

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO PARA MEJORAR LA  
TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AVENIDA JUAN  
VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PILLCO MARCA,  
HUÁNUCO, 2022”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. OSCAR EDUARDO SERRANO CHOQUECOTA**

**Bach. JEAN PIERRE VILLANUEVA ELIAS**

**TACNA – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO PARA MEJORAR LA  
TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AVENIDA JUAN  
VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PILLCO MARCA,  
HUÁNUCO, 2022”**

**Tesis sustentada y aprobada el 18 de junio del 2022, estando el  
jurado calificador integrado por:**

**PRESIDENTE : Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR  
CALDERÓN JUÁREZ**

**SECRETARIO : Mtra. ANA GABRIELA CRUZ BALTUANO**

**VOCAL : Mtro. ULIANOV FARFÁN KEHUARUCHO**

**ASESOR : Mtro. MARTIN PAUCARA ROJAS**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Jean Pierre Villanueva Elias identificado con documento de identidad 70800565 y Oscar Eduardo Serrano Choquecota identificado con documento de identidad 48075238, en calidad de Bachilleres en Ingeniería Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Declaramos bajo juramento:

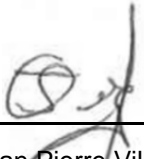
Somos autores de la tesis titulada: *“Diseño de pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular de la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022”* la misma que presentamos para optar: Título Profesional De Ingeniero Civil.


1. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
2. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.
3. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 25 de abril del 2022

  
\_\_\_\_\_  
Bach. Jean Pierre Villanueva Elias  
DNI. 72800565

  
\_\_\_\_\_  
Bach. Oscar Eduardo Serrano Choquecota  
DNI. 48075238

## **DEDICATORIA**

A mi familia en general, mi padre que gracias a su enorme paciencia y confianza en mi estoy justo en donde quería estar, cumpliendo el sueño de convertirme en profesional, mi madre que por sus oraciones me hicieron darme cuenta que puedo ser una mejor versión de mí, siendo una mejor persona y mi hermano pequeño por alentarme en mis estudios.

**Bach. Oscar Eduardo Serrano Choquecota**

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso, por su misericordia y un amor incondicional, quien fue parte en mi vida para cumplir mis metas y proyectos. A mis padres Kleber y Josefina, por estar siempre conmigo apoyándome y brindándome su amor, a mis hermanos Erickson y Klever por su apoyo incondicional y siempre estar conmigo y aconsejarme en las dificultades de la vida. A mis primos Abel y Joel por ser parte de mi crecimiento y brindarme el apoyo incondicional.

**Bach. Jean Pierre Villanueva Elias**

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradecemos a Dios por cuidarnos, darnos salud y mantenernos siempre en el camino correcto.

Gracias a todas las personas que hicieron posible para la culminación de esta tesis.

Le agradecemos a nuestros padres que fueron los principales protagonistas de nuestra formación académica, brindándonos su apoyo incondicional, acompañándonos en cada caída y éxito de nuestras vidas.

Al Mtro. Martin Paucara Rojas por su valiosa asesoría, colaboración, tiempo y aporte brindado al presente trabajo.

**Bach. Jean Pierre Villanueva Elias**

**Bach. Oscar E. Serrano Choquecota.**

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS .....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1. Descripción del Problema .....	3
1.2. Formulación del Problema .....	7
1.2.1. Problema General .....	7
1.2.2. Problemas Específicos.....	7
1.3. Justificación e importancia de la Investigación .....	7
1.4. Objetivos .....	8
1.4.1. Objetivo General .....	8
1.4.2. Objetivo Específico .....	8
1.5. Hipótesis.....	8
1.5.1. Hipótesis General .....	8
1.5.2. Hipótesis Específicos .....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	10
2.1. Antecedentes del Estudio.....	10
2.1.1. A nivel Internacional.....	10
2.1.2. A nivel Nacional .....	11
2.1.3. A nivel Local.....	12
2.2. Bases Teóricas.....	13
2.2.1. Metodología AASHTO 93.....	13
2.2.2. Parámetros de diseño.....	13
2.2.3. Procedimiento de diseño.....	14
2.3. Definición de Términos.....	26
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	28
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	28
3.1.1. Tipo de la investigación.....	28
3.1.2. Diseño de la investigación .....	28
3.1.3. Nivel de la investigación.....	28
3.2. Población y/o muestra de estudio .....	28
3.2.1. Población .....	28
3.2.2. Muestra de Estudio .....	29
3.2.3. Actividades de Gabinete .....	29

3.3.	Operacionalización de Variables.....	30
3.4.	Técnicas e instrumentos para recolección de datos .....	30
3.4.1.	Equipos .....	30
3.4.2.	softwares.....	30
3.4.3.	Material de escritorio.....	31
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		32
4.1.	ESAL DE DISEÑO (Equivalent Simple Axial Load) .....	32
4.1.1.	Cálculo del IMD (Índice Medio Diario).....	32
4.1.2.	Cálculo del ESAL de diseño.....	33
4.2.	CBR DE DISEÑO .....	34
4.3.	Cálculo De Los Espesores Del Pavimento Asfáltico .....	38
4.3.1.	Cálculo de módulo resiliente de la subrasante. ....	38
4.3.2.	Nivel de Confiabilidad .....	38
4.3.3.	Desviación Estándar .....	38
4.3.4.	Pérdida De Serviabilidad. ....	39
4.3.5.	Ecuación Básica De Diseño Para Pavimento Flexible. ....	39
4.3.6.	Cálculo De Numero Estructural - SN .....	40
4.3.7.	Ecuación Para Obtener Los Espesores .....	40
4.3.8.	Cálculo De Los Coeficientes De Capa.....	41
4.3.9.	Cálculo de los coeficientes de capa.....	42
4.3.10.	Cálculo De Espesores Mínimos En Función Al ESAL .....	42
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....		45
5.1.	Evaluación del valor obtenido del ESAL de diseño.....	45
5.2.	Evaluación del resultado del CBR.....	45
5.3.	Evaluación de los espesores del pavimento flexible .....	45
CONCLUSIONES .....		47
RECOMENDACIONES .....		48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		49
ANEXOS .....		53

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Periodo de análisis y diseño.....	14
Tabla 2. Factores De Distribución Direccional Y De Carril.....	16
Tabla 3. Relación de carga Relación de Cargas por Eje.....	17
Tabla 4. Niveles recomendados de Confiabilidad .....	20
Tabla 5. Valores de desviación normal estándar .....	21
Tabla 6. Valores recomendados para a desviación estándar (So).....	21
Tabla 7. Capacidad de drenaje .....	22
Tabla 8. Valores sugeridos para el drenaje.....	23
Tabla 9. Tabla de Variables.....	30
Tabla 10. Cálculo del Índice Medio Diario .....	32
Tabla 11. Cálculo del Índice Medio Diario .....	33
Tabla 12. Valores de CBR para diseño .....	38
Tabla 13. Datos para calcular SN utilizando Abaco .....	39
Tabla 14. Espesores Mínimos En función al ESAL .....	43



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Av. Juan Velasco Alvarado – Tramo inicial progresiva 0+000 .....	4
Figura 2. Av. Juan Velasco Alvarado – Tramo final progresiva 3+220 .....	4
Figura 3. Av. Juan Velasco Alvarado – Calle Ricardo Palma.....	5
Figura 4. Av. Juan Velazco Alvarado – progresiva 0+980 .....	5
Figura 5. Avenida Juan Velazco Alvarado – progresiva 2+120.....	6
Figura 6. Avenida Juan Velazco Alvarado – progresiva 2+970.....	6
Figura 7. Formato de conteo y clasificación vehicular.....	15
Figura 8. Formato de resumen del conteo vehicular .....	15
Figura 9. Configuración de Ejes .....	17
Figura 10. Equipos modificados para obtener el número de golpes .....	19
Figura 11. Corte de pavimento flexible.....	24
Figura 12. Ábaco para calcular el coeficiente estructural a1.....	24
Figura 13. Ábaco para calcular el coeficiente estructural a2.....	25
Figura 14. Ábaco para calcular el coeficiente estructural a3.....	25
Figura 15. Plano de ubicación de la Avenida Juan Velasco Alvarado .....	29
Figura 16. Variación diaria de vehículos .....	32
Figura 17. Determinación de CBR – C -1.....	34
Figura 18. Determinación de CBR – C -2.....	35
Figura 19. Determinación de CBR – C -3.....	36
Figura 20. Determinación de CBR – C -4.....	37
Figura 21. Cálculo del SN utilizando la ecuación AASHTO 93 - SOFTWARE.....	40
Figura 22. Cálculo del a1 utilizando ábacos de la guía AASHTO93 .....	41
Figura 23. Cálculo del a2 utilizando ábacos de la guía AASHTO93 .....	41
Figura 24. Cálculo del a3 utilizando ábacos de la guía AASHTO93 .....	42
Figura 25. Diseño de espesores del pavimento .....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia .....	53
Anexo 2. Conteo Vehicular día Lunes .....	54
Anexo 3. Conteo Vehicular día Martes.....	54
Anexo 4. Conteo Vehicular día Miércoles .....	54
Anexo 5. Conteo Vehicular día Jueves .....	54
Anexo 6. Conteo Vehicular día Viernes .....	54
Anexo 7. Conteo Vehicular día Sábado .....	54
Anexo 8. Conteo Vehicular día Domingo .....	54

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se desarrolló en la Prolongación de la Av. Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, para lo cual se realizó una investigación de tipo aplicada con el objetivo principal de realizar el Diseño Estructural del Pavimento Flexible para mejorar la transitabilidad en el Centro Poblado de Pillco Marca. La presente investigación se enfoca en el diseño estructural del pavimento flexible aplicando la metodología "AASHTO 93", el cual ayuda a mejorar la transitabilidad vial en el distrito de Pillco Marca. Inicialmente se realizó el conteo vehicular para determinar los volúmenes y proyecciones del tránsito, con el propósito de recolectar datos como el IDM (Índice Diario Medio) seguidamente realizar un estudio al terreno para realizar el ensayo de Proctor Modificado, concluyendo nuestra investigación procesamos los datos para el diseño estructural del Pavimento Flexible obteniendo como resultados los espesores adecuados para el diseño final de la estructura del pavimento flexible en la prolongación de la Av. Juan Velasco Alvarado ubicado en el Distrito de Pillco Marca de la ciudad de Huánuco.

**Palabras claves:** Pavimento Flexible, IDM, AASHTO 93, Transitabilidad, Proctor Modificado.

## ABSTRACT

In the present research work was developed in the Prolongation of Av. Juan Velasco Alvarado, district of Pillco Marca, Huánuco, for which an Applied type research was made with the aim of carrying out the Structural Design of the Flexible Pavement to improve the walkability in the Populated Center of Pillco Marca. This research will prioritize the structural design of the pavement flexible applying the methodology "AASHTO 93", which will help to improve the road passability in the district of Pillco Marca. The vehicle count was carried out to determine the volumes and projections of the traffic, in order to collect data such as the IDM (Average Daily Index) and for the study of the base the Modified Proctor test, then process the data for the structural design of the Flexible Pavement. Finally, with the results obtained, the adequate structural design of the flexible pavement is obtained in the extension of Av. Juan Velasco Alvarado located in the District of Pillco Marca of the city of Huánuco.

**Keywords:** Flexible Pavement, IDM, AASHTO 93, Walkability, Modified Proctor.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente es una realidad que, en el rubro de la infraestructura vial, se maneje cantidades significativas de ingresos, otorgando beneficios para la sociedad al ejecutarse proyectos de inversión que satisfagan sus necesidades; así como también ya que generan puestos de trabajo al desarrollar las diferentes fases de algún proyecto por administración directa

Nuestro proyecto consta en determinar mediante estudios del terreno y su capacidad el estado de la Av. Juan Velasco Alvarado, siendo en la actualidad una trocha que funciona como vía alterna debido poca transitabilidad que genera la congestión vehicular en la Carretera Central para lo cual proponemos la creación del pavimento asfáltico en la Av. Juan Velasco Alvarado.

Es oportuno mencionar que tesis plantea el uso del pavimento flexible por ser uno de los pavimentos con mayor demanda en el ámbito del diseño vial, para nosotros evaluar el correcto funcionamiento de la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado planteamos diversos espesores que puedan brindar una óptima trabajabilidad para la estructura y los componentes que conforman el pavimento flexible (carpeta, revestimiento, base y subrasante). Para nuestra tesis se consideró varios puntos de investigación dentro de la avenida, teniendo en cuenta la naturaleza de la subrasante, las limitaciones ambientales, la densidad y la composición del tráfico.

Con el propósito de cumplir todos los objetivos, se propone en esta primera fase de nuestra investigación, la metodología de diseño ASSHTO 93 en la cual se delimitan las variables de diseño que se mostrarán debidamente dentro de los siguientes capítulos.

La tesis desarrollada consta de cinco capítulos los cuales son:

Capítulo I. Contiene la descripción del problema, formulación, Justificación e Importancia, Objetivo General y Específicos, Hipótesis y características que presentan la variable dependiente e independiente.

Capítulo II. Se muestran los antecedentes de estudios que se han presentado en los últimos años tanto a nivel internacional como a nivel local, las bases teóricas de la investigación y los conocimientos previos que se deben tener en cuenta antes de realizar los cálculos necesarios para su funcionamiento.

Capítulo III. Se contempla la Metodología de la Investigación, el tipo de Investigación, Método de la investigación y Diseño de la investigación, Técnicas e instrumentación para la obtención de datos obtenidos en campo.

Capítulo IV. Contiene los resultados obtenidos del proyecto de investigación.

Capítulo V. Contiene el cronograma de actividades, recursos humanos y la fuente de financiamiento para la investigación.

Conclusiones y Recomendaciones del tema de investigación con el propósito de dar aporte y trascendencia a la carrera de Ingeniería Civil.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del Problema

El Perú presenta un elevado crecimiento poblacional, dando lugar a que la población sienta la necesidad de movilizarse por medio de una unidad vehicular tanto a sus áreas laborales, salidas, etc. Se puede apreciar que, tanto en las pequeñas ciudades como en las grandes urbanizaciones cuentan con al menos un vehículo por familia, en los casos donde las familias poseen una mayor solvencia económica llegan a tener 2 a 3 vehículos, por lo cual podemos afirmar que el crecimiento poblacional es proporcional al crecimiento vehicular.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que los vehículos que transitan por calles, avenidas o carreteras son obligados a transitar en vías que no cuentan con un adecuado mantenimiento ya que a medida que pasan los años surgen patologías en el pavimento ocasionando fisuras, grietas, piel de cocodrilo que a su vez generan enormes congestiones.

En la capital Lima, es el claro ejemplo de muchos escenarios: faltan más carriles en la vía, cambio inesperado en la cantidad de carriles, paradas de buses que están mal ubicadas, usan el ancho de calles pequeñas y muchos más factores que entorpecen el rápido flujo de los vehículos.

Actualmente en la avenida Juan Velasco Alvarado, existen zonas en la cual las condiciones tienen una topografía accidentada como se muestra en la Figura 1 y Figura 2, generando así el deterioro del parque automotor público y privado, y en épocas de precipitaciones generan un elevado índice con respecto a las enfermedades respiratorias debido a las condiciones que presenta la vía que desvía los desechos que provienen de otras zonas hacia las localidades cercanas.

En nuestra investigación dentro de la región de Huánuco, distrito de Pillco Marca no es ajena a la realidad descrita, donde uno de los principales factores es el crecimiento acelerado de la población como se observa en la Figura 3, Figura 4 y Figura 5, donde se muestra que con el pasar de los años se establecieron urbanizaciones. Se puede observar en la Figura 6 los desechos que generan las personas que circulan por la trocha al no darle importancia a la misma por el hecho de que las autoridades no contemplan el daño que fomenta el exceso de flujo vehicular que ocurre en la carretera central que se encuentra relacionada al incremento de la población.

**Figura 1**

*Av. Juan Velasco Alvarado – Tramo inicial progresiva 0+000*



*Nota:* En la figura 1, se muestra la topografía accidentada de la zona de estudio

**Figura 2**

*Av. Juan Velasco Alvarado – Tramo final progresiva 3+220*



*Nota:* En la Figura 2 se observa el final de la Av. Juan Velasco Alvarado donde se observa el desnivel que existe en el terreno



**Figura 3**

*Av. Juan Velasco Alvarado – Calle Ricardo Palma*



*Nota:* En la Figura 3, se muestra el crecimiento poblacional observando la cantidad de viviendas cercanas a la Av. Juan Velasco Alvarado

**Figura 4**

*Av. Juan Velasco Alvarado – progresiva 0+980*



*Nota:* En la Figura 4, se puede observar que los niños están formando parte del sector urbano que se encuentran en las zonas cercanas a la Av. Juan Velasco Alvarado

**Figura 5**  
*Avenida Juan Velazco Alvarado – progresiva 2+120*



*Nota:* En la Figura 5, se muestra como las familias están tomando posesión de los terrenos vacíos construyendo sus viviendas y formando parte del sector urbano

**Figura 6**  
*Avenida Juan Velazco Alvarado – progresiva 2+970*



*Nota:* En la Figura 6, se muestra la poca importancia que le dan los conductores desechando sus residuos de plástico, papeles cerca a la trocha existente en la Av. Juan Velasco Alvarado

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿De qué manera el diseño del pavimento asfáltico mejoraría la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a. ¿Cómo influye el estudio de tráfico en el diseño del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022?
- b. ¿Cómo influye el estudio de suelos en el diseño del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022?
- c. ¿De qué manera el diseño de espesores del pavimento asfáltico mejoraría la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito Pillco Marca, Huánuco, 2022?

## **1.3. Justificación e importancia de la Investigación**

Para lograr reducir la congestión vehicular, se debe identificar y analizar el estado actual de la carretera central por la cual la población está transitando. Es así, que, al identificarse se propone la creación del pavimento en la Av. Velasco Alvarado, Es así, que obteniendo los datos iniciales para la investigación analizando el crecimiento acelerado de la población sobre todo en los sectores de Cayhuaynita, Arcoragra, Mirador, Cayhuayna Alta, Cayhuayna Baja, Potracancha, Otorongo y Huanca Chupa por medio de la INEI.

En la investigación se da a conocer que el problema principal son las inadecuadas condiciones para la transitabilidad vehicular y peatonal en la Avenida Juan Velasco Alvarado, Cayhuayna Alta del Distrito de Pillco Marca. Luego de haber observado la carretera central como fuente principal del desvío vehicular.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Diseñar la estructura del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco – 2022

### **1.4.2. Objetivo Específico**

- a. Determinar el ESAL (equivalent simple axial load) de diseño como parámetro principal en el diseño del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022.
- b. Determinar el valor del CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) como parámetro principal en el diseño del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022.
- c. Determinar los espesores del pavimento asfáltico utilizando la metodología del AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis General**

El diseño de la estructura del pavimento asfáltico ayuda a mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022.

### **1.5.2. Hipótesis Específicos**

- a. La determinación del ESAL como parámetro principal en el diseño del pavimento asfáltico ayuda a mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022

- b. La determinación del CBR como parámetro principal en el diseño del pavimento asfáltico ayuda a mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022.
- c. La determinación de los espesores del pavimento asfáltico utilizando la metodología del AASHTO 93, permite mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del Estudio

#### 2.1.1. A nivel Internacional

Campagnoli (2017), supervisión del desarrollo del artículo: “Innovación en Métodos de pavimentación: casos regionales”, presentado a través de la Revista Técnica de la Universidad de Los Andes. El tema principal de este trabajo de investigación es realizar una revisión bibliográfica de experiencias relacionadas con los métodos de pavimentación en vías de baja congestión y tráfico humano. Se obtienen los siguientes resultados: (a) Una línea abrasiva adecuada de materiales granulares tiene ventajas tales como menores costos construcción y mantenimiento debido a menores requerimientos de mano de obra calificada y tecnológica y facilidad de mantenimiento, (b) El diseño óptimo del piso tratado en la superficie requiere una superficie de apoyo firme, un diseño razonable y un drenaje adecuado.

Herra (2017), de la revista del Programa de Infraestructura de Transporte de la Universidad de Costa Rica, publicó un trabajo de investigación titulado: “Tratamiento superficial como alternativa en la vía de balasto”. Con base en esta iniciativa bibliográfica para el tratamiento de superficies, llegó a las siguientes conclusiones: (a) la aplicación del tratamiento de superficies es una excelente opción de costo-calidad para caminos de poco tráfico, (b) una abundancia de agua emulsionada es adecuada para el tratamiento de superficies, (c) el tratamiento de superficie es una opción con Alto potencial para mejorar las tasas Relación costo/rendimiento, ahorrando hasta un 75% con una vida útil de hasta siete años.

Farinango, F. & Riaño, D (2016), en su estudio titulado: Investigación y Modelado de Tráfico para brindar soluciones de las variaciones de nivel que existen en las la intersección de la carrera 8 entre la calle 25 y calle 26 de la ciudad de Santiago de Cali. Pontificia Universidad Javeriana de Santiago de Cali, Colombia.

Su objetivo principal es realizar un estudio de factibilidad con la intención de sugerir posibles soluciones viales correspondientes a la intersección de la intersección de estudio para mejorar la viabilidad del sitio con alto volumen de tráfico.

Es por ello, es importante considerar el uso de una metodología para identificar puntos donde además de los resultados es importante observar el flujo vehicular que existe en el sentido norte-sur del tramo más significativo el correspondiente a la Calle 26 entre Carrera 8 tiene una latencia de 34,7 s/veh y una velocidad de 30.8 km/h, mientras que, en el sentido Este- Oeste, el tramo más perjudicial es la Carrera 8 entre Calle 34 y Calle 26 para el escenario 2, se ha modificado el proyecto como solución 1, obteniendo una variación de latencia de 17,3 s/veh y una velocidad de 36,5 km/h, con un aumento del 122,6% con respecto al escenario 1. Por tanto, se concluye que en el escenario 2 con diseño modificado sirve como solución 1, donde se aprecia una disminución notoria entre los principales flujos que existen en el Escenario 1 con una variabilidad de 63.9%.

### **2.1.2. A nivel Nacional**

Rojas (2018), se realizó una investigación sobre: “Mejoramiento del tránsito peatonal y vehicular en la Avenida César Vallejo, intersección con Avenida Separadora Intercambiador Industrial con Cementerio, cerca de Villa El Salvador, Provincia de Lima, Departamento de Lima” Su objetivo de investigación es atender el tránsito desfavorable Condiciones de la zona afectada.

Del trabajo se llegó a las siguientes conclusiones: la longitud del estudio es de 5,25 km, el proyecto urbanístico propuesto, el plazo de construcción previsto es de 300 días naturales, y para el proyecto 21 cm para el proyecto, piso de hormigón, y 15 cm para la sub base. Esta investigación nos aporta el método de diseño del pavimento.

Chávez (2018), Concluyó el “Proyecto de Pavimentación Flexible de la Calle Morales Suárez, Vía Línea Amarilla en la Ciudad de Lima”. Su investigación tuvo como objetivo diseñar una estructura de pavimento flexible para la Avenida Morales Suárez de la Vía Expresa - Línea Amarilla. El proyecto llegó a las siguientes conclusiones: Espesor del pavimento asfáltico 2 = 5 cm, pavimento asfáltico 1 = 7,5 cm, base = 20 cm, sub base = 20 cm. Este estudio nos proporciona el método de diseño del pavimento.



### 2.1.3. A nivel Local

Espinoza, T. & Santiago, F. (2015), en su tesis: "Evaluación de la condición del pavimento asfáltico para la infraestructura vial de Huanco Cutosh utilizando el método del índice de condición del pavimento". Universidad Nacional Hermelio Valdesán, Huánuco, Perú. En esta tesis, el autor indica que su objetivo es calcular el estado del pavimento por el método PCI. Determinar el método a desarrollar, así como el perímetro y área a examinar; Finalmente, utilizando los datos obtenidos, procesar la información en el programa Eval Pav Car. El valor de condición del pavimento declarado, igual a 86, asume que la mayor estabilidad del pavimento se debe a factores de carga y la menor a factores climáticos.

Concluye destacando que el plan de intervención se encuentra en excelente estado con reducción al estado ideal según PCI, indica el tipo de intervención y mantenimiento a realizar, y llega a la siguiente conclusión:

- Para una evaluación periódica precisa de la pavimentación, debe realizarse anualmente utilizando el método PCI, debe estar entre  $55 \pm 7$  y debe combinarse con estudios de pavimentación.
- El tránsito del IMD en la vía Huánuco - Kotosh en el año 2015 fue de 1522 vehículos diarios, lo que indica que la tasa diaria promedio de vehículos ligeros ha aumentado y que la tasa diaria promedio de vehículos pesados ha disminuido con respecto al año 2009. Por tanto, el autor afirma que la asfalto Soportará la carga actual.

Ortega (2016), Análisis de la condición del pavimento mediante métodos PCI (Índice de Condición del Pavimento) y TCM, por tipo de rehabilitación y/o restauración en Jr. 2 de mayo, Provincia de Huánuco. Universidad Nacional Hermelio Valdesán, Huánuco, Perú. En esta tesis el autor presenta su investigación en forma de un análisis visual del estado del pavimento en el Jirón 2 de mayo, Huánuco para determinar el estado del pavimento, y la aplicación del método PCI, como se sugiere. Modelo y tamaño de la vía.

En donde menciona que el promedio de índice de condición de pavimento arrojó el valor de 9 encontrándose en una condición de fallo y necesita reconstruir la vía. Finalizando con los siguientes comentarios:



- Se identificaron siete tipos de grietas de acuerdo con la norma ASTM D6433 en función de su severidad siendo más mencionada el de losa dividida y seguidamente la de grietas lineales.
- Según el PCI, el valor 9 recibido corresponde al pavimento con menor resistencia, además de tomar en cuenta que los pavimentos desgastados se deben reconstruir con un mayor detalle.
- Utilizando el MTC obtuvo una condición de pavimento de 113, lo cual significa que tiene las mismas características que una reconstrucción total.
- Concluye señalando que de las dos formas que analiza el camino, logra el mismo fin del pavimento, que es la reconstrucción.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Metodología AASHTO 93**

La metodología AASHTO (Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte) se desarrolló sobre la base de ensayos de carreteras, para obtener el diseño estructural y el rendimiento de las carreteras. Consiste en una serie de ecuaciones y medidas definidas en el AASHTO que fueron establecidos desde 1961, que se ha convertido en el método más utilizado en el mundo debido a la poca complejidad de esta ecuación y la poca información que existe del método, contienen numerosos parámetros que se detallarán consecutivamente de acuerdo al proceso de su ejecución.

### **2.2.2. Parámetros de diseño.**

La metodología AASHTO 93, emplea distintos factores o variables que dependen de estudios complementarios (estudio de suelos), ubicación del proyecto, condiciones climatológicas, tipo de carretera, entre otros. El primer parámetro a definir para iniciar el diseño vial es el periodo de diseño dependiendo del tipo de carretera que se va a ejecutar para lo cual usaremos la Tabla 1. El ESAL de diseño, CBR de diseño y nivel de confiabilidad son otros parámetros que se identificarán más adelante.

**Tabla 1**  
*Periodo de análisis y diseño*

Tipo de carretera	Periodos (años)	
	Análisis	Diseño
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30-50	15-20
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20-50	15-20
Pavimentada con bajo volumen de tránsito	15-25	5-12
Afirmada con bajo volumen de tránsito	10-20	5-8

*Nota:* Tabla extraída del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos tomando como base la Guía AASHTO 93 (AASHTO, 1993)

### 2.2.3. Procedimiento de diseño

De acuerdo con la guía AASHTO 93, para realizar el diseño de pavimento flexible, de acuerdo a los siguientes procedimientos mencionados:

1. Cálculo del índice medio diario (IMD).
2. Cálculo del ESAL de diseño
3. Cálculo del CBR de diseño
4. Establecer el módulo de resiliente de la subrasante Mr.
5. Decretar la confiabilidad R.
6. Decretar la desviación Normal Estándar Zr
7. Decretar la desviación estándar del sistema So
8. Se determina la pérdida de Serviciabilidad.
9. Coeficiente de drenaje(mi)
10. Adquirir el número estructural SN
11. Establecer los espesores SN

#### 2.2.3.1. Pasos para calcular el IMD

**Paso 01.** Se realiza el conteo vehicular en un periodo de 7 días de la semana durante las 24 horas como se observa en los Anexos 2 al Anexo 8, cuyos datos son registrados de forma física en el formato de conteo y clasificación vehicular que se muestra en la Figura 7, al inicio y final de la carretera investigada.

**Figura 7**  
*Formato de conteo y clasificación vehicular*

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																												
ESTACION DE LA ESTACION														ESTACION														
DIRECCION														DIRECCION DE LA ESTACION														
SECCION														VALOR PROM.														
HORA	SECT. ID.	MOTOCICLISTA	MOTOCAR	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	PANEL Combi	MICRO	BUS					CAMION					TOTAL								
DIAGRAMA VEHICULAR										2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2 E	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E	8 E	9 E	10 E	11 E	12 E	13 E	14 E	

*Nota:* Formato extraído y modificado del ministerio de transportes y comunicaciones

**Paso 02.** Se realiza un formato de resumen del conteo vehicular como se observa en la Figura 8 para obtener el número de vehículos por día y hallar la sumatoria total por semana (IMD), luego procederemos a multiplicar por el factor de corrección por estacionalidad para finalmente conseguir el IMDa.

**Figura 8**  
*Formato de resumen del conteo vehicular*

DIAS	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL
						PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E		
DIAGRAMA VEHICULAR															
LUNES															
MARTES															
MIERCOLES															
JUEVES															
VIERNES															
SABADO															
DOMINGO															
<b>TOTAL SEMANA</b>															
s															
MD															
PC															
MDs=MD/PC															

*Nota:* Formato modificado del Ministerio de transportes y comunicaciones con la finalidad de considerar valores más reales en campo.

### 2.2.3.2. Pasos para calcular el ESAL de diseño

El ESAL de diseño se calcula para un determinado periodo de diseño propuesto por el proyectista con un tiempo de vida útil prudente, de lo cual se aplican el factor ponderado, factor de carga y el factor de crecimiento anual de vehículos ligeros y vehículos pesados.

**Paso 01.** En la tabla 2, definiremos el número de calzadas, número de sentidos y número de carriles por sentido que tendrá la Avenida Juan Velasco Alvarado con la finalidad de obtener el factor direccional y factor de carril, el cual multiplicado me da el factor ponderado para el carril de diseño.

**Tabla 2**  
*Factores De Distribución Direccional Y De Carril.*

Numero de Calzadas	Numero de Sentidos	Número de Carriles por Sentido	Factor Direccional (Fb)	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 sentido	1	0,50	1,00	0,50
	2 sentido	2	0,50	0,80	0,40
2 calzada con separador central (para IMDa total de la calzada)	2 sentido	1	0,50	1,00	0,50
	2 sentido	2	0,50	0,80	0,40
	2 sentido	3	0,50	0,60	0,30
	2 sentido	4	0,50	0,50	0,25

*Nota:* Tabla extraída de la Guía AASHTO93 identificando los valores según el número de calzadas considerando la vía existente (AASHTO, 1993)

**Paso 02.** Se identifica la ubicación del proyecto para determinar la tasa anual de crecimiento y proyectamos un periodo de diseño de acuerdo al tipo de carretera, con la finalidad de determinar el factor de crecimiento aplicando la siguiente fórmula:

$$FC = \frac{(1 + r)^n - 1}{r} \quad (1)$$

Donde:

n: Número de años del período de diseño

r: Tasa anual de crecimiento del tránsito.

**Paso 03.** Se obtiene el factor de carga realizando los cálculos matemáticos con la unidad definida de Ejes Equivalentes usando como referencia los valores de la Figura 9, teniendo en cuenta las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados usando la Tabla 3 para cada tipo de estructura de pavimento, dicho calculo se aplicará mediante las tablas mencionadas en el manual de carreteras.

**Figura 9**  
*Configuración de Ejes*

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico
<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	

*Nota:* Factor de Carga según el tipo de ejes equivalentes Manual de Carreteras - Figura 6,1

**Tabla 3**  
*Relación de carga Relación de Cargas por Eje*

Tipo de Eje	Eje Equivalente EE8.2tn
Eje Simple de Ruedas simples EES1	$EES1 = [P/6,6]^{4,0}$
Eje Simple de Ruedas dobles EES2	$EES2 = [P/8,2]^{4,0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) EETA1	$EETA1 = [P/14,8]^{4,0}$
Eje Tandem (2 ejes ruedas dobles) EETA2	$EETA2 = [P/15,1]^{4,0}$
Eje Tandem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) EETR1	$EETR1 = [P/20,7]^{3,9}$
Eje Tridem (3 ejes ruedas dobles) EETR2	$EETR2 = [P/21,8]^{3,9}$
P = peso real por eje en toneladas	

*Nota:* Relación de carga para pavimento flexible según el Manual de Carreteras – Cuadro 6,3

**Paso 04.** Recopilando todos los datos obtenidos, procedemos a realizar el cálculo matemático para obtener el ESAL de diseño con la siguiente formula:

$$ESAL = \left( \sum_{i=1}^m p_i * F_i * P \right) * (IMD_i) * (FC) * F_d \quad (2)$$

En la que:

$p_i$  : Porcentaje del total de repeticiones para el i-ésimo grupo de vehículos o cargas.

$F_i$  : Factor de equivalencia de carga por eje, del i-ésimo grupo de eje de carga (Tablas).

$IMD_i$ : Índice medio diario.

$FC$ : Factor de crecimiento para un período de diseño en años.

$F_d$ : Factor direccional.

$F_c$  : Factor de distribución por carril.

### 2.2.3.3. Cálculo del CBR de diseño

Los cálculos de CBR son importantes para determinar la durabilidad de la subrasante, los sub base y los materiales de base, incluidos los materiales reutilizados.

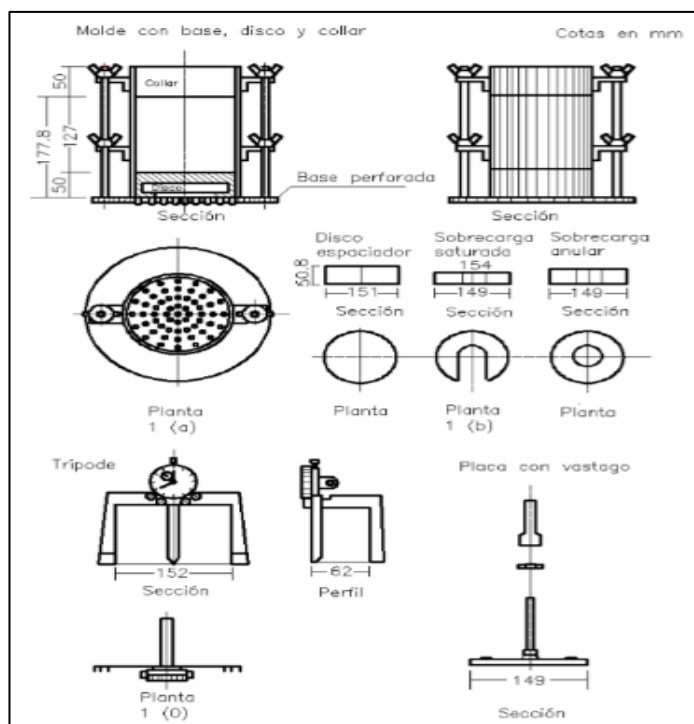
En proyectos con 6 o más valores de CBR implementados en cada tipo de suelo representativo o en cada parcela con idénticas características, el valor de CBR del proyecto base se determinará en base al valor promedio de todos los valores analizados.

En áreas donde se exista un valor de CBR de menor de 6 por un tipo de suelo representativo o características homogéneas del suelo, el valor de CBR para un subproyecto se determinará con base en los siguientes criterios:

- Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.
- Si los valores no son iguales o diferentes, tome el valor crítico (más bajo) o en todo caso divídalo en subgrupos con el mismo o similar CBR y proporcione la media. La longitud de las calicatas entre si no será inferior a 100 m.

Los instrumentos principales y equipos necesarios para recolectar datos y poder obtener el CBR se menciona en el manual de ensayo de materiales uno de ellos es el que se muestra en la Figura 10.

**Figura 10**  
*Equipos modificados para obtener el número de golpes*



*Nota:* Información extraída del Manual De Ensayo De Materiales – Figura 01

De La curva se obtiene tomando los valores de penetración de presión de 2,54 mm y 5,08 mm y calculando los valores correspondientes a la relación de carga dividiendo la tensión corregida por una tensión de referencia recta y multiplicando por 100 siendo los valores calculado 6,9 MPa (10001b/plg2) y 10,3 MPa (1500 lb/plg2) respectivamente. El apoyo informado por suelo normal es de 2,54 mm (0,1"). Cuando la penetración es superior a 5,08 mm (0,2"), se repite la prueba. Si la prueba de verificación arroja los mismos resultados, utilice una tasa de penetración de 5,08 mm (2 ").

**2.2.3.4. Módulo Resiliente de la Subrasante (Mr).**

Parámetro cuya finalidad es representar las propiedades del suelo en evaluación, para un correcto diseño de pavimento flexible, teniendo en cuenta el valor del CBR de diseño.

$$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0,64} \tag{3}$$

Formulas opcionales para el cálculo del módulo resiliente de la subrasante, en un rango específico que CBR.

Para CBR < 10%	$Mr = 1500 \times CBR$ (psi)
Para $10\% < CBR < 20\%$	$Mr = 3000 \times CBR^{0.65}$ (psi)
Para CBR > 20%	$Mr = 4326 \times \ln(CBR) + 241$ (psi)

#### 2.2.3.5. Nivel de confiabilidad (R).

Es el valor porcentual que se asigna de acuerdo a la clasificación funcional de la vía tal como se muestra en la Tabla 4, con la finalidad de cumplir los estándares de diseño de acuerdo a su ciclo de vida, bajo estrictas condiciones medio ambientales y climatológicas a las que están se encuentran.

**Tabla 4**  
*Niveles recomendados de Confiabilidad*

Clasificación funcional de la vía	Nivel recomendado de confiabilidad (%)	
	Urbana	Rural
Autopistas	85-99,9	80-99,9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

*Nota:* Información extraída de la Guía AASHTO93 para determinar la confiabilidad del diseño vial medido en porcentaje (AASHTO, 1993)

#### 2.2.3.6. Desviación Normal Estándar (ZR).

Este valor de desviación normal estándar se relaciona directamente con el nivel de confiabilidad tal como se observa en la Tabla 5.



**Tabla 5**  
Valores de desviación normal estándar

Confiabilidad (R%)	Valor de ZR
50	- 0,000
60	- 0,253
70	- 0,524
80	- 0,841
90	- 1,282
95	- 1,645
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,090
99,99	- 3,750

*Nota:* Tabla extraída de la Guía AASHTO93 para relacionar la Desviación Estándar ZR (AASHTO, 1993)

#### 2.2.3.7. Desviación estándar del sistema (So)

Se denomina desviación estándar del sistema al error o desviación de diseño de la variación de las propiedades de los materiales, la variación de las propiedades de la subrasante, la variación de la estimación de tránsito y la variación de la calidad de la construcción. por lo cual se menciona los índices experimentales calculados por la AASHTO, de acuerdo al tipo de pavimento, ya sea rígido o flexible tomando en cuenta la condición actual de la vía en investigación como se indica en la Tabla 6.

**Tabla 6**  
Valores recomendados para a desviación estándar (So)

Condición	Pavimento rígido	Pavimento flexible
En construcción nueva	0,35	0,40
En Sobrecapas	0,45	0,50

*Nota:* Tabla relacionada a la condición de la vía según el tipo de pavimento (AASHTO, 1993)

### 2.2.3.8. Nivel de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )

La serviciabilidad esta se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario cuando circula por la vía.

Los indicadores de desempeño inicial ( $P_0$ ) y final ( $P_t$ ), son parámetros que ayudan a calcular la pérdida de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ) y deben evaluarse en el rango de 0 a 5, con un máximo de 5. Estos indicadores que reflejan el valor teórico. Y viceversa, el valor mínimo de 0 refleja el peor valor o el faltante, que se puede determinar mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta PSI = P_0 - P_t \quad (4)$$

Donde:

$\Delta PSI$ : Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal deseado.

$P_0$ : Índice de servicio inicial (4,5 para pavimentos rígidos y 4,2 para flexibles).

$P_t$ : Índice de servicio terminal, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3,0; 2,5 y 2,0, recomendando 2,5 o 3,0 para caminos principales y 2,0 para secundarios.

### 2.2.3.9. Coeficiente de drenaje(mi)

El método AASHTO tiene en cuenta el valor del coeficiente de drenaje en función de dos factores: la capacidad de drenaje del propio pavimento, que es el tiempo que tarda el agua en retirarse del pavimento asfáltico; En segundo lugar, se calcula el porcentaje de tiempo que se demora en filtrar el agua en caso de lluvia. Para este cálculo se utilizarán las tablas 7 y 8.

**Tabla 7**  
*Capacidad de drenaje*

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no drena

*Nota:* Tabla para medir la capacidad de drenaje del suelo medido en horas, días, semanas para determinar la calidad del suelo (AASHTO, 1993)

**Tabla 8**  
Valores sugeridos para el drenaje

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad, próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1% a 5%	5% a 25%	Más del 25%
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

*Nota:* Tabla para determinar los valores de drenaje de la base y sub base según la Guía AASHTO93(AASHTO, 1993)

#### 2.2.3.10. Adquirir el número estructural SN

La metodología AASHTO señala que el diseño más adecuado para carreteras con un volumen de tráfico superior a 8,2 Tn. Se hace uso de la siguiente fórmula sea en el caso de pavimentos flexible:

$$\log(W_{18}) = z_R(S_o) + 9,36 \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5}\right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \log * Mr - 8,07 \quad (5)$$

Donde:

$W_{18}$ : ESAL de diseño.

$Z_R$ : Desviación normal standard.

$S_o$ : Desviación standard total del sistema

$\Delta PSI$ : Diferencia entre la serviciabilidad inicial y final

$Mr$ : Módulo resiliente de la subrasante

$SN$ : Valor de las cargas vehiculares y espesores totales del pavimento.

#### 2.2.3.11. Determinación de espesores.

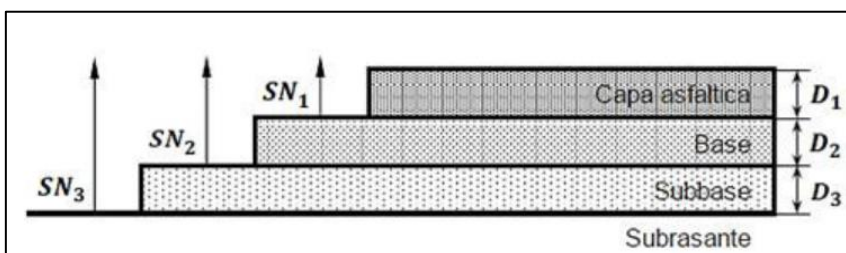
Numero estructural SN, cuyo valor es necesario para determinar los espesores finales de todas las capas que conforman la estructura de pavimento como se observa en la Figura 14. (García, 2015) AASHTO 93, se obtiene mediante la ecuación:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * m_2 * D_2 + a_3 * m_3 * D_3 \quad (6)$$

Donde:

- $a_1$ : Coeficiente estructural la capa asfáltica
- $a_2$ : Coeficiente estructural de la capa base
- $a_3$ : Coeficiente estructural de la capa subbase
- $m_2, m_3$ : Coeficiente de drenaje de la base y subbase
- $D_1$ : Espesor de la capa asfáltica en pulgadas
- $D_2$ : Espesor de la capa base en pulgadas
- $D_3$ : Espesor de la capa subbase en pulgadas

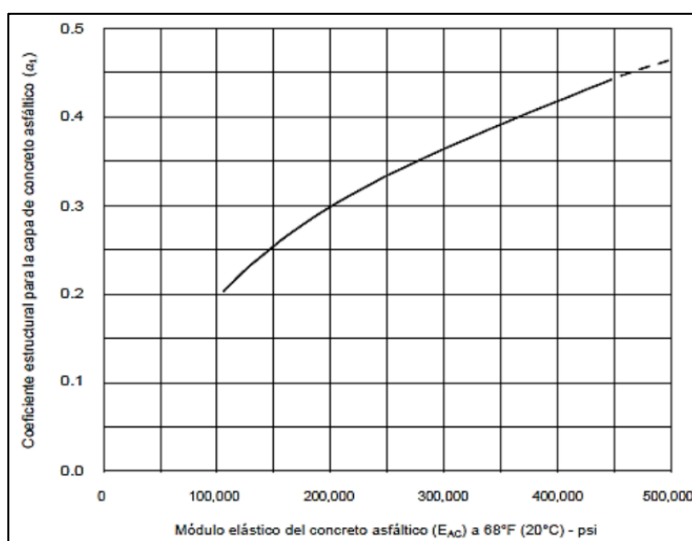
**Figura 11**  
Corte de pavimento flexible



*Nota:* En la Figura 11, se muestra la estructura del pavimento flexible.

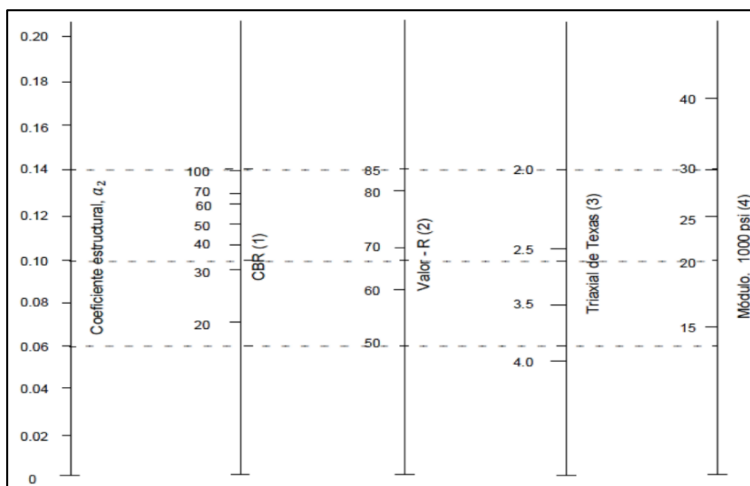
**Pasa 01.** Se calcula los coeficientes de capa ( $a_1$ ), ( $a_2$ ), ( $a_3$ ) con los ábacos de la Figura 15, Figura 16 y Figura 17 que proporciona la guía AASHTO 93, por lo que usamos el Módulo de Elasticidad y el valor CBR de laboratorio.

**Figura 12**  
Ábaco para calcular el coeficiente estructural  $a_1$



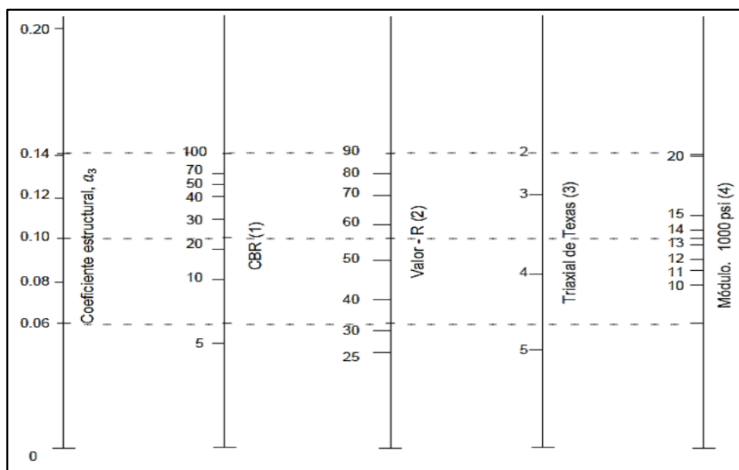
*Nota:* Ábaco para determinar el valor de  $a_1$  relacionado con el Módulo de Elasticidad (AASHTO, 1993)

**Figura 13**  
*Ábaco para calcular el coeficiente estructural a2*



*Nota:* Ábaco para determinar el valor de a2 relacionado con el CBR de diseño (AASHTO, 1993)

**Figura 14**  
*Ábaco para calcular el coeficiente estructural a3*



*Nota:* Ábaco para determinar el valor de a3 relacionado con el CBR de diseño (AASHTO, 1993)

## **2.3. Definición de Términos**

### ***A. Transitabilidad***

Infraestructura vial que asegura y permite un flujo regular de tránsito en un tiempo determinado (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

### ***B. Rasante***

Se denomina al nivel terminado de la superficie de rodadura, para lo cual la línea que proyecta la rasante se encuentra en el eje de la vía (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

### ***C. Sub Rasante***

Es la superficie terminada de la carretera a un nivel de movimiento de tierras es decir con corte y relleno, sobre la cual se colocará la estructura del pavimento (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

### ***D. Sub Base***

Es la capa que se encuentra al inferior de la estructura por debajo de la capa de base, este compuesto por arenas, gravas y limos, así como rocas, que al momento de extraerlos quedan sueltos o pueden disgregarse mediante el uso de maquinaria (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

### ***E. Base***

Es la capa de material seleccionado y procesado que se encuentra en la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

### ***F. Serviciabilidad***

La serviciabilidad funcional del pavimento interpreta la percepción de la calidad de la superficie de rodadura que experimenta el usuario (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

**G. Asfalto**

Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

**H. Trocha Carrozable**

Vía transitable que no alcanza ciertas caracterizas que propone el Ministerio de Transportes de Carreteras (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

**I. Estudio de Tráfico Vehicular**

Se denomina al estudio que tiene por finalidad, cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan a través de una carretera, siendo este estudio indispensable para la determinación de las características de diseño del pavimento (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

**J. Metodología AASHTO 93**

Es una metodología para el diseño estructural de pavimentos asfálticos, en la cual se emplea una ecuación obteniendo el parámetro denominado número estructural (SN) en donde este valor es fundamental para la determinación de los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento, las cuales son la capa asfáltica, la capa de base y la capa de subbase (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo y nivel de investigación

#### 3.1.1. *Tipo de la investigación*

La investigación es del tipo aplicada, ya que la propuesta es la metodología AASHTO93 la cual incorpora parámetros de diseño para la composición del pavimento flexible.

#### 3.1.2. *Diseño de la investigación*

La investigación tiene por finalidad realizar el diseño de pavimento asfáltico para ofrecer una apropiada transitabilidad en la Avenida Juan Velasco Alvarado, estudiando la situación que tiene en la actualidad la zona afectada y aplicando el conocimiento adquirido en la carrera para el diseño de pavimento asfáltico de tal manera obtener los espesores adecuados para el la investigación.

#### 3.1.3. *Nivel de la investigación*

El nivel de la investigación es de carácter descriptiva - exploratoria, debido a que la investigación referente a la creación del pavimento implica observar y describir eventos que pueden adicionar nuevos conocimientos.

### 3.2. Población y/o muestra de estudio

#### 3.2.1. *Población*

En la presente investigación, la población de estudio está constituida por la cantidad de pavimento asfáltico que se necesita para el funcionamiento del diseño vial en la Av. Juan Velazco Alvarado con la finalidad de permitir una adecuada transitabilidad tanto para los vehículos como peatones.



### 3.2.2. Muestra de Estudio

La muestra de estudio son los vehículos que circulan en la Av. Juan Velasco Alvarado como se representa en la Figura 15 debido a que siendo una trocha con una alta demanda de flujo vehicular se realizaron los estudios de suelos para poder determinar los valores de los parámetros concluyendo con la propuesta ideal para la pavimentación asfáltica.

**Figura 15**

*Plano de ubicación de la Avenida Juan Velasco Alvarado*



*Nota:* En la Figura 15, se muestra el recorrido de nuestra investigación

### 3.2.3. Actividades de Gabinete

#### 3.2.3.1. Cálculo de ESAL de diseño

Se realizó el cálculo del ESAL de diseño de acuerdo al conteo vehicular realizado en la Avenida Juan Velasco Alvarado, por medio formulas y tipos de vehículo que transita por dicho lugar de investigación.

#### 3.2.3.2. Identificación del CBR del estudio de suelos

En base a los resultados obtenidos en el estudio de suelos realizado por la dirección regional de transportes y comunicaciones, se identificará en valor del CBR para verificar si cumple los parámetros normativos y poder realizar el diseño del pavimento asfáltico.

### 3.2.3.3. Cálculo del espesor del Pavimento Asfáltico

Una vez culminado los ensayos de Proctor Modificado se verifica con los ábacos el espesor adecuado para las capas del pavimento asfáltico, se calcula todo utilizando la metodología AASHTO 93 con el fin de mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco.

### 3.3. Operacionalización de Variables

**Tabla 9**

*Tabla de Variables*

Variable	Dimensiones	Indicadores
Dependiente: Transitabilidad Vehicular	Determinar la Transitabilidad	Determinar el estado de la Trocha de la Av, Juan Velasco Alvarado
	Tipos de Pavimento	Determinar la adecuada estructura del pavimento.
Independiente: Diseño de Pavimento Asfáltico	Método de Diseño	El correcto uso del método AASHTO93
	Cálculo del ESAL	Conteo Vehicular en las horas con mayor demanda de flujo vehicular

*Nota:* Variables extraídas de la matriz de consistencia mostrada en el Anexo 1

### 3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

#### 3.4.1. Equipos

- Laptop.
- Movilidad.
- Herramientas manuales.

#### 3.4.2. softwares

- Microsoft Excel 2016
- Microsoft Word 2016
- Software AASHTO93

**3.4.3. Material de escritorio**

- Lapicero, regla, plumón, corrector
- impresora
- Hojas bond a A4 de 80 gr.
- Laptops














## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. ESAL DE DISEÑO (Equivalent Simple Axial Load)

#### 4.1.1. Cálculo del IMD (Índice Medio Diario)

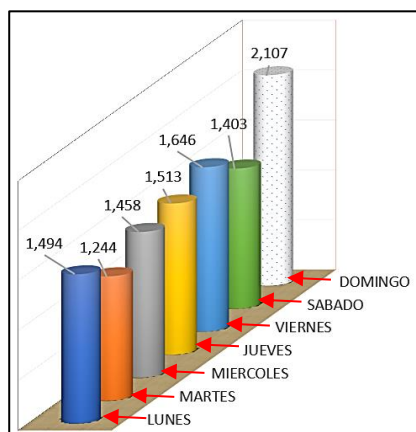
Se realizó el conteo vehicular por los siguientes 7 días de la semana durante las 24 horas mostradas en los Anexos 2 al Anexo 8, al ingreso y salida de la avenida Juan Velasco Alvarado, para obtener la clasificación vehicular y el valor del IMD (Índice Medio Diario), se observa en la Tabla 10 el resumen clasificado por vehículos y un gráfico de barras en la Figura 16 del resumen por días.

**Tabla 10**  
Cálculo del Índice Medio Diario

DIAS	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRAMA VEHICULAR														
LUNES	297	364	527	147	72	1	72	5	2	0	4	3	0	1,494
MARTES	240	315	461	119	45	0	60	3	0	0	0	1	0	1,244
MIERCOLES	254	351	601	143	50	5	51	1	1	0	1	0	0	1,458
JUEVES	297	351	564	152	64	5	67	9	2	0	1	1	0	1,513
VIERNES	320	359	595	244	55	2	67	2	0	0	2	0	0	1,646
SABADO	281	303	513	190	41	1	68	1	0	0	4	1	0	1,403
DOMIENGO	423	453	768	283	57	1	101	4	0	0	11	1	5	2,107
<b>TOTAL SEMANA</b>	<b>2112</b>	<b>2496</b>	<b>4029</b>	<b>1278</b>	<b>384</b>	<b>15</b>	<b>486</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>10,865</b>
%	19.44%	22.97%	37.08%	11.76%	3.53%	0.14%	4.47%	0.23%	0.05%	0.00%	0.21%	0.06%	0.05%	1
IMD	302	357	576	183	55	3	70	4	1	0	4	1	1	1,557
FC			1.00							1.00				
IMDa=IMD*FC	302	357	576	183	55	3	70	4	1	0	4	1	1	1,557
	19.40%	22.93%	36.99%	11.75%	3.53%	0.19%	4.50%	0.26%	0.06%	0.00%	0.26%	0.06%	0.06%	100%

*Nota.* Imagen del resumen del conteo vehicular

**Figura 16**  
Variación diaria de vehículos



*Nota.* Gráfico de Barras del conteo vehicular por día

#### 4.1.2. Cálculo del ESAL de diseño

El diseño de la ESAL para un período de 20 años, tomando en cuenta un factor de asignación direccional del 50% y tasas de crecimiento anual para vehículos livianos y pesados, se determina de la siguiente manera:

Vehículos ligeros, con un PIB de 1,93% en la región Huánuco, estas cifras nos ayudan a calcular el factor de crecimiento aplicando la ecuación (1) de la página 16.

$$FC - VL = \frac{(1 + 1,93)^{20} - 1}{1,93}$$

$$FC = 24,13$$

Vehículos pesados, con un PIB de 8,6% en la región Huánuco, estas cifras nos ayudan a calcular el factor de crecimiento aplicando la ecuación (1) de la página 16.

$$FC - VP = \frac{(1 + 8,6)^{20} - 1}{8,6}$$

$$FC = 48,92$$

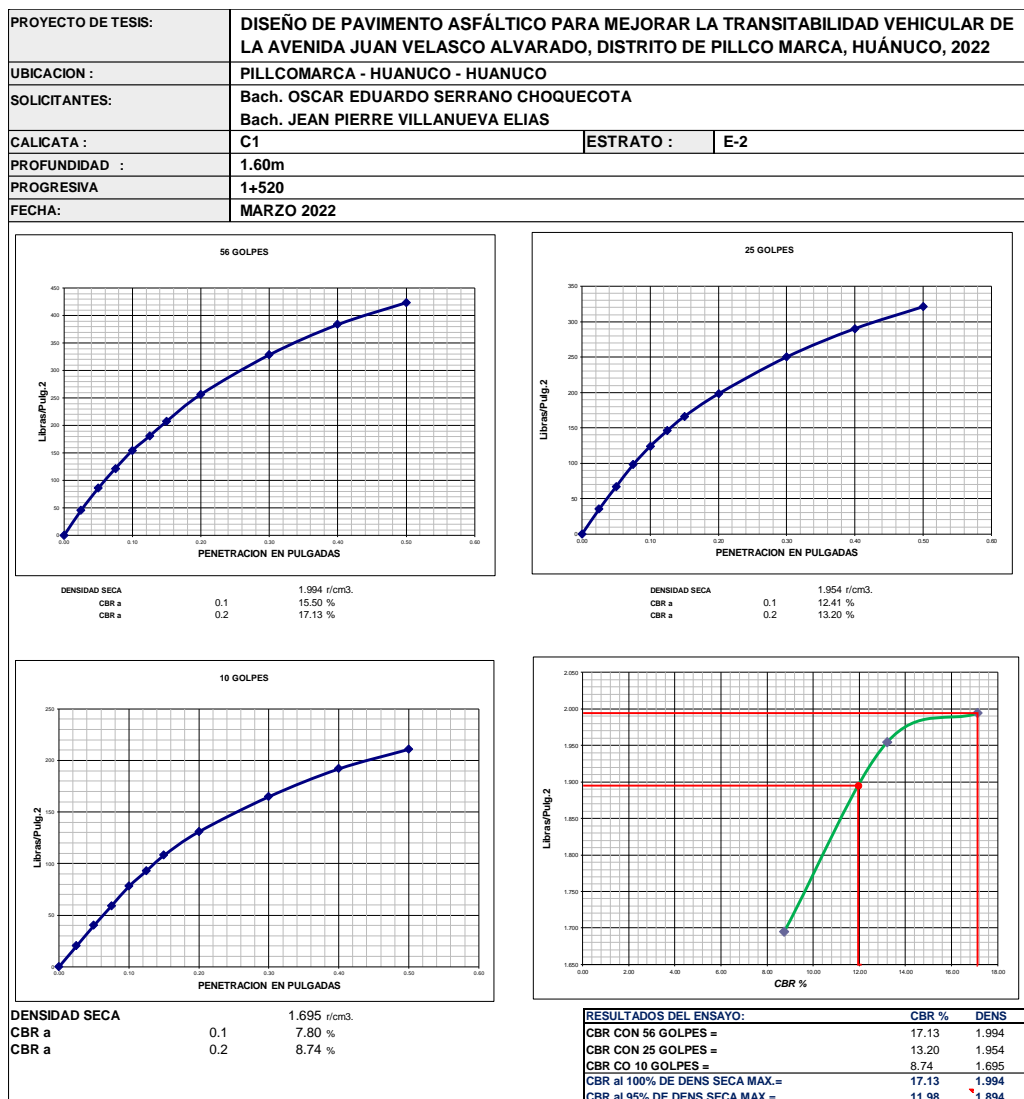
**Tabla 11**  
Cálculo del Índice Medio Diario

Tipo de Vehículo	IMD	Veh/Día en carril	Veh/Años	F.C.	ESAL en carril	FC	ESAL de diseño
<b>LIGEROS</b>	1,550	775,00	282'875,00	0,0001	28,2875	24,13	682,57
<b>B2</b>	1	0,50	182,50	3,71	677,075	48,92	33'122,40
<b>B3</b>	0	0,00	0,00	2,38	0	48,92	0
<b>C2</b>	4	2,00	730,00	3,71	2708,3	48,92	132'489,62
<b>C3</b>	1	0,50	182,50	2,57	469,025	48,92	22'944,63
<b>C4</b>	1	0,50	182,50	1,85	337,625	48,92	16'516,56
<b>Total</b>	<b>1,557</b>	<b>570,974</b>	<b>208'405,69</b>		<b>6'188,26</b>		<b>2,06E+05</b>

*Nota.* Elaboración propia del resumen del conteo vehicular para vehículos pesados y ligeros

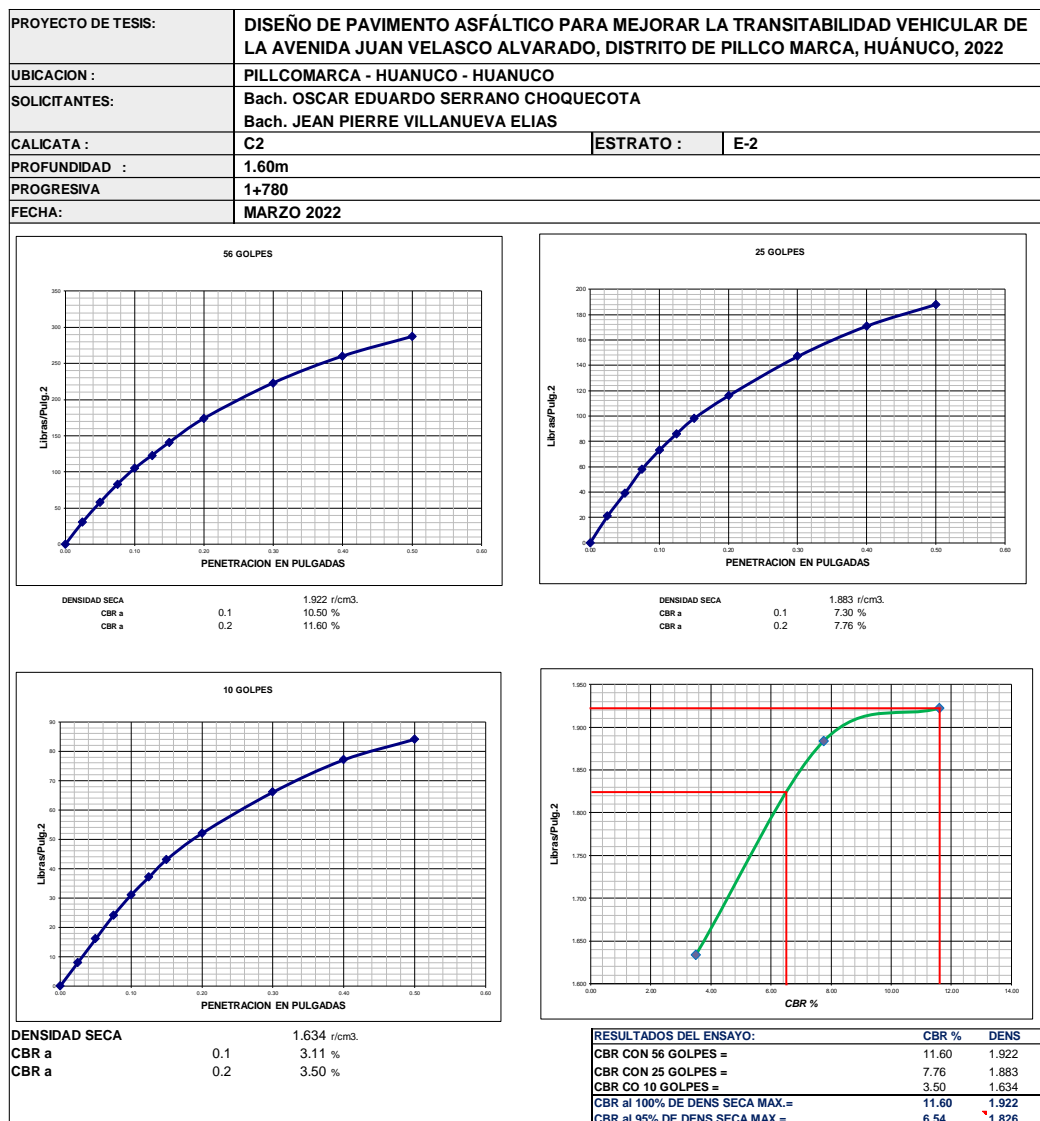
## 4.2. CBR DE DISEÑO

**Figura 17**  
Determinación de CBR – C -1



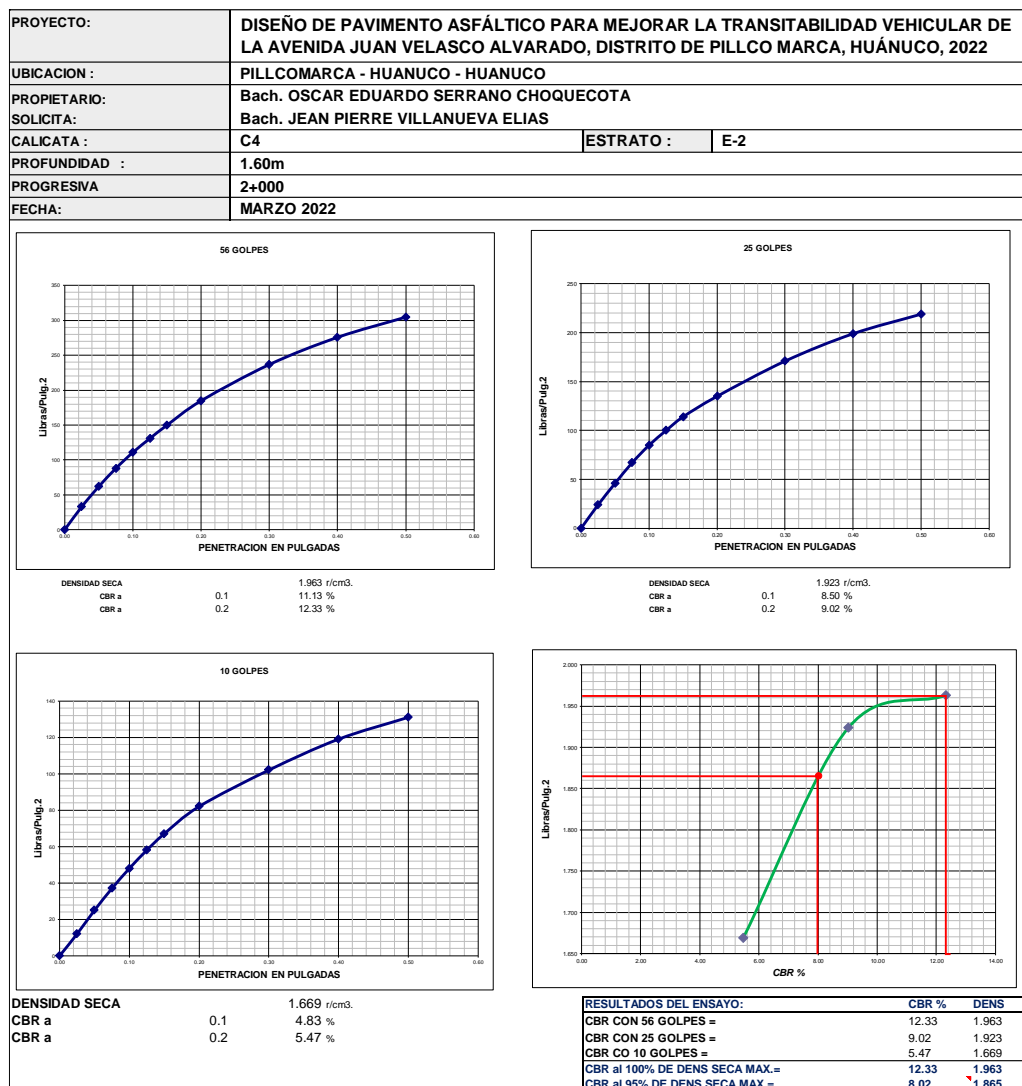
Nota. Elaboración propia

**Figura 18**  
Determinación de CBR – C -2



Nota. Elaboración propia

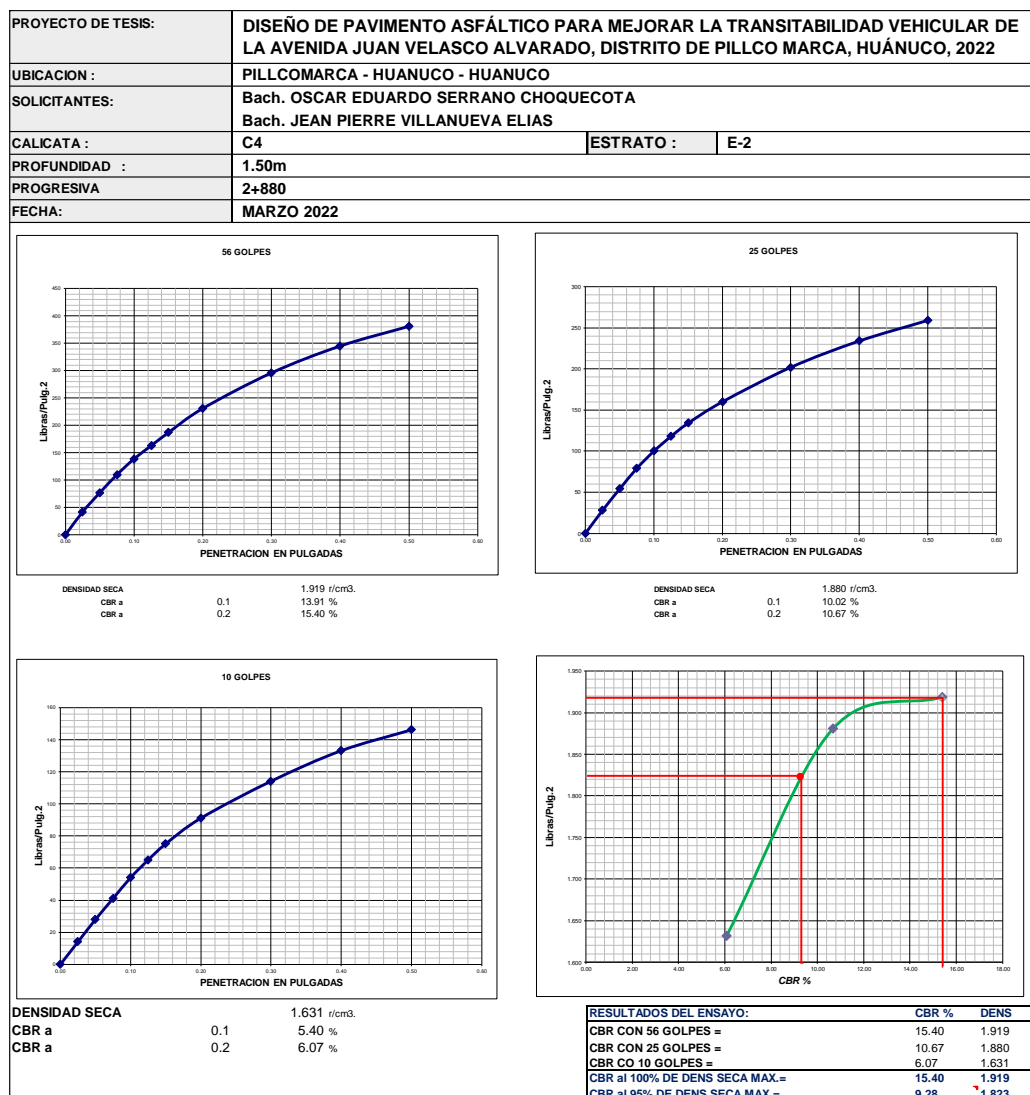
**Figura 19**  
Determinación de CBR – C -3



Nota. Elaboración propia



**Figura 20**  
Determinación de CBR – C -4



Nota. Elaboración propia

**Tabla 12**  
*Valores de CBR para diseño*

	<b>Calicata</b>	<b>Progresiva</b>	<b>CBR</b>
			<b>95%</b>
CBR a 0.2''	C-1	1+520	11,98%
	C-2	1+780	6,54%
	C-3	2+000	8,02%
	C-4	2+880	9,28%

*Nota.* Cuadro resumen del CBR para cada calicata

### 4.3. Cálculo De Los Espesores Del Pavimento Asfáltico

#### 4.3.1. Cálculo de módulo resiliente de la subrasante.

$$Mr = 2'555 * 6,54^{0,64}$$

$$Mr = 8'498,86 \text{ psi}$$

Valores del módulo resiliente obtenidas de la Ecuación (3) vista anteriormente en la Pag 19 para la base granular y subbase granular, considerando su CBR de diseño de 80% y 40%

#### 4.3.2. Nivel de Confiabilidad

Para nuestro proyecto se usará un valor R de nivel de confiabilidad del 95% por tratarse de una vía urbana y colectora; además para este nivel de confiabilidad adoptado corresponde una desviación normal de  $Z_r = -1,645$

#### 4.3.3. Desviación Estándar

Teniendo en cuenta que, en el país, y mucho menos en nuestro medio, no se tiene investigaciones sobre el desempeño de los pavimentos donde se aprecie la variabilidad y estadística de las variables de diseño mencionadas con respecto a los diseños iniciales; En el Perú en el ámbito de la infraestructura vial se tienen pocas obras de este tipo por lo que hacen que la experiencia del personal profesional, técnico y operativo no se encuentre aún en su nivel óptimo de entrenamiento, conocimiento y control de calidad.

Por lo mencionado anteriormente, para nuestro proyecto asumiremos una desviación estándar de  $S_o = 0,49$ .

#### 4.3.4. Pérdida De Serviciabilidad.

De acuerdo a los datos que proporciona el manual de carreteras para el diseño del pavimento flexible, se considera los siguientes valores para el índice de servicio inicial u original y el final o terminal, aplicando también la Ecuación (4) que se ubica en la página 22 para determinar la variación de serviciabilidad.

$$P_o = 4,20$$

$$P_t = 2,5$$

$$\Delta PSI = 1,70$$

#### 4.3.5. Ecuación Básica De Diseño Para Pavimento Flexible.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9,36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10}(M_R) - 8,07$$

Con los datos obtenidos en los diferentes cálculos se procederá a determinar el SN con la Ecuación (5) de la página 23.

**Tabla 13**

*Datos para calcular SN utilizando Ábacos*

Uso de la ecuación (5) para determinar el SN	
W18	2,06E+05
ZR	-1,645
SO	0,49
PSI	1,70
Sub Rasante (Mr)	8498,86
Número Estructural (SN)	2,79

*Nota.* Aplicación de la Ecuación (5) para determinar el SN

#### 4.3.6. Cálculo De Numero Estructural - SN

Utilizando la ecuación AASHTO 93 se calcula el valor del SN.

**Figura 21**

*Cálculo del SN utilizando la ecuación AASHTO 93 - SOFTWARE*

*Nota.* En la Figura 21, se muestra el cálculo del SN mediante un software.

Con el software podemos comprobar que el diseño se está haciendo de la manera adecuada, cuando existe una igualdad en los lados  $A = B$  de la formula general y el valor del SN son indicadores de buen diseño.

#### 4.3.7. Ecuación Para Obtener Los Espesores

Se usará la Ecuación (6) que se encuentra en la página 23.

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * m_2 * D_2 + a_3 * m_3 * D_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$ : Coeficientes de capa representativos de la carpeta asfáltica, base y subbase respectivamente.

$D_1, D_2, D_3$ : Espesor de la carpeta, base y subbase en pulgadas.

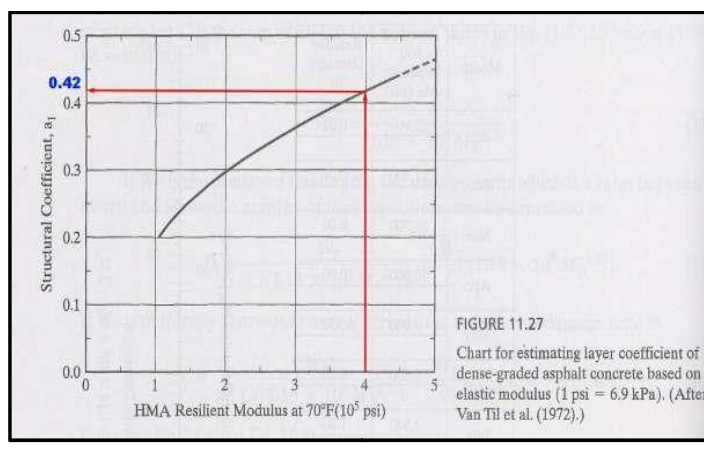
$m_2, m_3$ : Coeficientes de drenaje para base y subbase.

### 4.3.8. Cálculo De Los Coeficientes De Capa.

Para el cálculo de los coeficientes de capa se utilizan ábacos determinados por AASHTO 93

Con el valor del módulo elástico del concreto asfáltico  $E = 400'000$  psi, y con ayuda del Abaco se puede determinar el valor del coeficiente estructural de capa  $a_1$  tal como se muestra con una línea roja en la Figura 25 dónde  $a_1 = 0.42$ .

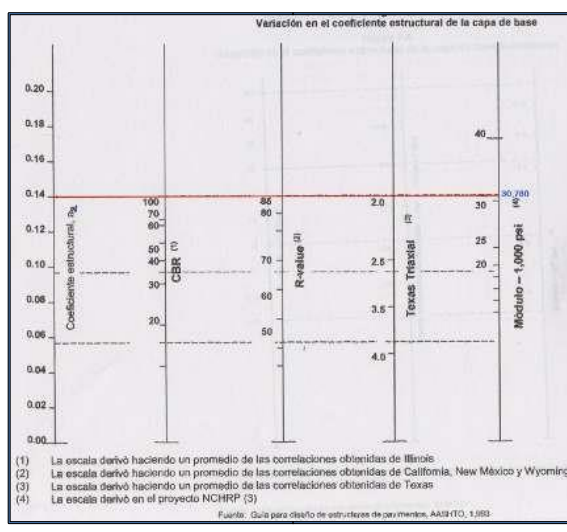
**Figura 22**  
Cálculo del  $a_1$  utilizando ábacos de la guía AASHTO 93



Nota. (AASHTO, 1993)

Para determinar el coeficiente de capa  $a_2$  de la base triturada se usa la siguiente figura, para un CBR = 100% tal como se muestra con una línea roja en la Figura 26 obteniendo como resultado el valor de  $a_2 = 0.14$ , para bases trituradas.

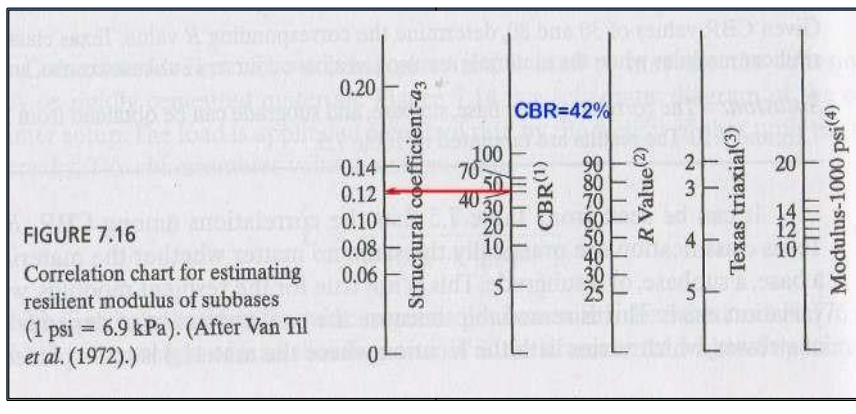
**Figura 23**  
Cálculo del  $a_2$  utilizando ábacos de la guía AASHTO 93



Nota. (AASHTO, 1993)

Para determinar el coeficiente de capa a3 de la sub base granular se usa la el CBR = 42% tal como se muestra con una línea roja en la Figura 27 obteniendo como valor de a3 = 0.12.

**Figura 24**  
Cálculo del a3 utilizando ábacos de la guía AASHTO 93



Nota. (AASHTO, 1993)

**4.3.9. Cálculo de los coeficientes de capa.**

Para el presente proyecto se estima que el agua tarda un mes en drenarse desde el interior del pavimento, ubicándonos en la Tabla 7 relacionando el tiempo con la calidad podemos definir que la calidad de drenaje en la Av. Juan Velasco Alvarado es mala calidad sabiendo eso nos ubicaremos en la Tabla 8 dónde podemos identificar que el pavimento está expuesto a niveles de humedad más del 25% del tiempo. Relacionando estos parámetros podemos identificar los valores de m2 y m3 que son 0,80 y 0,60.

**4.3.10. Cálculo De Espesores Mínimos En Función Al ESAL**

Para determinar el cálculo de los espesores mínimos se considera el valor del ESAL de diseño obtenido del conteo vehicular equivalente a 2,06E+05 o 206'000,00.

De acuerdo a la tabla de espesores mínimos emitidos por la AASHTO 93 con relación al valor del ESAL de diseño como se muestra en la Tabla 14 se obtiene los espesores recomendados.

**Tabla 14**  
*Espesores Mínicos En función al ESAL*

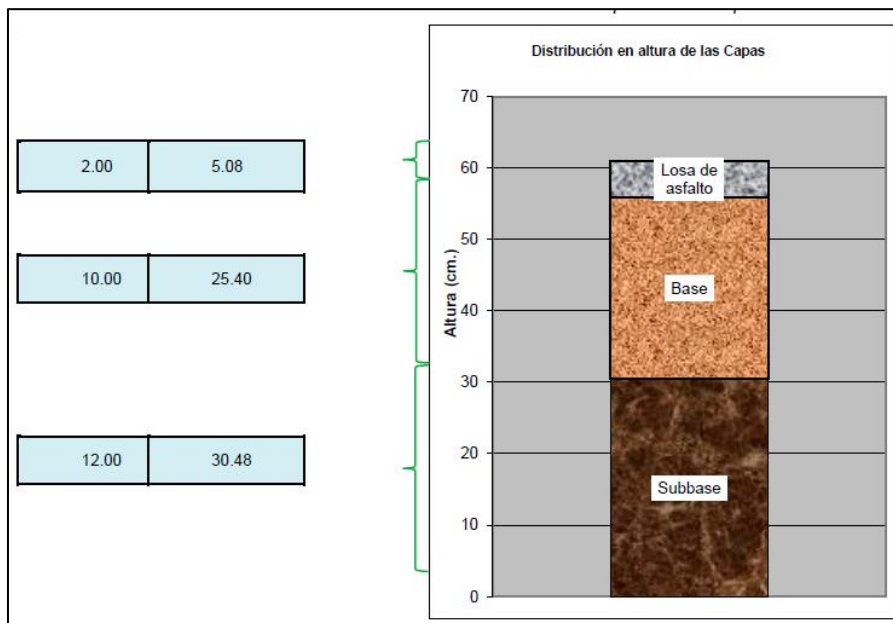
Transito ESAL en Ejes Equivalentes	Carpeta de Bases	
	Concreto Asfáltico	Granulares
Menor de 50'000	1,0	4,0
50'001 - 150'000	2,0	4,0
150001 - 500000	2,5	4,0
500'001 - 2'000'000	3,0	6,0
2'000'001 - 7'000'000	3,5	6,0
Mayor a 7'000'000	4,0	6,0

*Nota.* Valores recomendados por la Guía AASHTO93 (AASHTO, 1993)

Para los resultados obtenidos consideramos que el valor de la carpeta asfáltica debe de ser de 2" debido a que se encuentra cerca al límite de los valores del ESAL de diseño, mientras para el valor de la base se considera el valor de 4" , una vez definido estos valores, se debe probar valores de tal manera que uno de ellos sea el más cercano a la ecuación, con esto se culminará la etapa de identificación de los valores de los espesores ya que se obtiene mediante la ecuación (6) el valor de Sub Base para el buen diseño del pavimento de la Avenida Juan Velasco Alvarado, Distrito De Pillco Marca, Huánuco, 2022

Se toma en cuenta la sumatoria de todas las capas presentes en la estructura del pavimento flexible, con la finalidad de igualar o superar el valor de SN, se toma las dimensiones de los espesores recomendados por la ASHTO 93, para losa asfáltica y para sub base granular como se observa en la Figura 25.

**Figura 25**  
*Diseño de espesores del pavimento*



*Nota.* Elaboración propia, medidas en pulgadas y centímetros

El diseño del pavimento flexible para la Avenida Juan Velasco Alvarado, Distrito De Pillco Marca, Huánuco, 2022 será con un espesor total de 60 cm, con dos direcciones y 2 carriles de dirección. Resultando 5 cm para la losa asfáltica, 25 cm de espesor para la base granular y 30 cm de espesor para la subbase granular, debido a que el proyecto presenta un suelo regular.



## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN**

### **5.1. Evaluación del valor obtenido del ESAL de diseño**

En relación a los resultados logrados en la determinación del ESAL de la Avenida Juan Velasco Alvarado, fueron satisfactorios sin dificultad alguna, con un valor 206'000,00 o 2,06E+05 EE para un periodo de diseño de 20 años. tomando en cuenta una tasa anual de creciente de 1,93% para vehículos ligeros y 8,60% para vehículos pesados. Encontrándose así la Avenida Juan Velasco Alvarado en la categoría número uno del manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), como camino de bajo volumen de tránsito con un ESAL de 150'001 hasta 1'000,000 EE.

### **5.2. Evaluación del resultado del CBR**

Los procesos evaluados para obtener el CBR de diseño en la Avenida Juan Velasco Alvarado, se obtuvo mediante 4 puntos de control, tomando así el valor más crítico con la finalidad de garantizar una estructura consistente de acuerdo al manual de carreteras.

Se evidencia en la Tabla 12 los resultados concluidos y obtenidos del CBR, evidenciando así que 6,54% corresponde al valor más crítico, utilizado para el diseño del pavimento flexible.

### **5.3. Evaluación de los espesores del pavimento flexible**

Los valores calculados mediante la metodología del AASHTO 93 para el diseño del pavimento flexible de la Avenida Juan Velasco Alvarado, dieron lugar a distintos espesores por capas, ya sea para subbase, base granular y carpeta asfáltica.

Se evidencio que el proyecto requiere una losa asfáltica de 2" o 5,08 cm para garantizar el óptimo desempeño de la estructura en la Avenida Juan Velasco Alvarado y dar la transitabilidad adecuada de acuerdo a los parámetros de Serviciabilidad.

Se obtuvo el espesor de la base granular con un valor de 10" o 25,40 cm, cuyo material compacto es indispensable para proteger la estructura y servir de soporte o base para la colocación de la losa asfáltica de la Avenida Juan Velasco Alvarado.

Bajo los estudios realizados de suelos, resulto la necesidad de incluir una subbase con un espesor de 12" o 30,48 cm para la estructura de la Avenida Juan Velasco Alvarado, debido a las condiciones de la subrasante por presenta un CBR regular con una mínima diferencia a una subrasante pobre.

## CONCLUSIONES

El proyecto de investigación de la Avenida Juan Velasco Alvarado, concluye con la obtención de los resultados del ESAL de diseño, CBR de diseño y cálculo de los espesores del pavimento flexible, con la finalidad de realizar el diseño estructural del pavimento en las mejores condiciones posibles cercanas a la realidad.

Al determinar el valor del ESAL de diseño se obtuvo un total de 206'000,00 o  $2,06E+05$  EE para un periodo de vida útil de 20 años, el cual encontrándose así en un tránsito de bajo volumen.

El valor del CBR de diseño para la Avenida Juan Velasco Alvarado fue 6,54%, encontrándose así con una subrasante regular entre 6% a 10% de acuerdo al manual de carreteras mencionado.

Se ha propuesto según los cálculos obtenidos los espesores del pavimento flexible que garantizan un diseño estructural estable para dar transitabilidad a la Avenida Juan Velasco Alvarado, con un confort adecuado para todo tipo de transeúnte y con un tiempo de vida útil mínimo 20 años.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a la dirección de transportes y comunicaciones de Huánuco establecer mayor importancia a los mantenimientos viales, debido a que en la provincia de Huánuco se observa precipitaciones en los primeros meses del año. Las fallas superficiales que generan las precipitaciones en las vías producen patologías que no brindan la Serviciabilidad necesaria para el flujo vehicular.

Se recomienda a la dirección de transportes y comunicaciones de Huánuco como acción preventiva que una vez culminada la pavimentación se verifique la carpeta asfáltica en un periodo de 10 años con el fin de poder dar una evaluación del pavimento, y observar el desgaste que pueda ocasionar el flujo vehicular en dicho periodo tales como agrietamientos, ahuellamiento, piel de cocodrilo y mediante esto conocer el estado real de pavimento y tomar las medidas correctivas.

Se recomienda a las entidades encargadas como la dirección de transportes y comunicaciones de Huánuco junto a la municipalidad del distrito de Pilcomarca realicen verificaciones rutinarias permanentemente, para prevenir las fallas superficiales, y si existiesen las fallas tratarlas en el momento para que no sigan avanzando y propagándose progresivamente.

Se recomienda a la dirección de transportes y comunicaciones de Huánuco en caso de que existiesen fallas superficiales determinar el grado de severidad de los deterioros, con el fin de implementar reparaciones técnicas adecuadas, garantizando la transitabilidad vehicular y la vida útil de la estructura del pavimento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. Estados Unidos: Guide for design of pavement structure. Obtenido de Numero Estructural: <https://www.cuevadelcivil.com/2010/05/numero-estructural.html>
- Calo, D. (2012). *Diseño de Pavimento Rígido*. San Salvador de Jujuy-Argentina: Instituto del Cemento Portland Argentino.
- Camacho, J. (2015). *Analisis del ciclo de vida de los pavimentos asfálticos. Life cycle analysis of asphalt pavements*. Nueva Granada-Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Campagnoli, S. (2017). Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales. *Revista Ingeniería Universidad de los Andes*, 22-31.
- Carcial, P. (2015). *Planificación y gestión de la Infraestructura Vial. Modelación del comportamiento de Pavimentos/Pérdida de sercviabilidad*. España: 3ing Arquitectura, Ingeniería y Construcción.
- Cedeño, J. (2014). *Propuesta de metodología complementaria a los diseños de pavimentos según AASHTO 93*. Guayaquil - Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Chávez, R. (2018). *Diseño del pavimento flexible para la Avenida Morales Suárez, de la Vía Expresa línea amarilla en la ciudad de Lima*. Lima.
- Corros, M. (2015). *Manual de Evaluación de Pavimentos*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Delmar, S. (2004). *Conservación de pavimentos: Metodología y Estrategias*. USA: Pavement Preservation System, L.L.C. USA.
- Espinoza, T. & Santiago, F. (2015). *Evaluación del estado actual del pavimento asfáltico de la vía Huánuco Kotosh por el método del índice de condición del pavimento (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú. Huanuco.

- Farinango, F. & Riaño, D. (2016). estudio de tránsito y modelación para dar. *Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.*
- Flores, H. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido y condición operacional en la avenida Perú del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho-2016.* Huamanga: Universidad Católica los Angeles Chimbote.
- García, A. (2015). *Diseño de pavimento asfáltico por el metodo AASHTO 93 empleando elsoftware DISAASHTO 93.* Bogotá - Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. programa de especialización en ingenieríapavimentos.
- Gomez, S. (2014). *Diseño estructural del pavimento flexible para el anill vial del óvalo Grau - Trujillo, La Libertad.* Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Guzman, M. (2017). *Evaluacion superficial del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo Av. Jorge basadre Grohmann Este- Av. Basadre y Forero, aplicando el Método del PCI.* Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Herra, L. (2017). Tratamientos superficiales como alternativa en rutas de lastre. *Programa de Infraestructura del Transporte, 1-22.*
- Leguía, P; Pacheco, H. (2016). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el metodo Pavemente Condition Index (PCI) en las vias arteriales: cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima).* Lima: Universidad de San Martin de Porres.
- Lozano, D. (2015). *Diseño óptimola estructura del pavimento flexible en la H.U.P Villa Victoria del istricto de Nuevo Chimbote, mediante el método del Instituto del Asfalto y AASHTO.* Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa - Chimbote.

- Medina, R; Farro, D. (2018). *Evaluación superficial y de rugosidad del pavimento en la Av. Circunvalación Oeste, tramo: Ovalo Transportes - Ovalo Cuzco, distrito de Tacna, provincia de Tacna, Tacna -2017*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Moreno, L; Parrales, G; Cobos, D; Cordero, M; Peralta, J; Ponce, F; Baque, B. (2018). *Mantenimiento y conservación de carreteras*. Manabi - Ecuador: Area de innovación y desarrollo, S.L. Primera Edición marzo 2018.
- Ortega, J. (2016). *Análisis de las condiciones superficiales del pavimento utilizando los métodos del PCI (índice de condición de pavimentos) y del MTC, para su tipo de mejoramiento y/o rehabilitación en el Jr. 2 de mayo del distrito de Huánuco (tesis de pregrado)*. Universi. Huanuco.
- Rabanal, J. (2014). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento, Cajamarca - 2014*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Ramos, E. (2011). *Determinación y Evaluación de las patologías del concreto en las plataformas deportivas de las Instituciones Educativas Estatales*. Tumbes, Tumbes, Perú: Universidad Nacional de Tumbes.
- Rodríguez, E. (2009). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento flexible la Av. Luis Montero, distrito de Castilla. (Tesis de pregrado)*. Universidad de Piura, Piura.
- Rojas, F. (2018). *Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. César vallejo, tramo Cruce con la Av. Separadora Industrial hasta el cruce con el cementerio en el distrito Villa el Salvador, provincia de Lima, departamento de Lima*. Lima.
- Salamanca, M; Zuluaga, S. (2014). *Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos INVIAS, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto*

*para la vía La Ye - Santa Lucía, Barranca Lebrija entre las abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del César. Bogotá - Colombia: Universidad Católica de Colombia.*

Shahin, M. (2005). *Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots*. USA: Springer Science + Business Media. LLC 2° Edición.

Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales: INGEPAV.

Vergara, A. (2015). *Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo Quichuay - Ingenio del KM 0+000 al KM 1+000, 2014*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Zapata, A. (2017). *Determinación y evaluación d las patoogías del avimento flexible de la calle Lima del asentamiento humano San Pedro, distrito de Piura, provincia de Piura y departamento de Piura, noviembre 2017*. Piura: Universidad Católica Los Angeles Chimbote.



## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Consistencia

**TÍTULO: “DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AVENIDA JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO, 2022”**

**TESISTA: BACH. OSCAR EDUARDO SERRANO CHOQUECOTA Y BACH. JEAN PIERRE VILLANUEVA ELIAS**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>1. INTERROGANTE PRINCIPAL</b></p> <p>¿De qué manera el diseño del pavimento asfáltico mejoraría la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022?</p>	<p><b>1. OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Diseñar la estructura del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022.</p>	<p><b>1. HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>El diseño de la estructura del pavimento asfáltico ayudara a mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, 2022.</p>	<p><b>Variable Dependiente(X)</b></p> <p><b>X1. Transitabilidad vehicular</b></p> <p style="text-align: center;">Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipos de pavimentos</li> </ul> <p>Escala de medición: clasificación del pavimento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cálculo de la transitabilidad</li> </ul> <p>Escala de medición: adimensional</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicada con enfoque cuantitativa</li> </ul> <p><b>Diseño de la Investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descriptiva exploratoria</li> </ul> <p><b>Muestra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco</li> </ul> <p><b>Técnicas de Recolección de datos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación.</li> <li>- Formato de campo</li> <li>- Estudio de tráfico</li> <li>- Estudio de suelos</li> <li>- Ensayo de laboratorio</li> </ul>
<p><b>2. INTERROGANES ESPECÍFICAS</b></p> <p>a) ¿Cómo influye el ESAL (Equivalent Single Axle Load) en el diseño del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco?</p> <p>b) ¿Cómo influye el CBR (California Bearing Ratio) en el diseño del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco?</p> <p>c) ¿Cuáles son los espesores del pavimento asfáltico que mejoraría la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco, utilizando la metodología AASHTO 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials)?</p>	<p><b>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) Determinar si el ESAL (Equivalent Single Axle Load) cumple con los parámetros de diseño del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco.</p> <p>b) Determinar si el CBR (California Bearing Ratio) cumple con los parámetros de diseño del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco.</p> <p>c) Determinar los espesores del pavimento asfáltico utilizando la metodología del AASHTO 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials) para mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco.</p>	<p><b>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>a) La determinación del ESAL (Equivalent Single Axle Load) cumple con los parámetros de diseño del pavimento asfáltico, lo que ayudara a mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco.</p> <p>b) La determinación del CBR (California Bearing Ratio) cumple con los parámetros de diseño del pavimento asfáltico, lo que ayudara a mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco.</p> <p>c) La determinación de los espesores del pavimento asfáltico utilizando la metodología del AASHTO 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials), permitirá mejorar la transitabilidad vehicular en la Avenida Juan Velasco Alvarado, distrito de Pillco Marca, Huánuco.</p>	<p><b>Variable Independiente(Y)</b></p> <p><b>Y1. Diseño de pavimento asfáltico</b></p> <p style="text-align: center;">Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Métodos de diseño</li> <li>▪ Metodología AASHTO 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials)</li> <li>▪ Índice Medio Diario – estudio de tráfico vehicular</li> <li>▪ ESAL (Equivalent Single Axle Load)</li> <li>▪ Cálculo de CBR (California Bearing Ratio)</li> <li>▪ Módulo resiliente</li> <li>▪ Periodo de diseño</li> <li>▪ Coeficiente de capa</li> <li>▪ Condiciones de drenaje</li> <li>▪ Confiabilidad</li> <li>▪ Serviciabilidad</li> <li>▪ Numero estructural</li> <li>▪ Espesores mínimos</li> </ul> <p>Escala de medición: condición del cumplimiento</p>	<p><b>Instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ficha o formulario de observación.</li> <li>- Guías de observación y formatos de campo</li> <li>- Metodología AASHTO 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials).</li> <li>- CE.010 Pavimentos urbanos</li> </ul>



Anexo 3. Conteo Vehicular día Martes

TRAMO DE LA CARRETERA	Cayhuaynita (0+000) - Otorongo (Km 3+687.96)		
SENTIDO	HUANUCO - CAYHUAYNA	E ←	S →
UBICACIÓN	Cayhuayna Km 1+840 (AV. Juan Velazco Alvarado)		

ESTACION	E2		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	MARTES	05	04 2022

HORA	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																							
00-01	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01-02	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
02-03	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
03-04	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
04-05	3	3	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
05-06	7	5	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
06-07	9	16	18	5	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
07-08	22	35	46	12	7	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130
08-09	18	25	41	9	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103
09-10	13	16	22	6	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
10-11	9	11	20	5	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
11-12	16	18	27	5	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
12-13	18	29	37	10	5	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106
13-14	16	25	35	8	4	0	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95
14-15	13	13	24	7	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
15-16	7	9	17	6	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
16-17	10	14	20	7	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
17-18	12	18	23	8	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
18-19	17	21	28	9	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79
19-20	15	19	25	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
20-21	12	16	22	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
21-22	11	10	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
22-23	7	5	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
23-24	4	1	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
<b>TOTAL</b>	<b>240</b>	<b>315</b>	<b>461</b>	<b>119</b>	<b>45</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1244</b>

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTCC : \_\_\_\_\_

## Anexo 4. Conteo Vehicular día Miércoles

TRAMO DE LA CARRETERA	Cayhuaynita (0+000) - Otorongo (Km 3+687.96)			ESTACION	E2			
SENTIDO	HUANUCO - CAYHUAYNA	E ←	S →	CODIGO DE LA ESTACION				
UBICACION	Cayhuayna Km 1+840 (AV. Juan Velazco Alvarado)			DIA Y FECHA	MIERCOLES	06	04	2022

HORA	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL			
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00-01	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01-02	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02-03	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
03-04	1	3	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
04-05	5	4	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
05-06	7	8	26	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
06-07	15	14	30	8	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
07-08	24	28	39	12	5	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114
08-09	16	24	34	11	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
09-10	12	22	26	6	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
10-11	14	23	32	7	3	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
11-12	15	24	33	7	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86
12-13	16	25	44	11	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
13-14	14	21	38	9	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
14-15	14	18	31	6	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
15-16	10	10	22	6	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
16-17	15	13	30	7	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
17-18	15	15	32	8	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76
18-19	15	22	37	9	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89
19-20	13	21	32	8	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82
20-21	11	17	26	7	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
21-22	10	15	25	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
22-23	8	13	22	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
23-24	4	9	15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
<b>TOTAL</b>	<b>254</b>	<b>351</b>	<b>601</b>	<b>143</b>	<b>50</b>	<b>5</b>	<b>51</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1458</b>

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_






















ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTCC : \_\_\_\_\_

## Anexo 5. Conteo Vehicular día Jueves

TRAMO DE LA CARRETERA	Cayhuaynita (0+000) - Otorongo (Km 3+687.96)		
SENTIDO	HUANUCO - CAYHUAYNA	E ←	S →
UBICACIÓN	Cayhuayna Km 1+840 (AV. Juan Velazco Alvarado)		

ESTACION	E2		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	JUEVES	07	04 2022

HORA	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL		
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3	
DIAGRA. VEH.																							
00-01	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
01-02	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
02-03	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
03-04	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
04-05	3	3	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
05-06	6	5	13	4	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
06-07	17	17	21	8	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
07-08	27	38	55	16	8	0	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152
08-09	20	26	50	12	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
09-10	16	19	27	8	4	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81
10-11	17	20	24	9	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79
11-12	20	22	33	10	5	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95
12-13	20	33	45	12	5	1	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122
13-14	19	25	43	10	4	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109
14-15	16	16	29	6	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
15-16	13	10	20	7	1	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
16-17	15	13	24	8	2	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
17-18	16	17	28	9	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
18-19	17	22	34	12	3	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
19-20	14	20	30	7	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78
20-21	12	15	26	5	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
21-22	11	12	23	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
22-23	11	9	15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
23-24	3	4	12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
<b>TOTAL</b>	<b>297</b>	<b>351</b>	<b>564</b>	<b>152</b>	<b>64</b>	<b>5</b>	<b>67</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1513</b>

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTCC : \_\_\_\_\_

**Anexo 6. Conteo Vehicular día Viernes**

TRAMO DE LA CARRETERA	Cayhuaynita (0+000) - Otorongo (Km 3+687.96)		
SENTIDO	HUANUCO - CAYHUAYNA	E ←	S →
UBICACIÓN	Cayhuayna Km 1+840 (AV. Juan Velazco Alvarado)		

ESTACION	E2		
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	VIERNES	08	04

HORA	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																						
00-01	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01-02	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02-03	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03-04	2	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04-05	3	3	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05-06	10	5	21	9	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06-07	16	16	27	11	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07-08	25	39	53	16	5	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08-09	19	33	45	16	4	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09-10	13	24	38	12	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10-11	14	25	33	7	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11-12	15	25	37	11	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12-13	23	26	41	17	4	1	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13-14	19	21	36	15	4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14-15	16	19	30	6	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15-16	12	12	22	8	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16-17	14	15	27	10	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17-18	18	16	28	15	4	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18-19	22	19	30	15	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19-20	20	15	29	17	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20-21	18	14	24	18	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21-22	18	13	24	15	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22-23	15	10	20	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23-24	7	3	13	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>320</b>	<b>359</b>	<b>595</b>	<b>244</b>	<b>55</b>	<b>2</b>	<b>77</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTCC : \_\_\_\_\_

### Anexo 7. Conteo Vehicular día Sábado

TRAMO DE LA CARRETERA	Cayhuaynita (0+000) - Otorongo (Km 3+687.96)		
SENTIDO	HUANUCO - CAYHUAYNA	E ←	S →
UBICACIÓN	Cayhuayna Km 1+840 (AV. Juan Velazco Alvarado)		

ESTACION		E2	
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	SABADO	09	04 2022

HORA	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
01-02	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
02-03	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
03-04	2	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
04-05	4	4	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
05-06	8	10	20	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
06-07	12	15	24	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
07-08	19	18	29	16	5	0	7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
08-09	15	27	41	11	2	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103
09-10	12	21	34	9	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
10-11	17	19	30	5	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76
11-12	18	20	31	8	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
12-13	21	23	34	12	4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
13-14	17	18	30	11	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
14-15	13	13	25	5	2	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
15-16	14	15	25	7	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
16-17	14	16	26	8	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
17-18	15	17	27	12	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78
18-19	17	15	25	12	2	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76
19-20	18	14	23	13	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
20-21	18	11	20	13	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
21-22	13	10	19	11	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
22-23	7	9	18	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
23-24	4	3	12	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
<b>TOTAL</b>	<b>281</b>	<b>303</b>	<b>513</b>	<b>190</b>	<b>41</b>	<b>1</b>	<b>68</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1403</b>

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTCC : \_\_\_\_\_



### Anexo 8. Conteo Vehicular día Domingo

TRAMO DE LA CARRETERA	Cayhuaynita (0+000) - Otorongo (Km 3+687.96)			ESTACION	E2			
SENTIDO	HUANUCO - CAYHUAYNA	E ←	S →	CODIGO DE LA ESTACION				
UBICACIÓN	Cayhuayna Km 1+840 (AV. Juan Velazco Alvarado)			DIA Y FECHA	DOMINGO	10	04	2022

HORA	MOTO LINEAL	MOTO CAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL			
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00-01	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
01-02	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
02-03	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
03-04	4	5	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
04-05	7	8	17	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
05-06	10	15	30	10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
06-07	16	21	36	13	3	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
07-08	28	28	42	23	6	0	10	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139
08-09	23	40	60	17	5	0	7	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155
09-10	20	32	51	14	4	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129
10-11	25	27	44	8	2	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113
11-12	28	30	47	13	3	0	6	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129
12-13	32	35	50	18	6	1	8	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153
13-14	25	27	45	16	4	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
14-15	20	20	36	8	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
15-16	22	22	39	10	2	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102
16-17	22	23	39	12	3	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106
17-18	23	24	41	17	4	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116
18-19	26	22	37	18	3	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112
19-20	28	21	35	19	2	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112
20-21	27	17	31	20	2	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103
21-22	21	15	30	17	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89
22-23	11	13	27	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
23-24	1	3	19	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
<b>TOTAL</b>	<b>423</b>	<b>453</b>	<b>768</b>	<b>283</b>	<b>57</b>	<b>1</b>	<b>101</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2107</b>

ENCUESTADOR : \_\_\_\_\_

JEFE DE BRIGADA : \_\_\_\_\_

ING.RESPONS: \_\_\_\_\_

SUPERV.MTCC : \_\_\_\_\_