-	-	-	-	PESO DE CORRECCIÓN DE SUELO
8"	152.400	-	-	-	-	-	-	PASANTE Nº 200 (S) 14.7
4"	101.600	-	-	-	-	-	-	PESO INICIAL (M) 3.115.0
3"	75.200	-	-	-	-	-	-	PESO LAVADO (M) 1.962.0
2"	50.800	-	-	-	-	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	-	-	
1"	25.400	-	-	-	-	-	-	X
3/4"	19.000	-	-	-	-	-	-	GRAVA: 33.1 %
1/2"	12.500	-	-	-	-	-	-	ARENA: 2.30 %
3/8"	9.500	-	-	-	-	-	-	ARENA: 56.1 %
1/4"	6.300	-	-	-	-	-	-	
4	4.750	-	-	-	100.0	-	-	PLASTICIDAD
								LÍMITE LÍQUIDO: 18%
10	2.000	1.2	0.1	0.1	99.9	-	-	LÍMITE PLÁSTICO: 0%
								ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 0%
20	0.850	1.9	0.2	0.3	99.7	-	-	CLASIFICACIÓN
								GRUPO: A - 1 - U (0)
40	0.425	5.9	0.7	1.0	99.0	-	-	UCS: SM - SP
								COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Y DE CURVATURA
60	0.250	8.9	1.1	2.1	97.9	-	-	CU: 0.28
								CC: 1.32
100	0.150	12.5	1.5	3.6	96.4	-	-	
200	0.075	13.5	1.6	5.2	94.8	-	-	
<200	TOPE	229.0	10.7	100.0	0.0	-	-	



ELABORADO POR: 

APROBADO POR: **Luz Maycol Rojas**





DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022

Cliente	Área de calidad	Código	Fecha
ALEXANDER CRISTIAN AROSQUIPA AGUIRRE	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	AGT_ACAA_003	15/04/2022
Ubicación de muestra	Norma	Material en estudio	
CAL003_Km. 1+000 al Km. 1+500	(NORMA RTC E - 107)	SUELO	

TAMIZADO	ABERTURA(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	PASANTE - ESPECÍFICO		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MÍNIMO	MÁXIMO	
48"	1200.000	-	-	-	-	-	-	PELDA DE MUESTRO: 15/04/2022 ANÁLISIS POR: 020000 PELDA DE ENSAYO: 20/04/2022 HORA DE ENSAYO: 08:00:00 AM
40"	1000.000	-	-	-	-	-	-	
26"	650.000	-	-	-	-	-	-	
24"	500.000	-	-	-	-	-	-	
20"	200.200	-	-	-	-	-	-	PESO DE CORRECCIÓN DE SUELO
8"	152.400	-	-	-	-	-	-	PASANTE Nº 200 (S) 14.8 PESO INICIAL (GR) 2,000.0 PESO LAVADO (SR) 1,000.0
4"	101.600	-	-	-	-	-	-	
3"	75.200	-	-	-	-	-	-	
2"	50.800	-	-	-	-	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	-	-	%
1"	25.400	-	-	-	-	-	-	
3/4"	19.000	-	-	-	-	-	-	
1/2"	12.500	-	-	-	-	-	-	
3/8"	9.500	-	-	-	-	-	-	GRAYA: 28.5 % FILICIDAD: 1.42 % ARENA: 68.7 %
1/4"	6.300	-	-	-	-	-	-	PLASTICIDAD
4	4.750	-	-	-	100.0	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	LÍMITE LÍQUIDO: 23% LÍMITE PLÁSTICO: 0%
10	2.000	1.2	0.1	0.1	99.9	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 0%
20	0.850	1.9	0.2	0.3	99.7	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	CLASIFICACIÓN
40	0.425	5.9	0.7	1.0	99.0	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	AASHTO: A - 1 - 3 (B) SUCS: SM - SM
60	0.250	8.9	1.1	2.1	97.9	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Y DE CURVATURA
100	0.150	12.5	1.5	3.6	96.4	-	-	
200	0.075	13.5	1.6	5.2	94.8	-	-	CU: 0.24 CC: 1.32
<200	TOPE	787.1	94.8	5.2	-	-	-	




LABORADO POR:




APROBADO POR:

*Ing. Maycol Rojas*


		<b>DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022</b>	
Cliente	Área de calidad	Código	Fecha
ALEXANDER KRISTIAN AROSQUIPA AGUIRRE	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	AGT_ACAA_002	15/04/2022
Ubicación de muestra	Norma	Material en estudio	
CAL002_Km. 0+500 al Km. 1+000	(NORMA HTC E - 107)	SUELO	

TAMIZADO	ABERTURA(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	PASANTE - ESPECIFICOS		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MINIMO	MAXIMO	
48"	1200.000	-	-	-	-	-	-	FECHA DE MUESTRO: 01/04/2022
40"	1000.000	-	-	-	-	-	-	REALIZADO POR: GEOCON
26"	650.000	-	-	-	-	-	-	FECHA DE ENSAYO: 26/04/2022
24"	500.000	-	-	-	-	-	-	NORMA DE ENSAYO: 04-00-00-01
20"	203.200	-	-	-	-	-	-	PESO DE CORRECCIÓN DE SUELO
8"	152.400	-	-	-	-	-	-	
4"	101.600	-	-	-	-	-	-	PASANTE Nº 200 (S) 0.075
3"	75.200	-	-	-	-	-	-	PESO FINÍSIMO (S) 0.0075
2"	50.800	-	-	-	-	-	-	PESO LAVADO (S) 0.075
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	-	-	
1"	25.400	-	-	-	-	-	-	%
3/4"	19.000	-	-	-	-	-	-	
1/2"	12.500	-	-	-	-	-	-	GRAVA: 8.9 %
3/8"	9.500	-	-	-	-	-	-	ARIPIDAD: 2.29 %
1/4"	6.300	-	-	-	-	-	-	ARENA: 83.4 %
4	4.750	-	-	-	100.0	-	-	PLASTICIDAD
10	2.000	1.2	0.1	0.1	99.9	-	-	LÍMITE LÍQUIDO: 18%
20	0.850	1.9	0.2	0.3	99.7	-	-	LÍMITE PLÁSTICO: 0%
40	0.425	5.0	0.7	1.0	99.6	-	-	ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 0%
60	0.250	8.9	1.1	2.1	97.9	-	-	CLASIFICACIÓN
100	0.150	12.5	1.5	3.0	96.4	-	-	ASHTO: A - 1 - B (0)
200	0.075	13.5	1.6	5.2	94.8	-	-	UNCS: SW - SM
<200	TOPE	787.1	94.8	5.2	-	-	-	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Y DE CURVATURA
								CU: 0.20
								CC: 1.32



ABORADO POR: 

APROBADO POR: *Inq. Maycol Rojas*


		<b>DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022</b>	
Cliente	Área de calidad	Código	Fecha
ALEXANDER KRISTIAN AROSQUIPA AGUIRRE	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	AGT_ACAA_002	15/04/2022
Ubicación de muestra	Norma	Material en estudio	
CAL002_Km. 0+500 al Km. 1+000	(NORMA HTC E - 107)	SUELO	

TAMIZADO	ABERTURA(mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	RANGOS - ESPECIFICOS		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MINIMO	MAXIMO	
48"	1200.000	-	-	-	-	-	-	FECHA DE MUESTRO: 01/04/2022
40"	1000.000	-	-	-	-	-	-	REALIZADO POR: GEOCON
26"	650.000	-	-	-	-	-	-	FECHA DE ENSAYO: 26/04/2022
24"	500.000	-	-	-	-	-	-	NORMA DE ENSAYO: 04-00-00-01
20"	203.200	-	-	-	-	-	-	PESO DE CORRECCIÓN DE SUELO
8"	152.400	-	-	-	-	-	-	
4"	101.600	-	-	-	-	-	-	PASAJE Nº 200 (S) 0.075
3"	75.200	-	-	-	-	-	-	PESO BRUTO (S) 1.200.0
2"	50.800	-	-	-	-	-	-	PESO LIQUIDO (S) 1.371.0
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	-	-	
1"	25.400	-	-	-	-	-	-	%
3/4"	19.000	-	-	-	-	-	-	
1/2"	12.500	-	-	-	-	-	-	GRAVA: 8.9 %
3/8"	9.500	-	-	-	-	-	-	ARIPIDAD: 2.29 %
1/4"	6.300	-	-	-	-	-	-	ARENA: 83.4 %
4"	4.750	-	-	-	100.0	-	-	PLASTICIDAD
10"	2.000	1.2	0.1	0.1	99.9	-	-	LÍMITE LIQUIDO: 185
20"	0.850	1.9	0.2	0.3	99.7	-	-	LÍMITE PLÁSTICO: 40
40"	0.425	5.0	0.7	1.0	99.0	-	-	ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 40
60"	0.250	8.9	1.1	2.1	97.9	-	-	CLASIFICACIÓN
100"	0.150	12.5	1.5	3.0	96.4	-	-	ASHTO: A - 1 - B (0)
200"	0.075	13.5	1.6	5.2	94.8	-	-	UNCS: SW - SM
<200	TOPE	787.1	94.8	5.2	-	-	-	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Y DE CURVATURA
								CU: 0.20
								CC: 1.32



ABORADO POR: APROBADO POR: *Inq. Maycol Rojas*

DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022

	Área de calidad	Codigo	Fecha
Cliente	ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) EN LABORATORIO	ERSC_CBR_ACAA_002	13/04/2022
Ubicación de muestra	Norma	Material en estudio	
CLUNOZ Ed. N-300 al Km. 1+000	ASTM D1583-0 C	SUELO	

MOLDE N°	7		8	
	5	5	5	5
CANTIDAD DE CAPAS	25		12	
CANTIDAD DE GOLPES	56		25	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (gr.)	11354.0000	11892.0000	11646.0000	11779.0000
PESO DE MOLDE (gr.)	8965.0000	8965.0000	7284.0000	7284.0000
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr.)	4589.0000	4727.0000	4362.0000	4494.0000
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2292.0000	2292.0000	2295.0000	2295.0000
DENSIDAD HUMEDA (gr./cm³)	2.0020	2.0620	1.9020	1.9580
TASA W%				
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	772.5000	814.0000	721.0000	1183.0000
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	631.3000	688.0000	589.0000	851.0000
PESO DE TARA (gr.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PESO DEL AGUA (gr.)	141.2000	126.0000	132.0000	332.0000
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	431.0000	562.0000	457.0000	519.0000
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	32.7600	22.4200	28.8600	64.1600
DENSIDAD SECA (gr./cm³)	1.6340	1.6570	1.5330	1.5740

FECHA	HORA	TIPO	LECTURA DEL DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	DIAL	DIAL
				gr./m³	%		gr./m³	%			
NO EXPANSIVO											

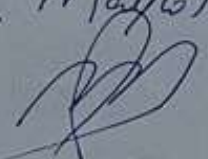
PENETRACIÓN (UNIDAD DE MEDIDA) (PULGADAS)	CARGA ESTÁNDAR (UNIDAD DE MEDIDA) (gr./cm²)	MOLDE N°			MOLDE N°			MOLDE N°				
		CARGA	CORRECCIÓN	%	CARGA	CORRECCIÓN	%	CARGA	CORRECCIÓN	%		
		DIAL	kg./cm²	kg./cm²	%	DIAL	kg./cm²	kg./cm²	%	DIAL	kg./cm²	kg./cm²
0.000	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0.025	2.00	0.00			2.00	0.00			2.00	0.00		
0.050	4.00	2.00			4.00	1.00			4.00	0.00		
0.075	15.00	3.00			9.00	2.00			5.00	1.00		
0.100	70.0	17.00	4.00	5.50	7.00	19.00	4.00	4.50	9.00	3.00	1.00	2.50
0.125	16.00	12.00			16.00	11.00			20.00	4.00		
0.200	145.7	180.00	23.00	22.00	21.00	85.00	18.00	17.00	18.00	8.00	7.00	
0.250		150.00	13.00			113.00	24.00		55.00	12.00		
0.300		150.00	42.00			153.00	33.00		73.00	15.00		
0.400		251.00	50.00			213.00	45.00		161.00	21.00		
0.500		278.10	50.00			227.30	48.00		151.00	24.00		

ELABORADO POR:

APROBADO POR:



Ing. Mayra Rojas






**DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHIPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022**

Cliente	Área de calidad	Código	Fecha
ALEXANDER CRISTIAN ARSQUIETA AGUIRRE	ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) EN LABORATORIO	ERSC_CBA_ACAA_003	15/04/2022
Ubicación de muestra	Norma	Material en estudio	
CALLEJÓN N° 3-000 al km. 3-500	ASTM D2922-0 C	SUELO	

MOLDE N°	COMPACTACIÓN				11	
	5	10	15	20	5	12
CANTIDAD DE CAPAS	56	28	18	11	5	12
CANTIDAD DE GOLPES	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	11554.0000	11692.0000	11646.0000	11778.0000	12290.0000	12419.0000
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (gr.)	6345.0000	6365.0000	7284.0000	7284.0000	8152.0000	8152.0000
PESO DE MOLDE (gr.)	4589.0000	4727.0000	4762.0000	4404.0000	4139.0000	4267.0000
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr.)	2292.0000	2292.0000	2295.0000	2295.0000	2299.0000	2299.0000
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2.0020	2.0020	1.9810	1.9380	1.9810	1.8570
DENSIDAD HUMEDA (gr./cm³)						
TARA N°	772.5000	854.0000	721.0000	1183.0000	789.0000	945.0000
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	431.2000	486.0000	589.0000	851.0000	628.0000	759.0000
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PESO DE TARA (gr.)	241.0000	168.0000	131.0000	232.0000	141.0000	186.0000
PESO DEL AGUA (gr.)	611.0000	686.0000	589.0000	951.0000	628.0000	759.0000
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	11.4000	24.5000	22.4000	24.0000	22.5000	24.5000
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.636	1.657	1.553	1574.0000	1.471	1.491
HUMEDAD SECA (gr./cm³)						

FECHA	HORA	TIPO	LECTURA DEL OCAL	EXPANSIÓN						
				EXPANSIÓN		OCAL	EXPANSIÓN		OCAL	OCAL
				gr/m³	%		gr/m³	%		
<b>NO EXPANSIVO</b>										

PENETRACIÓN (UNIDAD DE MEDIDA: PULGADAS)	CARGA ESTANCAR (UNIDAD DE MEDIDA: gr./cm²)	PENETRACIÓN											
		MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN		
0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025		2.00	0.00	1.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00
0.050		8.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00
0.075		15.00	3.00	3.00	2.00	5.00	3.00	5.00	3.00	5.00	3.00	5.00	3.00
0.100	70.5	27.00	0.00	5.50	7.00	19.00	4.00	4.30	0.10	0.00	2.00	1.00	2.50
0.150		58.00	12.00			50.00	11.00			20.00	4.00		
0.200	105.7	100.00	21.00	22.00	21.20	81.00	18.00	17.30	16.30	30.00	8.00	7.00	
0.250		150.00	33.00			113.00	24.00			55.00	12.00		
0.300		190.00	42.00			155.00	31.00			73.00	15.00		
0.400		243.00	54.00			212.00	45.00			101.00	21.00		
0.500		278.20	59.00			227.30	48.00			111.00	24.00		


ELABORADO POR:



APROBADO POR:

*Ing. Maycol Rojas*

DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022

 Cliente ALEXANDER CRISTIAN MOSQUERA AGUIRRE	Área de trabajo	Código	Fecha
	ENSAJO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) EN LABORATORIO	ERSC_CBR_ACAA_004	15/04/2022
Ubicación de muestra	Número	Material en estudio	
CAL004_Km. 1+500 al Km. 2+000	ASTM D1883-9 C	SUELO	

MOLDE N°	12		13		14	
	5		5		5	
CANTIDAD DE CAPAS	54		25		12	
CANTIDAD DE GOLPES	54		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (gr.)	1154.0000	1192.0000	1144.0000	1178.0000	1220.0000	1249.0000
PESO DE MOLDE (gr.)	595.0000	605.0000	7284.0000	7284.0000	4138.0000	4267.0000
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr.)	4589.0000	4727.0000	4162.0000	4494.0000	2298.0000	2298.0000
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2292.0000	2282.0000	2295.0000	2295.0000	2298.0000	2298.0000
DENSIDAD HUMEDA (gr./cm <sup>3</sup> )	2.0020	2.0620	1.9010	1.9580	1.8910	1.8570
TARA N°	772.5000	854.0000	721.0000	1183.0000	769.0000	945.0000
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	631.2000	688.0000	589.0000	951.0000	628.0000	759.0000
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	8.0000	8.0000	8.0000	8.0000	8.0000	8.0000
PESO DE TARA (gr.)	141.0000	148.0000	132.0000	232.0000	141.0000	186.0000
PESO DEL AGUA (gr.)	631.0000	680.0000	589.0000	951.0000	628.0000	759.0000
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.4000	24.5000	22.4000	24.4000	22.5000	24.5000
DENSIDAD SECA (gr./cm <sup>3</sup> )	1.6560	1.8570	1.5530	1.574.0000	1.4710	1.4910

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	DIAL	DIAL
				gr/%	%		gr/%	%			
NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN (UNIDAD DE MEDIDA - PULGADAS)	CARGA ESTÁNDAR (UNIDAD DE MEDIDA: gr./cm <sup>2</sup> )	MOLDE N°											
		MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN
0.000	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00			
0.025	3.00	0.00			1.00	0.00			1.00	0.00			
0.050	6.00	1.00			3.00	1.00			2.00	0.00			
0.075	15.00	3.00			9.00	2.00			5.00	1.00			
0.100	76.5	27.00	6.00	3.50	7.00	13.00	4.00	4.30	6.10	9.00	2.00	1.00	
0.150	189.7	56.00	12.00		50.00	11.00			29.00	4.00			
0.200		109.00	23.00	22.40	21.20	85.00	18.00	17.00	10.30	18.00	8.00	7.00	
0.300		254.00	33.00			133.00	24.00			55.00	12.00		
0.400		398.00	42.00			155.00	33.00			73.00	15.00		
0.500		542.00	50.00			213.00	45.00			102.00	21.00		
		686.00	59.00			277.30	48.00			131.00	24.00		

ELABORADO POR:



APROBADO POR:

*Luz. Mayol Rojas*  




DESEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO, PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022

Cliente	Área de calidad	Código	Fecha
ALEXANDER CRISTIAN ARDQUIZA AGUIRRE	ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) EN LABORATORIO	ERSC_CBR_ACAA_001	15/04/2022
Ubicación de muestra	Norma	Material en estudio	
CALLE01_Km. 0+000 al Km. 0+500	ASTM D1883-9 C	SUELO	

COMPACTACIÓN						
MOLDE N°	4		5		6	
CANTIDAD DE CAPAS	5		5		5	
CANTIDAD DE GOLPES	35		25		10	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (gr.)	11514.0000	11692.0000	11646.0000	11778.0000	12290.0000	12410.0000
PESO DE MOLDE (gr.)	6965.0000	6965.0000	7284.0000	7284.0000	8152.0000	8152.0000
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr.)	4549.0000	4727.0000	4362.0000	4494.0000	4138.0000	4267.0000
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2292.0000	2292.0000	2295.0000	2295.0000	2298.0000	2298.0000
DENSIDAD HUMEDA (gr./cm <sup>3</sup> )	5.6000	5.6000	5.5000	5.5000	5.6000	5.6000
TARA N°						
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	772.5000	954.0000	722.0000	1183.0000	769.0000	945.0000
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	631.2000	686.0000	589.0000	951.0000	628.0000	759.0000
PESO DE TARA (gr.)	8.0000	8.0000	8.0000	8.0000	8.0000	8.0000
PESO DEL AGUA (gr.)	141.3000	168.0000	132.0000	232.0000	141.0000	186.0000
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	623.2000	678.0000	581.0000	943.0000	620.0000	751.0000
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.4000	24.5000	22.4000	24.4000	22.5000	24.3000
DENSIDAD SECA (gr./cm <sup>3</sup> )	1.9950	1.9950	1.8010	1.8010	1.6820	1.6820

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	DIAL	DIAL
				gr/m <sup>3</sup>	%		gr/m <sup>3</sup>	%			
NO EXPANSIVO											


PENETRACIÓN (UNIDAD DE MEDIDA PASADAS)	CARGA ESTÁNDAR (UNIDAD DE MEDIDA gr./cm <sup>2</sup> )	MOLDE N°											
		MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN		
0.800		DIAL	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	%	DIAL	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	%	DIAL	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	%
0.025		0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0.050		2.00	0.00			3.00	0.00			1.00	0.00		
0.075		6.00	1.00			7.00	1.00			2.00	0.00		
0.100		13.00	3.00			9.00	2.00			3.00	1.00		
0.150	70.5	27.00	0.00	0.50	7.00	19.00	4.00	4.50	6.50	9.00	2.00	1.00	2.50
0.200		50.00	13.00			50.00	11.00			20.00	4.00		
0.250	105.7	100.00	33.00	21.00	21.20	65.00	18.00	17.50	16.50	30.00	8.00	7.00	
0.300		150.00	42.00			137.00	24.00			55.00	12.00		
0.400		203.00	56.00			155.00	33.00			73.00	15.00		
0.500		270.20	58.00			212.00	45.00			103.00	21.00		
						227.50	48.00			111.00	24.00		

ELABORADO POR:



APROBADO POR:

Ing. Maycol Rojas

 <b>GEOCONS S.R.L.</b> <small>LABORATORIO DE CONTROL          QUÍMICO Y FÍSICO          INGENIERÍA GEOTÉCNICA</small>	<b>DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHEPÉN, DISTRITO SAN GREGORIO,          PROVINCIA SAN MIGUEL - CAJAMARCA Y LA LIBERTAD, 2022</b>		
	Cliente <b>ALEXANDER CRISTIAN AROSQUIPA          AGUIRRE</b>	Área de calidad <b>ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELO</b>	Código <b>AF_AQ_ACAA_001</b>
Ubicación de muestra <b>Km. 0+000 al Km. 2+000</b>	Norma <b>ASTM D1883-9 C</b>	Material en estudio <b>SUELO</b>	

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS				
EXCAVACIÓN N°	PROFUNDIDAD	SUSTANCIA	CONTENIDO	
C1	0.00 - 1.50	PH	7.2	-
		CLORURO (CLNA)	35.00 PPM	0.0035%
		SULFATOS (SO4-2)	81.00 PPM	0.0048%
		SALES SOLUBLES	90.00PPM	0.0109%
C2	0.00 - 1.50	PH	7.2	-
		CLORURO (CLNA)	35.00 PPM	0.0046%
		SULFATOS (SO4-2)	81.00 PPM	0.0073%
		SALES SOLUBLES	90.00PPM	0.0097%
C3	0.00 - 1.50	PH	7.2	-
		CLORURO (CLNA)	67.00 PPM	0.0067%
		SULFATOS (SO4-2)	55.00 PPM	0.0059%
		SALES SOLUBLES	94.00PPM	0.0011%
C4	0.00 - 1.50	PH	7.2	-
		CLORURO (CLNA)	53.00 PPM	0.0053%
		SULFATOS (SO4-2)	103.00 PPM	0.0103%
		SALES SOLUBLES	89.00PPM	0.0089%

ELABORADO POR:

APROBADO POR:

*Ingeniero Maycol Rojas*



**Observaciones:**

- La muestra proporcionada e identificada por el solicitante
- La fecha de orden para el ensayo: 21/04/2022
- Este registro es autoría que se emplea materiales analizados, siendo la interpretación responsabilidad exclusivamente del usuario
- Las equivalencias: mg/kg = ppm; para la obtención de resultados en % dividir valores por 10,000