

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



---

**“DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON EL METODO DE LOSAS  
CORTAS DE LA AVENIDA WALKER SOBERON”**

---

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: PAVIMENTOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**TESISTAS:**

BENITES ESPINOZA JUAN DIEGO  
JARAMILLO COTRINA CHRISTIAN JARAMILLO

**ASESOR:**

ING. NARRO JARA LUIS FERNANDO

HUANUCO – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres, cuyo amor, apoyo y dedicación han sido mi mayor inspiración y motivación en la consecución de mis metas académicas.

**Benites Espinoza, Juan Diego**

Dedico este trabajo a mi familia, amigos y mentores que me brindaron su apoyo y motivación constante durante mi proceso de investigación. Sin su ayuda, este logro no hubiera sido posible.

**Jaramillo Cotrina, Christian Kevin**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco sinceramente a mi director de tesis por su asesoría experta, apoyo constante y compromiso inquebrantable con mi éxito académico.

## RESUMEN

La presente investigación se enfocó en la evaluación y diseño del pavimento rígido mediante la metodología de diseño de losas cortas TCP. Los cálculos y análisis se realizaron utilizando datos estadísticos de la región de Huánuco y se verificó la idoneidad de la cantera Marabamba como material de préstamo. Los resultados obtenidos a través del software SAP 2000 demostraron que el diseño TCP permitió reducir el espesor de las losas sin comprometer la resistencia del pavimento, lo que representa un avance en el diseño de pavimentos rígidos.

Palabras clave:

Investigación

Evaluación

Diseño

Pavimento rígido

Metodología

Losas cortas TCP

Cálculos

Análisis

Datos estadísticos

Región de Huánuco

Cantera Marabamba

Material de préstamo

Resultados

Espesor

Resistencia

Avance

Diseño de pavimentos rígidos.

## **SUMMARY**

The present research focused on the evaluation and design of rigid pavement using the TCP short slab design methodology. Calculations and analysis were carried out using statistical data from the Huánuco region, and the suitability of the Marabamba quarry as a borrowing material was verified. Results obtained through SAP 2000 software showed that the TCP design allowed for a reduction in slab thickness without compromising pavement strength, representing an advancement in rigid pavement design.

Keywords:

Research

Evaluation

Design

Rigid pavement

Methodology

Short TCP slabs

Calculations

Analysis

Statistical data

Huánuco region

Marabamba quarry

Borrowing material

Results

Thickness

Strength

Advancement

Design of rigid pavements.

## INDICE

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	2
RESUMEN.....	3
SUMMARY.....	4
INDICE.....	5
INDICE DE TABLAS.....	8
INDICE DE GRÁFICOS.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	11
1.1. FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	11
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	11
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	11
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	11
1.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	11
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	12
1.5. LIMITACIONES.....	12
1.6. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS GENERAL Y NULA.....	12
1.6.1. HIPOTESIS GENERAL.....	12
1.6.2. HIPOTESIS ESPECIFICO.....	13
1.7. VARIABLES.....	13
1.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	13
1.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	13
1.8. DEFINICION TEÓRICA Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. ANTECEDENTES.....	17
2.2. BASES TEÓRICAS.....	18
2.2.1. PAVIMENTO RÍGIDO:.....	18
2.2.2. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO.....	18
2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO.....	18
2.2.4. DISEÑO DE JUNTAS EN PAVIMENTO RÍGIDO.....	19

2.3. MARCO SITUACIONAL.....	19
2.4.1. PAVIMENTO RÍGIDO: .....	20
2.4.2. LOSA DE CONCRETO:.....	20
2.4.3. MÉTODO DE LOSAS CORTAS:.....	21
2.4.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: .....	21
2.4.5. REFUERZO DE ACERO: .....	21
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....	22
3.1. AMBITO.....	22
3.2. POBLACIÓN .....	22
3.3. MUESTRA.....	22
3.4. NIVEL Y TIPO DE ESTUDIO: .....	22
3.4.1. NIVEL DE ESTUDIO .....	22
3.4.2. TIPO DE ESTUDIO:.....	22
3.5. DISEÑO DE INVESTIGACION:.....	22
3.6. METODOS, TECNICAS E INSTRUMENTOS.....	22
3.6.1. TECNICAS.....	22
3.6.2. INSTRUMENTOS .....	22
3.7. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO .....	22
3.7.1. VALIDACION DEL INSTRUMENTO .....	22
3.7.2. CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO .....	23
3.8. PROCEDIMIENTO .....	23
3.9. TABULACION Y ANALISIS DE DATOS .....	24
3.9.1. TABULACION DE DATOS:.....	24
3.9.2. ANALISIS DE DATOS:.....	24
3.10. CONSIDERACIONES ETICAS .....	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	25
4.1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	25
4.1.1. Estudio de Tráfico Vial: .....	25
4.1.2. Conteo de Tránsito Vehicular:.....	26
4.1.3. Cálculo del IMDA:.....	26
4.1.4. Cálculo del Factor Direccional (FD) y Factor Carril (FC): .....	27
4.1.5. Cálculo de Tasas de Crecimiento y Proyección:.....	28
4.1.6. Cálculo de Factores según el Tipo de Vehículo:.....	31
4.1.7. Factor de Ajuste por Presión de Neumático:.....	34

4.1.8. Cálculo de Eje Equivalente (EE día-carril): .....	34
4.1.8. Cálculo de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn: .....	35
4.1.9. Clasificación de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes: .....	36
4.2.1. Recolección de Muestras: .....	37
4.2.2. Resultados del Laboratorio de Suelos: .....	38
4.2.3. Estudio Topográfico: .....	41
4.2.4. Levantamiento Topográfico: .....	41
4.2.5. Trabajo de Gabinete: .....	41
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIÓN</b> .....	42
5.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	42
5.1.1. Propuesta de Investigación: .....	42
5.1.2. Análisis e Interpretación de Resultados: .....	42
<b>CONCLUSIONES</b> .....	57
<b>RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS</b> .....	59
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	60
<b>ANEXOS</b> .....	62
ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO .....	63
ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	66
ANEXO 04: VALIDACION DE INSTRUMENTOS POR JUECES. ....	69
<b>NOTA BIOGRAFICA</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>ACTA DE DEFENSA DE TESIS</b> .....	74
<b>AUTORIZACION PARA PUBLICACION DE TESIS</b> .....	75



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 01:</b> procedimiento.....	23
<b>Tabla N° 02.</b> Conteo de Vehículos.....	26
<b>Tabla N° 03.</b> Cálculo del Índice Medio Semanal (IMDs).....	27
<b>Tabla N° 04.</b> Determinación del Tráfico en el Carril de Diseño mediante el análisis de los Factores de Distribución y Direccional de la vía.....	28
<b>Tabla N° 05.</b> Tabla la tasa de incremento media anual de la población según provincia, durante los períodos de 1981 a 1993, 1993 a 2007 y 2007 a 2017. ....	29
<b>Tabla N°06.</b> Valores del Producto Bruto Interno por año y por departamento, expresados en términos de precios constantes de 2007 .....	30
<b>Tabla N°07.</b> Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) Para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE .....	31
<b>Tabla N° 08.</b> Reorganización de las disposiciones de las ruedas de un vehículo .....	32
<b>Tabla N° 09.</b> Reconstrucción del análisis de carga por eje para identificar los equivalentes de ejes (EE) aplicables a los pavimentos rígidos. ....	32
<b>Tabla N° 10.</b> Relación de cargas por eje para obtener los Ejes Equivalentes (EE) en el diseño de pavimentos rígidos .....	33
<b>Tabla N° 11.</b> Cálculo de los Ejes Equivalentes (EE día-carril).....	35
<b>Tabla N° 12.</b> Reconstrucción del número de ciclos equivalentes de carga para un eje de 8.2 toneladas .....	35
<b>Tabla N° 13.</b> Cantidad de repeticiones del eje equivalente de 8.2 toneladas.....	36
<b>Tabla N° 14.</b> la categoría de tráfico vehicular que se mide en unidades de Ejes Equivalentes (EE).....	37
<b>4.2. Estudio de Mecánica de Suelos .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla N° 16.</b> Tamaño de partículas presentes en una muestra.....	38
<b>Tabla N° 17.</b> Contenido de Humedad .....	39
<b>Tabla N° 18.</b> Proctor Modificado.....	39
<b>Tabla N° 19.</b> California Bearing Ratio (CBR).....	40
<b>Tabla 20.</b> Espesores del Pavimento Rígido según AASHTO 93 y de Losa Corta.....	42
<b>Tabla 21.</b> Módulo Elástico del Concreto según AASHTO 93 .....	42
<b>Tabla 22.</b> Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según Rango de Tráfico	43
<b>Tabla 23.</b> Módulo de Rotura del Concreto (S'c) .....	43
<b>Tabla 24.</b> Coeficiente de Transferencia de Carga (J).....	44
<b>Tabla 25.</b> Coeficientes de Drenaje de las Capas Granulares.....	44
<b>Tabla 26.</b> Diferencial de Serviciabilidad .6.PSI, según el Rango de Tráfico.....	46
<b>Tabla 27.</b> Valores recomendados de Nivel de Confianza (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) para un periodo de diseño de 20 años basados en el rango de tráfico .....	47

<b>Tabla 28. Espesor de Pavimento Rígido.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 29. Dimensiones de Losa .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 30. Recomendaciones de longitud y diámetro de los elementos de fijación. ....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 31. Cálculo de la dimensión óptima para las Barras de Amarre, incluyendo recomendaciones para los diámetros y longitudes apropiados .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 32. Información del análisis geotécnico .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 33. Las variables y factores involucrados en el diseño del pavimento rígido según AASTHO 93.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 34. Parámetros y Variables de Diseño del Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP) .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 35. Dimensiones del pavimento rígido de acuerdo con AASHTO 93 y de la losa corta (TCP) .....</b>	<b>56</b>

## INTRODUCCIÓN

En nuestra nación, la mayoría de la infraestructura vial urbana se basa en diseños de pavimentos rígidos que utilizan concreto hidráulico convencional<sup>1</sup> como material. El diseño de losas cortas TCP para pavimentos urbanos es una alternativa no convencional a la metodología tradicional que se ha utilizado durante más de 60 años, ya que esta no se ajusta a las condiciones reales de nuestro país, como el clima, los materiales y lo más importante, el tráfico. Este diseño fue desarrollado por el Instituto del Cemento y Hormigón de Chile (ICH) y se centra en la reducción de tensiones mediante cortes adecuados en la parte superior de la losa. Las nuevas dimensiones de menor longitud permiten que una rueda actúe por losa, lo que desplaza la tensión a otras partes de la losa y reduce la tensión general. Este tipo de diseño está patentado en 30 países de todo el mundo, como Estados Unidos, Sudáfrica, Rusia, Australia, entre otros. Además, este diseño propone mejoras en la subbase utilizando material granular con una mínima presencia de finos en caso de que la subrasante tenga una gran cantidad de material fino. <sup>1</sup> El término concreto hidráulico convencional se utiliza porque se utiliza ampliamente en obras de concreto comunes y está compuesto principalmente por cemento (generalmente Portland), áridos gruesos y finos y una cantidad adecuada de agua.

# **CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El problema de investigación planteado busca determinar cómo la geometría de la losa influye en el diseño de losas cortas en el pavimento rígido de la Avenida Walter Soberon. Este problema es relevante debido a que el diseño adecuado del pavimento rígido es esencial para garantizar la seguridad y la durabilidad de las vías urbanas, especialmente en una avenida de alto tráfico como la mencionada. Además, la optimización del diseño de losas cortas puede permitir reducir costos y tiempos de construcción, lo que representa una ventaja para los organismos encargados de la planificación y construcción de infraestructuras viales. Por tanto, es importante investigar cómo la geometría de la losa puede influir en el diseño de losas cortas y en la resistencia del pavimento rígido, con el fin de mejorar la eficiencia y eficacia del diseño de las vías urbanas.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **GENERAL Y ESPECÍFICOS**

#### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuánto influye la geometría de la losa en el diseño de losas cortas en el diseño del pavimento rígido de Av. Walter Soberon?

#### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Cuál será las dimensiones de la losa según el tráfico de diseño?

¿Cuánto será el porcentaje de reducción del espesor de la losa en comparación con el método aashto 93?

¿Cuánto es el porcentaje de reducción de costos en comparación con diseños convencionales?

## **1.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

De qué manera influye la geometría de la losa en el diseño de losas cortas en el diseño del pavimento rígido de Av. Walter Soberon.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

De qué manera influye dimensiones de la losa según el tráfico de diseño.

De qué manera influye el diseño de losas cortas en la reducción de la losa en comparación de la metodología Aashto 93.

De qué manera influye el uso de la metodología de losas cortas en la reducción de costos en comparación de otras metodologías.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad, un desafío para los ingenieros es encontrar nuevas metodologías de diseño de pavimentos que puedan competir con las ya existentes, las cuales son en su mayoría del tipo flexible y se utilizan en la mayoría de ciudades del Perú debido a su bajo costo en comparación con los pavimentos hidráulicos. Es por esto que en esta investigación se propone el empleo de nuevas metodologías de diseño de pavimentos rígidos que puedan ser utilizadas en vías urbanas y compitan tanto técnica como económicamente con las losas flexibles. En comparación con los pavimentos rígidos, los costos de mantenimiento de los pavimentos flexibles son mayores y su periodo de vida útil es más corto. En caso de un eventual aumento en la carga de tráfico, los pavimentos rígidos son más adecuados.

### **1.5. LIMITACIONES**

El alcance de este trabajo se ve limitado por la imposibilidad de determinar el comportamiento real de las estructuras del pavimento. Para evaluar el desempeño de un pavimento rígido empleando nuevas metodologías, se requiere de un estudio a largo plazo que permita obtener resultados significativos. Sin embargo, debido al tiempo disponible para la realización de esta investigación, no es posible presentar datos que respalden el funcionamiento óptimo o deficiente de estas estructuras.

### **1.6. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS GENERAL Y NULA**

#### **1.6.1. HIPOTESIS GENERAL**

“La optimización de la geometría de la losa en el diseño de losas cortas puede mejorar significativamente el desempeño del pavimento rígido en términos de durabilidad, resistencia y estabilidad, lo que puede resultar en una reducción en

los costos de mantenimiento y una mayor vida útil del pavimento en la Avenida Walter Soberon”

### **1.6.2. HIPOTESIS ESPECIFICO**

“Existe una relación directa entre las dimensiones de las losas y el tráfico de diseño, de tal manera que a medida que aumenta el tráfico de diseño, se requieren losas más grandes para soportar las cargas vehiculares y prevenir daños en el pavimento rígido.”

“La metodología de diseño de losas cortas permite reducir la cantidad de concreto necesaria para construir un pavimento rígido en comparación con la metodología Aashto 93, ya que considera de manera más precisa las cargas y las condiciones del suelo, lo que resulta en una distribución más eficiente de las cargas y una menor necesidad de refuerzo.

“La utilización de la metodología de diseño de losas cortas permite reducir los costos de construcción y mantenimiento de un pavimento rígido en comparación con otras metodologías, debido a que considera de manera más precisa las cargas y las condiciones del suelo, lo que resulta en una distribución más eficiente de las cargas y una menor necesidad de refuerzo, lo que se traduce en un menor uso de materiales y una mayor durabilidad del pavimento.”

## **1.7. VARIABLES**

### **1.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Geometría de la losa
- Dimensiones de la losa según el tráfico de diseño
- Diseño de losas cortas utilizando la metodología de losas cortas

### **1.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

- Desempeño del pavimento rígido en términos de su vida útil y costo de mantenimiento.

### 1.8. DEFINICION TEÓRICA Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TIPO	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDIDAS	MATERIALES Y MÉTODOS
VARIABLE INDEPENDIENTE	Geometría de la losa	Características físicas de la superficie de la losa de pavimento rígido, como el espesor, la longitud, el ancho, la forma y la textura	Física	Espesor (mm), longitud (m), ancho (m), forma (geométrica), textura (según normas)	mm, m	Escala nominal para forma y textura, escala de intervalo para espesor, longitud y ancho	Normas y regulaciones de diseño de pavimentos rígidos (AASHTO, ASTM, etc.), equipos topográficos y de medición
	Dimensiones de la losa según el tráfico de diseño	Tamaño de la losa de pavimento rígido diseñado según las cargas y el volumen de tráfico esperado	Física	Longitud (m), ancho (m), espesor (mm)	m, mm	Escala de intervalo	Normas y regulaciones de diseño de pavimentos rígidos (AASHTO, ASTM, etc.), datos de tráfico, equipos topográficos y de medición

TIPO	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDIDAS	MATERIALES Y MÉTODOS
	Diseño de losas cortas	Metodología de diseño de pavimento rígido basada en el uso de losas cortas para reducir el espesor y tamaño de la losa	Técnica	Dimensiones de la losa (m), espesor (mm), diseño de juntas	m, mm	Escala nominal para diseño de juntas, escala de intervalo para dimensiones y espesor	Normas y regulaciones de diseño de pavimentos rígidos (AASHTO, ASTM, etc.), equipos de diseño de pavimentos, software de diseño de pavimentos
	Uso de la metodología de losas cortas	Implementación de la metodología de diseño de pavimento rígido basada en el uso de losas cortas	Técnica	Número de losas, dimensiones de las losas, espesor (mm), diseño de juntas	Unidades	Escala de intervalo	Normas y regulaciones de diseño de pavimentos rígidos (AASHTO, ASTM, etc.), equipos de diseño de pavimentos, software de diseño de pavimentos



TIPO	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDIDAS	MATERIALES Y MÉTODOS
VARIABLE DEPENDIENTE	Comportamiento del pavimento rígido	Respuesta del pavimento rígido ante la carga del tráfico y las condiciones ambientales	Técnica	Rugosidad superficial, deformación permanente, fisuras, grietas, desgaste, agrietamiento por fatiga	mm, unidades	Escala de intervalo	Evaluaciones del desempeño del pavimento rígido (deflectometría, perfilometría, ensayos de carga), observaciones visuales, inspecciones técnicas.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

El uso de pavimentos rígidos ha aumentado en los últimos años debido a su durabilidad y bajo mantenimiento, especialmente en áreas de alto tráfico vehicular. El método de losas cortas se ha convertido en una alternativa atractiva para el diseño de estos pavimentos.

Entre las investigaciones realizadas se pueden mencionar:

- "Diseño de la losa rígida mediante el método de losas cortas en el aeropuerto internacional de El Alto" (Guzmán, 2016)
  - Este estudio presenta el diseño de la losa rígida en el Aeropuerto Internacional de El Alto, Bolivia, utilizando el método de losas cortas. Se llevaron a cabo pruebas de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas de los materiales y se utilizó el software CIRCLY para el análisis del pavimento. Los resultados muestran que el método de losas cortas es adecuado para el diseño de pavimentos rígidos en condiciones de alta carga.
- "Diseño de pavimento rígido mediante el método de losas cortas en la carretera Guayaquil-Salinas" (Ojeda, 2019)
  - En este estudio se presenta el diseño de pavimentos rígidos para la carretera Guayaquil-Salinas en Ecuador, utilizando el método de losas cortas. Se realizaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas de los materiales y se utilizó el software CIRCLY para el análisis del pavimento. Los resultados muestran que el diseño propuesto cumple con los requisitos de resistencia y durabilidad.
- "Evaluación del comportamiento estructural de los pavimentos rígidos mediante el método de losas cortas en la ciudad de Toluca" (López, 2020)

- En este estudio se evaluó el comportamiento estructural de pavimentos rígidos en la ciudad de Toluca, México, utilizando el método de losas cortas. Se llevaron a cabo pruebas de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas de los materiales y se utilizó el software CIRCLY para el análisis del pavimento. Los resultados muestran que el método de losas cortas es adecuado para el diseño de pavimentos rígidos en la ciudad de Toluca.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. PAVIMENTO RÍGIDO:**

El pavimento rígido es un tipo de pavimento que se caracteriza por tener una capa de concreto de alta resistencia que se utiliza en vías de alta carga, como autopistas, puentes y aeropuertos. El pavimento rígido se construye en losas, que son secciones rectangulares de concreto que se unen entre sí mediante juntas. Estas juntas permiten que las losas se dilaten y contraigan debido a las variaciones de temperatura y humedad, evitando así la formación de grietas en el pavimento.

### **2.2.2. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO**

El diseño de pavimento rígido se basa al calcular las cargas que soportará el pavimento y en la determinación del espesor adecuado de la capa de hormigón para resistir esas cargas. El método más común para el diseño de losa de cemento rígido es el método de losas cortas, que se basa en el análisis de los esfuerzos y deformaciones que se producen en cada losa individual. Este método permite calcular el espesor de la losa de concreto necesario para soportar las cargas previstas y garantizar la durabilidad del pavimento.

### **2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO**

El concreto es el material utilizado para construir las losas de pavimento rígido. Sus propiedades físicas y mecánicas son esenciales para el diseño del pavimento. El concreto se compone de cemento, agua, agregados y aditivos. Las propiedades del concreto, como la resistencia a la compresión, la densidad, la

porosidad y la durabilidad, deben cumplir con las especificaciones necesarias para asegurar la calidad del pavimento.

#### **2.2.4. DISEÑO DE JUNTAS EN PAVIMENTO RÍGIDO**

Las juntas en el pavimento rígido son esenciales para permitir la dilatación y contracción de las losas debido a las variaciones de temperatura y humedad. El diseño adecuado de las juntas garantiza la integridad del pavimento y minimiza la formación de grietas. Los tipos de juntas utilizados en el pavimento rígido incluyen juntas de construcción, juntas de expansión y juntas de contracción.

#### **2.2.5. MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO**

La construcción del pavimento rígido debe cumplir con las especificaciones de diseño y las normas de construcción. Los métodos de construcción incluyen la colocación y el curado del concreto, el control de la temperatura y la humedad, la preparación de la base y la compactación del suelo. Una construcción adecuada es esencial para garantizar la durabilidad y la calidad del pavimento.

#### **2.2.6. MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO**

El mantenimiento y la rehabilitación del pavimento rígido son esenciales para garantizar su durabilidad y seguridad. Los métodos de mantenimiento incluyen el sellado de grietas, la reparación de losas dañadas y la limpieza del pavimento. La rehabilitación del pavimento puede incluir la reconstrucción parcial o total.

### **2.3. MARCO SITUACIONAL**

Huánuco se encuentra situada en la zona central del territorio peruano, en una posición geográfica privilegiada que le brinda una diversidad de paisajes y recursos naturales, en la cuenca del río Huallaga. Es una ciudad de gran importancia económica y social, debido a su ubicación estratégica en el centro del país y su actividad comercial. Sin embargo, su desarrollo urbano y la calidad de sus vías de

comunicación son limitados, lo que afecta la movilidad y seguridad de sus habitantes y visitantes.

La red vial de la ciudad de Huánuco está conformada principalmente por carreteras asfaltadas y pavimentos rígidos en algunas zonas de la ciudad. Sin embargo, estas vías presentan problemas de deterioro y falta de mantenimiento, lo que afecta la calidad de vida de la población y la competitividad de la ciudad. Además, la falta de una normativa técnica y de un diseño adecuado de los pavimentos rígidos en la ciudad, ha generado que se presenten problemas como fisuras, grietas, desplazamientos y hundimientos.

Por lo tanto, se hace necesario realizar un estudio para el diseño de un pavimento rígido con el método de losas cortas para la ciudad de Huánuco, que permita mejorar la calidad y durabilidad de las vías de comunicación, así como la seguridad de los usuarios y la competitividad de la ciudad. Para ello, es necesario considerar las características geotécnicas, climáticas y de tráfico de la ciudad, así como las normas y estándares nacionales e internacionales en el diseño de pavimentos rígidos.

En resumen, el diseño de un pavimento rígido con el método de losas cortas para la ciudad de Huánuco es una necesidad que permitirá mejorar la calidad de vida de la población, la competitividad de la ciudad y el desarrollo económico y social de la región.

## **2.4. DEFINICION DE TERMINOS BÁSICOS**

### **2.4.1. PAVIMENTO RÍGIDO:**

El pavimento rígido es un tipo de pavimento que se caracteriza por su alta resistencia y durabilidad. Está compuesto por losas de concreto reforzado que se apoyan directamente en la subbase o el suelo de soporte.

### **2.4.2. LOSA DE CONCRETO:**

La losa de concreto es un elemento estructural plano y delgado, generalmente rectangular, que se utiliza como superficie de pavimento en el diseño de pavimento rígido. Está compuesta por una capa de concreto reforzado que se apoya directamente en el suelo de soporte.

#### **2.4.3. MÉTODO DE LOSAS CORTAS:**

El método de losas cortas es un enfoque de diseño de pavimento rígido que se basa en la división del pavimento en losas de dimensiones reducidas. Este método se utiliza para reducir el tamaño de las fisuras en el pavimento, lo que a su vez mejora la capacidad de carga del mismo y prolonga su vida útil.

#### **2.4.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:**

La resistencia a la compresión es una medida de la capacidad de un material para resistir una carga de compresión sin sufrir deformaciones permanentes. En el diseño de pavimento rígido, la resistencia a la compresión del concreto es un factor crítico a considerar.

#### **2.4.5. REFUERZO DE ACERO:**

El refuerzo de acero es un material utilizado en el diseño de pavimento rígido para mejorar la resistencia a la tracción del concreto. Consiste en barras o mallas de acero colocadas dentro del concreto en una posición determinada.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. AMBITO**

El estudio se hizo en la Av. Walker Soberon., distrito de Amarilis, provincia de Huánuco y departamento de Huánuco.

### **3.2. POBLACIÓN**

La población objetivo son las calles y carreteras de la ciudad de Huanuco que requieren ser mejoradas y renovadas con el uso del método de losas cortas.

### **3.3. MUESTRA**

La muestra se seleccionó de manera aleatoria a partir de las calles y carreteras que necesiten ser renovadas y mejoradas en la ciudad de Huánuco.

### **3.4. NIVEL Y TIPO DE ESTUDIO:**

#### **3.4.1. NIVEL DE ESTUDIO**

La investigación será de nivel descriptivo.

#### **3.4.2. TIPO DE ESTUDIO:**

En la investigación de tipo correlacional.

### **3.5. DISEÑO DE INVESTIGACION:**

El diseño de investigación será no experimental y transversal.

### **3.6. METODOS, TECNICAS E INSTRUMENTOS**

#### **3.6.1. TECNICAS**

Se utilizarán métodos de investigación cuantitativos y cualitativos, incluyendo encuestas y entrevistas con expertos en pavimentación, así como la revisión de documentos técnicos.

#### **3.6.2. INSTRUMENTOS**

Los instrumentos que se utilizarán serán cuestionarios y guías de entrevista.

### **3.7. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO**

#### **3.7.1. VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

Se llevó a cabo una validación y confiabilidad del instrumento mediante la prueba piloto del cuestionario.

### 3.7.2. CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

La guía de entrevista con un grupo de expertos.

### 3.8. PROCEDIMIENTO

Identificación de las calles y carreteras que requieren ser renovadas y mejoradas con el uso del método de losas cortas.

Selección aleatoria de una muestra de calles y carreteras para ser incluidas en el estudio.

Realización de una encuesta a los expertos en pavimentación para obtener su opinión sobre el uso del método de losas cortas en la renovación de calles y carreteras.

Realización de entrevistas con los expertos para profundizar en sus opiniones y experiencias con el uso del método de losas cortas.

Análisis de la información recopilada para identificar patrones y tendencias.

Diseño de un plan de pavimentación utilizando el método de losas cortas para las calles y carreteras seleccionadas.

Validación del plan de pavimentación mediante la revisión y retroalimentación de los expertos en pavimentación.

Implementación del plan de pavimentación en las calles y carreteras seleccionadas.

**Tabla N° 01:** procedimiento.

<b>Procedimiento</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Instrumento utilizado</b>
Identificación de calles y carreteras	Cualitativo	Observación directa
Selección aleatoria de la muestra	Cualitativo	Observación directa



Encuesta a expertos en pavimentación	Cuantitativo	Cuestionario
Entrevistas con expertos en pavimentación	Cualitativo	Guía de entrevista
Análisis de información	Mixto	Análisis de contenido y estadístico
Diseño de plan de pavimentación	Cualitativo	Observación directa
Validación del plan de pavimentación	Cualitativo	Retroalimentación de expertos
Implementación del plan de pavimentación	Cualitativo	Observación directa

### **3.9. TABULACION Y ANALISIS DE DATOS**

#### **3.9.1. TABULACION DE DATOS:**

Se realiza la presentación de los datos mediante cuadros y gráficos.

#### **3.9.2. ANALISIS DE DATOS:**

Se realiza mediante la utilización del Programa Microsoft Office Excel.

### **3.10. CONSIDERACIONES ETICAS**

En la investigación no hubo objeción sobre los aspectos éticos, ya que se trata de un objeto que no involucra a los animales ni a los seres humanos.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS**

### **4.1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

#### **4.1.1. Estudio de Tráfico Vial:**

La importancia del diseño estructural de un pavimento para garantizar su vida útil y funcionamiento adecuado, en el que se destaca la necesidad de realizar un Estudio de Tráfico vehicular para conocer las cargas que soportó la vía y proyectar su crecimiento futuro. Además, se hace mención a la importancia de mantener La carretera con una permanente capacidad de tráfico y uso para garantizar su funcionalidad a lo largo del tiempo.

Planificación y el diseño adecuado de los pavimentos, así como la necesidad de considerar el tráfico vehicular y el mantenimiento constante para garantizar su funcionamiento óptimo y duradero.

#### 4.1.2. Conteo de Tránsito Vehicular:

Los datos obtenidos a través del conteo vehicular en la Avenida Walter Soberón, se presentan en la tabla siguiente, clasificados por tipo de vehículo.

**Tabla N° 02.** Conteo de Vehículos.

VEHÍCULO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Moto "L3"	313	302	297	256	321	253	240
Mototaxi "L5"	75	72	81	67	89	86	44
Auto "M1"	979	906	943	881	991	850	856
Pick Up "N2"	272	221	242	230	301	236	169
Combi "M2"	39	41	36	35	38	41	21
Bus B2	256	259	254	255	253	249	157
Camión C2	43	41	38	33	39	15	7
Camión C3	5	4	6	4	7	2	1
SEMITRAILER T2S1	6	3	5	3	2	1	0
SEMITRAILER T3S3	1	0	1	1	0	1	0

**Fuente:** "Elaboración propia"

#### 4.1.3. Cálculo del IMDA:

Se tomó en cuenta el índice medio diario semanal (IMDS) durante el proceso de diseño del pavimento, lo que permitió calcular el promedio semanal del volumen de tráfico vehicular. Los resultados se encuentran en la Tabla N°3.

**Tabla N° 03.** Cálculo del Índice Medio Semanal (IMDs).

CÁLCULO DEL INDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS)									
VEHÍCULO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total	IMDS
Moto "L3"	313	302	297	256	321	253	240	1982	283
Mototaxi "L5"	75	72	81	67	89	86	44	514	73
Auto "M1"	979	906	943	881	991	850	856	6406	915
Pick Up "N2"	272	211	242	230	301	236	169	1661	237
Combi "M2"	39	41	36	35	38	41	21	251	36
Bus B2	256	259	254	255	253	249	157	1683	240
Camión C2	43	41	38	31	39	15	7	216	31
Camión C3	5	4	6	4	7	2	1	29	4
SEMITRAILER T2S1	6	3	5	3	2	1	0	20	3
SEMITRAILER T3S3	1	0	1	1	0	1	0	4	1

**Fuente:** "Elaboración propia"

#### 4.1.4. Cálculo del Factor Direccional (FD) y Factor Carril (FC):

El Manual de Carreteras emitido por MTC/2014 indica que el diseño del pavimento debe considerar el Factor Direccional y el Factor de Distribución.

El Factor Direccional corresponde al conteo de vehículos pesados que circulan en una dirección específica, mientras que el Factor de Distribución indica el carril que recibe la mayoría de los ejes equivalentes EE. El cálculo de estos factores depende del número de calzadas, direcciones y carriles por dirección en la vía analizada. En este estudio, la vía evaluada cuenta con una sola calzada de dos sentidos, con un carril para cada dirección.

**Tabla N° 04.** Determinación del Tráfico en el Carril de Diseño mediante el análisis de los Factores de Distribución y Direccional de la vía

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

**Fuente:** “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993”

#### 4.1.5. Cálculo de Tasas de Crecimiento y Proyección:

Se requirió de dos factores esenciales para el cálculo de la tasa de crecimiento vehicular, siendo el primero se hace referencia a dos factores importantes: el primero se refiere al aumento anual de la población, lo que representa la tasa de crecimiento del tráfico de vehículos de pasajeros; el segundo factor es el aumento anual económico, que indica la tasa de crecimiento del tráfico de vehículos de carga.

**Tabla N° 05.** Tabla la tasa de incremento media anual de la población según provincia, durante los períodos de 1981 a 1993, 1993 a 2007 y 2007 a 2017.

Provincia	TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL (%)		
	1981-1993	1993-2017	2007-2017
Total	<b>2.2</b>	<b>1.7</b>	<b>1</b>
Trujillo	3.2	2.2	1.8
Ascope	0.2	0.5	0
Bolívar	1.7	-0.1	-1.4
Chepén	1.5	1.8	0.3
Julcán	-	-0.8	-1.6
Otuzco	0.3	0.4	-1.3
Pacasmayo	2.5	1.3	0.9
Pataz	0.7	1.5	0.3
Sánchez de Carrión	2.1	1.6	0.6
Santiago de Chuco	-1.6	0.7	-1.4
Gran Chimú	0.5	0.3	-1.2
Viru	3.5	5.7	1.9

**Fuente:** “Oficina Departamental de Estadística e Informática La Libertad”

**Tabla N°06.** Valores del Producto Bruto Interno por año y por departamento, expresados en términos de precios constantes de 2007

Departamentos	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016P/	2017E/	2018E/
Amazonas	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Ancash	4.9	4.8	4.7	4.2	4.0	4.1	4.0	3.4	3.6	3.7	3.7	3.9
Apurímac	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.3	1.5	1.3
Arequipa	5.3	5.4	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.9	5.9	6.0	5.9
Ayacucho	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1
Cajamarca	2.6	2.7	2.8	2.7	2.6	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1
Cusco	3.4	3.3	3.9	4.0	4.3	4.1	4.5	4.4	4.4	4.4	4.2	4.1
Huancavelica	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7
Huánuco	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1
Ica	2.8	3.0	3.1	3.0	3.2	3.0	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2
Junín	2.9	2.9	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.7	3.0	2.8	2.9	2.9
La Libertad	4.6	4.5	4.5	4.4	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2	4.1	4.0	4.1
Lambayeque	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Lima	42.6	42.5	42.2	43.1	44.0	44.0	43.9	44.5	44.4	43.9	43.7	43.9
Callao	4.2	4.2	4.1	4.1	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.1	4.2	4.2
Lima Provincias	3.6	3.6	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2
Lima Metropolitana	34.9	34.8	34.9	35.8	36.3	36.6	36.4	37.0	36.9	36.6	36.4	36.5
Loreto	2.2	2.1	2.1	2.1	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.5	1.6	1.7
Madre de Dios	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
Moquegua	2.4	2.5	2.4	2.2	1.9	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6
Pasco	1.7	1.6	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
Piura	4.0	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	4.0	3.9	3.8	3.6	3.7
Puno	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
San Martín	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1
Tacna	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3
Tumbes	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
Ucayali	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI)

**Tabla N°07. Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) Para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE**

Período de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28



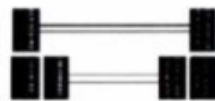
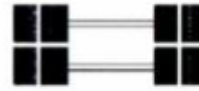
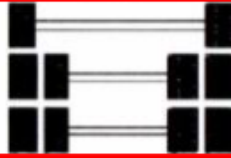

**Fuente:** Tabla D-20 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

#### 4.1.6. Cálculo de Factores según el Tipo de Vehículo:

Se realizó la clasificación de los vehículos de carga pesada tomando en cuenta su configuración en cuanto al número de ejes y neumáticos, tal como se muestra en la siguiente tabla.



**Tabla N° 08. Reorganización de las disposiciones de las ruedas de un vehículo**

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Grafico
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Simple)	1RS	02	
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Doble)	1RD	04	
<b>EJE TANDEM</b> (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
<b>EJE TANDEM</b> (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
<b>EJE TRIDEM</b> (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
<b>EJE TRIDEM</b> (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

**Fuente:** Manual de Carreteras, Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos del MTC/2014" (Pág. 66)

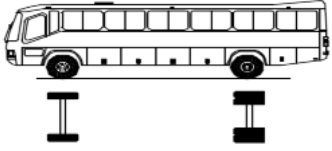
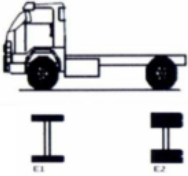
**Tabla N° 09. Reconstrucción del análisis de carga por eje para identificar los equivalentes de ejes (EE) aplicables a los pavimentos rígidos.**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8,2tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	$EE_{S1} = [ P / 6.6 ]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	$EE_{S2} = [ P / 8.2 ]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1} = [ P / 13.0 ]^{4.1}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2} = [ P / 13.3 ]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [ P / 16.6 ]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [ P / 17.5 ]^{4.0}$

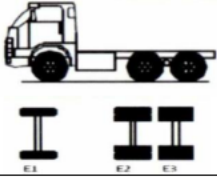
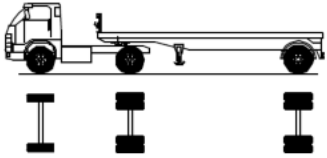
P = peso real por eje en toneladas

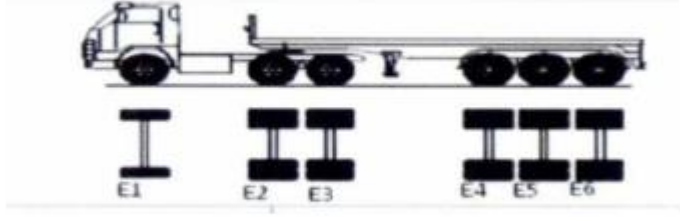
**Fuente:** AASHTO 93

**Tabla N° 10. Relación de cargas por eje para obtener los Ejes Equivalentes (EE) en el diseño de pavimentos rígidos**

							
<b>BUS B2</b>				<b>CAMION C2</b>			
Ejes	E1	E2		Ejes	E1	E2	
Carga (tn)	7	10		Carga (tn)	7	10	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple		Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	
Factor E.E	1.273	2.256		Factor E.E	1.273	2.256	
Total Factor Camión	3.529			Total Factor Camión	3.529		

							
<b>CAMION C3</b>				<b>T2S1 - SEMITRAILER 3 EJES</b>			
Ejes	E1	E2	E3	Ejes	E1	E2	E3
Carga por Eje (Tn)	7	8	8	Carga por Eje (Tn)	7	10	10
Carga (Tn)	7	16		Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem		Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Factor E.E.	1.273	2.256	2.256
Factor E.E.	1.273	2.134		Total Factor Semitrailer	5.785		
Total Factor C3	3.406						



T3S3 - SEMITRAILER 6 EJES						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Carga por Eje (Tn)	7	8	8	7	8	8
Carga (tn)	7	16		23		
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem		Eje Trídem		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Rueda Doble		
Factor E.E	1.273	2.134		2.984		
Total Factor Camión	6.390					

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.7. Factor de Ajuste por Presión de Neumático:

El manual de carreteras del MTC/2014 ha establecido que se debe tener en cuenta un factor de ajuste por presión al calcular el EE. Para afirmados y pavimentos rígidos, este factor tiene un valor de 1.0.

#### 4.1.8. Cálculo de Eje Equivalente (EE día-carril):

El método AASHTO 93 define los Ejes Equivalentes (EE) como una unidad que representa el efecto dañino de diferentes cargas o solicitudes que se aplican al pavimento. Estos EE se calculan utilizando un solo eje con dos ruedas convencionales, cargado con 8.2 Tn de peso y neumáticos inflados a 80 lbs/pulg<sup>2</sup>.

**Tabla N° 11. Cálculo de los Ejes Equivalentes (EE día-carril)**

	IMD	FACTOR DIRECCIONAL	FACTOR CARRIL	FACTOR VEHICULO PESADO	FACTOR DE PRESIÓN DE NEUMÁTICO	EE día-carril
MOTO "L3"	283	0.5	1.0	0.0000	1.0	0.0000
MOTOTAXI "L5"	74	0.5	1.0	0.0000	1.0	0.0000
AUTO "M1"	915	0.5	1.0	0.0009	1.0	0.3994
PICK UP "N2"	239	0.5	1.0	0.0150	1.0	1.7796
COMBI "M2"	36	0.5	1.0	0.0159	1.0	0.2854
BUS B2	240	0.5	1.0	3.529	1.0	424.2362
CAMIÓN C2	31	0.5	1.0	3.529	1.0	54.4474
CAMIÓN C3	4	0.5	1.0	3.406	1.0	7.0553
SEMITRAILER T2S1	3	0.5	1.0	5.785	1.0	8.2643
SEMITRAILER T3S3	1	0.5	1.0	6.390	1.0	1.8257
						498.2933

**Fuente:** "Elaboración propia"

#### 4.1.8. Cálculo de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn:

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas.

**Tabla N° 12. Reconstrucción del número de ciclos equivalentes de carga para un eje de 8.2 toneladas**

$$N_{rep \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

**Dónde:**

Parámetros	Descripción
<b>Nrep de EE 8.2t</b>	$EE_{\text{día-carril}} = \text{Ejes Equivalentes por cada tipo de Vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo pesado del tipo seleccionado y por el factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación :}$ $EE_{\text{día-carril}} = IMD_{p_i} \times Fd \times Fc \times Fvp_i \times Fp_i$ Dónde: $IMD_{p_i}$ : corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado (i) $Fd$ : Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1. $Fc$ : Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1 $Fvp_i$ : Factor vehículo del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo
	de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado. $Fp_i$ : Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.
<b>Fca</b>	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según cuadro 6.2)
<b>365</b>	Número de días del año
$\Sigma$	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

**Fuente:** MTC - Suelos - Geología - Geotecnia y Pavimentos (Pág. 74)

**Tabla N° 13.** Cantidad de repeticiones del eje equivalente de 8.2 toneladas

	EE día-carril	Factor de Crecimiento Acumulado	Nº Días	Nrep de EE 8.2t
Ambos Sentidos	498.2933	29.78	365	5'416,298.510

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 4.1.9. Clasificación de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes:

Según las directrices proporcionadas por el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC en 2014, el número de

repeticiones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas fue calculado y se encuentra dentro del rango de un tipo de tráfico conocido como Tps, que oscila entre 5.000.000 EE y 7.500.000 EE.

**Tabla N° 14. la categoría de tráfico vehicular que se mide en unidades de Ejes Equivalentes (EE)**

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
Tp <sub>0</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
Tp <sub>1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
Tp <sub>2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
Tp <sub>3</sub>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
Tp <sub>4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
Tp <sub>5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
Tp <sub>6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
Tp <sub>7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
Tp <sub>8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
Tp <sub>9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
Tp <sub>10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
Tp <sub>11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
Tp <sub>12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
Tp <sub>13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
Tp <sub>14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
Tp <sub>15</sub>	> 30'000,000 EE

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

## 4.2. Estudio de Mecánica de Suelos

### 4.2.1. Recolección de Muestras:

Se llevó a cabo el análisis en un tramo que abarca una longitud aproximada de 2.4 kilómetros, se obtuvo el índice medio diario anual (IMDA) de 1824 vehículos por día en la ubicación dada. De acuerdo con la sección de Suelos y Pavimentos del "Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos ", esta zona se clasifica como una carretera de Segunda Clase. En consecuencia, se efectuaron 6 excavaciones en el terreno, a una profundidad de 1.50 metros con respecto al nivel de subrasante.

**Tabla N° 15. Recolección de Muestras**

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN (km)
C-1	M-1	1.50	0+002
C-2	M-2	1.50	0+478
C-3	M-3	1.50	0+954
C-4	M-4	1.50	1+430
C-5	M-5	1.50	1+906
C-6	M-6	1.50	2+382

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 4.2.2. Resultados del Laboratorio de Suelos:

Se llevaron a cabo diversas pruebas en el laboratorio de suelos.

##### **Análisis de la distribución de los tamaños de partículas en una muestra utilizando el método de tamizado ASTM D-422**

El propósito del experimento es obtener información sobre la variabilidad de las dimensiones de las partículas que componen el suelo para categorizarlas en función de su tamaño. Se sometieron las muestras a un proceso de tamizado, en el cual se utilizó un conjunto de tamices dispuestos en orden creciente de tamaño de abertura. Posteriormente, los resultados obtenidos de las 6 muestras se clasificaron en tres categorías, grava, arena y fino, y se registraron los porcentajes correspondientes.

**Tabla N° 16. Tamaño de partículas presentes en una muestra.**

N° DE CALICATA	MUESTRA	%GRAVA	%ARENA	%FINO
C-1	M-1	40,9	51,5	7,7
C-2	M-2	22,9	68,5	8,6
C-3	M-3	53,8	30,8	15,5
C-4	M-4	50,1	38,0	12,0
C-5	M-5	29,4	63,8	6,8
C-6	M-6	62,5	31,6	6,0

**Fuente:** Elaboración Propia



### Medición del nivel de humedad según la normativa MTC E 108

Se llevó a cabo una evaluación para medir la proporción de líquido contenida en la muestra de estudio. Los datos arrojados por el ensayo son los siguientes:

**Tabla N° 17.** Contenido de Humedad

<b>N° DE CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>
<b>C-1</b>	<b>M-1</b>	<b>5,2%</b>
<b>C-2</b>	<b>M-2</b>	<b>5,5%</b>
<b>C-3</b>	<b>M-3</b>	<b>5,0%</b>
<b>C-4</b>	<b>M-4</b>	<b>3,2%</b>
<b>C-5</b>	<b>M-5</b>	<b>1,3%</b>
<b>C-6</b>	<b>M-6</b>	<b>2,0%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### Proctor Modificado ASTM D-1557

El propósito del examen de Proctor Modificado es establecer la conexión entre la proporción de líquido y la densidad seca de los terrenos. Los desenlaces arrojados son los próximos:

**Tabla N° 18.** Proctor Modificado

<b>N° DE CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>COMPACTACIÓN</b>	
		<b>DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm3)</b>	<b>HUMEDAD ÓPTIMA (%)</b>
<b>C-1</b>	<b>M-1</b>	<b>2.155</b>	<b>5.35</b>
<b>C-2</b>	<b>M-2</b>	<b>2.078</b>	<b>6.65</b>
<b>C-3</b>	<b>M-3</b>	<b>2.174</b>	<b>4.12</b>
<b>C-4</b>	<b>M-4</b>	<b>2.173</b>	<b>4.84</b>
<b>C-5</b>	<b>M-5</b>	<b>2.019</b>	<b>7.69</b>
<b>C-6</b>	<b>M-6</b>	<b>2.137</b>	<b>5.40</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### CBR (California Bearing Ratio) ASTM D- 188

Se llevó a cabo un procedimiento de CBR para evaluar la capacidad de carga de los suelos y conocer su resistencia para el diseño del pavimento.



Los resultados obtenidos en el 95% y 100% de las muestras se muestran a continuación:

**Tabla N° 19.** California Bearing Ratio (CBR)

N° DE CALICATA	MUESTRA	CBR	
		100%	95%
C-1	M-1	61.7	52.4
C-2	M-2	72.6	67.0
C-3	M-3	51.5	43.6
C-4	M-4	57.6	51.0
C-5	M-5	66.0	45.8
C-6	M-6	41.2	37.5

**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo al "Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos", en áreas con menos de 6 mediciones de CBR, se deben seguir ciertos criterios:

- Si los valores obtenidos son similares, se debe tomar el valor promedio.
- Si los valores no son similares, se recomienda tomar el valor más bajo o dividir la sección. Se ha tomado en cuenta la similitud de los valores de CBR en los subsectores y se ha determinado el promedio en cada uno. La longitud mínima de los subsectores es de 100 metros. En este caso, las 6 muestras tienen un CBR similar y se clasifican en la categoría de subrasante excelente, por lo que se ha calculado la media de las muestras para obtener un CBR de 58.43.

<b>CBR de diseño</b>	<b>58.43</b>
----------------------	--------------

#### **4.2.3. Estudio Topográfico:**

Se llevó a cabo una investigación topográfica con el propósito de recolectar información sobre la topografía del área, con el fin de preparar los diseños de los planos de la carretera.

#### **4.2.4. Levantamiento Topográfico:**

Se utilizó la herramienta topográfica Estación Total para situar las estaciones y obtener los puntos de la poligonal en la totalidad de la carretera.

#### **4.2.5. Trabajo de Gabinete:**

Luego de recolectar la información topográfica en terreno, incluyendo la elevación, coordenadas Norte y Este, se transfirió esta información a una computadora para su posterior procesamiento. Se empleó el programa Civil 3D para producir los dibujos de las curvas de nivel, la alineación horizontal y la alineación vertical de la carretera.

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1.1. Propuesta de Investigación:

**Tabla 20. Espesores del Pavimento Rígido según AASHTO 93 y de Losa Corta**

	ASSHTO 93		LOSA CORTA (TCP)	
ESPESORES	CAPA DE RODADURA	20 cm = 8"	CAPA DE RODADURA	12 cm = 4.7"
	SUBBASE	15 cm = 6"	SUBBASE	15 cm = 6"

Fuente: Elaboración Propia

#### 5.1.2 Análisis e Interpretación de Resultados:

##### Diseño del Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93):

##### Módulo Elástico del Concreto:

Se puede determinar este factor mediante la relación entre la resistencia a la compresión o flexión del concreto, utilizando correlaciones predefinidas. La normativa AASHTO 93 sugiere establecer una correlación para estimar el módulo de elasticidad y establece las correlaciones aconsejadas por el ACI.

**Tabla 21. Módulo Elástico del Concreto según AASHTO 93**

$E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}$ ; (f'c en PSI)		
Resistencia del concreto (f'c)	Módulo de Elasticidad	
	Lbs/pulg <sup>2</sup>	PSI
f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	3983	3597327
f'c= 300 kg/cm <sup>2</sup>	4267	3723369
f'c= 350 kg/cm <sup>2</sup>	4978	4021631

Fuente: Elaboración Propia

$$E_c = 3'723,369 \text{ PSI}$$

### Módulo de Rotura del Concreto (Mr.):

La concepción del pavimento de cemento rígido se subordina a la flexión, lo que resulta ser un factor crucial en la fórmula de AASHTO. El baremo para determinar el límite mínimo de resistencia a la compresión del cemento ( $f_c$ ) en el diseño del pavimento, será fijado dependiendo de la categoría del tráfico pesado medido en Ejes Equivalentes (EE).

**Tabla 22. Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según Rango de Tráfico**

Los valores de "a" presentan variaciones entre 1.99 y 3.18, siguiendo las directrices propuestas por AASHTO.

**Tabla 23. Módulo de Rotura del Concreto (S'c)**

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. Nº 10 -2014 - MTC/14

### M Coeficiente de Transferencia de Carga (J)

La consideración del parámetro de transferencia de carga es importante, ya que su valor depende del tipo de pavimento de concreto utilizado, así como de la existencia de bermas laterales y los elementos empleados para la transferencia de carga.

**Tabla 24. Coeficiente de Transferencia de Carga (J)**

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - sección suelos y Pavimentos R.D. Nº 10 -2014 - MTC/14

El valor empleado para el factor de transferencia de carga es:

$$J=2.8$$

### Coeficiente de Drenaje (Cd)

Según las especificaciones de AASHTO, el coeficiente de drenaje puede variar entre 1.10 y 1.00, y esto puede depender de varios factores que afectan la evaluación del desempeño estructural del firme. Además, la eficiencia del sistema de evacuación de agua en las distintas capas del pavimento es un aspecto importante a considerar puede influir en el valor del coeficiente. Cuanto mayor sea el valor de Cd, mejor será el drenaje y se puede reducir el espesor de la capa de rodadura de concreto que se va a calcular.

**Tabla 25. Coeficientes de Drenaje de las Capas Granulares**

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - sección  
suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

Coeficiente de drenaje de:

$$\mathbf{Cd=1.00}$$

### **Pérdida de Serviciabilidad (.6.PSI)**

De acuerdo con las directrices de AASHTO, el pavimento debe tener la capacidad de soportar el tráfico vehicular en una escala de calificación de 0 a 5, donde 0 indica que la vía no es transitable y 5 indica que el pavimento es excelente para el tráfico. En el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos, RD N° 10 -2014 - MTC/14, se presenta una tabla de valores para calcular el Índice de Serviciabilidad Inicial y Final, según el tipo de carretera y el volumen de tráfico o ejes Equivalentes calculados. Para este proyecto, se han obtenido los siguientes valores:

$$PO = \text{Índice de Serviciabilidad Inicial} = 4.30$$

$$PO = \text{Índice de Serviciabilidad Final} = 2.50.$$

$$\mathbf{PSI= 1.80}$$

**Tabla 26. Diferencial de Serviabilidad.6.PSI, según el Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - sección suelos y Pavimentos R.D. Nº 10 -2014 - MTC/14

**La medida de fiabilidad (R) y la desviación estándar normal (Zr) han sido consideradas**

Se hace referencia a un coeficiente que busca cuantificar la falta de certeza relacionada con los materiales, la ejecución del proceso constructivo y la calidad del trabajo. Su función es aumentar estadísticamente una proporción del tránsito previsto durante el período de diseño con fines de seguridad. La confiabilidad se puede determinar a partir de una tabla que considera se puede determinar el nivel de tráfico en función del número de Ejes Equivalentes y de la categoría de la carretera.

**Tabla 27. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) para un periodo de diseño de 20 años basados en el rango de tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%	-1.645	

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - sección suelos y Pavimentos R.D. N° 10 -2014 - MTC/14

Se presentan los valores obtenidos de la confiabilidad y la desviación estándar normal en relación con el tráfico vehicular:

(R=90%) y (Zr=-1.282).



### **Desviación Estándar Total (So)**

AASHTO sugiere un rango convencional de 0,30 a 0,40 para el valor de So. Por lo tanto, se seleccionó un valor intermedio para la Desviación Estándar total, que será igual a:

$$(So = 0,35)$$

### **Cantidad de iteraciones de cargas de Ejes Equivalentes con una carga estándar de 8.2 toneladas (W18)**

El valor obtenido para la cantidad de ciclos de carga para la región tropical es:

$$W18= 5'416,298.510$$

### **Cálculo del Espesor de la Losa de Diseño**

#### **Método Analítico**

##### **Datos:**

$$K = 598.67 \text{ PCI}$$

$$Ec = 3'723,369 \text{ PSI}$$

$$S'c = 591.7 \text{ PSI}$$

$$J = 2.80$$

$$Cd = 1.00$$

$$So = 0.35$$

$$R = 90\%$$

$$Z_r = -1.282$$

$$P_t = 2.50$$

$$PS = 1.80$$

$$W_{so} = 5'416,298.510$$

Al sustituir los valores en la fórmula en ambos lados de la ecuación y repetir el proceso hasta lograr la igualdad, se encuentra el grosor de la losa del pavimento:

$$6.733707 = -0.4487 + 7.022537 - 0.06 - 0.1956 + 0.4155$$

$$6.734 = 6.734$$

El grosor a utilizar será de 8.0 pulgadas, lo que equivale a 0.20 metros:

$$(D = 0.20 \text{ m})$$

#### **Método Gráfico:**

Se emplearon los valores obtenidos previamente en este proceso metodológico.

Se seleccionó el diseño analítico de AASHTO 93 como el diseño final para el pavimento rígido de la vía ubicada en la Zona del Trópico debido a su mayor precisión. Se estableció un valor de 0.20 m para la medida de grosor de la losa. A pesar de que AASHTO sugiere una medida mínima de 4" para la base del pavimento, se seleccionó una medida de 6" en este caso específico.

**Tabla 28. Espesor de Pavimento Rígido**

	Losa de Concreto $e=0.20$ m
	Subbase $e=0.15$ m

**Fuente:** Elaboración propia

**Cálculo de las juntas longitudinales y transversales en el proyecto:**

El objetivo del diseño de las uniones en la losa del pavimento es reducir la formación de grietas y fisuras debido a la contracción del concreto por la pérdida de humedad y la exposición al medio ambiente. Se recomienda que la longitud de la losa no sea mayor a 1.25 veces el ancho y que no supere los 4.5 metros para evitar la formación de grietas. Para este proyecto, el ancho de carril es de 3.60 metros, lo que implica la necesidad de diseñar paños de 3.60 x 4.50 metros y colocar juntas transversales cada tres paños de 4.50 metros.

**Tabla 29. Dimensiones de Losa**

ANCHO DE CARRIL (M) = ANCHO DE LOSA (M)	LONGITUD DE LOSA (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. Nº 10 -2014 - MTC/14

**Determinación de los elementos de conexión utilizados para distribuir las cargas entre las losas adyacentes del pavimento:**

La función de este dispositivo radica en mejorar de manera mecánica la distribución de las cargas que se generan por la unión de los agregados, un factor crucial en los pavimentos rígidos que están expuestos a un Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) de más de 4 millones.

**Tabla 30. Recomendaciones de longitud y diámetro de los elementos de fijación.**

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIÁMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 - 200	25	1"	410	300
200 - 300	32	1 ½"	460	300
300 - 430	38	1 ½"	510	380

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. Nº 10 -2014 - MTC/14

**Determinación de la medida de las varillas de unión.**

Se colocó elementos de anclaje en la región central de la unión longitudinal para funcionar como dispositivos de transmisión de carga.

**Tabla 31. Cálculo de la dimensión óptima para las Barras de Amarre, incluyendo recomendaciones para los diámetros y longitudes apropiados**

ESPESOR DE LOSA (MM)	TAMAÑO DE VARILLA (CM) DIAM. X LONG.	DISTANCIA DE LA JUNTA AL EXTREMO LIBRE	
		3.00 M	3.60 M
150	1.27 x 66	@ 76 cm	@ 76 cm
160	1.27 x 69	@ 76 cm	@ 76 cm
170	1.27 x 70	@ 76 cm	@ 76 cm
180	1.27 x 71	@ 76 cm	@ 76 cm
190	1.27 x 74	@ 76 cm	@ 76 cm
200	1.27 x 76	@ 76 cm	@ 76 cm
210	1.27 x 78	@ 76 cm	@ 76 cm
220	1.27 x 79	@ 76 cm	@ 76 cm
230	1.59 x 76	@ 91 cm	@ 91 cm
240	1.59 x 79	@ 91 cm	@ 91 cm
250	1.59 x 81	@ 91 cm	@ 91 cm
260	1.59 x 82	@ 91 cm	@ 91 cm
270	1.59 x 84	@ 91 cm	@ 91 cm
280	1.59 x 86	@ 91 cm	@ 91 cm
290	1.59 x 89	@ 91 cm	@ 91 cm
300	1.59 x 91	@ 91 cm	@ 91 cm

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- sección suelos y Pavimentos R.D. Nº 10 -2014 - MTC/14

- Fue determinado el EAL de diseño para la zona de estudio en esta investigación, a través del conteo vehicular, siendo EE = 5'416,299.510 y el IMDA de 1824.
- Los resultados del análisis de las propiedades geotécnicas del terreno mediante una prueba de laboratorio para las 6 calicatas arrojaron los valores de CBR.

**Tabla 32. Información del análisis geotécnico**

MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD OPTIMA (%)	CBR (%)	CBR DE DISEÑO (%)
C-1	5.2	2.155	5.35	61.7	<b>58.43</b>
C-2	5.5	2.078	6.65	72.6	
C-3	5.0	2.174	4.12	51.5	
C-4	3.2	2.173	4.84	57.6	
C-5	1.3	2.019	7.69	66.0	
C-6	2.0	2.137	5.40	41.2	

**Fuente:** Elaboración Propia

- Los factores y elementos del diseño de pavimento de concreto de acuerdo a las especificaciones de AASHTO 93

**Tabla 33. Las variables y factores involucrados en el diseño del pavimento rígido según AASTHO 93**

EAL	5'416,298.510
CBR de Diseño	58.43%
Periodo de Diseño	20 años
Tasa de Crecimiento	4%
Módulo de Reacción de la Sub Rasante (Kc)	598.67 PCI
Módulo Elástico del Concreto (Ec)	3'723,369 PSI
Módulo de Rotura del Concreto (S'c)	591.7 PSI
Coefficiente de Transferencia de Carga (J)	2.80
Coefficiente de Drenaje (Cd)	1.00
Índice de Serviciabilidad Inicial	4.30
Índice de Serviciabilidad Final	2.50
Confiabledad (R)	90%
Desviación Estándar Normal (Zr)	-1.282
Desviación Estándar Total (So)	0.35

**Fuente:** Elaboración Propia

Variables y factores relevantes aplicados en el diseño de pavimento rígido con losa corta (TCP)

**Tabla 34. Parámetros y Variables de Diseño del Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP)**

EAL		5'416,298.510
CBR de Diseño		58.43%
Periodo de Diseño		20 años
Tasa de Crecimiento		4%
Largo de Losa		1.80 m
Ancho de Losa		1.80 m
Tipo de Borde		Libre
Sobreeancho en las Losas		No Presenta
Barras de Transferencia de Carga		No Presenta
Índice de Rugosidad Inicial		4.00
Umbrales Máximos Admisibles	Índice de Rugosidad Final	2.50
	Porcentaje de Losas Agrietadas	10%
	Escalonamiento Promedio	6 mm
Confiabilidad		90%
Tipo de Tráfico		Streetpave Minor Arterial – Vía Colectora
Distribución Lateral del Tráfico	Distancia entre el borde y la línea de demarcación	150 mm
	Distancia entre la línea de demarcación y la rueda externa de los vehículos	450 mm
	Distancia entre el borde y la rueda externa de demarcación	600 mm
Desviación Estándar según el tipo de borde		250 mm
Resistencia del Hormigón	Por Flexotracción	4.5 MPa
	Por Compresión	350 kg/cm <sup>2</sup>
Confiabilidad de la Mezcla		90 %
Desviación Estándar de Diseño		0.4 MPa
Aumento de Resistencia 28-90 Días		10%
Módulo de Elasticidad		27,729 MPa.
Peso Específico		2.300 kg/m <sup>3</sup>
Módulo de Poisson		0.15

Coeficiente de Expansión Térmico		$1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Retracción del Hormigón a 365 Días		700 $\mu\text{e}$
Contenido de Aire		2.5%
Relación Agua/Cemento		0.40
CBR en Base Granular		40%
Modulo Resiliente	Subrasante (CBR=58.43%)	237,96 MPa
	Base (CBR=40%)	215,37 MPa
Módulo de Poisson		0.35
Espesor de la Base		15 cm
Resistencia a la Erosión		Base granular de muy buena calidad
Coeficiente de Fricción Pavimento-Base		0.65
Porcentaje de Material Fino en la Subrasante		9.43%
Gradiente de Construcción		-5 $^\circ\text{C}$
Temperatura Media de Verano		24.2 $^\circ\text{C}$
Temperatura Media de Invierno		14.7 $^\circ\text{C}$
Temperatura de Fraguado del Hormigón		20 $^\circ\text{C}$
Número de Días al año con Precipitaciones		12
Índice de Congelamiento de la Base		0%

**Fuente:** Elaboración Propia

- Se establecieron los grosores del revestimiento firme, siguiendo los procedimientos AASHTO 93 para el revestimiento firme convencional, y las directrices del manual de Pavimentos de Concreto delgado (TCP) mediante el uso del software Optipave2 para el revestimiento firme de concreto de losa corta.



**Tabla 35. Dimensiones del pavimento rígido de acuerdo con AASHTO 93 y de la losa corta (TCP)**

	ASSHTO 93	LOSA CORTA (TCP)
ESPEORES	CAPA DE RODADURA 20 cm = 8"	CAPA DE RODADURA 12 cm = 4.7"
	BASE 15 cm = 6"	BASE 15 cm = 6"

**Fuente:** Elaboración Propia

- Se ha obtenido un presupuesto de S/. 2,990,609.97 se ha asignado un presupuesto de S/. 3,125,410.05 para la construcción del Pavimento Rígido de acuerdo con AASHTO 93, en contraste con un presupuesto de S/. 2,415,361.92 para el Pavimento Rígido de Losa Corta (TCP). Esto significa que el Pavimento Rígido de Losa Corta tiene un costo un 19,24% menor en comparación con el Pavimento Rígido Tradicional (AASHTO 93). Además, el tiempo de construcción programado para el Pavimento Rígido de acuerdo con AASHTO 93 es de 162 días calendario, mientras que para el Pavimento Rígido de Losa no se especificó Corta (TCP) tiene un tiempo programado de 100 días calendario, lo que

## CONCLUSIONES

1. Actualmente, la carretera Trópico se encuentra en condiciones no adecuadas para su uso debido a una variedad de factores, lo que dificulta el tránsito de vehículos y obliga a tomar rutas más largas y costosas, lo que a su vez causa congestión vehicular.
2. Se llevó a cabo un análisis de mecánica de suelos, que arrojó que el suelo contiene una mezcla de grava, arena y limo, con un CBR promedio de diseño del 58.43% basado en 6 muestras, lo que indica que el suelo tiene una buena resistencia al esfuerzo cortante.
3. Después de realizar un levantamiento topográfico de la zona de estudio y procesar la información, se determinó que la topografía del terreno es principalmente plana, lo que indica que se necesitó un trabajo mínimo en la preparación del sitio.
4. Un estudio de tráfico llevado a cabo determinó que el número de repeticiones de los ejes equivalentes de 8.2 toneladas es de 5,416,298.510, y que las horas pico de mayor flujo vehicular son las 7 am, 1 pm y 6:30 pm.
5. El diseño estructural del pavimento rígido AASHTO 93 y de losa corta (TCP) se basa en parámetros tales como el tráfico previsto, la resistencia del suelo, las condiciones climáticas y las propiedades de los materiales y agregados.
6. Siguiendo las pautas de diseño de la norma AASHTO 93 y de losa corta (TCP), se estableció una estructura de espesor de pavimento que consiste en una losa de concreto de 0.20 m, una subbase de 0.15 m y una losa de concreto de 0.12 m en el caso de la losa corta (TCP).

7. Tras comparar los dos diseños de pavimento y evaluar la viabilidad económica y el tiempo de ejecución, se concluyó que el pavimento rígido de losa corta es la opción más conveniente.

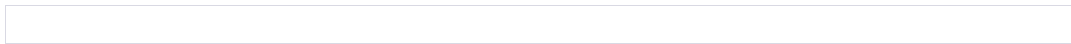
## **RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS**

1. Se debe seguir rigurosamente las especificaciones técnicas y normas vigentes, además de utilizar nuevas tecnologías y contar con la supervisión de profesionales capacitados para asegurar la durabilidad y eficacia del diseño de pavimentos.
2. Para obtener resultados precisos en el estudio de mecánica de suelos, es necesario realizar el número de calicatas requeridas según el manual de carreteras, siguiendo las dimensiones de profundidad establecidas.
3. Para lograr un diseño estructural óptimo, se debe hacer un conteo vehicular continuo las 24 horas del día durante una semana completa para obtener el número adecuado de repeticiones de ejes equivalentes.
4. Es esencial seguir cuidadosamente los procesos constructivos, así como llevar a cabo un control riguroso de calidad en los materiales y cumplir con las especificaciones y normas técnicas correspondientes para garantizar la durabilidad y eficacia del pavimento, reduciendo los costos de mantenimiento y gastos adicionales en el periodo de diseño.
5. En cuanto a la calidad de los materiales y agregados, es crucial realizar los ensayos necesarios siguiendo las normas técnicas para asegurar la durabilidad y eficacia del pavimento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (1993).** Guide for Design of Pavement Structures. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.
2. **American Concrete Institute (ACI). (2012).** Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-11) and Commentary. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.
3. **Asphalt Institute. (1997).** Thickness Design—Asphalt Pavements for Heavy Wheel Loads. College Park, MD: Asphalt Institute.
4. **Cho, J. R., & Kim, Y. H. (2014).** Optimum Design of Jointed Plain Concrete Pavement Using the Method of Slabs. *Journal of Transportation Engineering*, 140(4), 04013026.
5. **Federal Highway Administration (FHWA). (2007).** Rigid Pavement Design. Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation.
6. **Huang, Y. H., & Weng, Y. T. (2004).** Pavement Analysis and Design. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
7. **Kim, Y. H., & Cho, J. R. (2012).** Optimal Design of Jointed Plain Concrete Pavement Using the Method of Slabs. *Journal of Transportation Engineering*, 138(9), 1147-1156.

8. Ozer, H., & Bayrak, M. B. (2016). Analysis of Longitudinal Joints in Jointed Concrete Pavements Using the Method of Slabs. *Journal of Transportation Engineering*, 142(3), 04015077.
9. Portland Cement Association (PCA). (2012). *Design and Control of Concrete Mixtures*. Skokie, IL: Portland Cement Association.
10. Tayabji, S. D., & Hudson, W. R. (2000). *Jointed Concrete Pavement Design and Construction: Part 1—Design Procedure*. National Concrete Pavement Technology Center, Iowa State University.



## **ANEXOS**

**ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO**





**Imagen 1.** Reconocimiento de campo kilómetro 0+000.



**Imagen 2.** Identificación de estación para conteo vehicular en el kilómetro 0+750.





**Imagen 3.** Reconocimiento de campo kilómetro 1+340.



**Imagen 4.** Vista general del estado situacional en el progresivo kilómetro 2+950.

**ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	
¿Cuánto influye la geometría de la losa en el diseño de losas cortas en el diseño del pavimento rígido de Av. Walter Soberon?	De qué manera influye la geometría de la losa en el diseño de losas cortas en el diseño del pavimento rígido de Av. Walter Soberon.	La optimización de la geometría de la losa en el diseño de losas cortas puede mejorar significativamente el desempeño del pavimento rígido en términos de durabilidad, resistencia y estabilidad, lo que puede resultar en una reducción en los costos de mantenimiento y una mayor vida útil del pavimento en la Avenida Walter Soberon	<b>Enfoque</b> Cuantitativo
¿Cuál será las dimensiones de la losa según el tráfico de diseño?	De qué manera influye dimensiones de la losa según el tráfico de diseño.	Existe una relación directa entre las dimensiones de las losas y el tráfico de diseño, de tal manera que a medida que aumenta el tráfico de diseño, se requieren losas más grandes para soportar las cargas vehiculares y prevenir daños en el pavimento rígido.	<b>Tipo</b> Correlacional.  <b>Nivel</b> Descriptivo.
¿Cuánto será el porcentaje de reducción del espesor de la losa en comparación con el método aashto 93?	De qué manera influye el diseño de losas cortas en la reducción de la losa en comparación de la metodología Aashto 93.	La metodología de diseño de losas cortas permite reducir la cantidad de concreto necesaria para construir un pavimento rígido en comparación con la metodología Aashto 93, ya que considera de manera más precisa las cargas y las condiciones del suelo, lo que resulta en una distribución más eficiente de las cargas y una menor necesidad de refuerzo	<b>Muestreo</b> No experimental y transversal.

<p>¿Cuánto es el porcentaje de reducción de costos en comparación con diseños convencionales?</p>	<p>De qué manera influye el uso de la metodología de losas cortas en la reducción de costos en comparación de otras metodologías.</p>	<p>La utilización de la metodología de diseño de losas cortas permite reducir los costos de construcción y mantenimiento de un pavimento rígido en comparación con otras metodologías, debido a que considera de manera más precisa las cargas y las condiciones del suelo, lo que resulta en una distribución más eficiente de las cargas y una menor necesidad de refuerzo, lo que se traduce en un menor uso de materiales y una mayor durabilidad del pavimento</p>	
---	---	---	--

**ANEXO 04: VALIDACION DE INSTRUMENTOS POR JUECES.**

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, **LUIS CARBAJAL CARBAJAL**, con DNI N° **08809043** de profesión **INGENIERO CIVIL**, ejerciendo actualmente como **CONSULTOR Y EJECUCION DE OBRAS**, en instituciones públicas y privadas de la **REGIÓN HUÁNUCO**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento, a los efectos de su aplicación de la tesis titulada: **"DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON EL METODO DE LOSAS CORTAS DE LA AV WALKER SOBERON HUÁNUCO 2022"**.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los Ítems			X	
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Huánuco, a los **03** días del mes de **diciembre** del **2022**.

  
Ing. Luis Carbajal Carbajal  
CIP N° 20633  
ESPECIALISTA SUELOS  
Y PAVIMENTOS  
\_\_\_\_\_  
Firma

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, **JUSTO ABILIO CARDENAS PRESENTACIÓN**, con DNI N° **22461121** de profesión **INGENIERO CIVIL**, ejerciendo actualmente como **CONSULTOR Y SUPERVISOR DE OBRAS**, en instituciones públicas y privadas de la **REGIÓN HUÁNUCO**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento, a los efectos de su aplicación de la tesis titulada: **"DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON EL METODO DE LOSAS CORTAS DE LA AV WALKER SOBERON HUÁNUCO 2022"**.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems				X
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Huánuco, a los **02** días del mes de **diciembre** del **2022**.

  
Cárdenas Presentación Justo Abilio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 38309

Firma



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, **EINAR ULISES SÁNCHEZ TISNADO**, con DNI N° 46468603 de profesión **INGENIERO CIVIL**, ejerciendo actualmente como **CONSULTOR Y SUPERVISOR DE OBRAS**, en instituciones públicas y privadas de la **REGIÓN HUÁNUCO**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento, a los efectos de su aplicación de la tesis titulada: **"DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON EL METODO DE LOSAS CORTAS DE LA AV WALKER SOBERON HUÁNUCO 2022"**.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia			X	

En Huánuco, a los **03** días del mes de **diciembre** del **2022**.

.....  
ING. EINAR U. SÁNCHEZ TISNADO  
CIR. N° 206323  
INGENIERO CIVIL

Firma

**RESOLUCIÓN DE HORA Y FECHA DE SUSTENTACIÓN**



## RESOLUCIÓN VIRTUAL N°1330-2022-UNHEVAL-FICA-D

Cayhuayna, 22 diciembre 2022

**VISTO:** La solicitud virtual enviada por correo, de fecha 21.DIC.2022, de los Bachiller de Ingeniería civil **JUAN DIEGO BENITES ESPINOZA** y **CHRISTIAN KEVIN JARAMILLO COTRINA**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis

### CONSIDERANDO:

Que, con solicitud virtual enviada por correo, de fecha 21.DIC.2022 de los Bachiller de Ingeniería civil **JUAN DIEGO BENITES ESPINOZA** y **CHRISTIAN KEVIN JARAMILLO COTRINA**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis titulada: **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO CON EL MÉTODO DE LOS AS CORTAS DE LA AVENIDA WALTER SOBERON**;

Que, con Resolución Virtual N°1309-2021-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 17.NOV.2021, se designo a la comisión de Revisar y Evaluar la Tesis a los docentes: Presidente: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas, Secretario: Mg. Ing. Charles Jiammy Alcedo Díaz, Vocal: Mg. Ing. Jim Arturo Rivera Vidal, Accesitario: Mg. Ing. Reynaldo Favio Suárez Landauro como jurados revisores de Tesis de los Bachilleres en Ingeniería Civil **JUAN DIEGO BENITES ESPINOZA** y **CHRISTIAN KEVIN JARAMILLO COTRINA**;

Que, con Constancia de conformidad de revisión y aprobación de tesis, del Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas, CARTA N° S/N -2022/Mg.CHJAD del Mg. Ing. Charles Jiammy Alcedo Díaz, CARTA N° S/N -2022/Mg.JARV-DC del Mg Ing. Jim Arturo Rivera Vidal, dan la conformidad a la tesis de los Bachilleres en Ingeniería Civil **JUAN DIEGO BENITES ESPINOZA** y **CHRISTIAN KEVIN JARAMILLO COTRINA**;

Que, mediante Resolución Consejo Universitario N° 3412 - 2022 - UNHEVAL, de fecha 24 de octubre del 2022 en el Capítulo IV - Título III - Tesis - Art. 44° Una vez que los miembros de Jurado de Tesis informen al Decano acerca de la suficiencia del trabajo de tesis para su sustentación, el interesado presentará una solicitud dirigida al Decano pidiendo se fije lugar, fecha y hora para el acto de sustentación...;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

### SE RESUELVE:

- 1° **SEÑALAR** Fecha y hora para la sustentación Presencial de la tesis titulada: **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO CON EL MÉTODO DE LOS AS CORTAS DE LA AVENIDA WALTER SOBERON**, de los Bachiller de Ingeniería civil **JUAN DIEGO BENITES ESPINOZA** y **CHRISTIAN KEVIN JARAMILLO COTRINA**, para el **jueves 29 diciembre 2022 a horas 9.00 am**, manera Presencial, aula 201 de la FICyA por los considerandos anotados.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dr. Víctor Manuel Goicochea Vargas  
DECANO

c.c.  
Jurados, Interesado, Archivo  
VGV/Sec.

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**



**ACTA DE SUSTENTACION PRESENCIAL DE TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 29 días del mes de diciembre de 2022, siendo las 9:00 am, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N°1309-2022-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°1330-2022-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 22.DIC.2022 (Fijando fecha y hora de sustentación virtual de tesis), de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura y en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Titulo III - Aprobación del Trabajos de Investigación, Tesis, Tesis Proyectual..., en Acto Publico Presencial o Virtual art. 77) y Resolución Consejo Universitario N° 2939-2022-UNHEVAL (se programe la sustentación de tesis de Pregrado de Manera Presencial), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación de la Tesis Titulada: **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO CON EL MÉTODO DE LOS AS CORTAS DE LA AVENIDA WALTER SOBERON**, para optar el Título de Ingeniero Civil los Bachilleres **JUAN DIEGO BENITES ESPINOZA** y **CHRISTIAN KEVIN JARAMILLO COTRINA** de la carrera profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Finalizado el acto de sustentación Presencial de tesis, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

APellidos y Nombres	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
BENITES ESPINOZA JUAN DIEGO	A PROBADO	15	BUENO
JARAMILLO COTRINA CHRISTIAN KEVIN	A PROBADO	15	BUENO

Dándose por finalizado dicho acto a las 10:00 del mismo día 29/12/2022 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES: .....

  
**VICTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS**  
 PRESIDENTE

  
**CHARLES JAIMY ALCEDO DIAZ**  
 SECRETARIO

  
**JIM ARTURO RIVERA VIDAL**  
 VOCAL

## **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

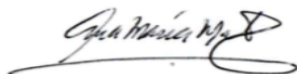
**N°009-2023- DI/FICA**

La directora de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

**HACE CONSTAR** que:

La Tesis titulada “**DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON EL METODO DE LOSAS CORTAS DE LA AV WALKER SOBERON HUÁNUCO 2022**” del (os) Bachiller (s) en Ingeniería civil, **BENITES ESPINOZA, JUAN DIEGO y JARAMILLO COTRINA CHRISTIAN KEVIN**, cuenta con un índice de similitud del 26 % verificable en el Reporte de Originalidad del software antiplagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 17 de abril del 2023



.....  
Dra. Ana María Matos Ramírez  
Directora de Investigación FICA

NOMBRE DEL TRABAJO

**Borrador de Tesis Juan Diego Benites y  
Christian Jaramillo.pdf**

RECUENTO DE PALABRAS

**9159 Words**

RECUENTO DE PÁGINAS

**77 Pages**

FECHA DE ENTREGA

**Apr 2, 2023 10:35 AM GMT-5**

RECUENTO DE CARACTERES

**55037 Characters**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.9MB**

FECHA DEL INFORME

**Apr 2, 2023 10:36 AM GMT-5****● 26% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

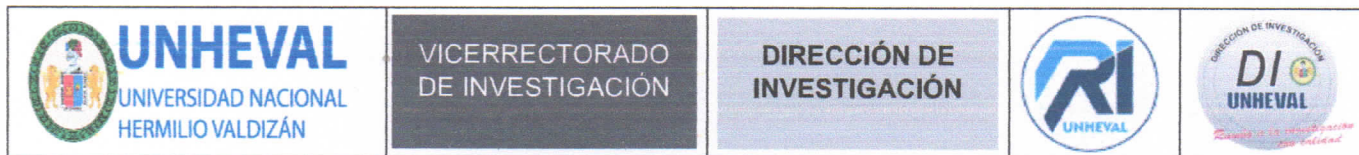
- 25% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 20% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado



**AUTORIZACION PARA PUBLICACION DE TESIS**



## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado
----------	---	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERÍA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERÍA CIVIL
Grado que otorga	
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	BENITES ESPINOZA JUAN DIEGO						
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte	C.E.	Nro. de Celular:	980486070	
Nro. de Documento:	47620674				Correo Electrónico:	Jdhm.269@gmail.com	

Apellidos y Nombres:	JARAMILLO COTRINA CHRISTIAN KEVIN						
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte	C.E.	Nro. de Celular:	925212531	
Nro. de Documento:	72257816				Correo Electrónico:	Chkjc28@gmail.com	

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO				
Apellidos y Nombres:	NARRO JARA LUIS FERNANDO			ORCID ID:	0000-0003-4008-7633		
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte	C.E.	Nro. de documento:	18206328	

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	GOICOCHEA VARGAS VICTOR MANUEL
Secretario:	ALCEDO DIAZ CHARLES JIAMMY
Vocal:	RIVERA VIDAL JIM ARTURO
Accesitario	SUAREZ LANDAURO REYNALDO FAVIO

### 5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON EL METODO DE LOSAS CORTAS DE LA AV WALKER SOBERON HUÁNUCO 2022.



b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)

**TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.

d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.

e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.

f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.

g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.

h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

#### 6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)				2022
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	X	Tesis Formato Artículo	Tesis Formato Patente de Invención
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)	

Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	PAVIMENTO	LOSAS	CORTAS
--	-----------	-------	--------

Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	X	Condición Cerrada (*)	
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:	

¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI		NO	X
---	----	--	----	---

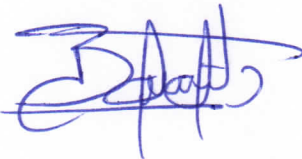

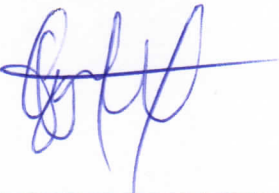

Información de la Agencia Patrocinadora:	
--	--

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



### 7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
<b>Apellidos y Nombres:</b>	BENITES ESPINOZA JUAN DIEGO	<b>Huella Digital</b>
<b>DNI:</b>	47620674	
Firma: 		
<b>Apellidos y Nombres:</b>	JARAMILLO COTRINA CHRISTIAN KEVIN	<b>Huella Digital</b>
<b>DNI:</b>	47620674	
<b>Fecha:</b> 15/01/2023		

### Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.