

**Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO APLICANDO  
AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA  
TRANSITABILIDAD VEHÍCULAR DE UNA VÍA  
URBANA**

**AUTOR**

**SOCLA GARAY, JHONATTAN STEVEN**

**ORCID: 0009-0000-2744-796X**

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

**ASESOR**

**Mtro. ALVA VILLACORTA OSCAR FREDY**

**ORCID: 0000-0003-4085-7378**

**LINEA Y SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN  
ENERGÍA RENOVABLE E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA -  
INGENIERIA DE TRANSPORTES**

**HUARAZ – PERÚ**

**2023**







"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Constancia de Similitud N° CS-011-2024/UI-FIC

Huaraz, 23 de Mayo del 2024.

### CERTIFICADO DE SIMILITUD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNASAM, **deja constancia** que la tesis titulada "**DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA**" desarrollada por **JHONATTAN STEVEN SOCLA GARAY** identificado con código 092.0904.612, que será sustentada el 13 de Junio del 2024, cuenta con **08 %** de similitud según el informe de originalidad<sup>1</sup> y reporte de similitud<sup>2</sup> de fecha 03 de Abril del 2024, elaborado por su Asesor de Tesis **Mg. Ing. Oscar Fredy Alva Villacorta**.

Se emite este documento como requisito para presentar y sustentar la tesis, según lo establecido por el Art. 7.e del Reglamento de Originalidad y/o Grado de Similitud de la Producción Académica, Científica e Investigativa en la UNASAM<sup>3</sup>.

Asimismo, se expide la presente, a solicitud de la tesista para que se continúe el trámite correspondiente.

Atentamente,



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
Dr. Ing. DAVID MILAYA HUERTA  
JEFE  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FIC

Cc.

Archivo digital  
RADB/JUI-FIC

<sup>1</sup> Anexo N° 01/02. Informe de originalidad.

<sup>2</sup> Anexo N° 02/02. Reporte de similitud.

<sup>3</sup> Aprobada por RCU-R N° 126-2022-UNASAM del 25 feb 2022.



Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM  
**ANEXO 1**  
**INFORME DE SIMILITUD.**

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

"Diseño de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana"

Presentado por: Jhonattan Steven Socla Garay

con DNI N°: 47286482

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero civil

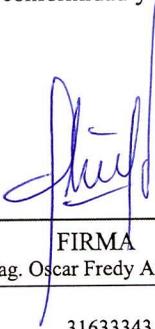
Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : 8% de similitud.

**Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).**

Porcentaje		Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda <input type="radio"/>
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 21/06/2024

  
FIRMA  
Apellidos y Nombres: Mag. Oscar Fredy Alva Villacorta  
DNI N°: 31633343

Se adjunta:  
1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**BORRADOR DE TESIS**

AUTOR

**JHONATTAN STEVEN SOCLA GARAY**

RECUENTO DE PALABRAS

**53529 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**195689 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**269 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**45.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Apr 3, 2024 8:24 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Apr 3, 2024 8:28 PM GMT-5**

### ● 8% de similitud general

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

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente

## *Dedicatoria*

*Le dedico este proyecto de tesis a toda mi familia. Principalmente a mi madre Juana, que me apoya y contiene en los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza, ni morir en el intento.*

**EL AUTOR**

## Agradecimiento

*Quiero extender un sincero agradecimiento al Mg. Ing. Oscar Fredy Alva Villacorta, principal asesor de la presente tesis, por su paciencia, disponibilidad y generosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento sobre diseños de pavimento estudiado en esta tesis. Le agradezco también por sus siempre atentas y rápidas respuestas a las diferentes inquietudes surgidas durante el desarrollo de este trabajo, lo cual se ha visto también reflejado en los buenos resultados obtenidos.*

*Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo este arduo trabajo de tesis.*

*A mis padres, Juana y Jorge, por su ejemplo de lucha y honestidad; y a mi hermano Luis por ser un ejemplo de valentía, capacidad y superación... ¡por ellos y para ellos!*

**EL AUTOR**

## Índice

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>4</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>9</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>12</b>
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b> .....	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>16</b>
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.2.1. Problema general .....	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
1.4. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO .....	23
1.5. OBJETIVOS.....	24
1.5.1. Objetivo general .....	24
1.5.2. Objetivo específico .....	24
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>25</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
2.2. BASES TEÓRICAS.....	31
2.2.1. Pavimentos .....	31
2.2.1.1. Pavimento rígido.....	31
2.2.1.2. Componentes de un pavimento rígido .....	32
2.2.1.3. Diseño de un pavimento rígido.....	34
2.2.2. Transitabilidad.....	36
2.2.3. Métodos de diseño de pavimentos.....	39
2.2.3.1. AASHTO (American Association of state highway and transportation Officials) 39	
2.2.3.2. PCA (Portland Cement Association) .....	46
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	62
2.4. HIPÓTESIS .....	64
2.5. VARIABLES .....	64
2.5.1. Operacionalización de variables.....	64
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>66</b>
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	66
3.1.1. Métodos .....	66
3.1.2. Por el enfoque.....	66
3.1.3. Por el nivel.....	66
3.1.4. Diseño de la Investigación.....	67

3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	68
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	70
3.4.	DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS .....	71
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>124</b>
4.1.	RESULTADOS .....	124
4.1.1.	Diseño del pavimento rígido, método de AASHTO (American of State Highway and Transportation Officials).....	124
4.1.1.1.	Estudio de tránsito vehicular.....	124
4.1.1.2.	Parámetros de las propiedades del suelo.....	125
4.1.1.3.	Diseño por el método AASHTO.....	126
4.1.2.	Diseño de pavimento rígido, método PCA (Portland Cement Association)	127
4.1.3.	Análisis comparativo de parámetros de diseño del pavimento rígido por ambos métodos .....	129
4.1.3.1.	Análisis comparativo según el método .....	129
4.1.3.2.	Análisis comparativo según los resultados .....	131
4.1.3.3.	Análisis comparativo de presupuesto .....	132
4.1.4.	Transitabilidad vial según el nivel de servicio .....	134
4.2.	ANÁLISIS O DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	136
4.3.	CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	137
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>141</b>
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>147</b>	
ANEXO A:	MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	148
ANEXO B:	DEMANDA DE TRÁNSITO VEHICULAR .....	150
ANEXO C:	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS .....	193
ANEXO D:	DISEÑO POR EL MÉTODO AASHTO .....	218
	224	
ANEXO E:	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS.....	225
ANEXO F:	METRADO PARA CADA MÉTODO (AASHTO Y PCA).....	230
ANEXO G:	PRESUPUESTO GENERAL POR CADA MÉTODO (AASHTO Y PCA).....	233
ANEXO H:	TABLAS SALARIALES 2022-2023 .....	235
ANEXO I:	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LABORATORIO .....	241
ANEXO J:	PANEL FOTOGRÁFICO .....	253
ANEXO K:	NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR.....	264
ANEXO L:	PLANOS .....	267

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Factores justificantes .....	21
<b>Tabla 2</b> Tipo de vía a diseñar .....	37
<b>Tabla 3</b> Valores de densidad máximas permitidas .....	37
<b>Tabla 4</b> Niveles de servicio .....	39
<b>Tabla 5</b> Factor de líneas de tráfico .....	42
<b>Tabla 6</b> Valor recomendado de confiabilidad .....	43
<b>Tabla 7</b> Valor final de serviciabilidad recomendado .....	44
<b>Tabla 8</b> Valores de Cd recomendados por la AASHTO para pavimentos rígidos... 45	
<b>Tabla 9</b> Tasas anuales de crecimiento de tráfico y factores de proyecciones correspondientes.....	48
<b>Tabla 10</b> Tabla de tensión equivalente, sin berma de concreto (eje simple/tándem)50	
<b>Tabla 11</b> Tabla de tensión equivalente, con berma de concreto (eje simple/tándem) .....	50
<b>Tabla 12</b> Tabla de factor de erosión con Dowels y sin bermas de concreto .....	53
<b>Tabla 13</b> Tabla de factor de erosión sin dowels y sin berma de concreto .....	54
<b>Tabla 14</b> Tabla de factor de erosión con dowels y con berma de concreto.....	54
<b>Tabla 15</b> Tabla de factor de erosión sin dowels y con berma de concreto.....	55
<b>Tabla 16</b> Tabla de diseño simplificado para categoría 1, pavimento con trabazón de agregados en las juntas.....	58
<b>Tabla 17</b> Tabla de diseño simplificado para categoría 2, pavimento con dowels en las juntas.....	58
<b>Tabla 18</b> Tabla de diseño simplificado para categoría 3, pavimento con dowels en las juntas.....	59
<b>Tabla 19</b> Tabla de diseño simplificado para categoría 3, pavimento con trabazón de agregados en las juntas.....	59
<b>Tabla 20</b> Tabla de diseño simplificado para categoría 4, pavimento con dowels en las juntas.....	60
<b>Tabla 21</b> Tabla de diseño simplificado para categoría 4, pavimento con trabazón de agregados en las juntas.....	61
<b>Tabla 22</b> Operacionalización de variables .....	65
<b>Tabla 23</b> Formato de conteo vehicular elaborado. ....	75

<b>Tabla 24</b>	Ensayos ejecutados en laboratorio GeoStruct .....	78
<b>Tabla 25</b>	Ensayos ejecutados en laboratorio GeoStruct .....	79
<b>Tabla 26</b>	Tipo de vía y periodo de diseño .....	87
<b>Tabla 27</b>	Índice de serviciabilidad inicial .....	88
<b>Tabla 28</b>	Índice de serviciabilidad final .....	88
<b>Tabla 29</b>	Factor de distribución en relación al número de carriles .....	88
<b>Tabla 30</b>	Factor de distribución por carril en cada sentido .....	89
<b>Tabla 31</b>	Factores de distribución y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño. ....	90
<b>Tabla 32</b>	Factores de reajuste por presión de neumáticos (Fp) .....	91
<b>Tabla 33</b>	Pesos según el eje vehicular para factores de vehículos pesados.....	91
<b>Tabla 34</b>	Relación de cargas por eje para determinar equivalentes (EE) para pavimentos rígidos. ....	92
<b>Tabla 35</b>	Cálculo de número de ejes equivalentes (ESAL).....	93
<b>Tabla 36</b>	Valores de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años). ....	94
<b>Tabla 37</b>	Valores recomendados para la confiabilidad (R), desviación estándar normal (ZR) y Error estándar combinado (So) .....	95
<b>Tabla 38</b>	Valores de coeficiente de transferencia de carga “J” .....	96
<b>Tabla 39</b>	Capacidad de drenaje .....	96
<b>Tabla 40</b>	Coeficiente de drenaje.....	97
<b>Tabla 41</b>	Valores de resistencia del concreto según el rango de tránsito vehicular .	98
<b>Tabla 42</b>	Parámetros calculados para el diseño de pavimento por AASHTO .....	99
<b>Tabla 43</b>	Tránsito proyectado.....	101
<b>Tabla 44</b>	CBR de calicatas estudiadas. ....	101
<b>Tabla 45</b>	Módulo de reacción (K) en relación al CBR (%).....	102
<b>Tabla 46</b>	Módulo de reacción de la subbase granular (Kc).....	103
<b>Tabla 47</b>	Cálculo del número de ejes equivalente según cada peso del eje vehicular .....	104
<b>Tabla 48</b>	Resumen de ESAL por tipo de eje x (Tn).....	105
<b>Tabla 49</b>	Parámetros de diseño para e=8.5” .....	105
<b>Tabla 50</b>	Cálculos de esfuerzo equivalente, factor de erosión y factor de relación de esfuerzo para e=8.5” .....	106

<b>Tabla 51</b> Resumen de cálculo del análisis por fatiga y erosión, asumiendo un espesor de 8.5” .....	113
<b>Tabla 52</b> Parámetros de diseño para $e=9.0$ ” .....	113
<b>Tabla 53</b> Cálculos de esfuerzo equivalente, factor de erosión y factor de relación de esfuerzo para $e=9.0$ ” .....	114
<b>Tabla 54</b> Resumen de cálculo del análisis por fatiga y erosión, asumiendo un espesor de 9.0” .....	121
<b>Tabla 55</b> Resumen de composición de tráfico vehicular según el Índice Medio Semanal .....	125
<b>Tabla 56</b> Resumen de características de las calicatas ensayadas en laboratorio... ..	126
<b>Tabla 57</b> Resumen de parámetros calculado para el método AASHTO .....	127
<b>Tabla 58</b> Resumen de parámetros y calculo por el método PCA.....	128
<b>Tabla 59</b> Análisis comparativo de los métodos AASHTO y PCA.....	130
<b>Tabla 60</b> Resumen comparativo de diseños .....	131
<b>Tabla 61</b> Análisis comparativo de presupuesto de estructura de pavimento rígido hallado según el método AASHTO y PCA.....	133
<b>Tabla 62</b> Densidad máxima y demora máxima vehicular en el Jr. Primavera, Huaraz. ....	135

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Jr. Primavera, Huaraz .....	18
<b>Figura 2</b> Sección del pavimento rígido .....	33
<b>Figura 3</b> Capas del pavimento rígido .....	34
<b>Figura 4</b> Losa simple con juntas .....	35
<b>Figura 5</b> Losa reforzada con juntas .....	35
<b>Figura 6</b> CRCP-Pavimento de concreto armado continuo.....	35
<b>Figura 7</b> Índice de serviciabilidad.....	36
<b>Figura 8</b> Interrelaciones aproximadas entre la clasificación de suelos y CBR (valores soporte).....	46
<b>Figura 9</b> Factor de distribución de camiones en un carril cuando hay 2 o 3 en una misma dirección. ....	47
<b>Figura 10</b> Factor de tensión.....	51
<b>Figura 11</b> Ábaco para el análisis de fatiga para las repeticiones de carga admisible .....	52
<b>Figura 12</b> Ábaco para el análisis por erosión para las repeticiones de carga admisible .....	56
<b>Figura 13</b> Ciudad de Huaraz .....	69
<b>Figura 14</b> Jr. Primavera, Ciudad de Huaraz .....	69
<b>Figura 15</b> Toma de datos del conteo vehicular en el cruce del jirón Primavera y la Av. Confraternidad internacional Este.....	74
<b>Figura 16</b> Toma de datos del conteo vehicular en la estación 2. ....	74
<b>Figura 17</b> Identificación de puntos de exploración de calicatas C-1 y C-2 en el jirón Primavera. ....	76
<b>Figura 18</b> Identificación de puntos de exploración de calicatas C-3 en el jirón Primavera. ....	77
<b>Figura 19</b> Calicatas extraídas C-1, C-2 y C-3 del jirón Primavera. ....	77
<b>Figura 20</b> Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes simples en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 1. ..	107
<b>Figura 21</b> Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes simples en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 1.....	108

<b>Figura 22</b>	Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes tándem en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 1....	109
<b>Figura 23</b>	Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes tándem en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 1. ....	110
<b>Figura 24</b>	Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes tridem en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 1. ....	111
<b>Figura 25</b>	Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes tridem en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 1.....	112
<b>Figura 26</b>	Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes simples en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 2. ..	115
<b>Figura 27</b>	Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes simples en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 2.....	116
<b>Figura 28</b>	Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes tándem en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 2....	117
<b>Figura 29</b>	Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes tándem en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 2. ....	118
<b>Figura 30</b>	Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes tridem en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 1. ....	119
<b>Figura 31</b>	Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes trídem en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 2.....	120
<b>Figura 32</b>	Tránsito vehicular en porcentaje.....	125
<b>Figura 33</b>	Espesor calculado por el método AASHTO.....	127
<b>Figura 34</b>	Espesor calculado por el método PCA .....	128

## Resumen

La investigación desarrollada tuvo como objetivo fundamental, determinar los parámetros de diseño del análisis comparativo de diseño de pavimento rígido aplicando los métodos AASHTO y PCA del Jr. Primavera de la ciudad de Huaraz, para mejorar la transitabilidad vehicular. El método de la tesis se describe desde la tipología de un enfoque cuantitativo, con orientación o naturaleza aplicada, alcance descriptivo y diseño no experimental, cuya población y muestra está definido como un estudio de caso (Jr. Primavera, Huaraz). Respecto a los resultados, los diseños del pavimento rígido arrojan un resultado en espesor de losa de 19.89 y 22.86 centímetros, empleando el método AASHTO-93 y PCA respectivamente; con relación al análisis comparativo, se demuestra la existencia de variabilidad en el método, resultados y costos de construcción calculados según el diseño calculado por cada método, donde se halla una diferencia en 12.99% y 7.74% en relación al diseño del pavimento y el costo de construcción respectivamente, donde el método PCA resulta ser más costoso. Se concluye que, el análisis comparativo de diseño nos permite generar una evaluación técnica y económica para elegir el diseño del pavimento rígido favorable con relación a las condiciones de la zona de estudio, además, se propone emplear el diseño del pavimento rígido calculado por método PCA para mejorar la transitabilidad vial.

**Palabras Clave:** Pavimento rígido, serviciabilidad vehicular, método AASHTO, método PCA.

## Abstract

The research carried out had as its main objective, to determine the design parameters of the comparative analysis of rigid pavement design applying the AASHTO and PCA methods of Jr. Primavera of the city of Huaraz, to improve vehicular trafficability. The method of the thesis is described from the typology of a quantitative approach, with orientation or applied nature, descriptive scope and non-experimental design, whose population and sample is defined as a case study (Jr. Primavera, Huaraz). Regarding the results, the rigid pavement designs show a result in slab thickness of 19.89 and 22.86 centimeters, using the AASHTO-93 and PCA method respectively; In relation to the comparative analysis, the existence of variability in the method, results and construction costs calculated according to the design calculated by each method is demonstrated, where a difference of 12.99% and 7.74% is found in relation to the design of the pavement and the cost. construction respectively, where the PCA method turns out to be more expensive. It is concluded that the comparative design analysis allows us to generate a technical and economic evaluation to choose the favorable rigid pavement design in relation to the conditions of the study area, in addition, it is proposed to use the rigid pavement design calculated by the PCA method. to improve road traffic.

**Key Words:** Rigid pavement, vehicular serviceability, AASHTO method, PCA method.

## Título de la tesis

“DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHÍCULAR DE UNA VÍA URBANA”



## Introducción

La investigación se presenta como relevante dentro de la búsqueda de soluciones ante el problema de la mala serviciabilidad en el tránsito vehicular en la ciudad de Huaraz. Para tal, la investigación pretende resaltar un análisis comparativo de métodos de diseño de pavimento rígido, aquel que genera parámetros técnicos y económicos que permiten generar la discusión de resultados y una elección favorable sobre el diseño óptimo. Para el desarrollo, los métodos utilizados fueron AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y PCA (Portland Cement Association); la primera bajo un análisis de parámetros viales y la segunda bajo un análisis de fatiga y erosión con características de la vía en estudio. Dentro del proceso de la investigación, inicialmente, se realizó el estudio de tráfico y extracción de calicatas para los estudios correspondientes; con estos datos se procedió a realizar el diseño del pavimento rígido por el método AASHTO y posteriormente el método PCA, cuyos resultados permitieron realizar un análisis comparativo de los métodos empleados, resultados generados y el presupuesto generado por cada diseño; para finalmente, verificar el nivel de serviciabilidad que se pretende mejorar.

Los resultados, se enmarcan obteniendo espesores de pavimento rígido de 19.89 y 22.86 centímetros, empleando el método AASHTO-93 y PCA respectivamente, con presupuestos de S/. 1,244,302.61 y S/. 1,348,642.46 para la construcción del pavimento rígido por ambos métodos respectivamente. Se concluye bajo los resultados obtenidos que, al emplear el diseño del pavimento rígido calculado bajo el método PCA permite mejorar la transitabilidad vial en el Jr. Primavera, Huaraz,

con lo cual, podemos resumir que, el análisis comparativo contribuye como fuente de discusión y medio opcional para tomar mejores decisiones para el estudio, entonces, el análisis comparativo de métodos nos proporciona la opción más económica y eficiente para las características de la vía, en síntesis, esto permite aceptar la hipótesis planteada en la investigación.

Finalmente, para su mejor exposición a detalle, la tesis se divide en seis partes; la primera se detalla el planteamiento de la investigación; en la segunda parte, se detalla el marco teórico, con antecedentes y bases teóricas; en la tercera parte se detalla la metodología de la investigación; en la cuarta parte, se exponen los resultados obtenidos y análisis e interpretación correspondiente; y finalmente en la quinta y sexta parte se describen las conclusiones y recomendaciones, y las referencias bibliográficas respectivamente.

## I. Planteamiento de la investigación

### 1.1. Descripción del problema

Las vías de transporte tienen un significado catalogado entre los proyectos de mayor inversión. Estos activos estatales tienen un valor dentro de los diversos sistemas de transporte como aquellas fundamentales. En Latinoamérica, en la línea del tiempo desde los años 80 se ha logrado crear redes viales de amplias envergaduras y de tamaños considerados, y por efecto se considera como necesidad continuar incrementando la cobertura de las redes físicas o vías terrestres.

En el Perú, ante la geografía agreste dentro de la costa, sierra y selva, se ha venido escalando en el crecimiento de la construcción de estas desde los inicios del siglo XX, donde se han edificado vías terrestres y ferroviarias; permitiendo el desarrollo económico que va en crecimiento a través de las inversiones de este tipo. Tadeu (2016), menciona que las carreteras pavimentadas en el Perú han garantizado la mejor ruta de acceso en traslado a nivel nacional, disminuyendo los costos logísticos.

En el contexto local, nacen los problemas en la identificación de diversas vías intransitables como: carreteras pavimentadas, trochas, caminos, entre otras vías de acceso; siendo estas vías en su mayoría, las que visualmente mantienen deterioros, accesos inadecuados y peligros relacionados a su intransitabilidad inminente; teniendo un aproximado de 80% de vías en malas condiciones (El Comercio, 2020). Entonces, no se puede omitir la inestabilidad y falta de durabilidad en las obras viales desde su desgaste y falta de resistencia en el tiempo; donde, además, la baja calidad en las vías son la consecuencia de muchos factores, entre ellos del diseño ineficiente (Rajib & Tahar, 2019).

Las carreteras con estructuras diseñadas, son vías de mayor intercambio entre ciudades, centros poblados, comunidades, etc. porque posibilita la transferencia del ser humano desde otros puntos anexos, permitiendo el mayor desarrollo. Pero dentro de todo lo mencionado, muchas carreteras pavimentadas no cuentan con niveles de transitabilidad correctas. En su mayoría, la falta de un correcto diseño probablemente haya sido una de las causas predominantes a las diferentes consecuencias. Dentro de este aspecto, Jiménez et al (2018) expone que, las deficiencias al momento de realizar el diseño de una infraestructura vial generan mayores costos al tránsito vial, ya que se evidencia en las vías al primer año de vida útil, los diversos desgastes, fisuras y sobre cargas.

En el contexto local, el crecimiento de las ciudades y la conexión de vías importantes para generar mayor desarrollo, lleva la necesidad de ampliar las vías de pavimento, o en su defecto, realizar diseños que superen a los parámetros empleados en la actualidad. En consecuencia, podemos enfatizar, que los problemas respecto al mal estado de los pavimentos en la ciudad de Huaraz, tengan un enfoque respecto al método de diseño empleado.

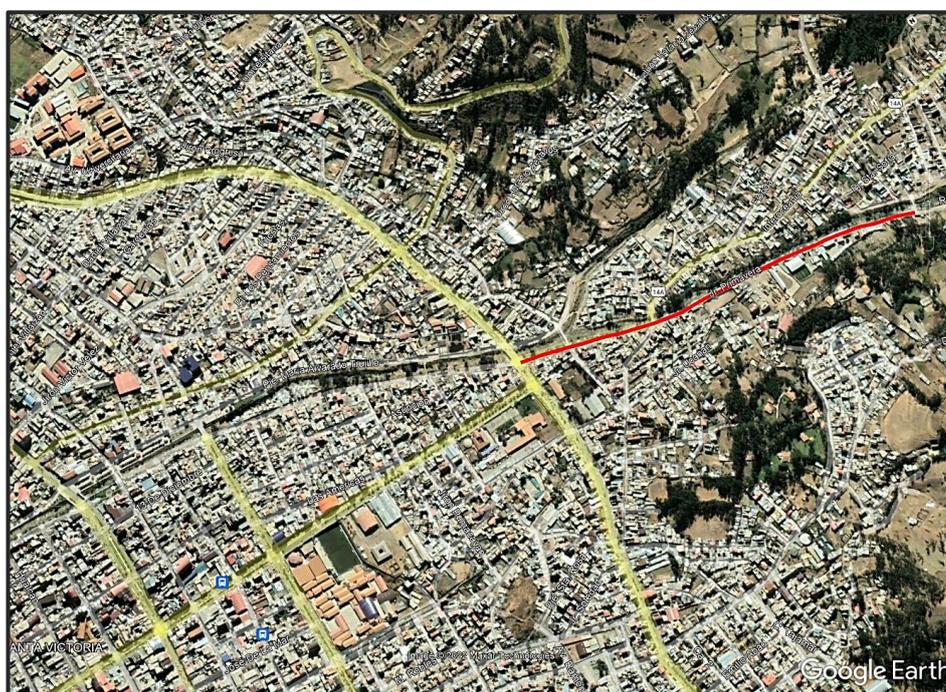
El Jr. Primavera está ubicado en la ciudad de Huaraz, dentro del distrito de Huaraz, y con ubicación al noreste del centro de la ciudad, esta vía genera una conexión con localidades al este de la ciudad, por ejemplo, a la Urb. Nueva Florida, Bellapampa. José Olaya, Antaoco, centro poblado Marian, Unchus, etc.; además, es una conexión a espacios turísticos como el centro arqueológico de Wauillac, laguna de Churup, etc. Es aquí donde se resalta su importancia como vía fundamental de interconexión, como vía principal urbana, según el plan de desarrollo urbano 2012-2022; asimismo, esta vía

acarrea diversos problemas dentro de su longitud, ubicada de forma transversal en la ciudad.

En la actualidad, la vía urbana en mención, es una de las más afectadas visiblemente en la ciudad, contando con una baja efectividad respecto a su transitabilidad vehicular, por su estado sin afirmado natural de tierra. Siendo este un gran problema para una vía transversal tan importante dentro de la ciudad, el cual alberga una gran cantidad de flujo vehicular y peatonal en los diversos horarios, provenientes de las diversas vías colindantes como la av. Confraternidad internacional Este, av. Interoceánica, Jr. Prolongación José Olaya, Jr. Willcahuain, etc.

### **Figura 1**

*Jr. Primavera, Huaraz*



*Nota.* Extraída de Google Earth (2022).

El Jr. primavera, no cuenta con un nivel de afirmado desde hace muchos años, además, se encuentra colindantemente con el río Quillcay, siendo este el acceso

principal a muchos peatones a las diferentes urbanizaciones y anexos ya mencionados. Paralelamente a la realidad actual, las causas del problema de la condición de intransitabilidad de la vía son la mala gestión vial, mantenimiento inexistente, drenajes inadecuados, escasos estudios de la vía, etc. Dentro de los efectos o consecuencias, se puede mencionar a los altos costos en el transporte urbano, accidentes de tránsito, malestar en los usuarios, contaminación ambiental por emisión de polvo, problemas de salud en los peatones, etc. Ya que la vía se muestra con diversas deformaciones, erosiones, encalaminados y cruce de vías, haciéndose necesario la planificación de un proyecto vías adecuado para esta. Entonces, con el problema latente en la vía sobre su intransitabilidad, se puede deducir que requiere un diseño estructural correctamente elaborado.

En la investigación prospectiva presente, con el fin de la mitigación del problema que engloba el panorama explicado, se pretenderá realizar diseños de pavimento rígido para la vía en mención, enfocado como un estudio de caso. Para tal, se empleará métodos internacionales como AASHTO y PCA, aquellos que tiene procedimientos independientes y con fines más allá de la realización de los diseños, ejecutar un análisis comparativo del método, resultados obtenidos y costos proyectados que generan cada diseño independientemente para mejorar la transitabilidad de esta vía importante en la provincia de Huaraz.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Los parámetros de diseño arrojados por el análisis comparativo del diseño de pavimento rígido aplicando los métodos AASHTO y PCA del Jr. Primavera de la ciudad de Huaraz, mejoraran su transitabilidad vehicular, año 2022?

### **1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Qué parámetro de diseño del pavimento rígido resulta empleando el método de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)?
2. ¿Qué parámetro de diseño del pavimento rígido resulta empleando el método de PCA (Portland Cement Association)?
3. ¿El análisis comparativo de los parámetros de diseño del pavimento rígido, respecto a los métodos empleados y su implicancia en los costos de construcción muestran variabilidad?

### 1.3. Importancia y justificación de la investigación

Dentro del planteamiento de la investigación, existen factores a detallarse, donde cada uno de estos explican y fundamentan la importancia de la investigación a ser ejecutada. Desde la importancia de los resultados, conclusiones y recomendaciones; el plan detalla los siguientes factores justificantes.

**Tabla 1**

*Factores justificantes*

<b>Tipo de justificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Justificación práctica</b>	Se ha detallado claramente el problema de la intransitabilidad de la vía Jr. Primavera; con esto, la investigación se justifica en lo práctico con la indagación a la solución a este problema; buscando un diseño idóneo a partir del análisis comparativo que se pretende realizar.
<b>Justificación teórica</b>	Dentro de lo teórico la investigación pretende expandir el corpus teórico y científico en el área de la ingeniería de transportes; desde los métodos empleados para la realización de los diseños hasta la propuesta eficiente del pavimento rígido. Sumado a esto, su importancia yace en la herramienta que va a representar para investigaciones a futuro por diversos investigadores.
<b>Justificación metodológica</b>	Las metodologías (AASHTO y PCA) ha emplearse en la investigación crean su importancia respecto a su confiabilidad que mantienen en el tiempo, porque conllevan una confiabilidad como materia científica internacional empleable, con aplicación para diversos proyectos como normativa en algunos casos. Adicionalmente, para obtener los resultados se llevará por procesos y ensayo de propiedades del suelo de la vía y estudio de tráfico en la zona.
<b>Justificación social</b>	Los resultados, conclusiones y recomendaciones serán de soporte y utilización por parte de entidades destinadas a brindar soluciones mediante la inversión en estas vías de acceso principal para ciudadanos y peatones. Consecuentemente, los diversos usuarios de la zona y la ciudad son los

---

	beneficiarios con este estudio, lo que genera la importancia de la investigación.
<b>Justificación ambiental</b>	Ante la intemperie de una vía afirmada en mal estado por los inadecuados drenajes del Jr. Primavera, la investigación se sienta como base para brindar una solución central a la contaminación ambiental, auditiva, emisión de polvo, etc. con la ejecución posterior de un proyecto que abarque la vía en circulación.

---

#### 1.4. Delimitación del estudio

Para definir las delimitaciones de la investigación, se han analizado parámetros de accesibilidad a la información. Para tal, se detallan a continuación, los puntos delimitantes de la investigación, albergando sobre todo el tema central de la tesis desarrollado:

El estudio se enfoca a ejecutar una investigación únicamente a la vía Jr. Primavera, la cual consta de 885 metros de longitud, desde su inicio en la intersección con la Av. Confraternidad Internacional Este hasta el punto final colindante con el Instituto Hipólito Unanue y el puente provisional de madera de Nueva Florida, ubicados dentro del margen de la ciudad de Huaraz.

El estudio solo se enfoca y pretende mejorar la transitabilidad de la vía en mención, mas no prever los riesgos posibles ocasionados por el rio Quillcay, ya que esto extendería el estudio y estaría fuera de los márgenes de la tesis.

Los estudios realizados son aquellas relacionadas a la obtención de parámetros necesarios para realizar el diseño de pavimento rígido empleando el método PCA y AASHTO.

En general el estudio se delimita a los objetivos planteados desde la elaboración del diseño empleando el método AASHTO (American Association of State Highway and Transportation), método PCA (Portland Cement Association), y la determinación por medio de análisis comparativo de los parámetros de diseño del pavimento rígido, implicando un análisis de los costos de construcción por cada método.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar los parámetros de diseño del análisis comparativo de diseño de pavimento rígido aplicando los métodos AASHTO y PCA del Jr. Primavera de la ciudad de Huaraz, para mejorar la transitabilidad vehicular, año 2022.

### **1.5.2. Objetivo específico**

- 1) Determinar los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).
- 2) Determinar los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de PCA (Portland Cement Association).
- 3) Determinar el resultado del análisis comparativo de los parámetros de diseño del pavimento rígido, respecto a los métodos empleados y su implicancia en los costos de construcción.

## II. Marco teórico

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### Categoría Internacional

Bryan y Duarte (2018), presenta su investigación como antecedentes: “Comparación de los espesores de losa por los métodos del diseño TCP System, PCA y racional para las condiciones de tránsito y subrasante en San Andrés Islas” Donde el trabajo tuvo como objeto definir las variables respecto al diseño eficiente de un pavimento rígido para posteriormente realizar un comparativo de los espesores obtenidos por los métodos: IDU, TCP System (Losas cortas) y PCA-84; esto con la finalidad de encontrar las diferentes características de las categorías de tránsito y subrasante. La metodología se redactó con un enfoque con alcance descriptivo y orientación aplicada, por razones de la empleabilidad de bases teóricas estandarizadas como los métodos de diseño mencionados. Además, las muestras son el pavimento de San Andrés Islas. En relación a los resultados, al emplear el método TCP System se obtuvo el menor espesor de pavimento, además, se encontró con este método que, no se conseguiría una disminución en el espesor del concreto de losa al tratar de mejorar el CBR de la subrasante, sino ocurría el caso contrario, es decir, aumentaba el espesor aplicando el mismo método.

López (2015), desarrolló la investigación titulada: “Análisis comparativo entre diferentes metodologías de diseño para estructura de pavimento implementando los parámetros de diseño requeridos para el corredor Mulaló, Loboguerrero”. Donde se tuvo como objetivo hacer un análisis riguroso en cuanto a los parámetros diferenciadores de metodologías de diseño de estructura de pavimentos, llevados a cabo desde la estipulación de especificaciones técnicas y diversas características de

diseño, con la finalidad de encontrar y discutir los resultados hallados en cuanto al espesor de diseño. En relación a la metodología, este tuvo un enfoque cuantitativo experimental, donde las actividades prácticas para el diseño de la infraestructura, tuvo como énfasis la empleabilidad de criterios provenientes de la Agencia Nacional de Infraestructura para la concesión de Mulaló y Loboguerrero, región del Valle del Cauca; respecto al procedimiento, este siguió las pautas de diseño de mediante el método de AASHTO-93, Manual de diseño de pavimentos INVIAS y PCA para pavimentos rígidos, y los métodos Racional y AASHTO-93 para pavimentos flexibles; además, dentro de las pautas del procesamiento de diseño se realizó un comparativo de cada infraestructura diseñada, considerando los parámetros calculados y establecidos por cada metodología para un dimensionamiento de la estructura, para verificar cuanto resulta el espesor de diseño de cada método, adicionalmente, para verificar la incidencia de las variables en cada método en cuanto al dimensionamiento resultantes. En función a los resultados y conclusiones, respecto al pavimento rígido, los espesores resultantes fueron de 47.5 cm y 43 cm, y para el pavimento flexible resultaron 55 cm y 44 cm.

Cornejo y Velásquez (2009), desarrolló una investigación donde tuvo como objetivo la determinación del diseño de losa de concreto para pavimento rígido, empleando dos métodos, la primera el AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) en su versión 1993 y el segundo PCA (Portland Cement Association) edición 1984, esto, porque estos métodos son empleados en la mayoría de casos en la gestión de caminos en el país y la región. Además, entre la variedad de aspectos y parámetros en la empleabilidad del diseño del pavimento, hay parámetros e indicadores que se tiene en cuenta, como la geometría de la losa, dovelas

requeridas y barras de amarre. Respecto a la metodología, en un enfoque cuantitativo, el procedimiento de investigación, se llevó a cabo desde la inclusión de la geometría de la losa (largo, espesor y ancho), condiciones climatológicas y cargas puntuales, asimismo, la utilización de barras de amarre y el diseño de las dovelas; con esto, se tuvo que tener en cuenta que, solo se emplearon dos métodos el de mecanismo empírico (PCA edición 1984) y el de conocimiento empírico (AASHTO edición 1993) como métodos fundamentales empleados en la región y nación; para esto, cabe resaltar que se empleó el empirismo en parámetros para realizar los cálculos correspondientes; sumado a esto se emplearon softwares para procesar los datos, por ejemplo, el método AASHTO se utilizó por medio del programa WinPAS y el método PCA por medio del programa BS-PCA, desarrollados por Carlos Benavides y Efraín Solano. Dentro de los resultados y conclusiones, se presenta un análisis comparativo entre las metodologías mencionadas de diseño de pavimentos rígidos; entre un análisis de sensibilidad de parámetros que interfieren en el diseño de la infraestructura vial rígida, donde se genera diversos espesores de la capa de rodadura del pavimento, en relación a patologías como erosión y la fatiga.

### **Categoría Nacional**

Tizado y Zavaleta (2021) desarrollaron la investigación titulada “Diseño de pavimento rígido aplicando los métodos AASHTO 93 y PCA en la carretera Matacoto, Yungay, Ancash, 2020”. Donde tuvo como objetivo, conocer las diferencias económicas y técnicas que resulta de los métodos AASHTO 93 y PCA para un pavimento rígido. Dentro del método, se muestra como una investigación cuantitativa, donde inicialmente, se procedió a extraer tres calicatas para el estudio de mecánica de suelos, posteriormente, se siguió con el estudio de tránsito vehicular y calculo de

diseños. Los resultados abarcan desde la exposición del espesor por cada diseño, aquellos que corresponden a 17 y 20 centímetros, según el método AASHTO y PCA respectivamente; en cuanto al presupuesto calculado, están resultan S/. 2 062,036.47 y S/. 2 363,762.98 según los diseño AASHTO y PCA respectivamente. Se concluye, que el diseño calculado por el método PCA es el idoneo para la vía, ya que es hallado mediante el análisis de fatiga y erosión.

Minchán (2019), ejecuto su tesis titulada: "Análisis comparativo de estructuras de pavimento rígido mediante métodos de diseño AASHTO y PCA aplicado en una vía pública, Cajamarca, 2019". La cual conto con un objetivo importante como generar un análisis de diferencias del diseño de un pavimento rígido, aplicando los métodos como PCA y AASHTO; para el caso, en el pasaje San Mateo, Mollepampa, Cajamarca. En relación al método, se encontró en el margen de una investigación aplicada, no experimental, donde el procedimiento inicial procedió con la extracción una calicata en toda la longitud (249.55) para realizar los ensayos correspondientes en laboratorio. Los resultados generados en la investigación, fueron el parámetro de CBR al 13%; con resultados respecto al tránsito vehicular de tipos (A, B2, B2, C3 y T2S3), 7% que representa a los vehículos pesados y 93% a los vehículos ligeros; con esto, los resultados respecto a la aplicación del cálculo de diseño fueron de 19 cm y 23 cm de espesor de pavimento rígido, según el método AASHTO y PCA respectivamente. Donde a simple análisis el que genera mayor costo es el calculado por el método PCA, pero este, cumple con un análisis de erosión y fatiga, y el resultado del otro método no cumpliría bajo este enfoque porque el jirón cuenta con un bajo volumen de tránsito vial; asimismo, los cálculos en cuanto a costos resultan en S/. 137,680.90 empleando AASHTO y S/. 164,174.17 empleando PCA, a nivel de alcance de la estructura del

pavimento rígido, con un total de S/. 26,493.28 de diferencia. Se concluye que la diferencia principal se verifica en el espesor hallado, teniendo como efecto lo costos generados por la estructura del pavimento.

Suarez (2018), realizó el trabajo de investigación denominado: “Análisis del diseño estructural del pavimento rígido, comparando los métodos de AASHTO 93 y del PCA, para el confort del jirón Malecón Alomia Robles desde la cuadra 1 al 10”. Tuvo como objetivo fundamental realizar los cálculos de diseño del pavimento rígido del jirón Malecón Alomia Robles desde la primera cuadra a la décima, empleando los métodos mencionados PCA y AASHTO 93. Dentro de lo metodológico, se identificó como una investigación aplicada con enfoque mixto, de alcance y nivel descriptivo no experimental; además, la población y muestra de la investigación estuvo definido por 10 unidades, aquellas extraídas del Jr. Malecón, la cual cuenta con una longitud de 1110 metros; respecto al procesamiento se procedió inicialmente con verificar la condición de la vía empleando el método PCI (índice de condición del pavimento) y posterior a este los respectivos diseños según método. En cuanto a los resultados, se hace énfasis inicialmente en las fallas halladas en las 661 losas a lo largo de la longitud total; el análisis comparativo se llevó a cabo tomando en cuenta los criterios de diseño y especificaciones en función a cada metodología para posteriormente identificar las diferencias en cuanto a los espesores del diseño calculado; además, para fines prácticos, los resultados establecen una variabilidad en cuanto al diseño empleado. Dentro de las conclusiones, se puede mencionar que, ejecutar y calcular los espesores de diseño para el pavimento según cada método nos conlleva a contemplar cuatro parámetros fundamentales, la resistencia de soporte del suelo, las dovelas, bermas y materiales que componen la estructura del pavimento.

## Categoría local

Castro (2021) desarrollo la tesis: “Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas, Huanchac, Huaraz, 2021”. Aquella investigación tuvo objetivo fundamental, realizar el diseño y calculo técnico financiero del espesor del pavimento rígido de la carretera Huanchac – Huaraz, esto, con la finalidad de, contribuir con la parte social de la zona o comunidad, porque una investigación trae como propósito fundamental el mejoramiento de la sociedad; sumando a esto en brindar mejores condiciones en la reducción de polvo en suspensión y reducción de costos en el transporte y obtener calidad urbanística. El estudio tuvo dentro de su metodología un enfoque en el ámbito aplicado y diseño experimental, con una población y muestra 2 kilómetros de la red vial entre Las Lomas y Huanchac: el procesamiento inicia con el levantamiento topográfico, estudio de tráfico vehicular y estudio de mecánica de suelos para posteriormente realizar el diseño por el método AASHTO 93. Dentro de los resultados, se puede mencionar inicialmente sobre los CBR hallados, los cuales resultaron en 22.11% y 22.53%, donde tras el procedimiento se calcularon en 20 centímetros para la base y losa de concreto, empleando el manual de carreteras. Se concluye que el método AASHTO no permite conocer el diseño de pavimento rígido necesario para el tramo seleccionado.

Coral (2017), desarrolló la tesis titulada: “Automatización del diseño de pavimentos urbanos por el método de la Portland Cement Association (PCA) según el RNE, Huaraz, 2016”, donde tuvo como objetivo automatizar la lectura de ábacos y tablas de diseño en cuanto al método PCA, con fines de minimizar errores producidos al momento de ejecutar los diseños de pavimentos, y sea de beneficio de los proyectistas como una herramienta eficiente. La metodología se envuelve de tipo

cuantitativa, no experimental; donde se utilizó para la automatización la programación en Visual Basic 6.0, el cual es complemento de Microsoft Excel; se suma a esto, la práctica de dos opciones fundamentales, la primera desde la información obtenida en el estudio de tránsito y la segunda con opciones para los proyectistas, aquellos que pueden ingresar parámetros de tránsito. En relación a los resultados, se verifica la empleabilidad del programa para automatizar los diseños de pavimentos, generando una tabla de prediseño del RNE CE-010 Diseño de pavimentos urbanos, y otra tabla de diseño propio en relación al manual de Portland Cement Association (1984), con parámetros confiables para insertar datos preliminares. Se concluyó, que la automatización logra mejores precisiones en cuanto a la generación del diseño de pavimentos, con lo cual se evitan los errores de lectura.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Pavimentos**

Estructura e infraestructura sobre la subrasante de un terreno, el cual tiene fines de brindar soporte a la circulación del parque automotor, tanto menores o pesados, la cual brinda seguridad y comodidad a los usuarios que hacen uso diario de las vías. Así también, tiene la función de distribuir las cargas provenientes del tráfico para mantener la estructura del pavimento en condiciones eficientes (Ménendez, 2009).

#### **2.2.1.1. Pavimento rígido**

Dentro de la diversidad en definición, se puede decir que es aquel compuesto estructural de 1 o 2 capas diseñadas sobre la subrasante; se constituye por una losa de concreto armado o simple, aquella que está apoyada directamente sobre la base del suelo o sobre una sub-base. Esta debe cumplir con la función de capa impermeable, garantizando el sellado en losas y juntas para proteger las posteriores capas. Su

característica principal es que tiene un mayor tiempo de duración y un mayor costo de implementación respecto al pavimento flexible (Azevedo, 2011).

◆ **Pavimento rígido de concreto simple sin refuerzo**

Es una opción para zonas de tránsito bajo, ya que el concreto en este tipo de pavimento tiene capacidades a la compresión en el caso de cargas, donde además se consideran paños de corta distancia, para garantizar una correcta transferencia de cargas (Becker, 2019).

◆ **Pavimento rígido de concreto simple con refuerzo en juntas**

Es la estructura compuesta por pasadores o también llamados dowels, las cuales se colocan entre dos paños con la función de transmitir las cargas entre las misma; esta tiene funcionalidad en la dilatación del concreto y, a su vez, de la transferencia de cargas por el pasador; además, permite un mayor espaciamiento entre juntas (pañós de mayor longitud) (Becker, 2019).

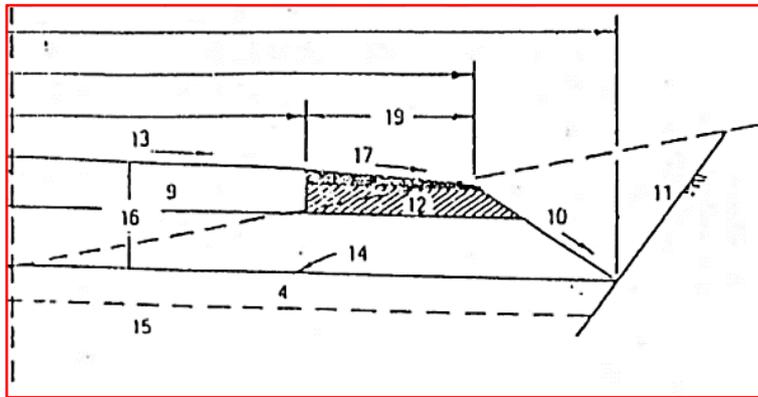
◆ **Otros tipos de pavimento rígido**

Esta referido a una capa de concreto armado, aquella que aumenta la resistencia a la flexión y disminuye los esfuerzos en la subrasante. Además, se pueden considerar estructuras de pavimentos mixtos, con lo que se cuenta con una capa de asfalto sobre una capa de concreto armado (Azevedo, 2011).

### **2.2.1.2. Componentes de un pavimento rígido**

La estructura de un pavimento dependerá del tipo, esta constará de capas de materiales seleccionados y una capa superior, a continuación, se muestra un gráfico explicativo (Manjriker, 2018):

**Figura 2**  
*Sección del pavimento rígido*



*Nota.* Extraído de (Manjriker, 2018).

La figura anterior se puede detallar sus componentes de la siguiente manera según Manjriker (2018):

1. Talud del relleno
2. Terreno natural
3. Dique
4. Material seleccionado
5. Recubrimiento de la berma
6. Subbase
7. Capa de base
8. Capa de superficie
9. Losa de pavimento
10. Talud de la cuneta
11. Talud de corte de berma
12. Bombeo
13. Subrasante
14. Suelo de fundación
15. Estructura del pavimento
16. Talud de la berma
17. Calzada de circulación
18. Berma
19. Ancho de la vía

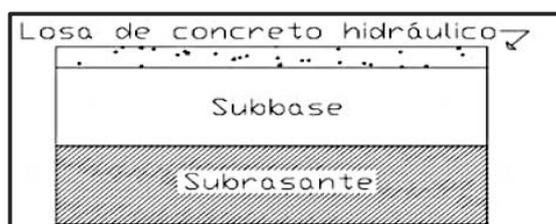
## 20. Cama de la vía

### 2.2.1.3. Diseño de un pavimento rígido

Según la definición desde un autor corporativo, se centra en la cualidad de soporte de altas cargas de tráfico evitando las fallas producidas por la fatiga a la que es sometida por las cargas repetitivas, su vida útil se centra entre los 15 a 20 años, sin embargo, el periodo para el que se diseña es para 30 a 40 años (Universidad Autónoma de México, 1999).

#### Figura 3

Capas del pavimento rígido



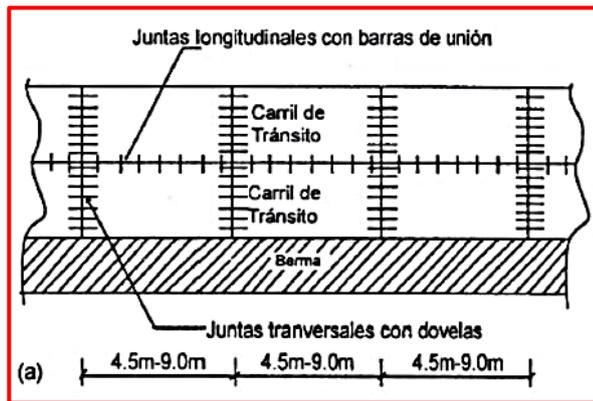
*Nota.* Extraída de Universidad Autónoma de México (1999).

Según la Universidad Autónoma de México (1999), interpreta de la siguiente forma:

- ◆ Subrasante es considerada la capa de terreno que conforma una carretera que es el soporte de la estructura del pavimento, extendida hacia lo profundo sin que afecte la carga del diseño para el tránsito previsto.
- ◆ Subbase es una de las capas del pavimento el cual soporta, transmite y distribuye uniformemente las cargas que se aplicaran en la superficie de rodadura del pavimento; tiene la función también de drenaje y control de la ascensión del agua capilar.
- ◆ Losa, es la capa superior de rodadura de la estructura del pavimento, principalmente construida de concreto hidráulico, esto se da puesto que posee gran rigidez y alto módulo de elasticidad, esta se centra más en su capacidad de la subrasante.

**Figura 4**

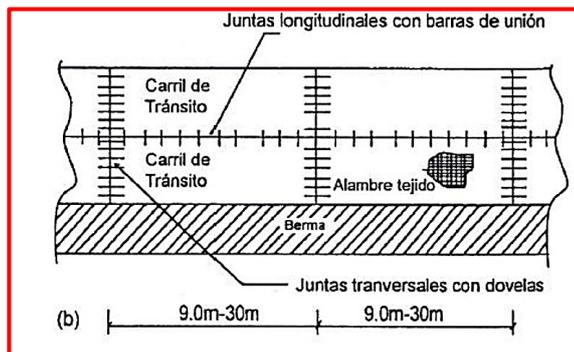
*Losa simple con juntas*



*Nota.* Extraída del ICG (2016) (Instituto de Construcción y Gerencia, 2016).

**Figura 5**

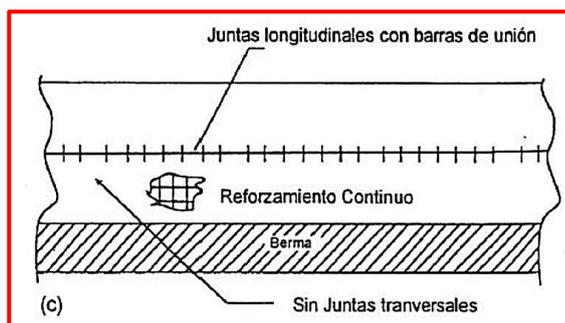
*Losa reforzada con juntas*



*Nota.* Extraída del ICG (2016).

**Figura 6**

*CRCP-Pavimento de concreto armado continuo*



*Nota.* Extraída del ICG (2016).

## 2.2.2. Transitabilidad

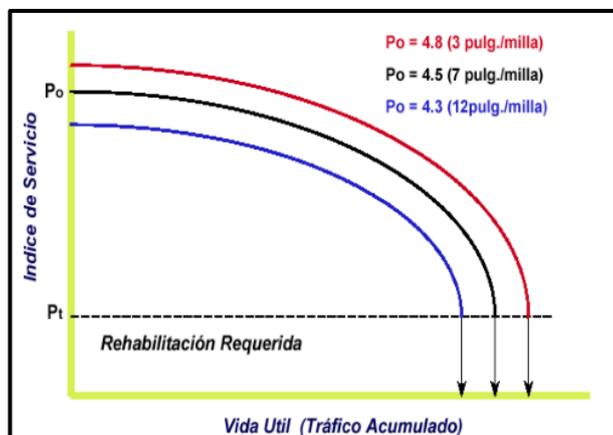
La transitabilidad vehicular es una característica de mejora de una vía, la cual puede medirse mediante los niveles de servicio que esta brinda a los usuarios (Ortiz, 2018).

La transitabilidad vehicular puede determinarse mediante los niveles de servicio que ofrece la infraestructura vial, considerando la capacidad de la vía, la cual se basa en la cantidad máxima de vehículos que pueden transitar por la vía, sin que está presente algún tipo de falla (Ortiz, 2018).

La transitabilidad o serviciabilidad es una medida subjetiva, aquella que busca medir a través de parámetros junto al índice de serviciabilidad, el cual al ser mayor podrá soportar mayor cantidad de repeticiones y su utilidad será más elevada (Ortiz, 2018).

### Figura 7

#### Índice de serviciabilidad



**Nota.** Extraída de AASHTO (1993).

Referido al inicio de la serviciabilidad se determina desde el término de la construcción, siendo el valor que se recomienda de 4.5, esta recomendación es indicada en la guía del pavimento rígido, asimismo se encuentra que la serviciabilidad

final es aquella determinada al concluir el proyecto, donde el valor esperado fluctúa entre 3 y 2, y dependerá de la importancia de la construcción (AASHTO, 1993).

**Tabla 2**

*Tipo de vía a diseñar*

<b>Pt</b>	<b>Clasificación</b>
2	Residenciales
2.25	Comerciales
2.5	Locales
3	Autopistas

*Nota.* Extraída de AASHTO (1993).

### **Niveles de servicio**

Se puede definir como, aquella considerada una medida cualitativa que permite determinar las condiciones de operación de un flujo vehicular con percepción por los pasajeros; esta describe de manera general las condiciones relacionadas con variables de tiempo de recorrido, velocidad, comodidad, conveniencia y libertad de maniobra (Transportation Research Board, 2000).

**Tabla 3**

*Valores de densidad máximas permitidas*

<b>Nivel de servicio</b>	<b>Densidad (vl/km/c)</b>
A	7
B	12
C	19
D	26
E	42
F	>42

*Nota.* Extraído de Transportation Research Board (2000).

Estos niveles son interpretados por Transportation Research Board (2000), como:

- ✓ Nivel de Servicio A: Aquí se pueden determinar aquellos vehículos que circulan sin restricción alguna en su capacidad de maniobra dentro de la corriente circulatoria. Presentan una densidad de 7 vl/km/c esto permite un gran nivel de comodidad física y psicológica a los conductores (Osores, 2016).
- ✓ Nivel de Servicio B: Este nivel presenta capacidad de maniobra dentro de la corriente circulatoria, viéndose ligeramente restringida (Osores, 2016).
- ✓ Nivel de Servicio C: Tiene como densidad máxima de 19 vl/km/c. Incluso se puede llegar a esperar colas detrás de cualquier significativo bloqueo (Osores, 2016).
- ✓ Nivel de Servicio D: Este nivel, es aquel que bordea el flujo inestable, presentando pequeños incrementos de intensidad provocando deterioros sustanciales en el servicio. Se pueden mantener velocidades medias de recorrido de 74 km/h (Osores, 2016).
- ✓ Nivel de Servicio E: Existe un grave deterioro del servicio, teniendo una capacidad de maniobra dentro de la circulación totalmente limitada. La velocidad media de recorrido es de 48 km/h (Osores, 2016).
- ✓ Nivel de Servicio F: Este último nivel describe un flujo formado o aquel que se encuentre en colapso. Esta situación se produce generalmente dentro de las colas que se forman detrás de los puntos de rotura del flujo (Osores, 2016).

**Tabla 4***Niveles de servicio*

<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN</b>	<b>DEMORA (s/veh)</b>
A	Baja demora, coordinación extremadamente favorable y ciclos cortos, los vehículos no se detienen.	<10
B	Ocurre con una buena coordinación y ciclos cortos, los vehículos empiezan a detenerse.	>10-20
C	Ocurre con una coordinación regular y/o ciclos largos, los ciclos en forma individual empiezan a fallar.	>20-35
D	Empieza a notarse la influencia de congestión ocasionada por un ciclo largo y/o una coordinación desfavorable o relaciones v/c altas, muchos vehículos se detienen.	>35-55
E	Es el límite aceptable de la demora indica una coordinación muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores, las fallas en los ciclos son frecuentes.	>55-80
F	El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de conductores, ocurren cuando los valores de flujo exceden a la capacidad de la intersección o cuando las relaciones v/c son menores de 1.00 pero con una coordinación muy pobre y/o ciclos demasiados largos.	>80

*Nota.* Extraído de Transportation Research Board (2000) (Transportation Research Board, 2000).

### Capacidad de la vía

“Es la capacidad al número de vehículos que transitan por una vía estipulada en un tiempo determinado, considerando el tránsito en condiciones prevalecientes” (MTC, 2018).

### 2.2.3. Métodos de diseño de pavimentos

#### 2.2.3.1. AASHTO (American Association of state highway and transportation Officials)

Desde el año 1956 la metodología lleva consigo una serie de modificaciones desde su primera aplicación. “El año 1962 se publica la guía de diseño de pavimentos bajo el nombre de “Guide for design of pavement structures”; posteriormente fue modificada hasta obtener la guía de diseño AASHTO 1993, la cual cumple con el objetivo de calcular el espesor mínimo de la capa de concreto requerida para una determinada carga de tránsito” (AASHTO, 1993).

Este método contempla 9 consideraciones según el AASHTO (1993): “

- ✚ Comportamiento del pavimento
- ✚ Tráfico
- ✚ Materiales de construcción
- ✚ Medio ambiente
- ✚ Drenaje
- ✚ Confiabilidad
- ✚ Costos de ciclo de vida
- ✚ Suelo de fundación
- ✚ Diseño de bermas

### Parámetros de diseño

Según el AASHTO (1993), rige por una ecuación específica: “

$$\log_{10}(W18) = Z_R * S_0 + 7.35 * \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} * \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 * 10^6}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * p_t) * \log_{10} \left( \frac{S'c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J * \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/K)^{0.25}}\right)} \right) \quad (1)$$

Donde:

W18 = número previsto de ejes equivalentes a 18 kip durante el periodo de diseño.

ZR = desviación normal estándar.

So = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D = espesor de pavimento de concreto en pulgadas.

$\Delta$ PSI = diferencia entre los índices de serviciabilidad: inicial y final.

S'c = módulo de rotura para concreto de cemento Portland en psi.

J = Coeficiente de transmisión de carga en las juntas.

Cd = coeficiente de drenaje.

Ec = módulo de elasticidad del concreto en Mpa.

K = módulo de reacción de la subrasante dado en (psi).

### **Aplicación de parámetros de diseño**

Para la aplicación de diseño, el W18 se puede obtener del ADT, según el AASHTO (1993), de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$W_{18} = ESAL_{D,0} * G * D * L * 365 * Y \quad (2)$$

Donde:

$$ESAL_{D,0} = ADT_o * T * T_f \quad (3)$$

T = porcentaje de camiones en el ADT.

Tf = factor camión o número de ESAL por camión.

ADTo = Tráfico diario promedio al inicio del periodo de diseño.

ESAL<sub>D, 0</sub> = Número promedio de ejes equivalentes por día al inicio del periodo de diseño.

G = Tasa de crecimiento.

L = factor de líneas de tráfico.

D = factor de distribución direccional, en donde se considera el valor de 1 para un solo sentido y de 0.5 para 2.

Y = periodo de diseño en años.

En relación a las fórmulas anteriores, se puede detallar los siguientes para el correcto calculo, según el AASHTO (1993):

1. Para el cálculo de la tasa, o factor de crecimiento (G), se ha de asumir un valor de crecimiento anual (r) aplicado a la siguiente ecuación:

$$G = (1 + (1 + r)^Y) / 2 \quad (4)$$

2. Para el caso de “L” (factor de líneas de tráfico) el AASHTO no muestra valores recomendados según el número de carriles en cada dirección de tránsito, como se puede verificar a continuación:

**Tabla 5**  
*Factor de líneas de tráfico*

N° de carriles por dirección	Porcentaje de ESAL recomendado (L)
1	100
2	80 – 100
3	60 -80
4	50 – 75

**Nota.** Extraído de AASHTO (1993).

3. El valor de Tf se puede aproximar de acuerdo a la estratigrafía de la vía.
  - Tf = 2.33 para vías de desarrollo de actividades mineras.
  - Tf = 2.149 para vías de uso general.
  - Tf = 2.45 para vías de uso industrial pesado.
  - Tf = 2.3801 para vías de uso agrícola.

4. La desviación normal estándar ( $Z_r$ ) es un valor estadístico que depende de la confiabilidad ( $R$ ) adoptada con la que se diseña el pavimento.
5. La confiabilidad ( $R$ ) es la probabilidad de que la serviciabilidad de la carretera sea mantenida en niveles adecuados durante toda su vida útil. Este depende del tipo de vía a diseñar y de la zona en la que se proyecta el pavimento; a continuación, se presenta la tabla:

**Tabla 6**  
*Valor recomendado de confiabilidad*

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Carreteras de primer orden	80 – 99	75 – 95
Carreteras secundarias	80 – 95	75 – 95
Caminos vecinales	50 – 80	50 – 80

*Nota.* Extraído de AASHTO (1993).

6. Error estándar ( $S_o$ ) es un coeficiente que contempla los errores en el diseño considerando variaciones en las propiedades de los materiales, propiedades de la subrasante, estimaciones de tráfico, condiciones climáticas y calidad de procesos constructivos. Para pavimentos rígidos, esta toma un **valor de 0.34** cuando se mantiene un control constante de tráfico y de **0.39** cuando este se estima.
7.  $\Delta$ PSI se calcula como la diferencia, inicial y final de serviciabilidad de diseño.  
Para efectos prácticos los valores recomendados por la guía AASHTO son: un valor 4.2, como valor inicial y como valor final, mientras que la Norma CE:010 (2010) presenta los valores de acuerdo al tipo de vía mostrados en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Valor final de serviciabilidad recomendado*

<b>Tipo de vía</b>	<b><math>\Delta</math>PSI</b>
Expresas	3.00
Arteriales	2.50
Colectoras	2.25
Locales y estacionamientos	2.00

**Nota.** Extraído de CE.010, (2010).

8. Módulo de rotura de concreto ( $S'_c$ ): se encuentra relacionado con la resistencia a la compresión adoptada para el diseño del concreto mediante la siguiente fórmula:

$$S'_c = 8a10 * \sqrt{f'_c} \quad (5)$$

9. Coeficiente de transferencia de carga (J): es la capacidad para transmitir los esfuerzos aplicados en una losa sobre sus adyacentes para minimizar los esfuerzos y deformaciones, mediante barras de transferencia de acero liso denominadas comúnmente “pasadores”; donde este coeficiente adopta un valor de acuerdo al uso o no de pasadores:

J = 3.2 (con barras de transferencia)

J = 4.2 (Sin barras de transferencia)

10. El coeficiente de drenaje (Cd) con la precipitación de la zona en la cual se va implementar el pavimento, se tiene la siguiente tabla:

**Tabla 8***Valores de Cd recomendados por la AASHTO para pavimentos rígidos*

Cd	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		Menos a 1%	1 – 5 %	5-25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1.25 – 1.20	1.0 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1 día	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1 mes	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	Nunca	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 - 0.70	0.70

*Nota.* Extraído de (AASHTO, 1993).

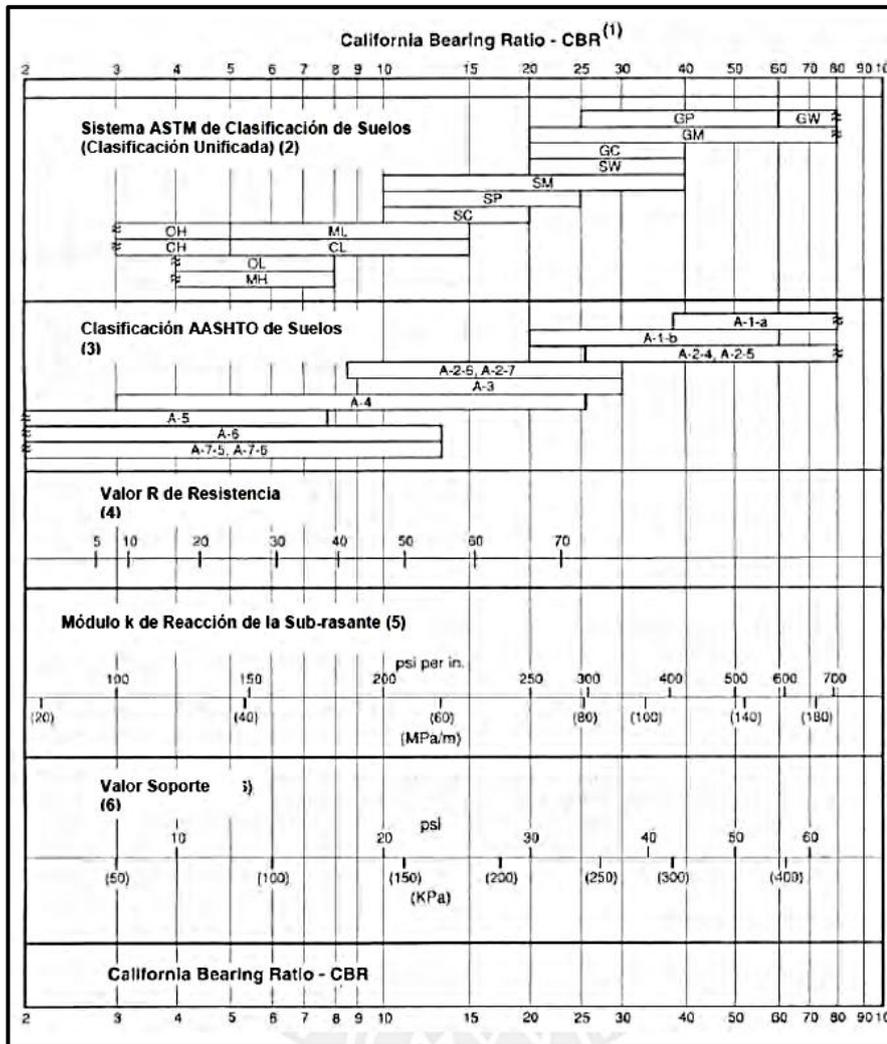
11. El módulo de elasticidad se encuentra relacionado con la resistencia a la compresión adoptada para el diseño del concreto mediante la siguiente fórmula:

$$E_c = 57000 \sqrt{f'_c} \quad (6)$$

12. Previo al diseño de pavimento se debe realizar un estudio de suelos; de donde se podrá extraer la clasificación del suelo según AASHTO, se puede determinar un valor de CBR.
13. El módulo de reacción (K) de la capa inferior al concreto se determina mediante su relación con el CBR con la aplicación de la siguiente figura:

**Figura 8**

*Interrelaciones aproximadas entre la clasificación de suelos y CBR (valores soporte)*



*Nota.* Extraído de (AASHTO, 1993).

### 2.2.3.2. PCA (Portland Cement Association)

Es el método con uso en conjunto de láminas, tablas y nomogramas para calcular el mínimo espesor de pavimento para unas solicitaciones de cargas previstas en un tiempo de diseño determinado, con el menor costo total de construcción y mantenimiento (Portland Cement Association, 1984).

Este método analiza por erosión para calcular el espesor mínimo del pavimento necesario para controlar la erosión en las fallas; este, se puede aplicar para concreto simple con juntas (JPCP), pavimentos de concreto armado con barras

transversales (JRCP) y pavimentos de concreto continuamente reforzado (CRCP) (Portland Cement Association, 1984).

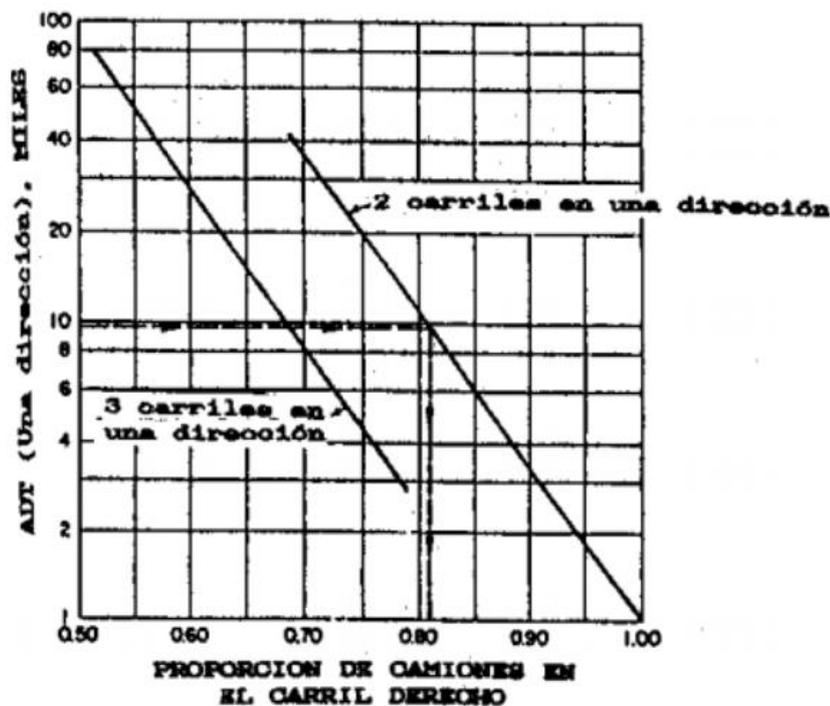
### Parámetros de diseño del espesor del pavimento rígido

- 1) Módulo de rotura ( $M_r$ )
- 2) Módulo de reacción de la subrasante ( $K$ )
- 3) Tipo de tránsito y su proyección futura

Para el método se requiere conocer la frecuencia, tipo y peso de los vehículos pesados. Se hallan a partir del estudio de tránsito; el número de vehículos pesados que pasan por el carril más cargado en un día es el ADTT multiplicado por factores de dirección y de número de carriles por sentido. Para esto la distribución por dirección: 1 sentido=1, 2 sentidos=50%; factor de distribución por carril.

### Figura 9

*Factor de distribución de camiones en un carril cuando hay 2 o 3 en una misma dirección.*



*Nota.* Extraído de PCA, (2019).

Se debe tomar en cuenta las proyecciones de crecimiento del tráfico durante el tiempo de diseño, donde se puede notar las tasas de crecimiento anual y la proyección de crecimiento para 20 y 40 años; a continuación, se presenta la siguiente tabla:

**Tabla 9**

*Tasas anuales de crecimiento de tráfico y factores de proyecciones correspondientes*

<b>Tasa anual de crecimiento de tráfico (%)</b>	<b>Factor de proyección de 20 años</b>	<b>Factor de proyección de 40 años</b>
1	1.1	1.2
1.5	1.2	1.3
2	1.2	1.5
2.5	1.3	1.6
3	1.3	1.8
3.5	1.4	2.0
4	1.5	2.2
4.5	1.6	2.4
5	1.6	2.7
5.5	1.7	2.9
6	1.8	3.2

*Nota.* Extraído de PCA, (2019).

Donde también se debe tener en cuenta la distribución de ejes de carga; dado que estos son clasificados en simples, tándem o trídem, la cantidad de ejes con determinada carga se agrupan para cada 2 kips en el caso de ejes simples y para cada 4 kips en el caso de los tándems o trídem

#### **4) Periodo de diseño**

Ante la falta de definición de tiempo de vida útil de un pavimento no es precisa, la PCA utiliza el término equivalente de periodo de diseño, este valor puede variar dependiendo si se realiza un adecuado diseño, proceso constructivo y elección de

materiales. Lo cual puede alcanzar los 40 años y si las condiciones son inadecuadas pueden ser menos de 20; este parámetro radica según su valor y se diseña para soportar la carga de más o menos vehículos, por lo que varía directamente el espesor; entonces generalmente, se toma un valor de diseño de 20 años.

### **Proceso de diseño**

#### **✓ Procedimiento de diseño con datos de cargas por eje**

Para el método es necesario la propuesta de un paquete estructural del pavimento, es decir un espesor de pavimento y módulo de rotura, así también el mecanismo de transferencia de cargas entre paños y el de confinamiento lateral, como solución primaria para las condiciones de vía en estudio; posteriormente, se inicia con el proceso de diseño, empezando por las verificaciones de los análisis por fatiga y erosión, los que se explican a continuación:

#### **❖ Verificación por fatiga**

Se basa en la determinación del esfuerzo de tensión equivalente, para el cual se emplean las siguientes figuras que dependen que si el pavimento propuesto posee o no bermas de concreto como mecanismo de confinamiento lateral. Entonces, con el K combinado se ingresa con el espesor de concreto, además de si se trata de un eje simple o tándem.

**Tabla 10**

*Tabla de tensión equivalente, sin berma de concreto (eje simple/tándem)*

Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante - subbase, pci						
	50	100	150	200	300	500	700
4	825/679	726/585	671/542	634/516	584/486	523/457	484/443
4.5	699/586	616/500	571/460	540/435	498/406	448/378	417/363
5	602/516	531/436	493/399	467/376	432/349	390/321	363/307
5.5	526/461	464/387	431/353	409/331	379/305	343/278	320/264
6	465/416	411/348	382/316	362/296	336/271	304/246	285/232
6.5	417/380	367/317	341/286	324/267	300/244	273/220	256/207
7	375/349	331/290	307/262	292/244	271/222	246/199	231/186
7.5	340/323	300/268	279/241	265/224	246/203	224/181	210/169
8	311/300	274/249	255/223	242/208	225/188	205/167	192/155
8.5	285/281	252/232	234/208	222/193	206/174	188/154	177/143
9	264/264	232/218	216/195	205/181	190/163	174/144	163/133
9.5	245/248	215/205	200/183	190/170	176/153	161/134	151/124
10	228/235	200/193	186/173	177/160	164/144	150/126	141/117
10.5	213/222	187/183	174/164	165/151	153/136	140/119	132/110
11	200/211	175/174	163/155	154/143	144/129	131/113	123/104
11.5	188/201	165/165	153/148	145/136	135/122	123/107	116/98
12	177/192	155/158	144/141	137/130	127/116	116/102	109/93
12.5	168/183	147/151	136/135	129/124	120/111	109/97	103/89
13	159/176	139/144	129/129	122/119	113/106	103/93	97/85
13.5	152/168	132/138	122/123	116/114	107/102	98/89	92/81
14	144/162	125/133	116/118	110/109	102/98	93/85	88/78

*Nota.* Extraído de Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements, (Portland Cement Association, 1984).

**Tabla 11**

*Tabla de tensión equivalente, con berma de concreto (eje simple/tándem)*

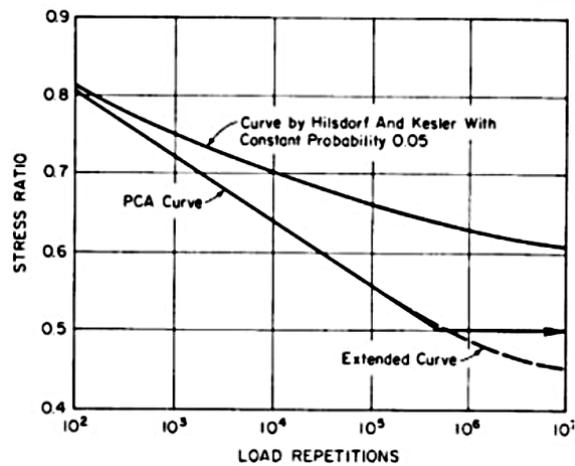
Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante - subbase, pci						
	50	100	150	200	300	500	700
4	640/534	559/468	517/439	489/422	452/403	409/388	383/384
4.5	547/461	479/400	444/372	421/356	390/338	355/322	333/316
5	475/404	417/349	387/323	367/308	341/290	311/274	294/267
5.5	418/360	368/309	342/285	324/271	302/254	276/238	261/231
6	372/325	327/277	304/255	289/241	270/225	247/210	234/203
6.5	334/295	294/251	274/230	260/218	243/203	223/188	212/180
7	302/270	266/230	248/210	236/198	220/184	203/170	192/162
7.5	275/250	243/211	226/193	215/182	201/168	185/155	176/148
8	252/232	222/196	207/179	197/168	185/155	170/142	162/135
8.5	232/216	205/182	191/166	182/156	170/144	157/131	150/125
9	215/202	190/171	177/155	169/146	158/134	146/122	139/116
9.5	200/190	176/160	164/146	157/137	147/126	136/114	129/108
10	186/179	164/151	153/137	146/129	137/118	127/107	121/101
10.5	174/170	154/143	144/130	137/121	128/111	119/101	113/95
11	164/161	144/135	135/123	129/115	120/105	112/95	106/90
11.5	154/153	136/128	127/117	121/109	113/100	105/90	100/85
12	145/146	128/122	120/111	114/104	107/95	99/86	95/81
12.5	137/139	121/117	113/106	108/99	101/91	94/82	90/77
13	130/133	115/112	107/101	102/95	96/86	89/78	85/73
13.5	124/127	109/107	102/97	97/91	91/83	85/74	81/70
14	118/122	104/103	97/83	93/87	87/79	81/71	77/67

*Nota.* Extraído de Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements, (Portland Cement Association, 1984).

Posteriormente, se determina el factor de tensión, mediante la división de la tensión equivalente obtenida y el módulo de rotura de flexión ( $M_r$ ) del concreto a 28 días; en la siguiente gráfica se puede mostrar el factor de tensión:

**Figura 10**

*Factor de tensión.*

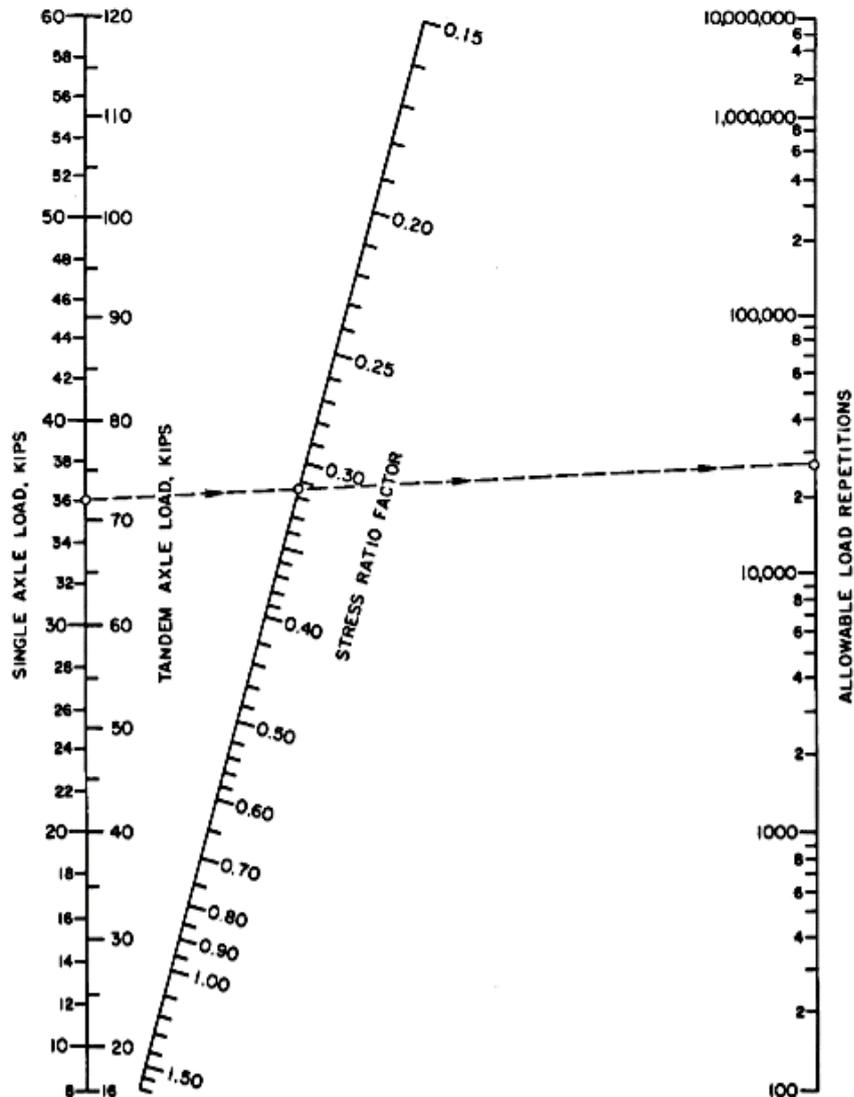


*Nota.* Extraído de Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements, (Portland Cement Association, 1984).

Luego, se procede con la determinación de las repeticiones de carga admisible para el análisis de fatiga; para esto el análisis se desarrolla mediante el nivel de carga por eje, antes simplificado por el factor de seguridad (FSC) y con el tipo de eje, simple o tándem, por último, se proyecta sobre la línea del ábaco con el factor de tensión obtenido, con esto se obtiene las repeticiones de carga admisible.

**Figura 11**

*Ábaco para el análisis de fatiga para las repeticiones de carga admisible*



*Nota.* Extraído de Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements, (Portland Cement Association, 1984).

Finalmente, se calcula el porcentaje de fatiga consumida, este se obtiene dividiendo el número de cargas previstas con el número de cargas admisibles, y estos para ejes simples y tándem se deben de sumar y verificar que el valor de fatiga consumida no supere el 100%. Entonces, si el valor de fatiga superase el 100%, se debe repetir el análisis cambiando las variables estructurales hasta que

no supere el 100% y si no superase este porcentaje se podría ajustar el diseño en concordancia con el análisis por erosión.

### ❖ Verificación por erosión

Esta verificación se basa en la determinación del factor de erosión. Para esto, previamente se debe escoger si el pavimento propuesto posee o no berma de concreto como mecanismo de confinamiento, y si presenta o no Dowels. Entonces, con esto, se ingresa con el espesor de concreto, con el K combinado, y si la carga es con eje simple o tándem. En las siguientes figuras, se muestran las tablas a utilizar en la verificación por erosión.

**Tabla 12**

*Tabla de factor de erosión con Dowels y sin bermas de concreto*

Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante - subbase, pci					
	50	100	200	300	500	700
4	3.74/3.83	3.73/3.79	3.72/3.75	3.71/3.73	3.70/3.70	3.68/3.67
4.5	3.59/3.70	3.57/3.65	3.56/3.61	3.55/3.58	3.54/3.55	3.52/3.53
5	3.45/3.58	3.43/3.52	3.42/3.48	3.41/3.45	3.40/3.42	3.38/3.40
5.5	3.33/3.47	3.31/3.41	3.29/3.36	3.28/3.33	3.27/3.30	3.26/3.28
6	3.22/3.38	3.19/3.31	3.18/3.26	3.17/3.23	3.15/3.20	3.14/3.17
6.5	3.11/3.29	3.09/3.22	3.07/3.16	3.06/3.13	3.05/3.10	3.03/3.07
7	3.02/3.21	2.99/3.14	2.97/3.08	2.96/3.05	2.95/3.01	2.94/2.98
7.5	2.93/3.14	2.91/3.06	2.88/3.00	2.87/2.97	2.86/2.93	2.84/2.90
8	2.85/3.07	2.82/2.99	2.80/2.93	2.79/2.89	2.77/2.85	2.76/2.82
8.5	2.77/3.01	2.74/2.93	2.72/2.86	2.71/2.82	2.69/2.78	2.68/2.75
9	2.70/2.96	2.67/2.87	2.65/2.80	2.63/2.76	2.62/2.71	2.61/2.68
9.5	2.63/2.90	2.60/2.81	2.58/2.74	2.56/2.70	2.55/2.65	2.54/2.62
10	2.56/2.85	2.54/2.76	2.51/2.68	2.50/2.64	2.48/2.59	2.47/2.56
10.5	2.50/2.81	2.47/2.71	2.45/2.63	2.44/2.59	2.42/2.54	2.41/2.51
11	2.44/2.76	2.42/2.67	2.39/2.58	2.38/2.54	2.36/2.49	2.35/2.45
11.5	2.38/2.72	2.36/2.62	2.33/2.54	2.32/2.49	2.30/2.44	2.29/2.40
12	2.33/2.68	2.30/2.58	2.28/2.49	2.26/2.44	2.25/2.39	2.23/2.36
12.5	2.28/2.64	2.25/2.54	2.23/2.45	2.21/2.40	2.19/2.35	2.18/2.31
13	2.23/2.61	2.20/2.50	2.18/2.41	2.16/2.36	2.14/2.30	2.13/2.27
13.5	2.18/2.57	2.15/2.47	2.13/2.37	2.11/2.32	2.09/2.26	2.08/2.23
14	2.13/2.54	2.11/2.43	2.08/2.34	2.07/2.29	2.05/2.23	2.03/2.19

*Nota.* Extraído de Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements, (Portland Cement Association, 1984).

**Tabla 13**

*Tabla de factor de erosión sin dowels y sin berma de concreto*

Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante - subbase, pci					
	50	100	200	300	500	700
4	3.94/4.03	3.91/3.95	3.88/3.89	3.86/3.86	3.82/3.83	3.77/3.80
4.5	3.79/3.91	3.76/3.82	3.73/3.75	3.71/3.72	3.68/3.68	3.64/3.65
5	3.66/3.81	3.63/3.72	3.60/3.64	3.58/3.60	3.55/3.55	3.52/3.52
5.5	3.54/3.72	3.51/3.62	3.48/3.53	3.46/3.49	3.43/3.44	3.41/3.40
6	3.44/3.64	3.40/3.53	3.37/3.44	3.35/3.40	3.32/3.34	3.30/3.30
6.5	3.34/3.56	3.30/3.46	3.26/3.36	3.25/3.31	3.22/3.25	3.20/3.21
7	3.26/3.49	3.21/3.39	3.17/3.29	3.15/3.24	3.13/3.17	3.11/3.13
7.5	3.18/3.43	3.13/3.32	3.09/3.22	3.07/3.17	3.04/3.10	3.02/3.06
8	3.11/3.37	3.05/3.26	3.01/3.16	2.99/3.10	2.96/3.03	2.94/2.99
8.5	3.04/3.32	2.98/3.21	2.93/3.10	2.91/3.04	2.88/2.97	2.87/2.93
9	2.98/3.27	2.91/3.16	2.86/3.05	2.84/2.99	2.81/2.92	2.79/2.87
9.5	2.92/3.22	2.85/3.11	2.80/3.00	2.77/2.94	2.75/2.86	2.73/2.81
10	2.86/3.18	2.79/3.06	2.74/2.95	2.71/2.89	2.68/2.81	2.66/2.76
10.5	2.81/3.14	2.74/3.02	2.68/2.91	2.65/2.84	2.62/2.76	2.60/2.72
11	2.77/3.10	2.69/2.98	2.63/2.86	2.60/2.80	2.57/2.72	2.54/2.67
11.5	2.72/3.06	2.64/2.94	2.58/2.82	2.55/2.76	2.51/2.68	2.49/2.63
12	2.68/3.03	2.60/2.90	2.53/2.78	2.50/2.72	2.46/2.64	2.44/2.59
12.5	2.64/2.99	2.55/2.87	2.48/2.75	2.45/2.68	2.41/2.60	2.39/2.55
13	2.60/2.96	2.51/2.83	2.44/2.71	2.40/2.65	2.36/2.56	2.34/2.51
13.5	2.56/2.93	2.47/2.80	2.40/2.68	2.36/2.61	2.32/2.53	2.30/2.48
14	2.53/2.90	2.44/2.77	2.36/2.65	2.32/2.58	2.28/2.50	2.25/2.44

*Nota.* Extraído de Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements, (Portland Cement Association, 1984).

**Tabla 14**

*Tabla de factor de erosión con dowels y con berma de concreto*

Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante - subbase, pci					
	50	100	200	300	500	700
4	3.28/3.30	3.24/3.20	3.21/3.13	3.19/3.10	3.15/3.09	3.12/3.08
4.5	3.13/3.19	3.09/3.08	3.06/3.00	3.04/2.96	3.01/2.93	2.98/2.91
5	3.01/3.09	2.97/2.98	2.93/2.89	2.90/2.84	2.87/2.79	2.85/2.77
5.5	2.90/3.01	2.85/2.89	2.81/2.79	2.79/2.74	2.76/2.68	2.73/2.65
6	2.79/2.93	2.75/2.82	2.70/2.71	2.68/2.65	2.65/2.58	2.62/2.54
6.5	2.70/2.86	2.65/2.75	2.61/2.63	2.58/2.57	2.55/2.50	2.52/2.45
7	2.61/2.79	2.56/2.68	2.52/2.56	2.49/2.50	2.46/2.42	2.43/2.38
7.5	2.53/2.73	2.48/2.62	2.44/2.50	2.41/2.44	2.38/2.36	2.35/2.31
8	2.46/2.68	2.41/2.56	2.36/2.44	2.33/2.38	2.30/2.30	2.27/2.24
8.5	2.39/2.62	2.34/2.51	2.29/2.39	2.26/2.32	2.22/2.24	2.20/2.18
9	2.32/2.57	2.27/2.46	2.22/2.34	2.19/2.27	2.16/2.19	2.13/2.13
9.5	2.26/2.52	2.21/2.41	2.16/2.29	2.13/2.22	2.09/2.14	2.07/2.08
10	2.20/2.47	2.15/2.36	2.10/2.25	2.07/2.18	2.03/2.09	2.01/2.03
10.5	2.15/2.43	2.09/2.32	2.04/2.20	2.01/2.14	1.97/2.05	1.95/1.99
11	2.10/2.39	2.04/2.28	1.99/2.16	1.95/2.09	1.92/2.01	1.89/1.95
11.5	2.05/2.35	1.99/2.24	1.93/2.12	1.90/2.05	1.87/1.97	1.84/1.91
12	2.00/2.31	1.94/2.20	1.88/2.09	1.85/2.02	1.82/1.93	1.79/1.87
12.5	1.95/2.27	1.89/2.16	1.84/2.05	1.81/1.98	1.77/1.89	1.74/1.84
13	1.91/2.23	1.85/2.13	1.79/2.01	1.76/1.95	1.72/1.86	1.70/1.80
13.5	1.86/2.20	1.81/2.09	1.75/1.98	1.72/1.91	1.68/1.83	1.65/1.77
14	1.82/2.17	1.76/2.06	1.71/1.95	1.67/1.88	1.64/1.80	1.61/1.74

*Nota.* Extraído de Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements, (Portland Cement Association, 1984).

**Tabla 15**

*Tabla de factor de erosión sin dowels y con berma de concreto*

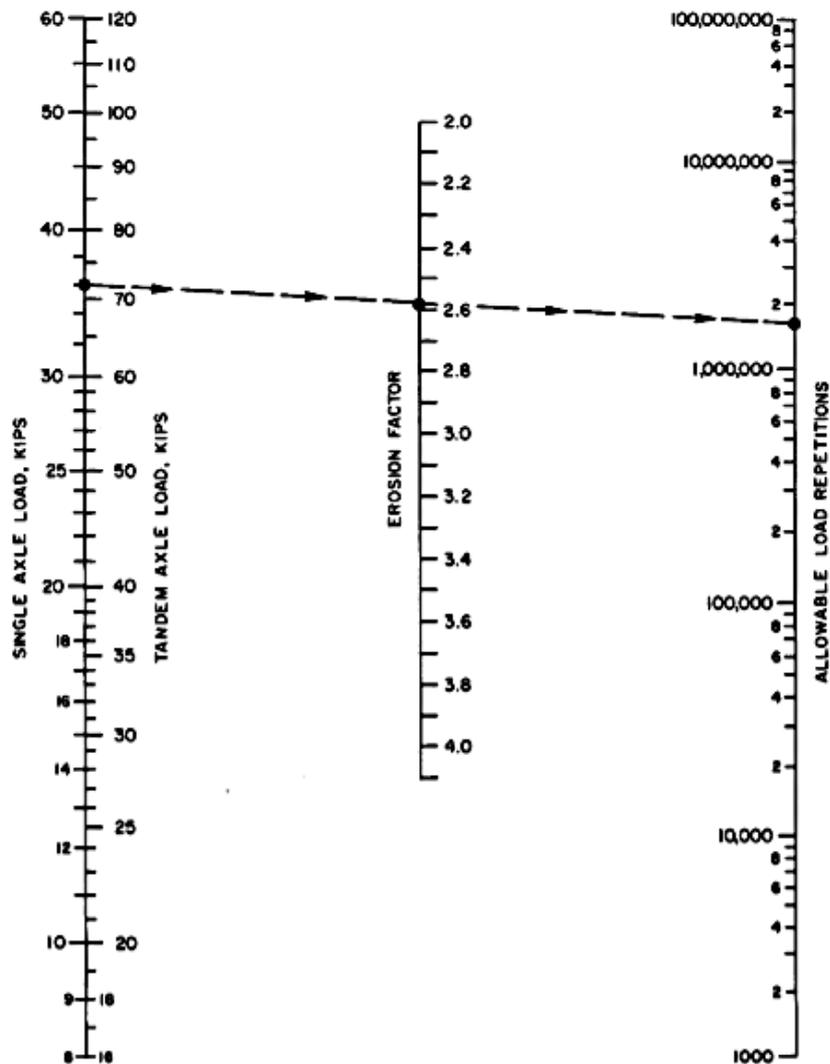
Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante - subbase, pci					
	50	100	200	300	500	700
4	3.46/3.49	3.42/3.39	3.38/3.32	3.36/3.29	3.32/3.26	3.28/3.24
4.5	3.32/3.39	3.28/3.28	3.24/3.19	3.22/3.16	3.19/3.12	3.15/3.09
5	3.20/3.30	3.16/3.18	3.12/3.09	3.10/3.05	3.07/3.00	3.04/2.97
5.5	3.10/3.22	3.05/3.10	3.01/3.00	2.99/2.95	2.96/2.90	2.93/2.86
6	3.00/3.15	2.95/3.02	2.90/2.92	2.88/2.87	2.86/2.81	2.83/2.77
6.5	2.91/3.08	2.86/2.96	2.81/2.85	2.79/2.79	2.76/2.73	2.74/2.68
7	2.83/3.02	2.77/2.90	2.73/2.78	2.70/2.72	2.68/2.66	2.65/2.61
7.5	2.76/2.97	2.70/2.84	2.65/2.72	2.62/2.66	2.60/2.59	2.57/2.54
8	2.69/2.92	2.63/2.79	2.57/2.67	2.55/2.61	2.52/2.53	2.50/2.48
8.5	2.63/2.88	2.56/2.74	2.51/2.62	2.48/2.55	2.45/2.48	2.43/2.43
9	2.57/2.83	2.50/2.70	2.44/2.57	2.42/2.51	2.39/2.43	2.36/2.38
9.5	2.51/2.79	2.44/2.65	2.38/2.53	2.36/2.46	2.33/2.38	2.30/2.33
10	2.46/2.75	2.39/2.61	2.33/2.49	2.30/2.42	2.27/2.34	2.24/2.28
10.5	2.41/2.72	2.33/2.58	2.27/2.45	2.24/2.38	2.21/2.30	2.19/2.24
11	2.36/2.68	2.28/2.54	2.22/2.41	2.19/2.34	2.16/2.26	2.14/2.20
11.5	2.32/2.65	2.24/2.51	2.17/2.38	2.14/2.31	2.11/2.22	2.09/2.16
12	2.28/2.62	2.19/2.48	2.13/2.34	2.10/2.27	2.06/2.19	2.04/2.13
12.5	2.24/2.59	2.15/2.45	2.09/2.31	2.05/2.24	2.02/2.15	1.99/2.10
13	2.20/2.56	2.11/2.42	2.04/2.28	2.01/2.21	1.98/2.12	1.95/2.06
13.5	2.16/2.53	2.08/2.39	2.00/2.25	1.97/2.18	1.93/2.09	1.91/2.03
14	2.13/2.51	2.04/2.36	1.97/2.23	1.93/2.15	1.89/2.06	1.87/2.00

*Nota.* Extraído de Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements, (Portland Cement Association, 1984).

Posteriormente, se procede con la determinación de las repeticiones de carga admisible para el análisis de erosión, mediante el análisis del nivel de carga de eje, el tipo de eje y proyectando sobre la línea de la figura con el valor del factor de erosión obtenido; de donde se obtiene las repeticiones de carga admisibles.

**Figura 12**

*Ábaco para el análisis por erosión para las repeticiones de carga admisible*



*Nota.* Extraído de Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements, (Portland Cement Association, 1984).

Finalmente, se calcula el porcentaje de erosión consumido, que se obtiene al dividir el número de cargas previstas con el número de cargas admisibles. Entonces, una vez calculado los porcentajes de erosión consumidos, se deben de sumar y verificar que ese valor no supere el 100%. Al igual que la verificación por el análisis de fatiga, se debe de evaluar ambos criterios antes de confirmar la estructura del pavimento propuesto.

## Proceso de diseño sin datos de carga por eje (Diseño simplificado)

El diseño simplificado por el método PCA, se emplea cuando no se tiene datos de carga por ejes disponibles, cuando no se ha hecho un estudio para determinarlas. Entonces se contempla de forma directa de pasos para hallar el espesor de la capa de concreto según criterios de fatiga y erosión, para tal, se realiza una verificación de cada una de estas.

Según el PCA (2019), la secuencia del proceso se describe a continuación:

1. Se estima el ADTT con base en el ADT y el porcentaje de camiones (excluyendo camiones de ejes dobles y de 4 ruedas) asociado.
2. Se selecciona la categoría de carga por eje del pavimento a diseñar.
3. Se halla el valor de  $K_{subrasante}$  asociado al CBR del pavimento
4. Se halla el  $K_{subbase}$ , corrigiendo el  $K_{subrasante}$ , de acuerdo al espesor de la subbase.
5. Con  $K_{subbase}$  y el valor de ADTT, se analiza mediante las tablas de diseño simplificado para hallar el espesor de la losa; dependiendo de la categoría de carga por eje, presencia o no presencia de bermas de concreto y dowels en las juntas.

Las tablas son las siguientes:

**Tabla 16**

Tabla de diseño simplificado para categoría 1, pavimento con trabazón de agregados en las juntas.

Sin Berna de Concreto o Sardinel				Con Berna de Concreto o Sardinel			
Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase			Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase		
	Bajo	Mediano	Alto		Bajo	Mediano	Alto
MR = 650 PSI	4.5			4	0.2	0.9	
	5	0.1	0.8	4.5	2	8	25
	5.5	3	15	5	30	130	330
	6	40	160	5.5	320		
	6.5	330					
MR = 600 PSI	5		0.1	4		0.1	
	5.5	0.5	3	4.5	0.2	1	5
	6	8	36	5	6	27	75
	6.5	76	300	5.5	73	290	730
	7	520		6	610		
MR = 550 PSI	5.5	0.1	0.3	4.5	0.2	0.6	
	6	1	6	5	0.8	4	13
	6.5	13	60	5.5	13	57	150
	7	110	400	6	130	480	
	7.5	620					

Nota. Extraído de PCA (2019).

**Tabla 17**

Tabla de diseño simplificado para categoría 2, pavimento con dowels en las juntas

Sin Berna de Concreto o Sardinel					Con Berna de Concreto o Sardinel				
Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase				Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto		Bajo	Medio	Alto	Ma
MR = 650 PSI	5.5				5	3	9	42	
	6		4	12	5.5	9	42	120	450
	6.5	9	43	120	6	96	380	970	3400
	7	80	320	840	6.5	710	2600		
	7.5	490	1900		7	4200			
	8	2500							
MR = 600 PSI	6			11	5		1	8	
	6.5		8	24	5.5	1	8	23	98
	7	15	70	190	6	19	84	220	810
	7.5	110	440	1100	6.5	160	620	1500	5200
	8	590	2300		7	1000	3600		
MR = 550 PSI	6.5		4	19	5.5		3	17	
	7		11	34	6	3	14	41	160
	7.5	19	84	230	6.5	29	120	320	1100
	8	120	470	1200	7	210	770	1900	
	8.5	560	2200		7.5	1100	4000		
9	2400								

Nota. Extraído de PCA (2019).

**Tabla 18**

Tabla de diseño simplificado para categoría 3, pavimento con dowels en las juntas

Sin Berna de Concreto o Sardinel					Con Berna de Concreto o Sardinel					
Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase				Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase				
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
MR = 650 PSI	7.5				250	6.5		83	320	
	8		130	350	1.300	7	52	220	550	1.900
	8.5	160	640	1.600	6.200	7.5	320	1.200	2.900	9.800
	9	700	2.700	7.000	11.500**	8	1.600	5.700	13.800	
	9.5	2.700	10.800			8.5	6.900	23.700**		
10	9.900									
MR = 600 PSI	8			73	310	6.5				67
	8.5		140	380	1.500	7		120		440
	9	160	640	1.700	6.200	7.5		270	680	2.300
	9.5	630	2.500	6.500		8	370	1.300	3.200	10.800
	10	2.300	9.300			8.5	1.600	5.800	14.100	
	10.5	7.700				9	6.600			
MR = 550 PSI	8.5			70	300	7				82
	9		120	340	1.300	7.5		130		480
	9.5	120	520	1.300	5.100	8	67	270	670	2.300
	10	460	1.900	4.900	19.100	8.5	330	1.200	2.900	9.700
	10.5	1.600	6.500	17.400		9	1.400	4.900	11.700	
	11	4.900				9.5	5.100	18.600		

Nota. Extraído de PCA (2019).

**Tabla 19**

Tabla de diseño simplificado para categoría 3, pavimento con trabazón de agregados en las juntas.

Sin Berna de Concreto o Sardinel					Con Berna de Concreto o Sardinel					
Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase				Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase				
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
MR = 650 PSI	7.5			60**	250**	7		220**	510	750
	8		130**	350**	830	7.5	320**	640	890	1.400
	8.5	160**	640**	900	1.300	8	610	1.100	1.500	2.500
	9	680	1.000	1.300	2.000	8.5	950	1.800	2.700	4.700
	9.5	960	1.500	2.000	2.900	9	1.500	2.900	4.600	8.700
	10	1.300	2.100	2.800	4.300	9.5	2.300	4.700	8.000	
	10.5	1.800	2.900	4.000	6.300	10	3.500	7.700		
	11	2.500	4.000	5.700	9.200	10.5	5.300			
	11.5	3.300	5.500	7.900		11	8.100			
	12	4.400	7.500							
MR = 600 PSI	8			73**	310**	7			120**	440**
	8.5		140**	380**	1.300	7.5	67**	270**	680**	1.400
	9	160**	640**	1.300	2.000	8	370**	1.100	1.500	2.500
	9.5	630**	1.500	2.000	2.900	8.5	950	1.800	2.700	4.700
	10	1.300	2.100	2.800	4.300	9	1.500	2.900	4.600	8.700
	10.5	1.800	2.900	4.000	6.300	9.5	2.300	4.700	8.000	
	11	2.500	4.000	5.700	9.200	10	3.500	7.700		
11.5	3.300	5.500	7.900		10.5	5.300				
12	4.400	7.500			11	8.100				
MR = 550 PSI	8				56**	7				82**
	8.5			70**	300**	7.5			130**	480**
	9		120**	340**	1.300**	8	67**	270**	670**	2.300**
	9.5	120**	520**	1.300**	2.900	8.5	330**	1.200**	2.700	4.700
	10	460**	1.900**	2.800	4.300	9	1.400**	2.900	4.600	8.700
	10.5	1.600**	2.900	4.000	6.300	9.5	2.300	4.700	8.000	
	11	2.500	4.000	5.700	9.200	10	3.500	7.700		
	11.5	3.300	5.500	7.900		10.5	5.300			
12	4.400	7.500			11	8.100				

Nota. Extraído de PCA (2019).

**Tabla 20**

*Tabla de diseño simplificado para categoría 4, pavimento con dowels en las juntas*

Sin Berna de Concreto o Sardinela					Con Berna de Concreto o Sardinela					
Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase				Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase				
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
MR = 650 PSI	8				270					400
	8.5		120	340	1.300		240	620	2.100	
	9	140	580	1.500	5.600		330	1.200	3.000	9.800
	9.5	570	2.300	5.900	14.700**		8.5	1.500	5.300	12.700 41.100**
	10	2.000	8.200	18.700**	25.900**		9	5.900	21.400	44.900**
	10.5	6.700	24.100**	31.800**	45.800**		9.5	22.500	52.000**	
	11	21.600	39.600**			10	45.200**			
	11.5	39.700**								
MR = 600 PSI	8.5				300					
	9		120	340	1.300			130	490	
	9.5	120	530	1.400	5.200		8		270	690 2.300
	10	480	1.900	5.100	19.300		8.5	340	1.300	3.000 9.900
	10.5	1.600	6.500	17.500	45.900**		9	1.400	5.000	12.000 40.200
	11	4.900	21.400	53.800**			9.5	5.200	18.800	45.900
	11.5	14.500	65.000**				10	18.400		
	12	44.000								
MR = 550 PSI	9				260				130	480
	9.5				280			250	620	2.100
	10		390	1.100	4.000		9	280	1.000	2.500 8.200
	10.5	320	1.400	3.600	13.800		9.5	1.100	3.900	9.300 30.700
	11	1.000	4.300	11.600	46.600		10	3.800	13.600	32.900
	11.5	3.000	13.100	37.200			10.5	12.400	46.200	
	12	8.200	40.000				11	40.400		

*Nota.* Extraído de PCA (2019).

**Tabla 21**

*Tabla de diseño simplificado para categoría 4, pavimento con trabazón de agregados en las juntas*

Sin Berna de Concreto o Sardinell					Con Berna de Concreto o Sardinell						
Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase				Espesor de losa (pulg.)	Soporte de Subrasante - subbase					
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto		
MR = 650 PSI	8				270**	7			100**	400**	
	8.5				990	7.5			240**	620**	910
	9	140**	580**	1.100	1.500	8	330**	770	1.100	1.700	
	9.5	570**	1.200	1.600	2.300	8.5	720	1.300	1.900	3.100	
	10	1.100	1.700	2.200	3.400	9	1.100	2.100	3.200	5.700	
	10.5	1.500	2.300	3.200	4.900	9.5	1.700	3.400	5.500	10.200	
	11	2.000	3.300	4.500	7.200	10	2.600	5.500	9.200	17.900	
	11.5	2.700	4.500	6.300	10.400						
	12	3.600	6.100	8.800	14.900	11	5.900	13.600	24.200		
	13	6.300	11.100	16.800		12	12.800				
14	10.800										
MR = 600 PSI	8.5				300**	7.5			130**	490**	
	9		120**	340**	1.300**	8		270**	690**	1.700	
	9.5	120**	530**	1.400**	2.300	8.5	340**	1.300**	1.900	3.100	
	10	480**	1.700	2.200	3.400	9	1.100	2.100	3.200	5.700	
	10.5	1.500	2.300	3.200	4.900	9.5	1.700	3.400	5.500	10.200	
	11	2.000	3.300	4.500	7.200	10	2.600	5.500	9.200	17.900	
	11.5	2.700	4.500	6.300	10.400						
	12	3.600	6.100	8.800	14.900	11	5.900	13.600	24.200		
	13	6.300	11.100	16.800		12	12.800				
	14	10.800									
MR = 550 PSI	9				260**	8			130**	480**	
	9.5				1.100**	8.5		250**	620**	2.100**	
	10		390**	1.100**	3.400	9	280**	1.000**	2.500**	5.700	
	10.5	320**	1.400**	3.200	4.900	9.5	1.100**	3.400	5.500	10.200	
	11	1.000**	3.300	4.500	7.200	10	2.600	5.500	9.200	17.900	
	11.5	2.700	4.500	6.300	10.400						
	12	3.600	6.100	8.800	14.900	11	5.900	13.600	24.200		
	13	6.300	11.100	16.800		12	12.800				
	14	10.800									

*Nota.* Extraído de PCA (2019).

### 2.3. Definición de términos

A continuación, se definen los siguientes términos, para la comprensión de la investigación:

- ✓ CBR: es un parámetro de resistencia del suelo determinado mediante ensayos in situ y bajo condiciones de humedad controlada; este ensayo clasifica la capacidad de un suelo mediante un número asociado al mismo, al compactar muestras de suelo a una humedad óptima de ensayo Proctor modificado.
- ✓ ADTT: es la cantidad de vehículos pesados que pasa en ambas direcciones, sin contar vehículos de 4 ruedas y dos ejes, debe ser obtenida de un conteo de clasificación de camiones.
- ✓ IMD o ADT: es la intensidad media diaria de una carretera, el cual es un parámetro fundamental del tráfico para el estudio de las características del flujo del tráfico; así como la variación, distribución y composición de las vías; además, responde a un determinado número de años.
- ✓ Juntas en pavimentos: es el espacio entre losa o pavimento con el fin de someterse a procesos de contracción o expansión; existen 3 tipos de juntas según su función: de contracción, de expansión y de construcción; además estas se diseñan para controlar los agrietamientos que se producen durante el endurecimiento y secado del pavimento.
- ✓ Módulo de reacción de la subrasante (K): es el factor de la presión sobre el suelo, tal que tenga una deformación de 0.05 pulg. Para hallarla se usan correlaciones con el California Bearing Ratio (CBR) que es más fácil de calcular.
- ✓ Módulo de rotura ( $M_r$  o  $S'c$ ): es el parámetro de diseño de espesores, la resistencia y esfuerzos a flexión del concreto, puesto que controlan los agrietamientos debido a las cargas repetitivas de los vehículos.

- ✓ Proctor modificado: es el índice de comprobación de compactación de diferentes suelos y sus propiedades de suelo con cambio en el contenido de humedad con la relación entre la densidad seca y el contenido de humedad.
- ✓ Estudio de tráfico: es el análisis del número y volumen de vehículos según los ejes, pasajes, etc. siendo variables determinantes para la vía según el diseño geométrico de una estructura de pavimento adecuado.
- ✓ Análisis por fatiga: es utilizada para evaluar los esfuerzos ocasionados en la losa del pavimento rígido, la aplicación de cargas sobre el pavimento donde se produce esfuerzos que generar fallas.
- ✓ Análisis por erosión: contribuye limitando la deflexión producida en la losa de concreto, juntas y esquinas del pavimento, por efecto del movimiento de material debajo del pavimento o losa de concreto, el resultado de la presión del agua acumulada debajo de la losa.
- ✓ Periodo de diseño: es aquella que determina el horizonte servicio del pavimento, antes de requerir la rehabilitación y/o reconstrucción del pavimento, siendo difícil predecir con aproximación real, mayor que un diseño, según incrementos no previstos de tráfico.
- ✓ Análisis granulométrico por tamizado: es una técnica analítica que se utiliza para determinar la distribución del tamaño de partícula de un material granular con tamaños granulares macroscópicos.

## 2.4. Hipótesis

### Hipótesis general:

Los parámetros obtenidos mediante el análisis comparativo de diseño de pavimento rígido por los métodos AASHTO y PCA en el Jr. Primavera, Huaraz, mejoran la transitabilidad vehicular.

### Hipótesis específicos:

- ✓ Los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), de la vía Jr. Primavera, Huaraz, dan espesores entre 18 y 20 cm.
- ✓ Los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de PCA (Portland Cement Association), de la vía Jr. Primavera, Huaraz, dan espesores mayores a 20 cm.
- ✓ Los parámetros comparativos resultantes respecto al método del pavimento rígido diseñado por cada método AASHTO y PCA del Jr. Primavera, Huaraz, muestran variabilidad de resultados.

## 2.5. Variables

### ✓ Variable Independiente

Diseño de Pavimentos rígido

### ✓ Variable Dependiente

Transitabilidad Vehicular

### 2.5.1. Operacionalización de variables

**Tabla 22**

*Operacionalización de variables*

<b>MATRIZ. DE OPERACIONALIZACIÓN. DE VARIABLES.</b>						
Variable.	Definición. Conceptual.	Definición. Operacional	Dimensiones.	Indicadores.	Escala de Medición.	
<b>Variable Independiente</b>	<b>Diseño de pavimentos</b>	Es la identificación de parámetros comparativos en cuanto al método, proceso, resultado, conclusiones y recomendaciones de cada método de diseño de pavimento empleado para generar mayor acercamiento a un diseño eficiente.	Es la diferenciación de método, proceso, resultados, costos del diseño del pavimento rígido resultante por el método AASHTO y PCA, con fines de generar un diseño eficiente.	Características de la mecánica de suelos Parámetros del tráfico vehicular Método de diseño AASHTO Método de diseño PCA	<u>Granulometría</u> <u>Límite líquido y plástico</u> <u>Índice de plasticidad</u> <u>Proctor modificado</u> <u>CBR</u> <u>IMDA</u> <u>Ejes equivalentes, entre otros</u> <u>Periodo de diseño</u> <u>Espesor del pavimento</u> <u>Índice de serviciabilidad inicial</u> <u>Índice de serviciabilidad final</u> <u>Factor de distribución por Eje cargado</u> <u>Número de ejes equivalentes</u> <u>Niveles de confiabilidad</u> <u>Error estándar combinada v</u> <u>Módulo de reacción efectivo</u> <u>Módulo de rotura del concreto</u> <u>Tránsito futuro</u> <u>Resistencia del concreto</u> <u>CBR</u> <u>Módulo de reacción</u> <u>Módulo de reacción de la sub</u> <u>Módulo de resistencia</u>	Razón
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Transitabilidad Vehicular</b>	La transitabilidad vehicular es una característica de mejora de una vía, la cual puede medirse mediante los niveles de servicio que esta brinda a los usuarios (Ortiz, 2018)	La transitabilidad vehicular es una característica de mejora de una vía, la cual puede medirse mediante los niveles de servicio que esta brinda a los usuarios.	Niveles de servicio o capacidad de la vía (veh/día)	<u>Nivel de servicio A</u> <u>Nivel de servicio B</u> <u>Nivel de servicio C</u> <u>Nivel de servicio D</u> <u>Nivel de servicio E</u> <u>Nivel de servicio F</u>	Razón



### III. Metodología

#### 3.1. Tipo de investigación

##### 3.1.1. Métodos

El método de la investigación es deductivo, porque procede desde lo general a lo particular, en el presente estudio parte desde los conocimientos teóricos generales existentes sobre los métodos de diseño AASHTO y PCA, para aplicarlos y obtener resultados específicos respecto a la muestra.

##### 3.1.2. Por el enfoque

La investigación se enfocará como **cuantitativa**, porque se cuenta con variables cuantificables, además, se plantea una hipótesis que será contrastada.

La investigación cuantitativa es aquel método común para recoger datos en un contexto de estudios principalmente científico, donde se puede probar la hipótesis predefinida, este utiliza herramientas de análisis matemático y estadístico para describir (Qualt , 2022).

##### 3.1.3. Por el nivel

La investigación desde la óptica de su orientación será de tipo **aplicada**, porque se ha planteado un problema al cual se pretende brindar una solución.

Una investigación aplicada busca actuar, modificar, construir y conocer una realidad problemática y a su vez, buscar la solución inmediata a este centrando su esfuerzo (Borja, 2012).

#### Según su alcance

El nivel de la investigación se desarrolla de forma **descriptiva**, porque se va a describir inicialmente parámetros de la vía como muestra, posteriormente, se va a

detallar mediante cálculos, los diseños del pavimento rígido para consecuentemente realizar el análisis comparativo general.

Este tipo de nivel busca especificar las propiedades, características y los perfiles de grupos, personas, comunidades u otros fenómenos sometidos a análisis, es decir pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables (Hernández, 2010).

### 3.1.4. Diseño de la Investigación

La investigación se presentará como un diseño **no experimental**, de tipo **transversal**, donde no existirá la manipulación de las variables; además la experimentación inicia con actividades en laboratorio de suelos. Así también, es de tipo cuasiexperimental, porque se intenta comparar y analizar dos grupos de resultados generando así un resultado eficiente.

Dentro de una investigación no experimental, “no se manipulan intencionalmente una o más variables independientes, para analizar las consecuencias se aplica la observación directa por medio del investigador” (Hernández, 2010).



Donde:

M: Representa la muestra Jr. Primavera, Huaraz.

O: Son las mediciones de las variables en la investigación.

D: Diseño del pavimento rígido

Además, el estudio según la cronología será **prospectivo**, porque la recolección de la información necesaria se realizará en un contexto planificado, con lo cual los hechos hallados van sucediendo.

Este tipo de diseño “es aquel estudio cuyo inicio es anterior a los hechos estudiados y los datos se recogen a medida que van sucediendo, es decir los hechos suscitados se observan a medida que suceden” (Borja, 2012).

### **3.2. Población y muestra**

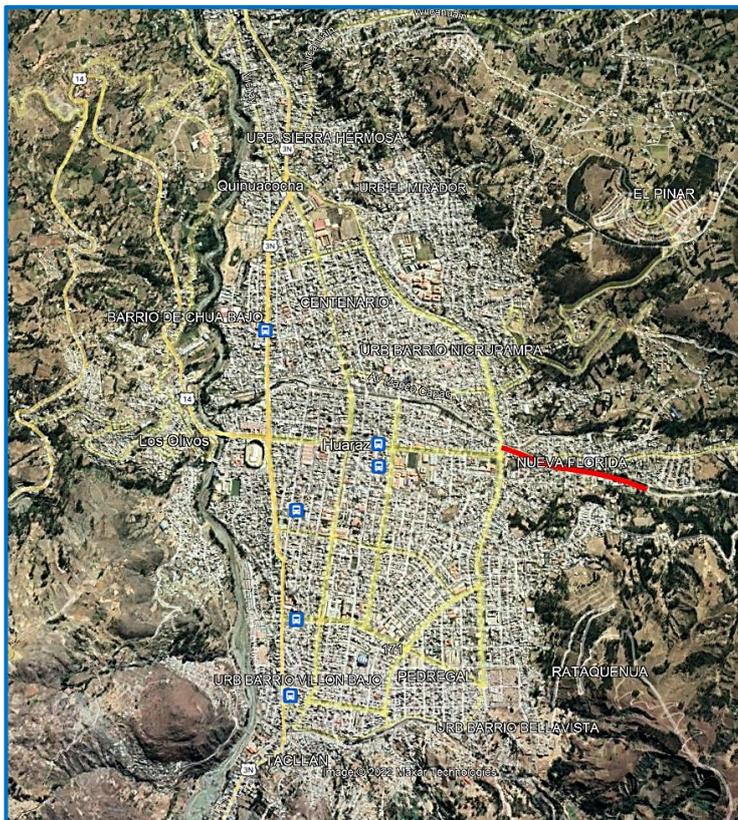
La población y muestra están determinadas de acuerdo a la delimitación del problema, en este caso la muestra será **No aleatoria**, como un **estudio de caso**, es decir la población será igual a la muestra, porque se busca la solución global del problema planteado anteriormente. Donde la vía detallada cuenta con niveles bajos de transitabilidad. Entonces, con criterios de inclusión, se tendrá como población y muestra, directamente al **Jr. Primavera, ubicado en el distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.**

Población: Jr. Primavera, Huaraz

Muestra: Jr. Primavera, Huaraz

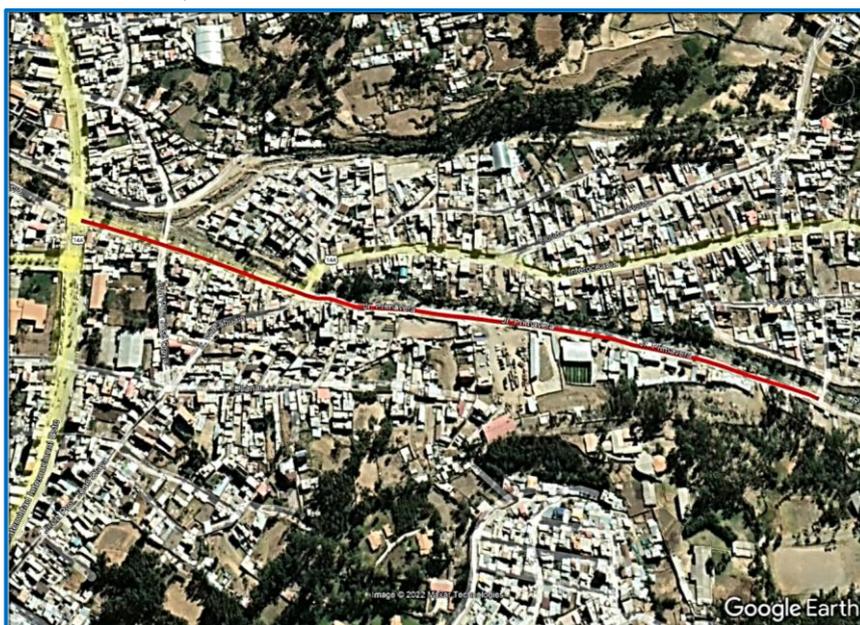
La longitud es de 885 metros, desde el inicio de la vía con la intersección con la avenida Confraternidad Internacional Este y su último punto cerca al Instituto Hipólito Unanue de la ciudad de Huaraz.

**Figura 13**  
*Ciudad de Huaraz*



*Nota.* Zona del Jr. Primavera, señalada en color rojo. Imagen extraída de Google Earth (2022).

**Figura 14**  
*Jr. Primavera, Ciudad de Huaraz*



*Nota.* Zona del Jr. Primavera, señalada en color rojo. Imagen extraída de Google Earth.

En la figura anterior de puede visualizar la extensión del Jr. Primavera, ubicado al oeste de la ciudad de Huaraz con coordenadas UTM inicial de la vía: E223291.2, N8945966.5; y coordenada final de la vía: E224133.3 y N8945734, a una altitud de 3065 m.s.n.m.

Por lo mencionado anteriormente, la población y muestra se justifica por criterios de inclusión:

- ✓ La vía Jr. Primavera es una vía principal, recolectora de tráfico vehicular y peatonal de la Urbanización Nueva Florida, Bellapampa.
- ✓ Es una de las vías en la ciudad capital que no cuenta con soluciones adecuadas hasta la fecha.
- ✓ La vía se encuentra ubicada paralela al río Quillcay, salvaguardando el acceso vehicular y peatonal de la zona y su extensión.

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

Las técnicas para la realización de la investigación se aplicará la **observación directa y el análisis de contenido**.

Según Hernández (2014), menciona que la técnica nos permite comprender y visualizar situaciones para obtener información en el caso del trabajo de investigación que se utilizaran.

Para el presente planteamiento se aplicará la técnica de la observación directa para realizar la recolección de información en campo para el estudio de tráfico y los diversos parámetros fundamentales que la vía expone en toda su extensión; además para recolectar los datos obtenidos en el laboratorio en el estudio de suelos. Posteriormente está el análisis de contenido, para realizar un análisis de los reportes de ensayos ejecutados.

Los **instrumentos** para la ejecución de las técnicas de investigación estarán definidos para la recolección de la información durante su proceso en campo. Estas, serán fichas técnicas a elaborarse en la etapa de ejecución del presente proyecto:

- ❖ Ficha técnica N°01: Conteo vehicular (estudio de tráfico).
- ❖ Ficha técnica N°02: Ensayos de suelos.
- ❖ Ficha técnica N°03: Análisis de diseño AASHTO y PCA.
- ❖ Ficha técnica N°04: Panel fotográfico de la ejecución de la investigación.

### **3.4. Descripción y procedimiento de análisis**

Inicialmente, cabe mencionar que la información general de la presente investigación fue obtenida únicamente de nuestra muestra, fuente primaria, es decir el Jirón Primavera, provincia Huaraz, Ancash. Donde la extensión completa de la vía, fue de utilidad para la extracción de tres calicatas, estudio de tráfico (conteo vehicular) y los parámetros necesarios para obtener nuestros resultados idóneos por objetivos específicos.

A continuación, se presentan las etapas que se siguieron para obtener los resultados, iniciando desde la recolección de la información en campo hasta el análisis de estas y conformar los aportes de la presente tesis:

#### **i) Actividades preliminares**

Las actividades preliminares estuvieron compuestas por la elaboración de los instrumentos de recolección de datos en campo y procesamiento.

- ✓ Ficha técnica N°01: Conteo vehicular (estudio de tráfico).
- ✓ Ficha técnica N°02: Ensayos de suelos.
- ✓ Ficha técnica N°03: Análisis de diseño AASHTO y PCA.
- ✓ Ficha técnica N°04: Panel fotográfico de la ejecución de la investigación.

Además de la preparación de las herramientas necesarias para salir a campo. Por tanto, la recolección de datos se dividió en dos partes; la primera para el conteo vehicular para el estudio de tráfico y la segunda parte para la extracción de calicatas en campo. Para esto, las herramientas fueron:

- ◆ Formato de conteo vehicular
- ◆ Lampa
- ◆ Pico
- ◆ Barreta
- ◆ Costales
- ◆ Pizarra pequeña
- ◆ Dos asistentes de campo

Finalmente, como actividad preliminar, se recurrió a la zona de estudio para solicitar los permisos correspondientes, como el presidente de la calle o barrio, sin encontrar algún responsable que lleve la administración de algún permiso para el estudio de la calle (muestra de la presente investigación). Por lo cual, se realizó la solicitud de los permisos a los vecinos, de forma aleatoria, aquellos que permitieron la excavación y extracción de muestras de suelo para continuar con el estudio. Todo lo mencionado, haciendo referencia a los fines de las actividades.

## ii) **Recolección de datos**

### **Etapas 1: Conteo vehicular**

Posterior a las actividades preliminares, se procedió a realizar la recolección de la información en campo, iniciando con el conteo vehicular. Para esto, esta etapa de la investigación tuvo como fin y prioridad tomar el registro del tránsito vehicular de las vías conexas o cercanas al Jirón Primavera, donde se halló el máximo volumen diario

registrado en los días de la semana del 27 de febrero del 2023 al 05 de marzo del 2023, fechas donde se definió el tránsito de la zona, desde la cantidad de vehículos que pasa por las estaciones evaluadas, contabilizando en rangos de 15 minutos, durante las 24 horas del día y 7 días de la semana, donde se pudo clasificar según la composición del tránsito vehicular de la siguiente manera:

- A = Composición de vehículos ligeros
- B2 = Composición de vehículos de transporte de pasajeros de 2 ejes
- C2 = Composición de vehículos de carga de 2 ejes (camiones)
- C3 = Composición de vehículos de carga de 3 ejes (camiones)
- T2S3= Composición de vehículos de carga con remolque

Entonces identificados los puntos donde se tomará el conteo vehicular se procedió a ejecutarla (durante los 7 días), siendo esta toma de datos en tres estaciones: dos intersecciones con la vía y otro en la misma vía como focos importantes del estudio:

- ✓ Intersección: Jirón Primavera y la Avenida Confraternidad Internacional Este.
- ✓ Vía Jirón Primavera
- ✓ Intersección: Jirón Primavera y el Jr. Willcahuain.

Estas vías colectoras fueron seleccionadas porque suman al tráfico del jirón primavera de manera constante durante todo el día, permitiendo el ingreso de los vehículos a las zonas conexas al área del estudio.

### Figura 15

*Toma de datos del conteo vehicular en el cruce del jirón Primavera y la Av. Confraternidad internacional Este.*



**Nota.** Primera estación: intersección del Jr. Primavera y Av. Confraternidad Internacional Oeste, toma propia en el 27 de febrero del 2023.

### Figura 16

*Toma de datos del conteo vehicular en la estación 2.*



**Nota.** Segunda estación: Vía Jr. Primavera, toma propia en el 28 de febrero del 2023.

Para esto, se utilizó el formato para el conteo vehicular elaborado cumpliendo con los parámetros indicados en el reglamento nacional de tránsito-código de tránsito D.S. N° 016-2009-MTC. A continuación, se presenta el formato:

**Tabla 23**

Formato de conteo vehicular elaborado.

	Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo Facultad de Ingeniería Civil Estudio de tránsito vehicular <small>(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito, DS N° 016-2009-MTC)</small>													
	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana Socla Garay, Jhonattan Steven Jr. Primavera, Huaraz, Ancash Fecha:													
IMD DIARIO														
HORA	MOTOTAXI	MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	2 EJES	CAMION 3 EJES	4 EJES	TOTAL	
DIAGRAMA VEHICULAR														
6:30-6:45 am														0
6:45-7:00 am														0
7:00-7:15 am														0
7:15-7:30 am														0
7:30-8:00 am														0
8:00-8:15 am														0
8:15-8:30 am														0
8:30-8:45 am														0
8:45-9:00 am														0
9:00-9:15 am														0
9:15-9:30 am														0
9:30-9:45 am														0
9:45-10:00 am														0
10:00-10:15 am														0
10:15-10:30 am														0
10:30-10:45 am														0
10:45-11:00 am														0
11:00-11:15 am														0
11:15-11:30 am														0
11:30-11:45 am														0
11:45-12:00 am														0
12:00-12:15 pm														0
12:15-12:30 pm														0
12:30-12:45 pm														0
12:45-13:00 pm														0
13:00-13:15 pm														0
13:15-13:30 pm														0
13:30-13:45 pm														0
13:45-14:00 pm														0
14:00-14:15 pm														0
14:15-14:30 pm														0
14:30-14:45 pm														0
14:45-15:00 pm														0
15:00-15:15 pm														0
15:15-15:30 pm														0
15:30-15:45 pm														0
15:45-16:00 pm														0
16:00-16:15 pm														0
16:15-16:30 pm														0
16:30-16:45 pm														0
16:45-17:00 pm														0
17:00-17:15 pm														0
17:15-17:30 pm														0
17:30-17:45 pm														0
17:45-18:00 pm														0
18:00-18:15 pm														0
18:15-18:30 pm														0
18:30-18:45 pm														0
18:45-19:00 pm														0
19:00-19:15 pm														0
19:15-19:30 pm														0
19:30-19:45 pm														0
19:45-20:00 pm														0
20:00-20:15 pm														0
20:15-20:30 pm														0
20:30-20:45 pm														0
20:45-21:00 pm														0
21:00-21:15 pm														0
21:15-21:30 pm														0
21:30-21:45 pm														0
21:45-22:00 pm														0
22:00-22:15 pm														0
22:15-22:30 pm														0
22:30-22:45 pm														0
22:45-23:00 pm														0
23:00-23:15 pm														0
23:15-23:30 pm														0
23:30-23:45 pm														0
23:45-00:00 pm														0
00:00-00:15 am														0
00:15-00:30 am														0
00:30-00:45 am														0
00:45-01:00 am														0
01:00-01:15 am														0
01:15-01:30 am														0
01:30-01:45 am														0
01:45-02:00 am														0
02:00-02:15 am														0
02:15-02:30 am														0
02:30-02:45 am														0
02:45-03:00 am														0
03:00-03:15 am														0
03:15-03:30 am														0
03:30-03:45 am														0
03:45-04:00 am														0
04:00-04:15 am														0
04:15-04:30 am														0
04:30-04:45 am														0
04:45-05:00 am														0
05:00-05:15 am														0
05:15-05:30 am														0
05:30-05:45 am														0
05:45-06:00 am														0
06:00-06:15 am														0
06:15-06:30 am														0
<b>SUB TOTAL</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>			0				0			0	0	0		0

Se adjunta en el **Anexo B: Demanda de tránsito vehicular**, los datos del conteo vehicular recolectados desde el lunes 27 de febrero del 2023 hasta el domingo 05 de marzo del 2023.

## **Etapa 2: Extracción de calicatas y estudio de suelos**

Esta etapa comprende desde la extracción de calicatas en la zona de estudio. Para esto inicialmente se identificaron los puntos clave en la extensión de la vía para la extracción de calicatas, realizando un reconocimiento de campo y exploración en toda la longitud de la muestra.

Para lo anterior, se tomó en consideración lo siguiente: el programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250 m y 2,000 m (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **Figura 17**

*Identificación de puntos de exploración de calicatas C-1 y C-2 en el jirón Primavera.*



**Nota.** Zona del Jr. Primavera, fotos propias.

### Figura 18

Identificación de puntos de exploración de calicatas C-3 en el jirón Primavera.



*Nota.* Zona del Jr. Primavera, fotos propias.

Entonces, posterior a la identificación se procedió a realizar la excavación con maquinaria a cielo abierto, cuadrado de 1.00x1.00 metros, con una profundidad de 1.50 metros, de donde se extrajo un aproximado de 40 kilos de suelo por cada calicata.

### Figura 19

Calicatas extraídas C-1, C-2 y C-3 del jirón Primavera.



*Nota.* Zona del Jr. Primavera, fotos propias.

Posteriormente, se trasladaron las muestras al laboratorio GeoStruct donde se realizaron los siguientes ensayos:

**Tabla 24***Ensayos ejecutados en laboratorio GeoStruct*

<b>Ensayo</b>	<b>Normativa</b>
Análisis Granulométrico por tamizado	ASTM C136/NTP 400.012
Contenido de Humedad	ASTM C566/NTP 339.185
Límite de consistencia	
Límite líquido	ASTM D-4318/MTC E110
Límite Plástico	ASTM D-4318/MTC E111
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Clasificación AASHTO	M-145
Proctor modificado	ASTM D-1557/MTC E115
C.B.R.	ASTM D-1883/MTC-E132

La calificación del suelo por AASHTO tendrá como requisitos de clasificación de suelos a través del análisis mecánico e índice de plasticidad.

**Procedimientos en laboratorio:****Ensayo de Análisis Granulométrico (MTC E 107)****Las herramientas y equipos para el ensayo**

- Estufa: Deberá poder mantener constante las temperaturas hasta  $110 \pm 5$  °C.
- Cucharon metálico.
- Tamices: Tendrán el orden de la siguiente tabla.
- Balanzas: Se necesita un par de balanzas, una con 0.01 g de sensibilidad para pesar el material pasante por el tamiz N° 4 y otra para pesar los agregados retenidos en el tamiz N° 4, esta última debe tener una sensibilidad de 0.1% del peso de muestreo.

**Tabla 25***Ensayos ejecutados en laboratorio GeoStruct*

Tamices	Abertura (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 ½"	38.100
1"	25.400
	19.000
¾"	
3/8"	9.5000
N° 4	4.7600
N° 10	2.000
N° 20	0.840
N° 40	0.425
N° 60	0.260
N° 140	0.106
N° 200	0.075

**Procedimiento del ensayo**

- El material obtenido de campo se procede a cuartear.
- Una vez hecho el cuarteo se recoge el material y se pesa en una tara.
- Luego vertimos la muestra en las mallas de acuerdo al orden establecido.
- Se tamiza y pesa el material retenido en cada malla
- Realizado el ensayo de granulometría se procede a la elaboración de los cálculos.

**Ensayo de Contenido de Humedad (ASTM D2216)****Las herramientas y equipos para el ensayo**

- Balanzas: Se necesita un par de balanzas, una con 0.01 g de sensibilidad para material de menos de 200 g. y otra para un peso de muestreo de 200 g a más, esta última debe tener una sensibilidad de 0.1 g.
- Estufa: Deberá poder mantener constante las temperaturas hasta  $110 \pm 5$  °C.
- Taras: Recipiente de material resistente al cambio de temperaturas y a la corrosión.

- Cucharon metálico.

### **Procedimiento del ensayo**

- Se selecciona el material recogido del cuarteo.
- Se pesa el material que se colocó en la tara.
- Se coloca la muestra en el horno por 24 horas a una
- temperatura de 100°C.
- Pasadas las 24 horas se saca la muestra, se espera que la muestra tome temperatura ambiente y se pesa (tara + muestra seca).
- Se realiza el cálculo del Contenido de Humedad (%).

### **Ensayo de Limite de Attenberg (NTP 339.129)**

El índice plástico es el valor hallado a través de la diferencia entre el L.L. y el L.P.

### **Limite Liquido**

#### **Las herramientas y equipos para el ensayo**

- Balanzas: Con 0.01 g de sensibilidad.
- Estufa: Deberá poder mantener constante las temperaturas hasta  $110 \pm 5$  °C.
- Recipiente: Vasija para almacenaje de material porcelana de  $\varnothing 4 \frac{1}{2}$ " aproximadamente.
- Pesa Filtros: Recipiente de material resistente al cambio de temperaturas y a la corrosión.
- Calibrador: Ya sea separado o incorporado al ranurador, de acuerdo con la dimensión crítica "d". En caso fuese separado sería una barra metálica de 50 mm de largo y  $10,00 \pm 0,2$  mm de espesor aproximadamente.
- Acanalador.
- Agua destilada.

- Aparato de Casa Grande o del Limite Liquido: Este puede ser de operación mecánica o manual.

### **Procedimiento del ensayo**

- Tomar una muestra que este entre los 150 a 200 g que sea pasante de la malla N° 40.
- Colocar la muestra en una vasija de porcelana para luego ser mezclada con agua entre 15 - 20 ml, luego será amasada, agitada en forma repetida y alternada.
- Se debe realizar adiciones de agua para aumentar el contenido de humedad y así poder reducir el número de golpes para que la ranura pueda cerrar, se realizaran pruebas que requieran de 25 a 35 golpes, de 20 y 30 golpes, y una que necesite de 15 a 25 golpes para poder cerrar la ranura.

### **Limite Liquido**

#### **Las herramientas y equipos para el ensayo**

- Balanzas: Con 0.01 g de sensibilidad
- Estufa: Deberá poder mantener constante las temperaturas hasta  $110 \pm 5$  °C.
- Recipiente: Vasija para almacenaje de material porcelana de  $\varnothing 4 \frac{1}{2}$ " aproximadamente.
- Tamiz N° 40.
- Espátula de hoja flexible.
- Agua destilada.
- Vidrio grueso esmerilado.

### **Procedimiento del ensayo**

- Se debe preparar una porción de mezcla para el límite líquido al cual se le tiene que adicionar suelo seco para que la mezcla baje el contenido de humedad.
- Se procede a enrollar con nuestra mano encima del vidrio hasta llegar a tener rollos de 3 mm de Ø, estos deben presentar agrietamiento, se procederá a calcular su contenido de humedad. El ensayo deberá hacerse 2 veces.
- Si existe una diferencia en más de 2 puntos de porcentaje entre los valores hallados se tendrá que volver a repetir el ensayo.

### **Ensayo de Proctor modificado (ASTM D-1557/MTC E115)**

#### **Las herramientas y equipos para el ensayo**

- Balanza – balanza de tipo GP5.
- Estufa: Deberá poder mantener constante las temperaturas hasta  $110 \pm 5$  °C.
- Regla metálica rígida.
- Tamices o Mallas de  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N° 4.
- Herramientas de Mezcla. - como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc.
- Moldes cilíndricos de 6", que tenga 101.6 mm de diámetro interior, altura de 116.4 mm y un volumen 2,124 cm<sup>3</sup> de material sólido, también es necesario un Collar de extensión y plato base con un área central hueca que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.
- Pisón manual cuya masa será de 4.54 kg con cara plana y circular.

#### **Procedimiento del ensayo:**

- Primero preparamos 29 kg de suelo seco para aplicar el ensayo según el método C. donde utilizamos 5.9 kg por cada espécimen.
- Pesamos el molde para aplicar el método C y ensamblamos el collar y plato de la base.
- Luego tomamos la muestra del suelo y pasamos por la malla N° 3/4", seguidamente tomamos una muestra para la determinación del contenido de agua del suelo procesado.
- Continuamos preparando 4 especímenes para los siguientes porcentajes de humedades 3.35, 5.41, 7.54, 9.42.
- Seguidamente mezclamos el material agregando agua poco a poco.
- Para finalizar Colocamos la muestra por capas y realizamos el proceso de compactación para una energía modificada. Enrazamos y pesamos.
- Por último, en gabinete se calcula la máxima densidad seca para un óptimo contenido de humedad.

### **Ensayo de CBR (California Bearing Ratio ASTM D 1883)**

#### **Las herramientas y equipos para el ensayo**

- Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular de 49.63 mm de diámetro, área de 3 pulg<sup>2</sup>, adherido a una prensa con una carga que debe ser de 44.5 kN.
- Molde de metal, cilíndrico de 152.4 mm de diámetro interior y de 177.8 mm de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50.8 mm de altura y una placa de base perforada de 3/8" de espesor.
- Disco separador circular, de 150.8 mm de diámetro exterior y de 61.37 mm de grosor.

- Pisón de compactación utilizado para el ensayo de Proctor Modificado.
- 1.Aparato medidor de expansión compuesto por: Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149.2mm de diámetro, provisto de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura.
- 2.Aparato medidor de expansión compuesto por: Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, con aproximación de 0.025 mm (0.001”).
- Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal con una masa total de  $4.54 \pm 0.02$  kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de  $2.27 \pm 0.02$  kg. Las pesas anulares y ranuradas deberán tener  $5 \frac{7}{8}$ ” a  $5 \frac{15}{16}$ ” (149.23 mm a 150.81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de  $2 \frac{1}{8}$ ” aproximado (53.98 mm) de diámetro.
- Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1”) y divisiones lecturas en 0.025 mm (0.001”).
- Tanque con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua
- Estufa: Deberá poder mantener constante las temperaturas hasta  $110 \pm 5$  °C.
- Balanza, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0.1 g, respectivamente.
- Tamices, de 4.76 mm (No. 4), 19.05 mm (3/4”) y 50.80 mm (2) Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

### Procedimiento del ensayo

- Primero preparamos la muestra pasante por el tamiz  $\frac{3}{4}$ ”.

- Pesamos 5.9 kg de muestra más 5 kg adicionales para el ensayo de apisonado por cada CBR a realizar.
- Acto seguido tomamos una muestra de la muestra a utilizar y con ayuda de la estufa determinamos la humedad natural del suelo.
- Conociendo la humedad natural del suelo realizamos un reajuste para lograr obtener el óptimo contenido de humedad para una máxima densidad seca. Procediendo a disponer de los especímenes para el ensayo utilizando la energía de compactación para el Proctor modificado.
- Luego procedemos a ensamblar el molde colocando su base, collar, disco espaciador y dentro de este molde el disco separador y sobre este un disco con papel filtro grueso del mismo diámetro y se pesa.
- Continuamos agregando el material en capas compactando usando un sistema energético de compactación para cada molde aplicamos una cantidad de 55, 26 y 12 golpes por molde.
- Como segunda acción tomamos el espécimen una vez terminado la compactación y procedimos a realizar el enrasado con un cuchillo de hoja recta rellenando con material fino los espacios vacíos que se generaron por el enrasado, comprimiéndolo con la espátula.
- Luego procedimos a desmontar el molde y a volver a montar de forma invertida, sin disco separador ubicando un papel filtro sobre el molde y sobre la base, acto seguido pesamos.
- Colocamos sobre el área de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y sobre esta, dos anillos perforados, que su peso en conjunto es de 4.54 kg.

- El paso siguiente que realizamos fue colocar el trípode sobre el molde asegurando que sus patas se ubiquen al borde del molde, nos aseguramos que el vástago del dial coincida con el de la placa perforada y medimos el hinchamiento inicial. A continuación, sumergimos el molde en tanque con agua durante 4 días (96 horas).
- Terminada las 96 horas de inmersión procedimos a leer el deformímetro y medimos el hinchamiento, retiramos el espécimen del tanque vertiendo el agua retenida en la parte superior sujetando firmemente la placa y los discos en su lugar, dejamos escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y procedemos a retirar la sobrecarga.
- Para finalizar tomamos el espécimen con una sobrecarga de 2.27 kg seguidamente asentamos el pisón luego de colocar la primera sobrecarga encima de la muestra ubicamos las agujas en 0, y aplicamos el peso sobre el pistón de penetración utilizando el gato de la prensa, cronometramos el tiempo cuando el deformímetro marque la lectura de carga para las siguientes penetraciones: 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.125, 0.150, 0.200, 0.300, 0.400, 0.500 (pulg).
- Una vez culminado el ensayo, con los datos procesamos en gabinete.

### iii) Procesamiento de la información

#### **Etapas 3: Diseño de pavimento rígido aplicando el método AASHTO 93**

La etapa donde se realiza el procesamiento de la información obtenida en campo y el laboratorio mediante los ensayos es esta, iniciando por diseñar el pavimento rígido empleando el método AASHTO 93 (American Association of state highway and transportation Officials) del jirón Primavera, A continuación, se presenta paso a

paso el proceso para el cálculo del diseño del pavimento rígido por el método ya mencionado:

### 3.1.) Periodo de Análisis

Para determinar el periodo de diseño del pavimento rígido bajo el método AASHTO, se identifica con la siguiente tabla:

**Tabla 26**

*Tipo de vía y periodo de diseño*

<b>Tipo de Carretera/vía</b>	<b>Periodo de diseño</b>
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 a 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 a 50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 a 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 a 20 años

*Nota.* Extraído de AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures.

Para esto, se elige para un diseño de 20 años, es decir el periodo de diseño = 20 años.

### 3.2.) Espesor del pavimento

Para asumir el espesor el espesor de la losa, se toma en cuenta los números equivalentes de los vehículos de diseño, total 8.20 toneladas = 18 Kips, propuesto por el método AASHTO, para esto, el espesor de la losa se podrá asumir:

Espeor=**200 mm**

### 3.3.) Índice de serviciabilidad

Para determinar el índice de serviciabilidad se determinará mediante las siguientes tablas:

**Tabla 27***Índice de serviciabilidad inicial*

Índice de serviciabilidad inicial	Tipo de pavimento
Po=4.5	Pavimentos rígidos
Po=4.2	Pavimentos flexibles

*Nota.* Extraído de Ministerio de Vivienda (2010)**Tabla 28***Índice de serviciabilidad final*

Índice de serviciabilidad final	Tipo de camino
Po=2.5	Para caminos muy importantes
Po=2.0	Para caminos de tránsito menor

*Nota.* Extraído de Ministerio de Vivienda (2010)

Entonces, calculando el índice de serviciabilidad se podrá obtener:

$$\Delta \text{PSI} = P_o - P_t$$

$$\Delta \text{PSI} = 4.50 - 2.00$$

$$\Delta \text{PSI} = 2.50$$

### 3.4.) Factor de distribución, por dirección

Este factor dependerá del número de carriles que se pretende diseñar, es decir de dos,

entonces para conocer el valor se emplea la siguiente tabla:

**Tabla 29***Factor de distribución en relación al número de carriles*

Número de carriles en ambas direcciones	Valor
2	0.50
4	0.45
6 o más	0.40

Entonces, en relación al valor, este será 0.50, ya que son dos carriles.

### 3.5.) Factor de distribución por carril

**Tabla 30**

*Factor de distribución por carril en cada sentido*

N° de carril en cada sentido	Porcentaje de W18 en el carril de diseño
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 o más	50 – 75

Entonces, en relación al valor, esta corresponde a 1, el cual resulta un porcentaje de 100 para el diseño.

### 3.6.) Número de ejes equivalentes (ESAL calculado)

Para hallar los ejes equivalentes se empleará la siguiente formula:

$$W18 = \sum EEi \cdot Fca \cdot 365 \quad (7)$$

Donde:

- ✓ 365 son los números de días del año.
- ✓ Fca es el factor de crecimiento acumulado, hallado por la siguiente formula:

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad (8)$$

Donde la tasa de crecimiento “r” es igual a 3%, ya que según el MTC nos dice que la tasa de crecimiento está en el rango de 2% a 6%, y el periodo “n” es igual a 20 años. Donde reemplazando datos:

$$Fca = 26.87$$

- ✓  $\sum EEi$  son los ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, esta es calculado por la siguiente formula:

$$\sum EEi = IMDi \cdot Fd \cdot Fc \cdot Fvp \cdot Fp \quad (9)$$

Donde:

- IMDi = Índice Medio Diario según el tipo de vehículo pesado seleccionado
- Fd y Fc = Factor Direccional y Factor carril de diseño, para el cual el manual del MTC nos detalla la siguiente tabla:

**Tabla 31**

*Factores de distribución y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.*

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
	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.** Extraída del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, MTC (2014).

- Fp = Factor de presión de neumáticos, para el cual el manual del MTC no detalla la siguiente tabla:

**Tabla 32***Factores de reajuste por presión de neumáticos (Fp)*

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto Del Neumático (PCN) en psi PCN=0.90x(Presión de inflado del neumático) (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1	1.36	1.8	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1	1.3	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.2
90	1	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1	1.19	1.38	1.59	1.8	2.02	2.25
130	1	1.17	1.34	1.52	1.7	1.89	2.09
140	1	1.15	1.3	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

*Nota.* Extraída del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, MTC (2014).

- Fvp = Factor de vehículo pesado del tipo seleccionado, para el cual el manual del MTC nos detalla las siguientes tablas:

**Tabla 33***Pesos según el eje vehicular para factores de vehículos pesados*

Configuración Vehicular	Descripción Grafica de Vehículos	Peso Máximo (t)				Peso bruto max. (t)	
		Eje Delantero	Conjunto de ejes posteriores				
			1°	2°	3°	4°	
M1		1	2	-	-	-	3
N1		7	11	-	-	-	18
N2		7	18	-	-	-	25

*Nota.* Acondicionada con datos extraídos del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, MTC (2014).

**Tabla 34**

*Relación de cargas por eje para determinar equivalentes (EE) para pavimentos rígidos.*

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

*Nota.* Extraída del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, MTC (2014).

Finalmente, haciendo los cálculos de ejes equivalentes, el ESAL resulta:

**Tabla 35**

*Cálculo de número de ejes equivalentes (ESAL)*

Parametros	Tipos de vehiculos										
	Vehiculos ligeros		Bus		Caminones				Semitrailer		
	Autos		B2		C2		C3		T2S3		
	Delantero	Posterior	Delantero	Posterior	Delantero	Posterior	Delantero	Posterior	Delantero	Central	Posterior
Carga (Tn)	1	1	7	11	7	11	7	18	7	11	25
Fvpi	0.0002	0.0002	0.5227	3.3348	0.5227	3.3348	0.0790	3.7971	0.0316	0.1928	5.1443
IMDpi	1265.43	1265.43	76.86	76.86	26.86	26.86	20.14	20.14	8.00	8.00	8.00
r%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
n	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Fd	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Fc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EEdia-carrill	0.113388979	0.113388979	20.08720026	128.1526096	7.019319049	44.78195281	0.795839144	38.24200055	0.126479401	0.771255688	20.5772661
Días	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
Fca	26.87	26.87	26.87	26.87	26.87	26.87	26.87	26.87	26.87	26.87	26.87
ESAL	1112.083582	1112.083582	197008.9666	1256880.644	68843.282	439207.3625	7805.340981	375065.5598	1240.470335	7564.234142	201815.3788
Parcial	2224.167164		1453889.61		890921.5452				210620.0833		
<b>Total ESAL</b>	<b>2557655.406</b>										

### 3.7.) Niveles de confiabilidad

Para hallar el nivel de confiabilidad (R) se empleó la siguiente tabla:

**Tabla 36**

*Valores de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años).*

Tipos de Caminos	Trafico	Ejes Equivalentes Acumulados		Nivel de Confiabilidad (R)
Caminos de Bajo Volumen de Transito	Tp0	100,000	150,000	65%
	Tp1	150,001	300,000	70%
	Tp2	300,001	500,000	75%
	Tp3	500,001	750,000	80%
	Tp4	750,001	1,000,000	80%
	Tp5	1,000,001	1,500,000	85%
	Tp6	1,500,001	3,000,000	85%
	Tp7	3,000,001	5,000,000	85%
Resto de Caminos	Tp8	5,000,001	7,500,000	90%
	Tp9	7,500,001	10,000,000	90%
	Tp10	10,000,001	12,500,000	90%
	Tp11	12,500,001	15,000,000	90%
	Tp12	15,000,001	20,000,000	95%
	Tp13	20,000,001	25,000,000	95%
	Tp14	25,000,001	30,000,000	95%
	Tp15		>30'000,000	95%

*Nota.* Extraída del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, MTC (2014).

### 3.8.) Error estándar combinado (S0) y desviación estándar normal (Zr):

Para el cálculo de estos factores se analiza la siguiente tabla:

**Tabla 37**

Valores recomendados para la confiabilidad ( $R$ ), desviación estándar normal ( $ZR$ ) y Error estándar combinado ( $S_0$ )

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85-99.9	80-99.9
Local	80-99	75-95
Colectoras	80-95	50-80

DESVIACION ESTANDAR NORMAL, VALORES QUE CORRESPONDEN A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE CONFIABILIDAD

CONFIABILIDAD R (%)	(ZR)	(S <sub>0</sub> )
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.3
93	-1.476	0.3
94	-1.555	0.3
95	-1.645	0.3
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

*Nota.* Extraída del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, MTC (2014).

Entonces, usando la tabla anterior, y en relación al porcentaje de confiabilidad  $R$  (%) = 85, se identifica a  $Z_r = -1.037$  y  $S_0 = 0.32$ .

### 3.9.) Transferencia de cargas (J)

Para el cálculo de este factor se analiza la siguiente tabla:

**Tabla 38***Valores de coeficiente de transferencia de carga "J"*

Tipo de Berma	J			
	Granular o Asfáltica		Concreto Hidráulico	
Valores J	Si (con pasadores)	No (con pasadores)	Si (con pasadores)	No (con pasadores)
	3.2	3.8-4.4	2.8	3.8

**Nota.** Extraída del Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC (2014).

Considerando la vía es estado de diseño como una vía con tramos donde se da la existencia de bermas de concreto se emplearán pasadores para la transferencia de carga, por lo tanto, el parámetro  $J = 2.8$ , será:

### 3.10.) Coeficiente de drenaje (Cd):

Para el cálculo del coeficiente drenaje (Cd), se emplearán las siguientes tablas:

**Tabla 39***Capacidad de drenaje*

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy Malo	el agua no evacua

**Nota.** Extraído de Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

Se tiene conocimiento de la calidad de drenaje que tarda en evacuar el agua provocada por las lluvias es de 1 día, por lo tanto, se considera como drenaje bueno.

**Tabla 40***Coefficiente de drenaje*

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está comprometida a niveles de humedad cerca a la saturación			
	Menos de 1%	1% - 5%	5% - 25%	más del 25%
Excelente	1.25 a 1.20	1.20 a 1.15	1.15 a 1.10	1.10
Bueno	1.20 a 1.15	1.15 a 1.10	1.10 a 1.00	1.00
Mediano	1.15 a 1.10	1.10 a 1.00	1.00 a 0.90	0.90
Malo	1.10 a 1.00	1.00 a 0.90	0.90 a 0.80	0.80
Muy Malo	1.00 a 0.90	0.90 a 0.80	0.80 a 0.70	0.70

*Nota.* Extraído de Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

Entonces, al tener en cuenta que el tiempo está sometida a humedad en un tiempo mayor al 25%, el coeficiente de drenaje es igual a 1.00.

### 3.10.) Módulo de reacción de la subrasante “k”:

Para calcular el módulo de reacción de la subrasante (K), el AASHTO nos brinda dos ecuaciones:

$$K = 2.55 + 52.5 * (\text{Log CBR}) \text{ ----} \rightarrow \text{CBR} < 10$$

$$K = 46.0 + 9.08 * (\text{Log CBR})^{4.34} \text{ ----} \rightarrow \text{CBR} > 10$$

Para el presente diseño, se realizaron tres calicatas, donde el CBR más bajo fue 41.77%, siendo este un  $\text{CBR} > 10$ , entonces, se obtiene el siguiente módulo de reacción de la subrasante “K”:

$$K = 119.86 \text{ Mpa/m}$$

### 3.11.) Módulo de elasticidad del concreto (Ec):

Para el cálculo de este factor se analiza la siguiente tabla:

**Tabla 41**

Valores de resistencia del concreto según el rango de tránsito vehicular

RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MINIMA A LA FLEXOTRACCION DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MINIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESION DEL CONCRETO (F'C)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
> 5'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
≤ 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,000 EE		

*Nota.* Extraída del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, MTC (2014).

De la tabla anterior, contando con el EE menor a  $5 \times 10^6$  se tiene como resistencia mínima equivalente a  $(f'c) = 280 \text{ Kg/cm}^2 = 24801.23 \text{ Mpa}$ .

### 3.12.) Módulo de rotura del concreto (Mr):

El módulo de rotura está en función de la resistencia a la compresión del concreto y la guía de Manuel de carreteras suelos, geología y pavimentos, donde se tiene en cuenta que el tráfico pesado menos o igual a 5 000,000 se emplea como resistencia a la compresión del concreto  $(f'c) = 280 \text{ Kg/cm}^2$ , para el cual la resistencia Mínima a la Flexo tracción del concreto (MR) sería de  $40 \text{ Kg/cm}^2 = 3.92 \text{ Mpa}$ , entonces, resulta un PSI de 569 (lb/plg<sup>2</sup>) para el diseño.

### 3.13.) Cálculo final del espesor de pavimento (D)

**Tabla 42**

*Parámetros calculados para el diseño de pavimento por AASHTO*

Parámetros hallados	Datos
n =	20 años
W <sub>18</sub> =	2557655.406
K=	119.86
Confiabilidad (%) =	85%
Z <sub>r</sub> =	-1.037
S <sub>0</sub> =	0.32
P <sub>t</sub> =	2.50
J=	2.80
C <sub>d</sub> =	1.00
E <sub>c</sub> =	24801.23 Mpa
S'c =	3.92 Mpa
D =	Tanteo

Hallados todos los parámetros requeridos para diseñar por el método AASHTO 93, reemplazamos en la fórmula de método principal, para calcular mediante el tanteo el espesor de la losa:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_0 + 7.35 * \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} * \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 * 10^6}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * p_t) * \log_{10} \left( \frac{S'c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J * \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/K)^{0.25}}\right)} \right) \quad (10)$$

Finalmente, el espesor final calculado es: **19.89 cm**

#### **Etapas 4: Diseño de pavimento rígido aplicando el método PCA (Portland Cement Association)**

En la cuarta etapa de la investigación, se procedió a realizar el diseño del pavimento rígido por el método mencionado, esto comprende diversos procedimientos:

##### **4.1.) Fijar tipo de junta y berma**

Para el jirón Primavera, vía en estudio en la presente investigación, el ancho del diseño es limitado, contando que ambos márgenes de la carretera tienen áreas definidas para áreas verdes. Entonces, definimos junta con Dowels en conjunto de la losa.

##### **4.2.) Hallar el módulo de rotura del concreto a 28 días**

El módulo de rotura está en función de la resistencia a la compresión del concreto y la guía de Manual de carreteras suelos, geología y pavimentos, donde se tiene en cuenta que el tráfico pesado menos o igual a **5 000,000** se emplea como resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) = **280 Kg/cm<sup>2</sup>**, para el cual la resistencia Mínima a la Flexo tracción del concreto (MR) sería de **40 Kg/cm<sup>2</sup>**, entonces, resulta un PSI de **569 (lb/plg<sup>2</sup>)** para el diseño.

##### **4.3.) Demanda de tránsito futuro**

Para determinar el tránsito a futuro, se emplea la siguiente fórmula:

$$T_n = T_i(1 + r)^n \quad (11)$$

$$r = 3.00\%$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$T_i$  = tránsito en el año cero

Entonces, tomando en cuenta la composición del tránsito actual, se puede calcular de la siguiente manera:

**Tabla 43**

*Tránsito proyectado*

<b>Vehículos</b>		<b>Veh/día 2023</b>	<b>Veh/día 2043</b>
Vehículo ligero	A	1265.43	2285.50
Bus	B2	76.86	138.81
Camión 2 ejes	C2	26.86	48.50
Camión 3 ejes	C3	20.14	36.38
Semi tráiler	T2S3	8.00	14.45
<b>Total</b>		<b>1397.29</b>	<b>2523.65</b>

Entonces, el tránsito a futuro proyectado resulta: 2473 vehículos.

#### 4.4.) Factores de diseño

##### i) Resistencia del concreto:

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, señala que para pavimentos de concreto hidráulico podemos tomar como valor mínimo a 280 Kg/cm<sup>2</sup>, para el caso se tomará esta resistencia, ya que la vía es de bajo volumen de tránsito vehicular.

##### ii) Determinación del C.B.R.:

Para determinar el CBR, en el presente estudio, se realizaron tres calicatas, hallando los siguientes resultados:

**Tabla 44**

*CBR de calicatas estudiadas.*

<b>Calicata</b>	<b>CBR al 95% de M.D.S. (%) para 0.1”</b>
C-01	41.77
C-02	41.88
C-03	43.67

Contando con los CBR al 95% del estudio de suelos, podemos definir de manera conservadora que la calicata C-01 resulta ser el más desfavorable a comparación de las demás. Es decir, para el jirón Primavera, se utilizará el CBR hallado al 41.77%.

#### 4.5.) Módulo de reacción (K)

**Tabla 45**

*Módulo de reacción (K) en relación al CBR (%)*

CBR	K	CBR	K	CBR	K	CBR	K
2.0	2.0	7.0	5.3	14.0	7.2	33.0	10.0
2.1	2.1	7.6	5.6	15.0	7.3	35.0	10.5
2.8	2.8	8.0	5.7	16.0	7.5	39.0	11.2
3.0	3.0	9.0	6.0	18.0	7.8	43.0	12.0
4.0	3.9	10.0	6.2	20.0	8.0	47.0	13.0
4.7	4.2	11.0	6.5	22.0	8.4	52.0	14.0
5.0	4.4	12.0	6.7	25.0	8.8	57.0	15.0
6.0	4.9	13.0	6.9	30.0	9.6	64.0	16.8

Entonces, en relación a la tabla anterior y el CBR, se puede obtener el módulo de reacción (K):

CBR -----> K

29.00 -----> 11.20

41.77 -----> K=11.93

43.00 -----> 12.00

Calculado el Módulo de reacción (K), esta resulta:  $11.93 \text{ Kg/cm}^3 = 431 \text{ pci}$

#### 4.6.) Módulo de reacción de la sub base (Kc)

Para calcular el módulo de reacción de la sub base (Kc) se toma en cuenta el módulo de reacción (K), por medio de la siguiente tabla:

**Tabla 46***Módulo de reacción de la subbase granular (Kc)*

Valor K subrasante	Valor K (Kg/cm <sup>3</sup> ) sobre la base de espesor				
	10	15	20	22.5	30
1.40	1.80	2.10	2.30	2.40	3.10
2.10	2.70	3.00	3.27	3.40	4.20
2.80	3.60	3.90	4.23	4.40	5.30
5.50	6.10	6.40	7.13	7.50	8.90
8.30	8.90	9.10	9.90	10.30	11.90

Entonces, para tal, en relación al valor K, el Kc es igual a 9.10 Kg/cm<sup>3</sup>

#### 4.7.) ESAL por tipo de eje

En este apartado se realizó el cálculo del ESAL, pero considerando el tipo de eje de cada vehículo, a continuación, se presenta los cálculos:

**Tabla 47**

*Cálculo del número de ejes equivalente según cada peso del eje vehicular*

Parametros			Carga (Tn)	Fvpi	IMDpi	r%	n	Fd	Fc	Fp	EEdia-carrill	Días	Fca	ESAL	Parcial	Total ESAL	
Tipos de vehículos	Vehiculos ligeros	Autos	Delantero	1	0.0002	1265.43	0.03	20.00	0.5	1	1	0.113389	365	26.87	<b>1112.0836</b>	2224.1672	
			Posterior	1	0.0002	1265.43	0.03	20.00	0.5	1	1	0.113389	365	26.87	<b>1112.0836</b>		
	Bus	B2	Delantero	7	0.5227	76.86	0.03	20.00	0.5	1	1	20.0872	365	26.87	<b>197008.97</b>	1453889.6	
			Posterior	11	3.3348	76.86	0.03	20.00	0.5	1	1	128.15261	365	26.87	<b>1256880.6</b>		
	Caminones	C2	Delantero	7	0.5227	26.86	0.03	20.00	0.5	1	1	7.019319	365	26.87	<b>68843.282</b>	508050.64	2557655.4
			Posterior	11	3.3348	26.86	0.03	20.00	0.5	1	1	44.781953	365	26.87	<b>439207.36</b>		
		C3	Delantero	7	0.0790	20.14	0.03	20.00	0.5	1	1	0.7958391	365	26.87	<b>7805.341</b>	382870.9	
			Posterior	18	3.7971	20.14	0.03	20.00	0.5	1	1	38.242001	365	26.87	<b>375065.56</b>		
	Semitrailer	T2S3	Delantero	7	0.0316	8.00	0.03	20.00	0.5	1	1	0.1264794	365	26.87	<b>1240.4703</b>	210620.08	
			Central	11	0.1928	8.00	0.03	20.00	0.5	1	1	0.7712557	365	26.87	<b>7564.2341</b>		
Posterior			25	5.1443	8.00	0.03	20.00	0.5	1	1	20.577266	365	26.87	<b>201815.38</b>			



De la tabla anterior, se puede resumir el ESAL según el periodo de diseño y tipo de eje x (Tn), se la siguiente manera:

**Tabla 48**

*Resumen de ESAL por tipo de eje x (Tn)*

<b>Ejes de X (Tn)</b>	<b>ESAL/eje</b>
Ejes de 1 Tn (2.2 kips)	2224.17
Ejes de 7 Tn (15.4 kips)	274898.06
Ejes de 11 Tn (24.1 kips)	1703652.24
Ejes de 18 Tn (39.5 kips)	375065.56
Ejes de 25 Tn (54.8 kips)	201815.38

#### 4.7.) Cálculo del espesor del pavimento rígido

El método PCA, entre los parámetros preliminares necesarios de cálculo, requiere asumir un espesor de pavimento para verificar si este cumple con el diseño de fatiga y erosión, el cual debe ser menor al 100%.

##### I) Primer caso: asumimos $e=8.5''$

Para esto, se tienen los siguientes datos preliminares:

**Tabla 49**

*Parámetros de diseño para  $e=8.5''$*

<b>Parámetros de diseño para calcular el espesor</b>				
K subrasante:	11.93	Kg/cm <sup>3</sup>	431.00	pci
K combinado:	9.1	Kg/cm <sup>3</sup>	328.76	pci
Espesor de losa propuesto:	0.2159	m	8.5	pulg
Subbase:	0.15	m		
Factor de seguridad por carga:	1.1			
Módulo de rotura propuesto:	42	Kg/cm <sup>2</sup>	597.3	psi

Entonces, se procedió a realizar el análisis del diseño planteado por fatiga y erosión, para esto se calcula el esfuerzo equivalente y el factor de erosión, y con estos datos el factor de relación de esfuerzos, para esto en la siguiente tabla se muestran estos datos calculados, para proceder con el análisis de fatiga y erosión, tanto para los ejes simples, tándem y trídem:

**Tabla 50**

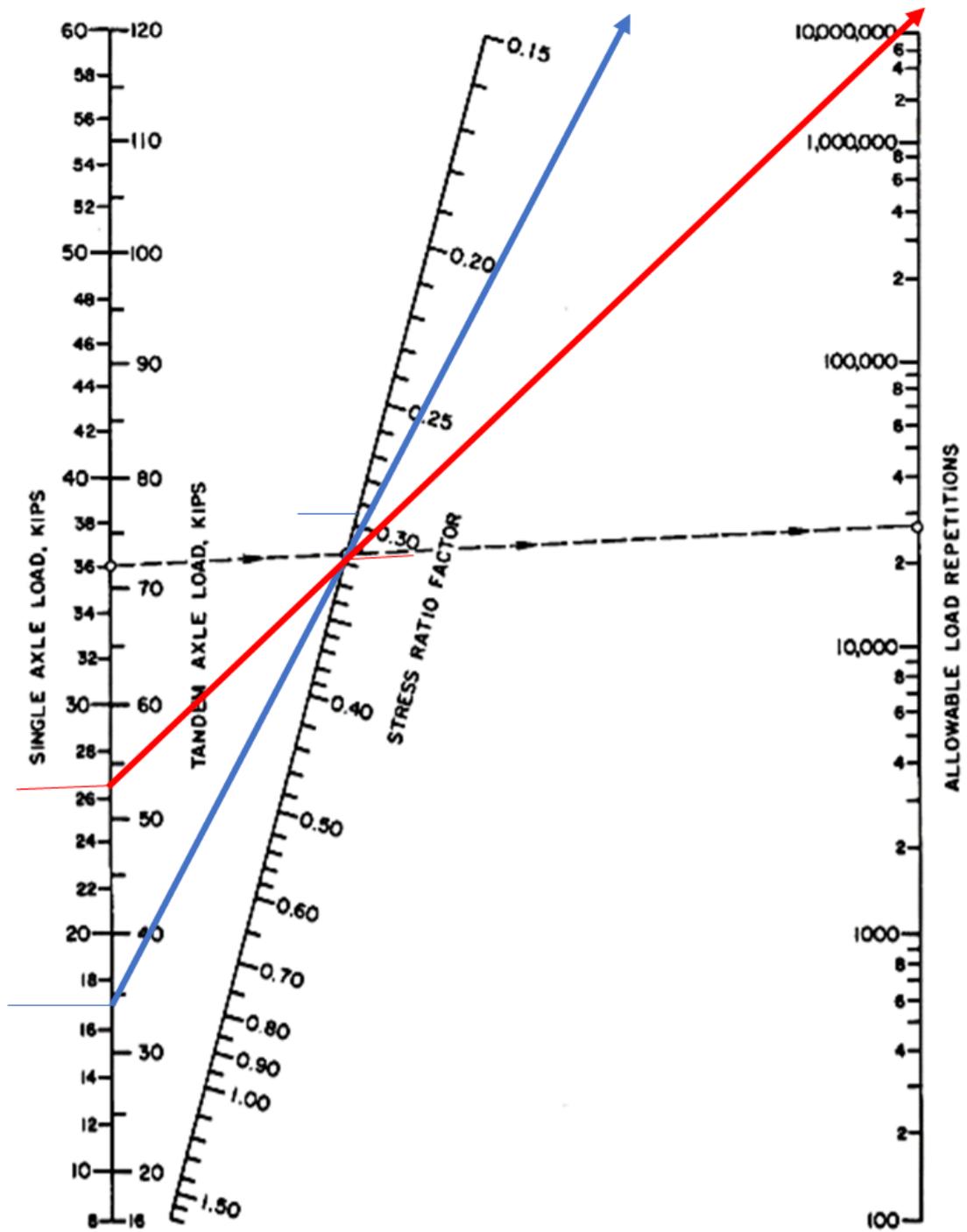
*Cálculos de esfuerzo equivalente, factor de erosión y factor de relación de esfuerzo para  $e=8.5$ ''*

Carga por eje (Kips)	Multiplicado por LSF	Repeticiones esperadas	Análisis de fatiga		Análisis de erosión	
			Repeticiones permitidas	Porcentaje de fatiga	Repeticiones permitidas	Porcentaje de daño
1	2	3	4	5	6	7
<b>Para Ejes simples</b>						
Esfuerzo equivalente:		190.59	Factor de erosión:		2.88	
Factor de relación de esfuerzos:		0.319				
2.2	2.42	2224.17				
15.4	16.94	274898.06				
24.1	26.51	1703652.24				
<b>Para Ejes Tándem</b>						
Esfuerzo equivalente:		156.88	Factor de erosión:		2.98	
Factor de relación de esfuerzos:		0.263				
39.5	43.45	375065.56				
<b>Para Ejes Tridem</b>						
Esfuerzo equivalente:		118.16	Factor de erosión:		3.02	
Factor de relación de esfuerzos:		0.198				
54.8	60.28	201815.38				
<b>TOTAL</b>			<b>0.00%</b>		<b>0.00%</b>	

Posteriormente, con los datos mostrados en la tabla anterior, se procede a realizar el análisis de fatiga y erosión inicialmente para ejes simples, empleando los gráficos que nos proporciona el método del PCA:

**Figura 20**

*Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes simples en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 1.*



**Figura 21**

*Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes simples en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 1.*

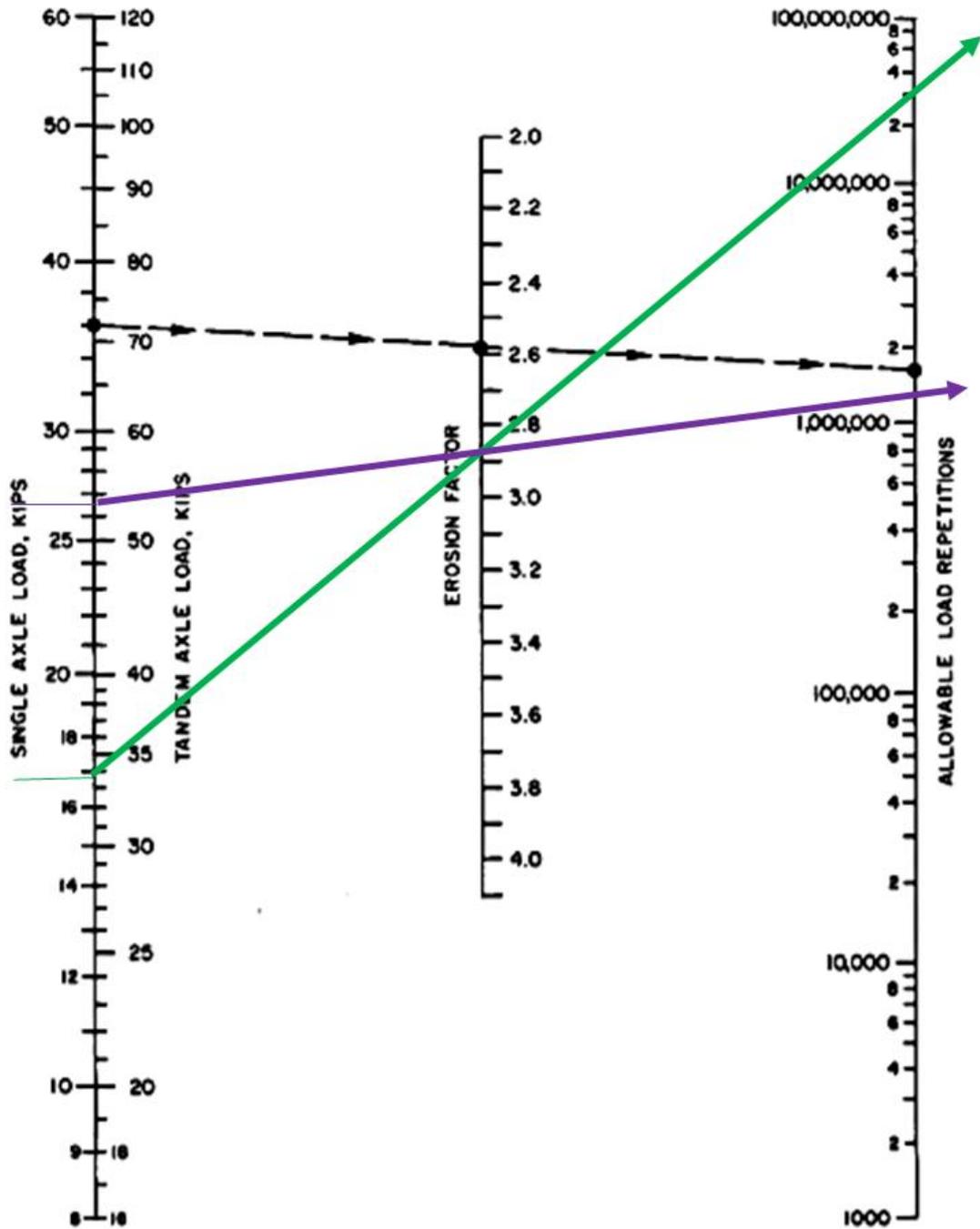
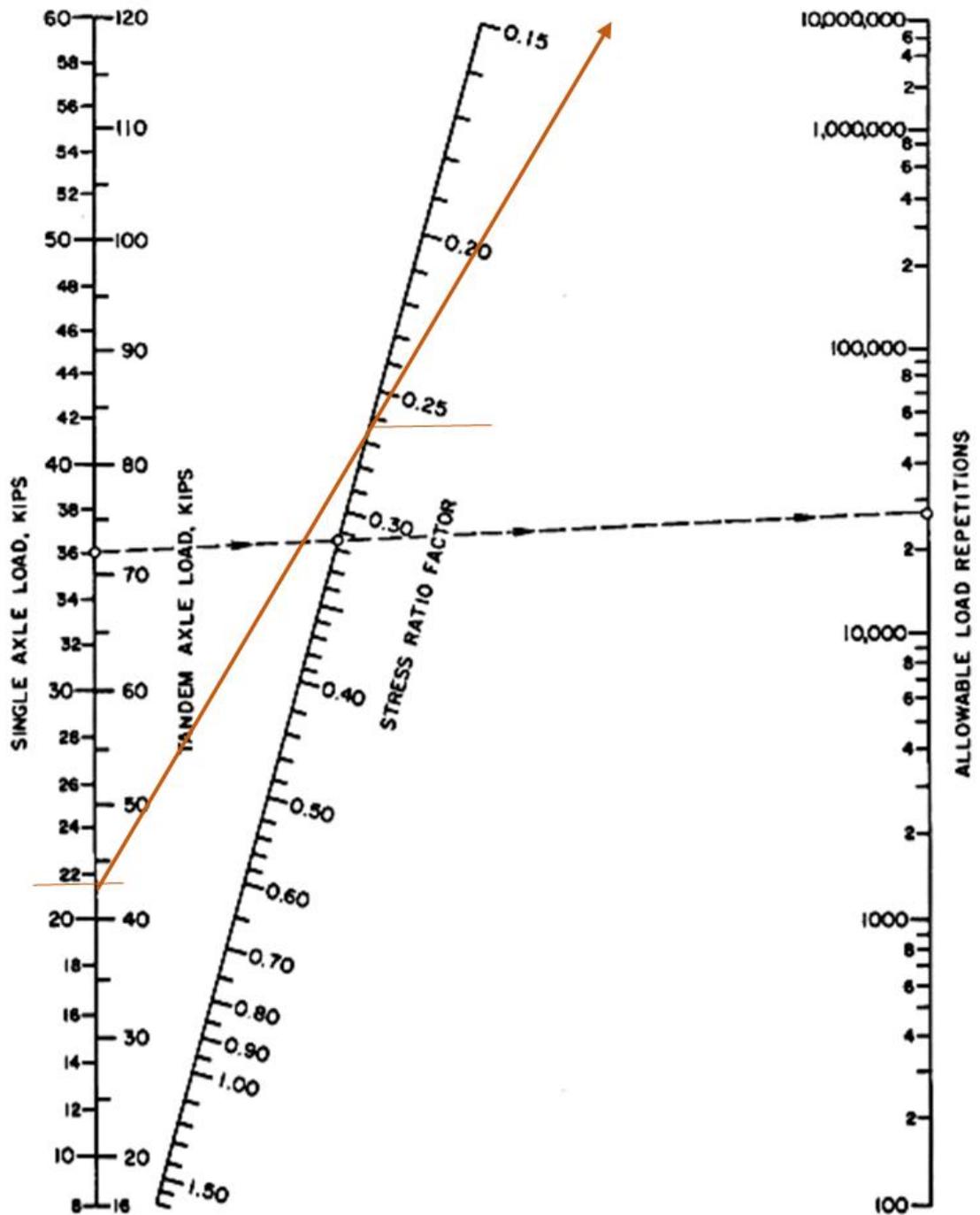


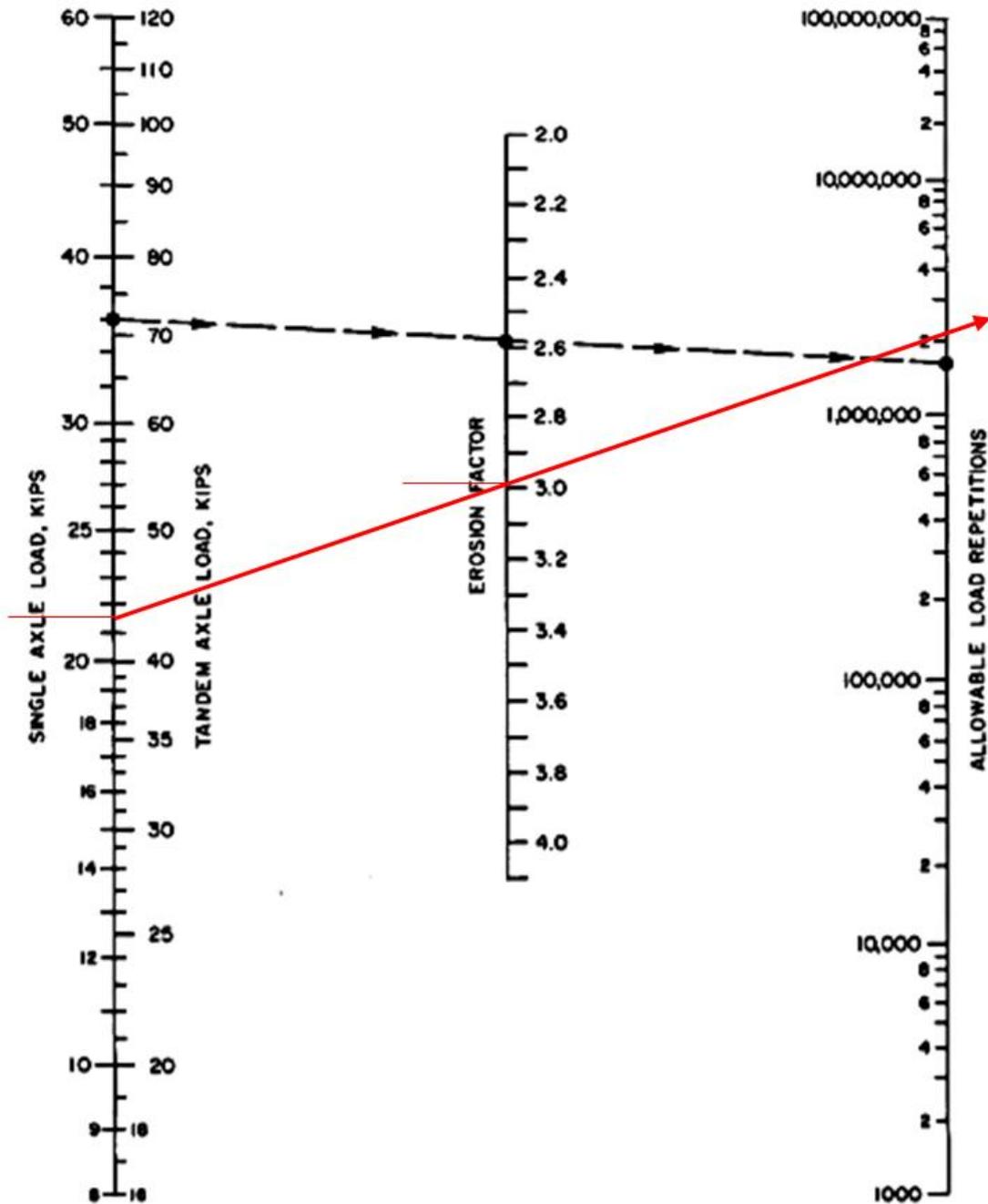
Figura 22

Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes tándem en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 1.



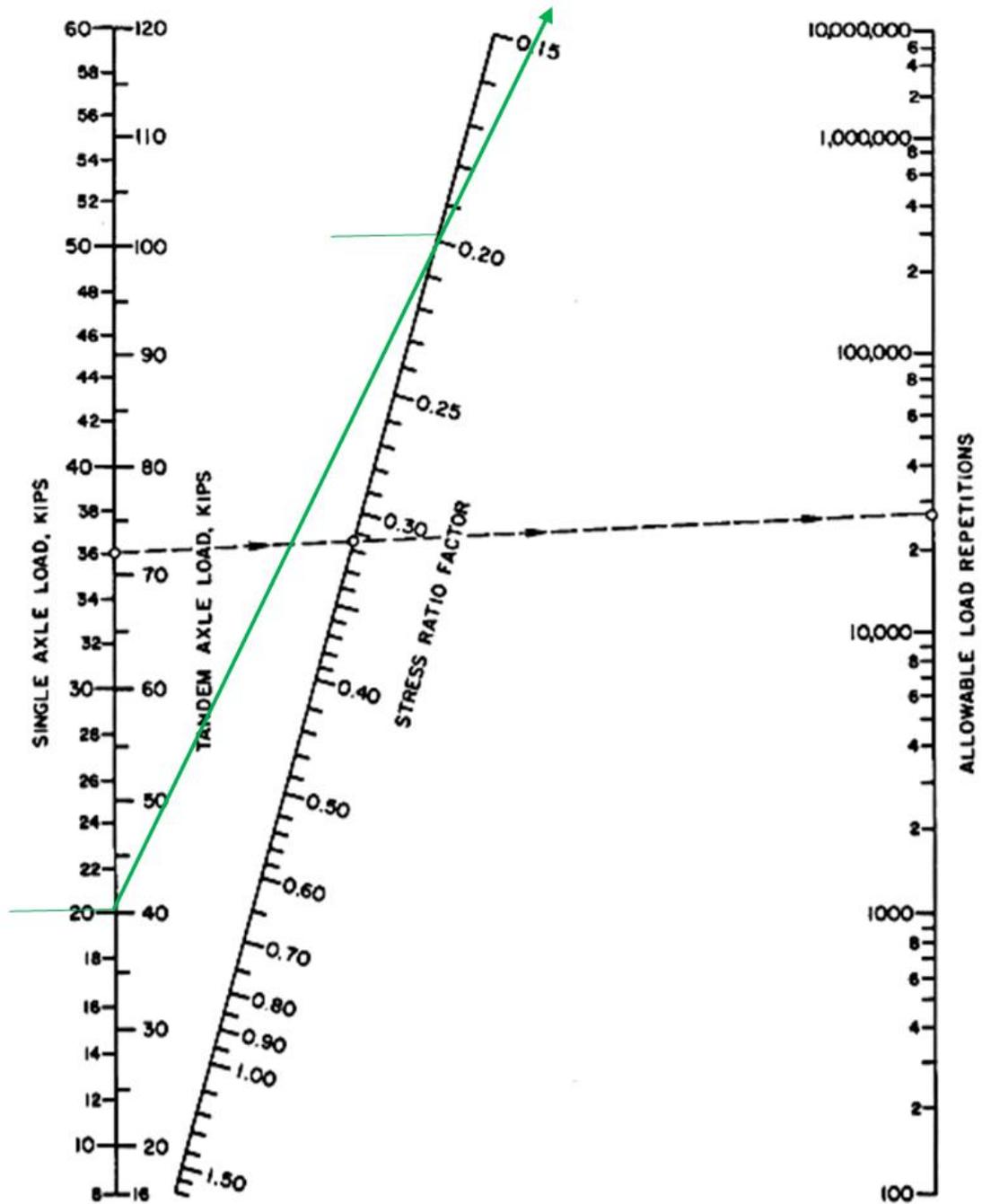
**Figura 23**

*Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes tándem en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 1.*



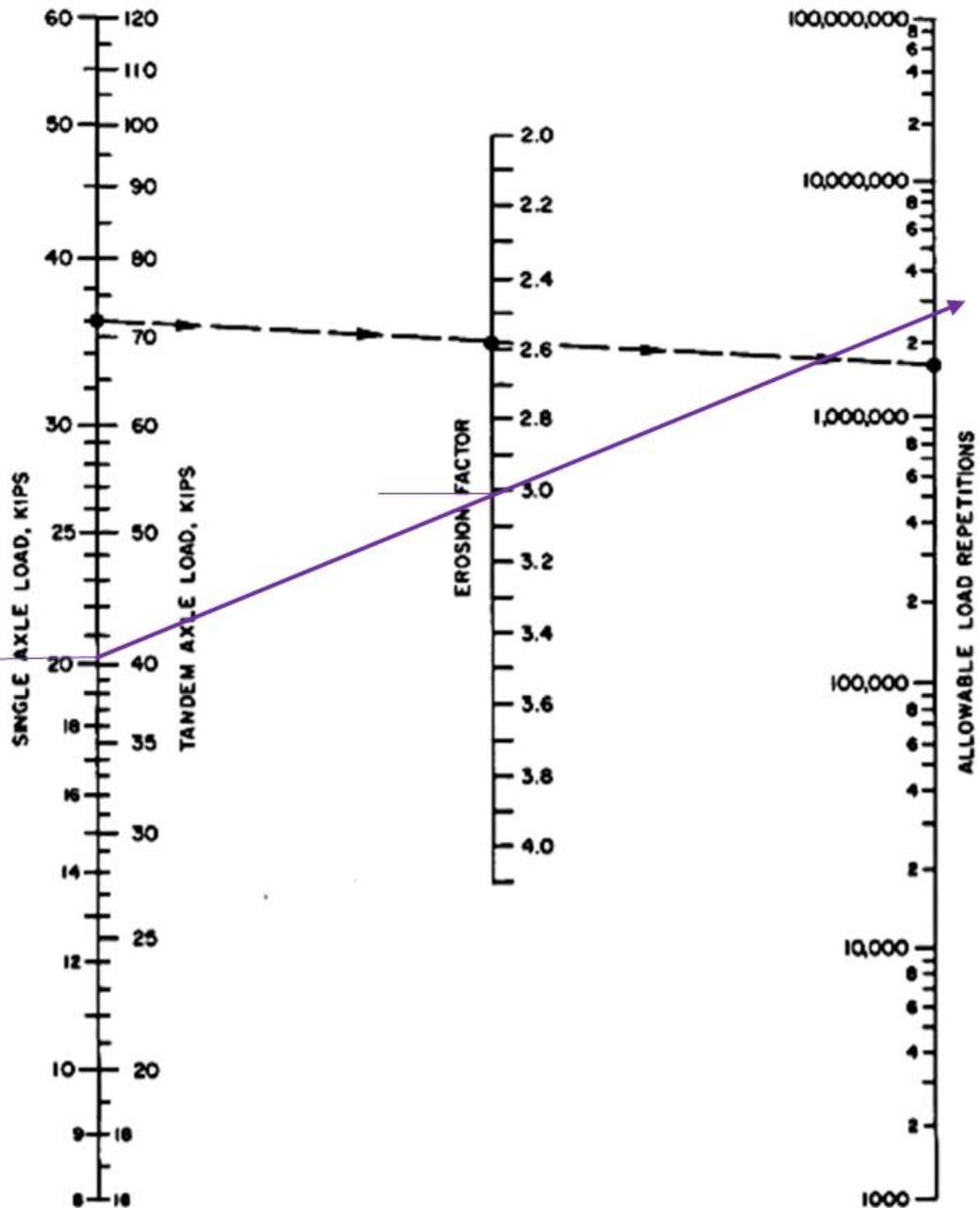
**Figura 24**

*Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes trídem en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 1.*



**Figura 25**

*Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes trídem en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 1.*



Finalmente, con los resultados obtenidos mediante el análisis de fatiga y erosión hallados por los gráficos antes mostrados, se presenta en resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 51**

*Resumen de cálculo del análisis por fatiga y erosión, asumiendo un espesor de 8.5”*

Carga por eje (Kips)	Multiplicado por LSF	Repeticiones esperadas	Análisis de fatiga		Análisis de erosión	
			Repeticiones permitidas	Porcentaje de fatiga	Repeticiones permitidas	Porcentaje de daño
1	2	3	4	5	6	7
<b>Para Ejes simples</b>						
Esfuerzo equivalente:		190.59	Factor de erosión:		2.88	
Factor de relación de esfuerzos:		0.319				
2.2	2.42	2224.17	indeterminado	0.00%	indeterminado	
15.4	16.94	274898.06	indeterminado	0.00%	30000000	0.09%
24.1	26.51	1703652.24	indeterminado	0.00%	1450000	117.49%
<b>Para Ejes Tándem</b>						
Esfuerzo equivalente:		156.88	Factor de erosión:		2.98	
Factor de relación de esfuerzos:		0.263				
39.5	43.45	375065.56	indeterminado	0.00%	2200000	17.05%
<b>Para Ejes Tridem</b>						
Esfuerzo equivalente:		118.16	Factor de erosión:		3.02	
Factor de relación de esfuerzos:		0.198				
54.8	60.28	201815.38	indeterminado	0.00%	2700000	7.47%
<b>TOTAL</b>				<b>0.00%</b>	<b>142.11%</b>	

De la tabla anterior, se puede ver que el diseño del pavimento rígido con un espesor de 8.5”, el análisis por fatiga y erosión sobrepasa el 100%, lo que para el presente método resulta que, las repeticiones admisibles son menores al número de repeticiones esperadas, lo que bajo análisis el espesor asumido no es el correcto y debe asumirse otro espesor para el caso.

## II) Segundo caso: asumimos $e=9.0$ ”

Para este caso, se tienen los siguientes datos preliminares:

**Tabla 52**

*Parámetros de diseño para  $e=9.0$ ”*

Parámetros de diseño para calcular el espesor				
K subrasante:	11.93	Kg/cm <sup>3</sup>	431.00	pci
K combinado:	9.1	Kg/cm <sup>3</sup>	328.76	pci
Espesor de losa propuesto:	0.2286	m	9	pulg
Subbase:	0.15	m		
Factor de seguridad por carga:	1.1			
Módulo de rotura propuesto:	42	Kg/cm <sup>2</sup>	597.3	psi

Para tal, se procedió a realizar el análisis del diseño planteado por fatiga y erosión, para esto se emplea las tablas 10 y 13, para calcular el esfuerzo equivalente y el factor de erosión, y con estos datos el factor de relación de esfuerzos, para esto en la siguiente tabla se muestra estos datos calculados, para proceder con el análisis de fatiga y erosión, tanto para los ejes simples, tándem y trídem:

**Tabla 53**

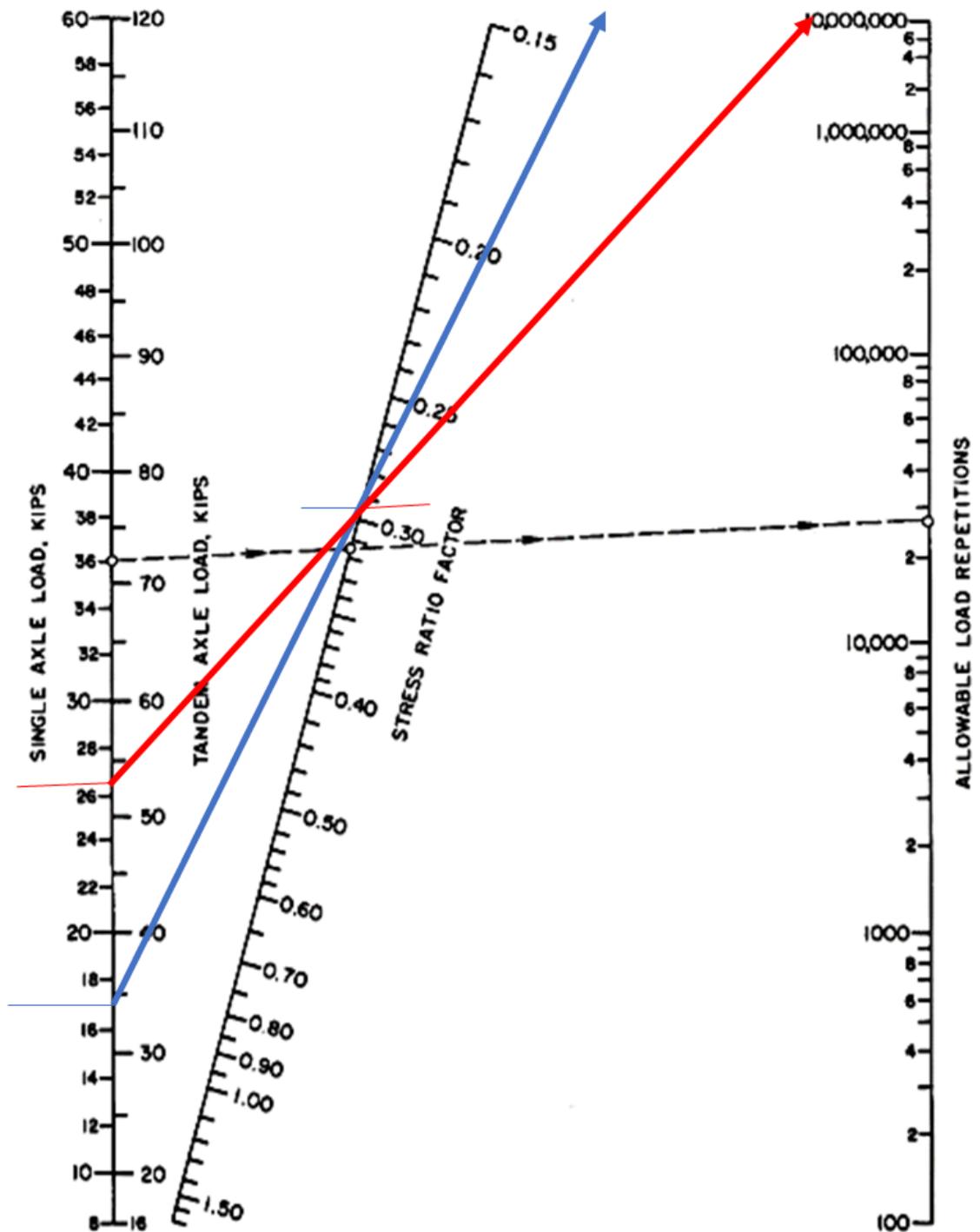
*Cálculos de esfuerzo equivalente, factor de erosión y factor de relación de esfuerzo para  $e=9.0$*

Carga por eje (Kips)	Multiplicado por LSF	Repeticiones esperadas	Análisis de fatiga		Análisis de erosión	
			Repeticiones permitidas	Porcentaje de fatiga	Repeticiones permitidas	Porcentaje de daño
1	2	3	4	5	6	7
<b>Para Ejes simples</b>						
Esfuerzo equivalente:		176.30	Factor de erosión:		2.81	
Factor de relación de esfuerzos:		0.295				
2.2	2.42	2224.17				
15.4	16.94	274898.06				
24.1	26.51	1703652.24				
<b>Para Ejes Tándem</b>						
Esfuerzo equivalente:		146.73	Factor de erosión:		2.93	
Factor de relación de esfuerzos:		0.246				
39.5	43.45	375065.56				
<b>Para Ejes Trídem</b>						
Esfuerzo equivalente:		110.01	Factor de erosión:		2.96	
Factor de relación de esfuerzos:		0.184				
54.8	60.28	201815.38				
<b>TOTAL</b>				<b>0.00%</b>	<b>0.00%</b>	

Posteriormente, con los datos mostrados en la tabla anterior, se procede a realizar el análisis de fatiga y erosión inicialmente para ejes simples, tándem y trídem, empleando los gráficos que nos proporciona el método del PCA:

Figura 26

Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes simples en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 2.



**Figura 27**

*Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes simples en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 2.*

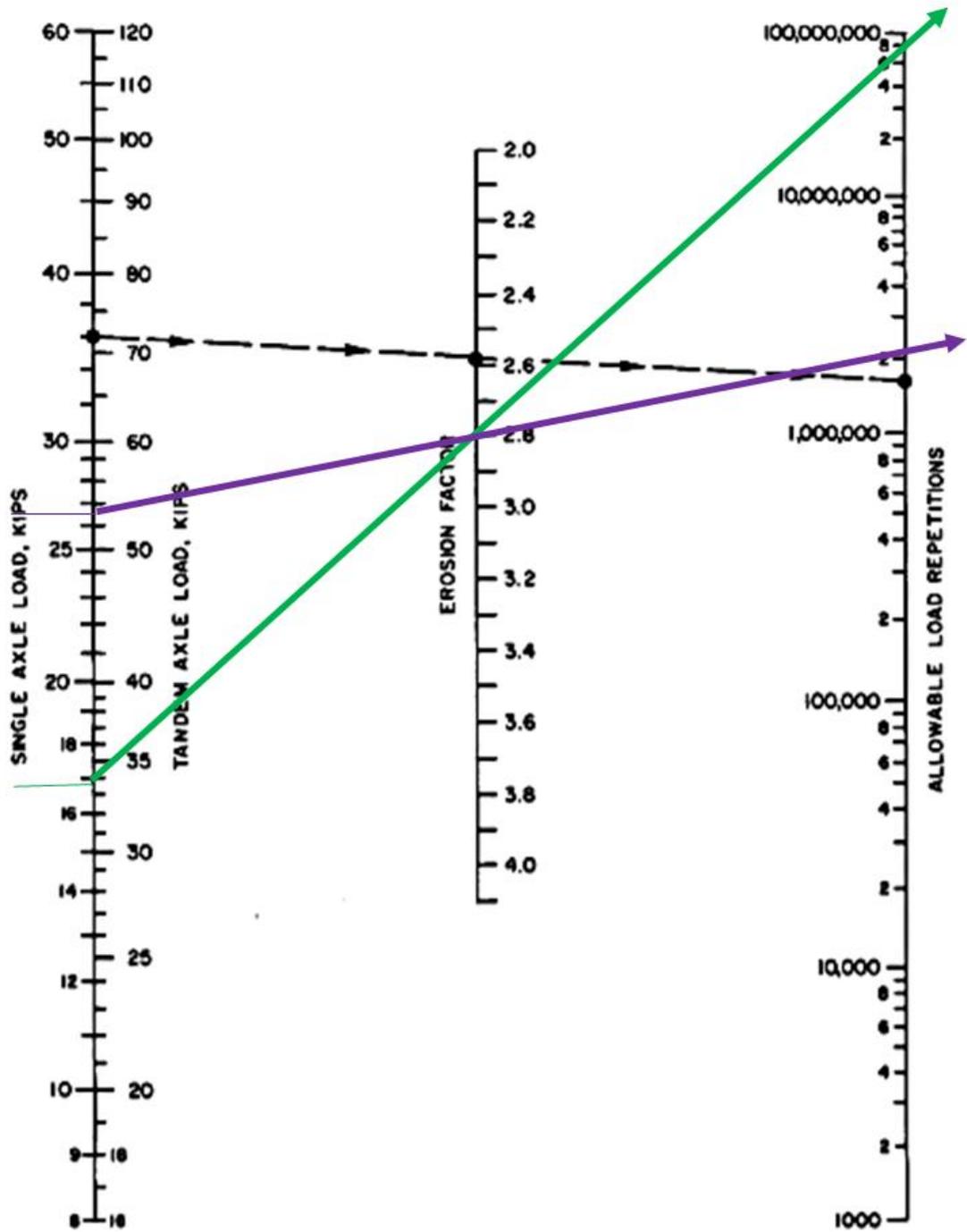
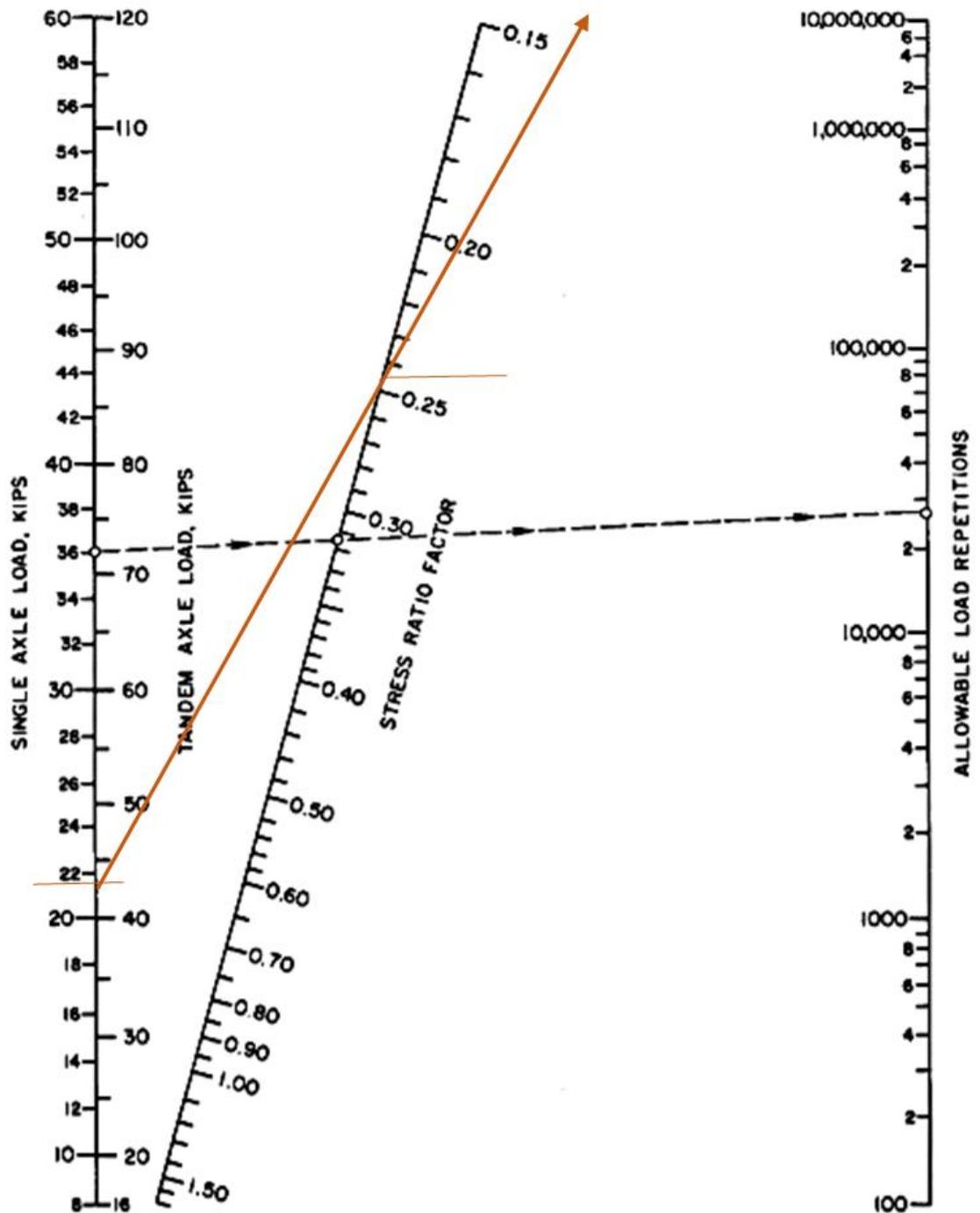


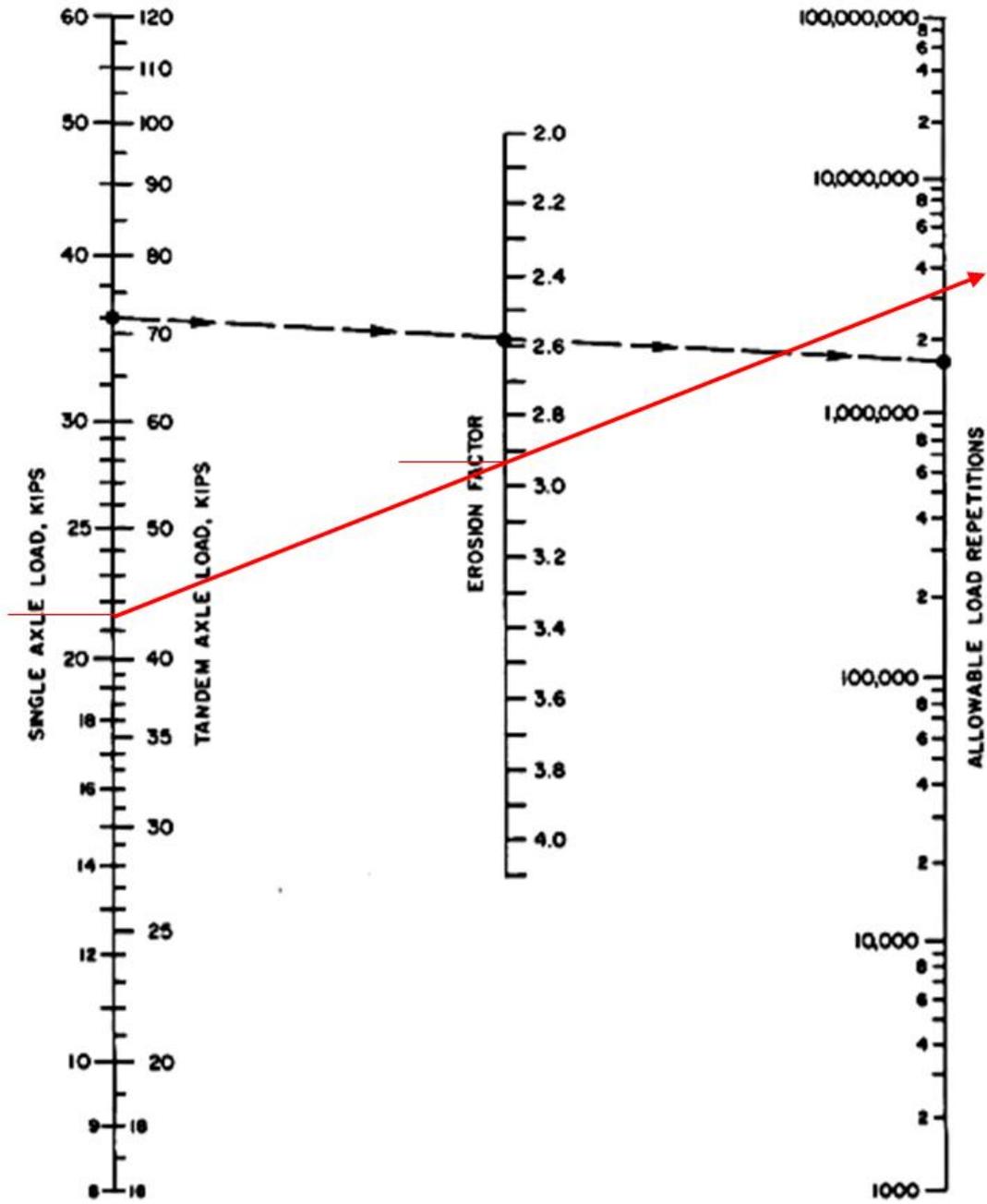
Figura 28

Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes tándem en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 2.



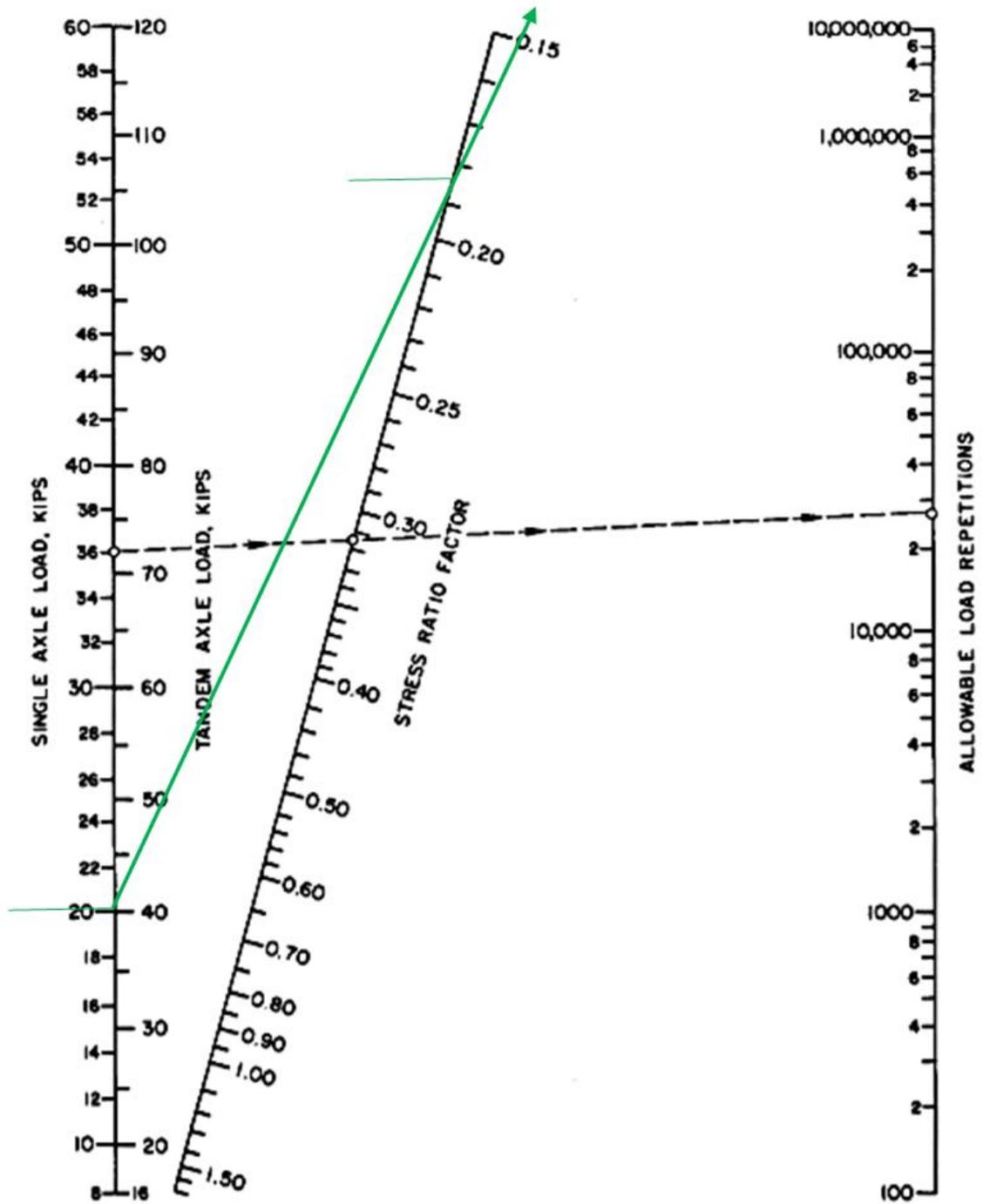
**Figura 29**

*Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes tándem en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 2.*



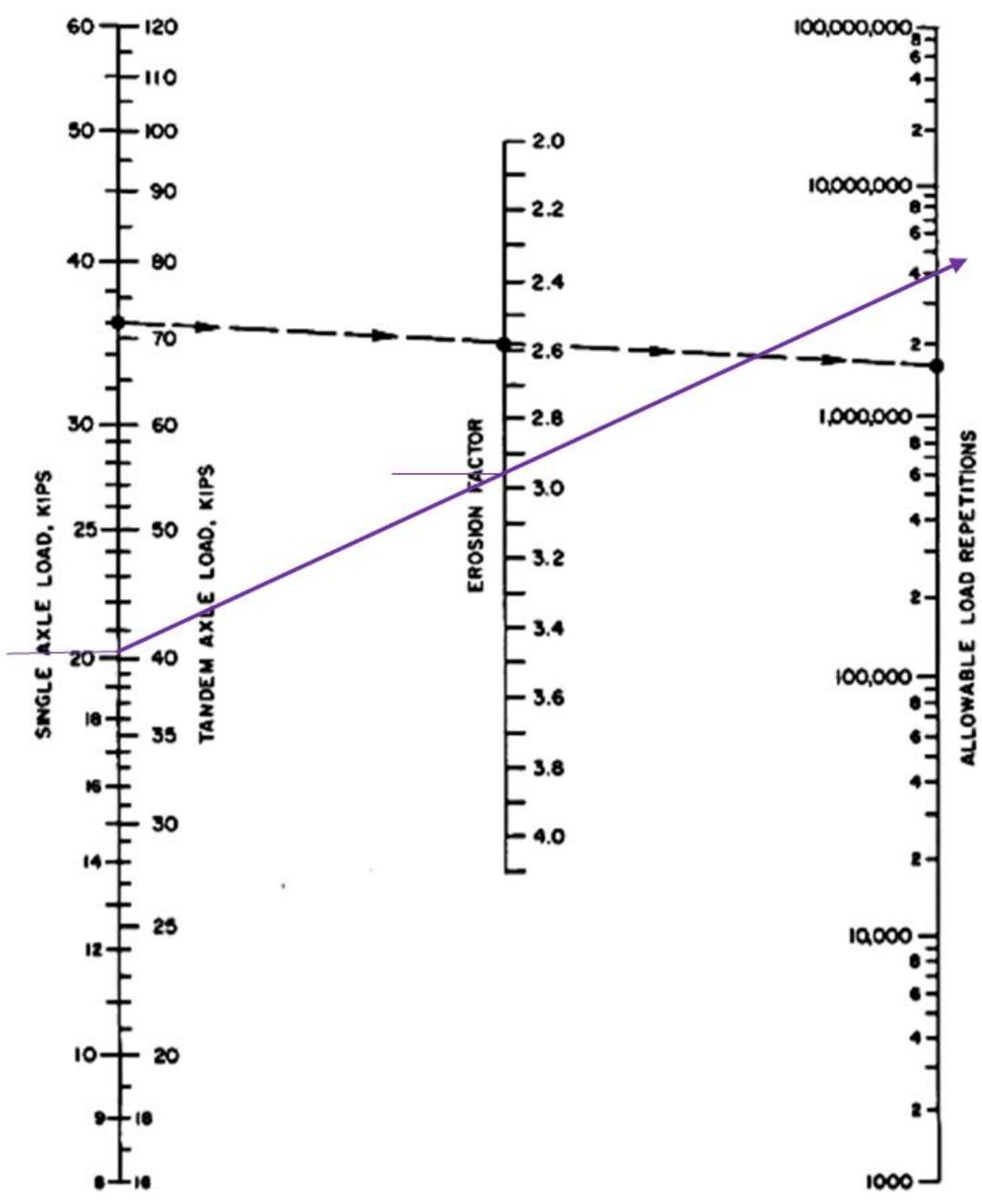
**Figura 30**

*Análisis por fatiga-número permisible de repeticiones de carga para ejes tridem en relación al factor de relación de esfuerzo (sin berma), para el caso 1.*



**Figura 31**

*Análisis por erosión-número permisible de repeticiones de carga para ejes trídem en relación al factor de erosión (sin berma), para el caso 2.*



Entonces, con los resultados obtenidos mediante el análisis de fatiga y erosión hallados por los gráficos antes mostrados, se presenta el resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 54***Resumen de cálculo del análisis por fatiga y erosión, asumiendo un espesor de 9.0''*

Carga por eje (Kips)	Multiplicado por LSF	Repeticiones esperadas	Análisis de fatiga		Análisis de erosión	
			Repeticiones permitidas	Porcentaje de fatiga	Repeticiones permitidas	Porcentaje de daño
1	2	3	4	5	6	7
<b>Para Ejes simples</b>						
Esfuerzo equivalente:		176.30	Factor de erosión:		2.81	
Factor de relación de esfuerzos:		0.295				
2.2	2.42	2224.17	indeterminado	0.00%	indeterminado	
15.4	16.94	274898.06	indeterminado	0.00%	790000000	0.03%
24.1	26.51	1703652.24	indeterminado	0.00%	2200000	77.44%
<b>Para Ejes Tándem</b>						
Esfuerzo equivalente:		146.73	Factor de erosión:		2.93	
Factor de relación de esfuerzos:		0.246				
39.5	43.45	375065.56	indeterminado	0.00%	3400000	11.03%
<b>Para Ejes Tridem</b>						
Esfuerzo equivalente:		110.01	Factor de erosión:		2.96	
Factor de relación de esfuerzos:		0.184				
54.8	60.28	201815.38	indeterminado	0.00%	4200000	4.81%
<b>TOTAL</b>				<b>0.00%</b>		<b>93.31%</b>

Entonces, de la tabla anterior, se puede ver que el diseño del pavimento rígido con un espesor de 9.0'', bajo el análisis por fatiga y erosión no sobrepasa el 100%, lo que es indicador que, las repeticiones admisibles son mayores al número de repeticiones esperadas, lo que, bajo análisis, el espesor asumido es el correcto.

**Etapa 5:**

En la quinta etapa del procesamiento de la investigación, con el fin de generar un análisis comparativo de los diseños empleados, se elaboró una tabla comparativa que pretende describir el método, procesos de cada método, los resultados obtenidos en la aplicación de cada una de estas y costos generados por cada diseño del pavimento rígido calculado.

Respecto al análisis del presupuesto, este se realizó directamente referido a la estructura del pavimento rígido, para esto llevaron a cabo los siguientes pasos:

- ✓ Inicialmente se realizó el **análisis de costos unitarios** en relación a las actividades necesarias para la construcción de la estructura del pavimento rígido. Para tal, respecto al costo de horas hombre de la mano de obra, se tuvo en cuenta la tabla salarial 2022-2023 (adjuntado en el **Anexo H**) de la presente investigación. Además, se realizó el análisis del expediente técnico ejecutado: “Mejoramiento del servicio de transitabilidad de la Av. Prolongación Pedro Pablo Villón, distrito de Huaraz, provincia Huaraz – Ancash 2022”, para la elaboración de las partidas de costos unitarios, con lo cual se genera confiabilidad en los resultados.
- ✓ Posteriormente, se calculó el **metrado** correspondiente según cada diseño hallado por cada método empleado (AASHTO y PCA), el cual fue realizado empleando la norma técnica de metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas, considerando las partidas necesarias para la estructura de pavimento rígido. El cual se adjunta en el **Anexo F: Metrados para cada Método (AASHTO y PCA)**.
- ✓ Finalmente, para la elaboración del presupuesto, se tomaron en cuenta, precios de los insumos en relación a cotizaciones contemporáneas al mes de enero del 2023 en la ciudad de Huaraz.

Para concluir, en esta etapa, se elaboró una tabla comparativa, desde el proceso de cada método aplicado, los resultados obtenidos en cada método y el análisis comparativo desde la óptica de cada presupuesto calculado; aquellos que se muestra en los resultados adjuntados en el Anexo G: Presupuesto general por cada método (AASHTO y PCA).

## **Análisis de la información procesada**

Los métodos a emplearse dentro del análisis de los datos, posterior al procesamiento de cada etapa descrita anteriormente, estuvieron bajo un análisis teniendo en consideración las normativas técnicas peruanas para el estudio de suelos.

Por otro lado, el análisis del procesamiento de resultados por cada método de diseño (AASHTO o PCA), se realizó empleando el programa especializado Excel, donde se puso en análisis cada uno de los parámetros o características halladas sobre cada diseño; esta información, se describió mediante la estadística descriptiva.

Sumado a esto, para la mejor comprensión de los resultados a exponer, se elaboraron gráficos, tablas y esquemas en general donde se visualizan datos importantes para la investigación. Finalmente, como se ha mencionado se emplearon fichas técnicas y programas como Excel, Word, S10 y AutoCAD para el diseño final del pavimento rígido.

### **Recursos empleados:**

#### **Recursos técnicos:**

- ❖ Manuales de diseño de los métodos PCA y AASHTO
- ❖ Equipos topográficos (Estación total, miras, etc.)
- ❖ Software's (Civil 3D, Excel, Word, S10, etc.)
- ❖ Laptop
- ❖ Impresora
- ❖ Útiles de escritorio
- ❖ Laboratorio

#### **Recursos Humanos**

- ❖ 2 ayudantes
- ❖ 1 asistente

## IV. Resultados

Los resultados están divididos de acuerdo a los objetivos específicos planteados, para el desarrollo de estos, se han empleado diversas tablas y figuras, además de la ampliación de los resultados mediante los anexos adjuntados. A continuación, se detalla todo lo procesado:

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Diseño del pavimento rígido, método de AASHTO (American of State Highway and Transportation Officials)

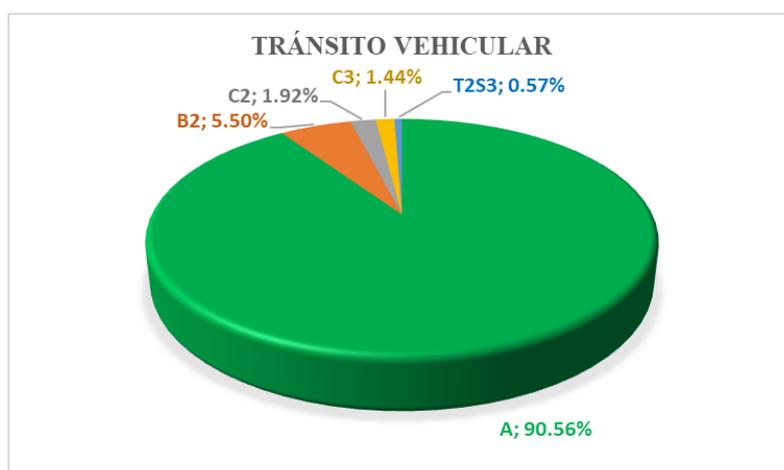
Respecto al primer objetivo específico, responde al diseño del pavimento rígido del Jr. Primavera, empleando la metodología AASHTO. Para tal, se inició realizando el estudio de tránsito vehicular, obteniendo los parámetros de propiedades del suelo y los diversos parámetros que requiere el método para diseñar el pavimento:

##### 4.1.1.1. Estudio de tránsito vehicular

Con fines de contar con un registro del tránsito vehicular para realizar el diseño del pavimento rígido por los métodos mencionados, se adjunta los registros diarios del aforo de máxima demanda vehicular en el **Anexo B. Demanda de tránsito vehicular diario**. Este aforo del día de la máxima demanda vehicular hallado desde el 27 de febrero al 05 de marzo del 2023 y se resumen de la siguiente manera:

**Tabla 55***Resumen de composición de tráfico vehicular según el Índice Medio Semanal*

Tipo de vehículo	Tipo de vehículo	unidades	IMS
Vehículo ligero	A	8858	1265.43
Vehículo de transporte de pasajeros de 2 ejes (Bus)	B2	538	76.86
Vehículo de carga de 2 ejes (Camiones)	C2	188	26.86
Vehículo de carga de 3 ejes (Camiones)	C3	141	20.14
Vehículo de carga con remolque (Semi tráiler)	T2S3	56	8.00
Total		<b>9781</b>	<b>1397.29</b>

**Figura 32***Tránsito vehicular en porcentaje*

La interpretación se puede resumir mencionando que, se hallaron tipos de vehículos como A, B2, C2, C3 y T2S3, donde la mayor cantidad se observa en los vehículos ligeros con un 90.56 % y la menor cantidad de vehículos se verifica en vehículos semi tráiler con 0.57%. En resumen, esta información es fundamental, para determinar el ESAL, aquel que es primordial para emplear los métodos AASHTO y PCA.

#### 4.1.1.2. Parámetros de las propiedades del suelo

Para conocer las propiedades del suelo en el Jr. Primavera, se realizaron la extracción de tres calicatas a una profundidad de 1.50 metros, aquellos que se detallan

con mayores parámetros en el Anexo C: Estudio de mecánica de suelos. A continuación, se presenta un resumen, se las propiedades halladas:

**Tabla 56**

*Resumen de características de las calicatas ensayadas en laboratorio.*

Ensayo	Característica	Calicata		
		C-1	C-2	C-3
Contenido de humedad	Humedad promedio (%)	3.10	5.62	3.56
	Gravas (%)	61.81	65.16	64.46
Análisis granulométrico	Arena (%)	17.05	16.77	17.84
	Finos (%)	21.14	18.06	17.76
Clasificación de suelo	Clasificación SUCS	GM	GM	GM
	Clasificación AASHTO	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)
Límites de plasticidad	Límite Líquido (L.L.)	23.78	23.43	24.54
	Límite Plástico (L.P.)	22.65	21.38	22.28
	Índice de Plasticidad (I. P.)	1.12	2.05	2.26
Proctor modificado	Peso volumétrico seco máximo (Ton/m <sup>3</sup> )	2.24	2.24	2.25
	Contenido de Humedad Óptima (%)	6.28	6.09	5.87
Relación de soporte de California CBR	C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	57.72	53.16	56.96
	C.B.R. 95% P.V.S.M. (%)	41.77	41.88	43.67

Respecto a la tabla anterior, se puede observar que las calicatas muestran un tipo de suelo Grava limosa. Asimismo, el mayor CBR al 100% fue hallado en la primera calicata con 57.72%, y el menor CBR al 95% en la calicata 1 con 41.77%.

#### 4.1.1.3. Diseño por el método AASHTO

Para realizar el diseño del pavimento rígido del Jr. Primavera por el método AASHTO, dentro del procesamiento se calcularon todos los parámetros necesarios para su aplicación, estas se detallan ítems 3.6. y el Anexo D: Diseño de pavimento rígido por el método AASHTO. A continuación, se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 57***Resumen de parámetros calculado para el método AASHTO*

Parámetros hallados		Datos
Periodo de diseño	$n =$	20 años
ESAL	$W_{18} =$	2557655.406
Módulo de reacción de la subrasante	$K =$	119.86
Nivel de confiabilidad	Confiabilidad (%) =	85%
Desviación estándar normal	$Z_r =$	-1.037
Error estándar combinado	$S_0 =$	0.32
Índice de serviciabilidad	$P_t =$	2.5
Transferencia de cargas	$J =$	2.8
Coefficiente de drenaje	$C_d =$	1
Módulo de elasticidad del concreto	$E_c =$	24801.23 Mpa
Módulo de rotura del concreto	$S'_c =$	3.92 Mpa
Espesor del pavimento	$D =$	Tanteo

Calculados los parámetros que se muestran en la tabla anterior, se realizó la operación empleando la fórmula AASHTO, en el cual se emplea el tanteo para hallar el espesor del pavimento, este resulta: **19.89 cm**.

**Figura 33***Espesor calculado por el método AASHTO*

<b>Losa de concreto = 19.89 cm</b>
<b>Base Granular = 15.00 cm</b>

Finalmente, el espesor del pavimento rígido para el Jr. Primavera formulado por el método AASHTO, resulta 19.89 cm y 15.00 cm para la base granular.

#### 4.1.2. Diseño de pavimento rígido, método PCA (Portland Cement Association)

Para realizar el diseño del pavimento rígido del Jr. Primavera por el método PCA, dentro del procesamiento se calcularon todos los parámetros necesarios para su aplicación, estas se detallan ítems 3.6. (etapa 4) por el método PCA. A continuación, se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 58***Resumen de parámetros y calculo por el método PCA.*

Parámetros de diseño método PCA						
K subrasante:	11.93	Kg/cm <sup>3</sup>	431.00	pci		
K combinado:	9.1	Kg/cm <sup>3</sup>	328.76	pci		
Esesor de losa propuesto:	0.2286	m	9	pulg		
Subbase:	0.15	m				
Factor de seguridad por carga:	1.1					
Módulo de rotura propuesto:	42	Kg/cm <sup>2</sup>	597.3	psi		

Carga por eje (Kips)	Multiplicado por LSF	Repeticiones esperadas	Análisis de fatiga		Análisis de erosión	
			Repeticiones permitidas	Porcentaje de fatiga	Repeticiones permitidas	Porcentaje de daño
1	2	3	4	5	6	7
<b>Para Ejes simples</b>						
		Esfuerzo equivalente:	176.30		Factor de erosión:	2.81
		Factor de relación de esfuerzos:	0.295			
	2.2	2.42	2224.17	indeterminado	0.00%	indeterminado
	15.4	16.94	274898.06	indeterminado	0.00%	790000000 0.03%
	24.1	26.51	1703652.24	indeterminado	0.00%	2200000 77.44%
<b>Para Ejes Tándem</b>						
		Esfuerzo equivalente:	146.73		Factor de erosión:	2.93
		Factor de relación de esfuerzos:	0.246			
	39.5	43.45	375065.56	indeterminado	0.00%	3400000 11.03%
<b>Para Ejes Tridem</b>						
		Esfuerzo equivalente:	110.01		Factor de erosión:	2.96
		Factor de relación de esfuerzos:	0.184			
	54.8	60.28	201815.38	indeterminado	0.00%	4200000 4.81%
<b>TOTAL</b>					<b>0.00%</b>	<b>93.31%</b>

Teniendo en cuenta que el método PCA considera que el porcentaje por análisis de fatiga y erosión tienen que ser menor a 100%. Para un espesor propuesto de 9.0” (22.86 cm), el análisis por fatiga y erosión cumplen con la condición. Entonces, el diseño correcto por el método PCA para el caso es 9.0”.

**Figura 34***Espesor calculado por el método PCA*

<b>Losa de concreto = 22.86 cm</b>
<b>Base Granular = 15.00 cm</b>

#### **4.1.3. Análisis comparativo de parámetros de diseño del pavimento rígido por ambos métodos**

Para resumir correctamente los resultados respecto al análisis comparativo, se presentan tres partes, la primera respecto al análisis comparativo del método y su procedimiento particular; segundo, sobre los resultados hallados por cada método; y tercero sobre el presupuesto calculado según el diseño que se obtuvo por cada método:

##### **4.1.3.1. Análisis comparativo según el método**

Para realizar el análisis comparativo de las diferencias por cada método empleado, se presenta la siguiente tabla, donde se detalla según los parámetros requeridos por el método AASHTO y PCA:

**Tabla 59**

*Análisis comparativo de los métodos AASHTO y PCA*

Análisis Comparativo de métodos AASHTO y PCA		
Parámetros comparativos	Métodos	
	AASHTO (American Association of state highway and transportation Officials)	PCA (Portland Cement Association)
Generalidades del método	El método busca hallar preliminarmente parámetros de diseño que permitan el calculo del espesor del pavimento mediante su formula general empleando el tanteo.	El método busca hallar preliminarmente parámetros de diseño que permitan el uso de abacos creados por el método, para esta manera verificar mediante un análisis por fatiga y erosión, si el espesor asumido cumple con la carga permisible.
Demanda de tráfico vehicular	El método si requiere de la demanda de tráfico vehicular dependiendo del tipo de vehiculo y la máxima demanda hallada en una semana.	El método si requiere de la demanda de tráfico vehicular dependiendo del tipo de vehiculo y la máxima demanda hallada en una semana.
Propiedades del suelo de la subrasante	El método si requiere de las características físico - mecanicas del suelo de la subrasante, en especial el valor del CBR hallado mediante ensayo de laboratorio.	El método si requiere de las características físico - mecanicas del suelo de la subrasante, en especial el valor del CBR hallado mediante ensayo de laboratorio.
Periodo de diseño	El método si requiere del parametro de periodo de diseño, esta se encuentra en función a la tabla proporcionada por la Guide for Design of Pavement Structures del AASHTO dependiendo al volúmen de tránsito.	El método si requiere del parametro de periodo de diseño, esta se encuentra en función a la vida util proyectada por el proyectista o consultor dependiendo al volúmen de tránsito.
ESAL	Si lo requiere, pero este será calculado en relación a los tipos de vehículos y su demanda; además del factor direccional, factor carril, factor de reajuste del neumático, factor de crecimiento acumulado y factor del vehículo pesado.	Si lo requiere, pero este es calculado en relación a los tipos de ejes de los vehículos (eje simple, tandem, tridem, etc), ya que estos factores van a contruir al análisis por fatiga y erosión.
CBR	El método requiere del CBR promedio de la cantidad de calicatas evaluadas, pero se recomienda emplear el CBR más desfavorable encontrado.	El método requiere del CBR más desfavorable de la cantidad de calicatas evaluadas, esto con fines de asegura un diseño eficiente del pavimento en el escenario que se presente el peor CBR en la extensión de la vía.
Factor de crecimiento acumulado	Si lo requiere, dependiendo de la tasa de crecimiento y el periodo de diseño del pavimento.	Si lo requiere, dependiendo de la tasa de crecimiento y el periodo de diseño del pavimento.
Módulo de reacción de la subrasante	El método si lo requiere, para calcularlo, el AASHTO nos proporciona formulas en función al CBR hallado.	Este es determinado mediante tablas proporcionadas por el método PCA, los cuales estan en relación al CBR.
Módulo de reacción de la subase	No lo requiere	Este es determinado mediante tablas proporcionadas por el método PCA, el cual esta en relación al módulo de reacción de la subrasante y el espesor de pavimento asumido.
Nivel de confiabilidad	El método requiere de identificar el nivel de confiabilidad determinado en porcentaje identificada según la tabla del AASHTO ó proporcionada por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC (2014)	No lo requiere
Desviación estándar normal	Si lo requiere, para aplicar la fórmula general de diseño, identificada según la tabla del AASHTO ó proporcionada por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC (2014)	No lo requiere
Error estándar combinado	Si lo requiere, para aplicar la fórmula general de diseño, identificada según la tabla del AASHTO ó proporcionada por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MTC (2014)	No lo requiere
Indice de serviciabilidad	El método requiere los indices de serviciabilidad inicial y final para el calculo del indice de serviciabilidad.	
Transferencia de cargas	Si lo requiere, para aplicar la fórmula general de diseño identificada según la tabla del AASHTO ó	No lo requiere
Coefficiente de drenaje	Si lo requiere, para aplicar la fórmula general de diseño identificada según la tabla del AASHTO	No lo requiere
Módulo de elasticidad del concreto	Si lo requiere, para aplicar la fórmula general de diseño	Si lo requiere, para calcular el esfuerzo equivalente y factor de esfuerzo.
Módulo de rotura del concreto	Si lo requiere, para aplicar la fórmula general de diseño	Si lo requiere, para calcular el esfuerzo equivalente y factor de esfuerzo.
Espesor de pavimento asumido	Si lo requiere, para el tanteo.	Si lo requiere, para el análisis por fatiga y erosión
Empleabilidad de abacos	Para el método es opcional la utilización el abaco proporcionado por el AASHTO, ya que contando con los parámetros necesarios se puede utilizar la fórmula general o el nomografía AASHTO para el diseño.	El método si lo requiere, ya que nos proporciona ábacos donde se realiza el análisis por fatiga o erosión, dependiendo el tipo de eje (simple, tándem, tridem, etc.)
Espesor del pavimento	Es calculado mediante la fórmula general del método o haciendo uso del nomograma del AASHTO.	Es calculado mediante el análisis de fatiga y erosión, empleando abacos y la condición donde el análisis no arroje un valor mayor al 100% para ser considerado un espesor de pavimento correcto y admisible para el diseño.

Se puede verificar que ambos métodos, utilizan ciertos parámetros de diseño como la demanda vehicular, el CBR desfavorable, periodo de diseño del pavimento, factor de crecimiento del diseño, módulo de elasticidad del concreto y módulo de rotura del concreto. Además, ambos métodos emplean los mismos parámetros, pero con cálculos diferentes como el módulo de la subrasante y ESAL del tráfico. Sin embargo, los métodos presentan diferentes procedimientos de cálculo, el AASHTO, aplica su fórmula general; mientras que, el PCA, nos conlleva a realizar un análisis por fatiga y erosión con empleabilidad de ábacos proporcionados por el mismo método. Finalmente, el cálculo del espesor del pavimento rígido tiende a ser diferentes por el procedimiento de cálculo estipulado.

#### 4.1.3.2. Análisis comparativo según los resultados

**Tabla 60**

*Resumen comparativo de diseños*

Diseño	Método	
	AASHTO	PCA
Losa de concreto	19.89 cm	22.86 cm
Base granular	15.00 cm	15.00 cm

Respecto a la tabla anterior, se puede mencionar que el método PCA es más conservador, ya que genera un espesor mayor al calculado por el método AASHTO, generando una diferencia en porcentaje de 12.99 % con respecto al método PCA. Mientras que, respecto a la base granular, es proporcional a la propuesta del proyectista y el CBR el suelo de la subrasante. En síntesis, se presenta una diferencia mínima en los resultados obtenidos por ambos métodos.

#### **4.1.3.3. Análisis comparativo de presupuesto**

Para realizar el análisis comparativo de presupuesto resultantes por el diseño calculado por cada método, se desarrolló inicialmente, el análisis de costos unitarios (Anexo E: Análisis de costos unitarios), el metrado de las partidas por cada método (Anexo F: Metrados para cada método AASHTO y PCA) y el presupuesto general por cada método. En síntesis, y en aras de realizar el análisis comparativo respecto a los costos por cada diseño hallado, se presenta la siguiente tabla:

**Tabla 61**

*Análisis comparativo de presupuesto de estructura de pavimento rígido hallado según el método AASHTO y PCA.*

Análisis comparativo de costos de pavimento rígido métodos (AASHTO y PCA)							
Método	Código	Partidas	Und	Metrados	Costo unitario (S/.)	Costo Parcial (S/.)	Costo total (S/.)
AASHTO	01.01	Base granular e=0.15 m.	m2	5814.60	17.26	100384.95	<b>1244302.61</b>
	01.02	Encofrado y desencofrado de pavimento	m2	560.74	70.71	39649.90	
	01.03	Pasajuntas o Dowels de acero liso 5/8" @ 0.40m	und	1615.17	36.17	58426.99	
	01.04	Concreto f'c=280 Kg/cm2 Losa	m3	1156.52	558.51	645934.12	
	01.05	Frotachado de losas	m2	5814.60	2.94	17083.32	
	01.06	Curado de concreto	m2	5814.60	49.77	289372.41	
	01.07	Junta de dilatación en pavimento (Diseño AASHTO)	m	1292.13	9.73	12570.60	
	01.08	Junta de expansión en pavimento (Diseño AASHTO)	m	2643.00	20.13	53190.62	
	01.09	Junta transversal de expansión (Diseño AASHTO)	m	1292.13	21.43	27689.70	
PCA	01.01	Base granular e=0.15 m.	m2	5814.60	17.26	100384.95	<b>1348642.46</b>
	01.02	Encofrado y desencofrado de pavimento	m2	644.47	70.71	45570.48	
	01.03	Pasajuntas o Dowels de acero liso 5/8" @ 0.40m	und	1615.17	36.17	58426.99	
	01.04	Concreto f'c=280 Kg/cm2 Losa	m3	1329.22	558.51	742385.82	
	01.05	Frotachado de losas	m2	5814.60	2.94	17083.32	
	01.06	Curado de concreto	m2	5814.60	49.77	289372.41	
	01.07	Junta de dilatación en pavimento (Diseño PCA)	m	1292.13	10.66	13780.54	
	01.08	Junta de expansión en pavimento (Diseño PCA)	m	2643.00	20.33	53735.25	
	01.09	Junta transversal de expansión (Diseño PCA)	m	1292.13	21.59	27902.71	

De la tabla anterior, se puede verificar que, el diseño de la estructura del pavimento rígido para el Jr. Primavera (881 metros) calculado mediante el método AASHTO resulta un costo de S/. 1,244,302.61 en construcción de la estructura del pavimento. Mientras que, el diseño de la estructura del pavimento rígido para el Jr. Primavera (881 metros) calculado mediante el método PCA resulta un costo de S/. 1,348,642.46

La diferencia de costos representa el 7.74% de variación entre los resultados, donde el método PCA se presenta como la opción más costosa. Agregado a esto, se puntualiza que este costo representa solo a la estructura del pavimento rígido, lo cual queda bajo estudio el costo final de un proyecto con uno de estos diseños calculados.

Adicionalmente, se puede observar también, que la única diferencia se presenta respecto a los metrados en cuanto a la cantidad en metros cubico del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y el encofrado y desencofrado que requiere este.

#### **4.1.4. Transitabilidad vial según el nivel de servicio**

La transitabilidad en función al nivel de servicio de la vía en estudio fue medida en relación a la densidad de tráfico (veh/km/c) y la demora (s/veh) como indica Transportation Research Board (2020).

Asimismo, se tuvo en cuenta la Tabla 3 y 4, para verificar los valores de nivel de servicio correspondiente a la inspección de la densidad y demora de tráfico.

Para la vía en estudio “Jr. Primavera, provincia Huaraz, departamento Ancash”, con 885 metros lineales, con condiciones no pavimentadas, con fallas presentes (baches y deformaciones), congestión visible, falta de señalización e intransitabilidad continua, se hallaron los siguientes datos paramétricos viales:

**Tabla 62**

*Densidad máxima y demora máxima vehicular en el Jr. Primavera, Huaraz.*

<b>Vía</b>	<b>Densidad máxima vehicular</b>	<b>Demora máxima vehicular</b>
Jr. Primavera, Huaraz	20 vehículos/kilometro/circulación	35 segundos/vehículo

Entonces, según Transportation Research Board (2020) sobre el nivel de servicio, estos datos se categorizan en el nivel “D” (según Tabla 3 y 4). Primero, según la densidad, porque el nivel hallado es aquel que bordea el flujo inestable de la vía, presentando pequeños incrementos de intensidad provocando deterioros sustanciales en el servicio, además, se puede mantener velocidades medias de recorrido de 74 km/h. Segundo, según la demora, la vía empieza a notarse la influencia de congestión ocasionada por ciclo largo y/o una coordinación desfavorable o relaciones vehículo/circulaciones altas, donde muchos vehículos se detienen.

Finalmente, los diseños planteados y analizados comparativamente, tienen como fin mejorar claramente la transitabilidad del Jr. Primavera con las características viales ya mencionadas. En síntesis, con los resultados se cree que se va a categorizar el servicio a un nivel “B”, aquel que se identifica por presentar capacidad de maniobra dentro de la corriente circulatoria, viéndose ligeramente restringida, donde ocurren una buena coordinación. Cabe precisar, que la categorización “A” de nivel de servicio de la vía en estudio, queda supeditado bajo un diagnóstico posterior a la construcción del diseño de pavimento propuesto.

#### 4.2. Análisis o discusión de resultados

Con fines de discusión de resultados se puede mencionar a Michan (2019), en su investigación, sobre una vía pública en la ciudad de Cajamarca, determina un espesor de diseño de pavimento rígido de 19 y 23 cm al emplear los métodos AASHTO y PCA respectivamente, donde se observa que el mayor espesor de diseño corresponde al método PCA, el cual cumple las expectativas ya que se realizó bajo un análisis por fatiga y erosión. Otro caso semejante, se presenta en lo investigado por Tiznado y Zavaleta (2021), 17 y 20 centímetros aplicando el método AASHTO 93 y PCA respectivamente. Desde un contexto local, Castro (2021), investigó el diseño del pavimento en una calle aledaña dentro de la zona de Huaraz; donde halló como subbase y losa de concreto un espesor de 20 cm. Para tal, los resultados de la presente investigación respecto al espesor de diseño empleando los métodos mencionados, reafirman que el diseño calculado por el método PCA es mayor al AASHTO.

Michan (2019), en relación a los costos de construcción del diseño calculado por cada método, descubrió que, el diseño PCA genera un costo de S/ 164,174.17 y el diseño AASHTO un costo de S/ 137,680.90 encontrando una diferencia que representa el 16.14 %. Desde otra investigación Tiznado y Zavaleta (2021), hallaron una diferencia de costos de S/ 301,726.51, lo que representa el 12.76%, descubriendo que los costos de construcción del diseño por el PCA, son los mayores calculados. Lo que, bajo un análisis, en la presente investigación, concuerda con lo investigado por los dos autores mencionados, ya que los costos de construcción por el diseño empleando la metodología PCA, supera al diseño de pavimento rígido empleando el método AASHTO.

Respecto a la transitabilidad vial según el nivel de servicio Castro (2021) en su investigación a una vía en la ciudad de Huaraz, contribuye con el diseño y cálculo técnico financiero en la reducción de polvo y costos de transporte con fines de mejorar transitabilidad de la vía en estudio, adicionalmente, Suarez (2018), Minchán (2019), Tiznado y Zavaleta (2021), concuerdan que la realización de un análisis comparativo de diseño de pavimento por dos métodos, genera una mejor toma de decisiones con fines de mejorar la transitabilidad, reafirmando así, que el diseño analizado mejora por efecto el nivel de servicio de una vía. En la presente investigación, se concuerda con lo afirmado anteriormente, ya que posterior al estudio de una vía en estado deplorable y sin ninguna intervención de mantenimiento, se puede clasificar claramente de un nivel “D” a un nivel “B” de la vía estudiada en el caso que se seleccione el diseño conservador analizado por criterios de fatiga y erosión, es decir por el método PCA.

#### **4.3. Contrastación de la hipótesis**

El apartado responde a la contrastación de cada hipótesis planteada inicialmente. Para tal, se ha empleado una contrastación de hipótesis simple, ya que los resultados han sido determinados bajo un método específico y no se ha empleado la estadística. A continuación, se presentan la contrastación de cada hipótesis:

##### **Contrastación de hipótesis específico 1:**

Para la contrastación de la hipótesis específico 1, se plantearon la hipótesis alternativa (HA1) y la hipótesis nula (H01) de la siguiente manera:

HA1: Los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), de la vía Jr. Primavera, Huaraz, dan espesores entre 18 y 20 cm.

H01: Los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), de la vía Jr. Primavera, Huaraz, dan espesores diferentes al rango entre 18 y 20 cm.

Para tal, los resultados en relación al diseño del pavimento rígido calculado por el método AASHTO, demostró un espesor de 19.89 cm hallado, con lo cual se encuentra en el rango que se planteó en la hipótesis alternativa; por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa 1.

### **Contrastación de hipótesis específico 2:**

Para la contrastación de la hipótesis específico 2, se plantearon la hipótesis alternativa (HA2) y la hipótesis nula (H02) de la siguiente manera:

HA2: Los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de PCA (Portland Cement Association), de la vía Jr. Primavera, Huaraz, dan espesores mayores a 20 cm y se rechaza la hipótesis nula.

H02: Los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de PCA (Portland Cement Association), de la vía Jr. Primavera, Huaraz, dan espesores menores a 20 cm.

Para tal, los resultados en relación al diseño del pavimento rígido calculado por el método PCA, demostró un espesor de 22.86 cm hallado, el cual es mayor a 20 cm como se planteó en la hipótesis alternativa; por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa 2 y se rechaza la hipótesis nula.

### **Contrastación de hipótesis específico 3:**

Para la contrastación de la hipótesis específico 3, se plantearon la hipótesis alternativa (HA3) y la hipótesis nula (H03) de la siguiente manera:

HA3: Los parámetros comparativos resultantes respecto al método del pavimento rígido diseñado por cada método AASHTO y PCA del Jr. Primavera, Huaraz, muestran variabilidad de resultados.

H03: Los parámetros comparativos resultantes respecto al método del pavimento rígido diseñado por cada método AASHTO y PCA del Jr. Primavera, Huaraz, no muestran variabilidad de resultados.

Para tal, los resultados en función a la existencia de variabilidad en cuanto a los resultados empleando los métodos AASHTO y PCA, se presentan en 12.99% respecto al diseño calculado, y una variabilidad de 8.61% en cuanto a los costos de estructura de pavimento rígido por cada método, por lo tanto, se presenta una variabilidad al emplear cada método. Finalmente, se acepta la hipótesis alternativa 3 y se rechaza la hipótesis nula.

### **Contrastación de hipótesis general:**

Para la contrastación de la hipótesis general, se plantearon la hipótesis alternativa (HA) y la hipótesis nula (H0) de la siguiente manera:

HA: Los parámetros obtenidos mediante el análisis comparativo de diseño de pavimento rígido por los métodos AASHTO y PCA en el Jr. Primavera, Huaraz, mejoran la transitabilidad vehicular.

H0: Los parámetros obtenidos mediante el análisis comparativo de diseño de pavimento rígido por los métodos AASHTO y PCA en el Jr. Primavera, Huaraz, no mejoran la transitabilidad vehicular.

Con los resultados mostrados por cada objetivo específico, podemos resumir que, el análisis comparativo contribuye como fuente de discusión y como medio opcional para tomar mejores decisiones para el estudio. Agregado a esto, las opciones

de diseño tienen como finalidad fundamental, el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal, entonces, el análisis comparativo de métodos nos proporciona la opción más económica y eficiente para las características de la vía. En síntesis, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

## V. Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones:

1. Empleando el método AASHTO-93, el diseño del pavimento rígido del Jr. Primavera, Huaraz, responde a un espesor de 19.89 cm y una base granular de 15 cm. Aquel que se encuentra en relación a los parámetros de diseño que el método adopta como fundamentales como: el periodo de diseño, ESAL, módulo de reacción de la subrasante, nivel de confiabilidad, desviación estándar normal, error estándar combinado, índice de serviciabilidad, transferencia de cargas, coeficiente de drenaje, módulo de elasticidad del concreto, módulo de rotura del concreto y espesor de pavimento.
2. Empleando el método PCA, el diseño del pavimento rígido del Jr. Primavera, Huaraz, responde a un espesor de 22.86 cm y una base granular de 15 cm. Aquel que se encuentra en función a los parámetros de diseño que el método requiere como: módulo de reacción de la subrasante, módulo de reacción combinado, factor de seguridad de carga, módulo de rotura propuesto, ESAL (por tipo de eje), esfuerzo equivalente, factor de relación de esfuerzos, factor erosión y un análisis por fatiga y erosión (empleando ábacos).
3. El análisis comparativo de método, resultados y presupuesto generado por cada diseño de pavimento rígido por cada método, expone que se presenta una variabilidad de resultados de espesor de diseño de 12.99%, mientras que, respecto a los costos calculados, resulta una variabilidad del 8.61%, respecto al método PCA, en relación a los métodos aplicados.

4. La transitabilidad de la vía expresada en nivel de servicio mejora de una categoría de nivel “D” a “B” donde la mejora estará reflejada en ampliar la capacidad de maniobra dentro de la corriente circulatoria, viéndose ligeramente restringida y sobre todo con presencia de buena coordinación. A esto, se suma el análisis comparativo de método de diseño, aquel que suma en la obtención de resultados que permiten decidir por la opción más óptima y conservadora en cuanto a factores económicos, estructurales y en relación a las características de la vía, con el fin de mejorar la vía vehicular y peatonal. En síntesis, para el caso de estudio, y obtener la mejora de la transitabilidad, se propone emplear el diseño del pavimento rígido calculado por método PCA, por contar con resultados bajo un análisis de fatiga y erosión, aquellos que se encuentran en relación a factores clave como la tipología y las condiciones de la zona.

### **Recomendaciones:**

1. Se recomienda emplear el método AASHTO con el CBR de menor capacidad de soporte, ya que este nos permite diseñar con un factor de seguridad mayor al hallar el espesor del pavimento rígido.
2. Se recomienda hallar resultados de diseño del pavimento empleando las diversas opciones que no proporciona las tablas del método PCA, desde la inclusión o exclusión de bermas y dowels para verificar que tipo de espesores de pavimento rígido nos proporciona mayor proyección.
3. Se recomienda emplear otros métodos de diseño de pavimento rígido, para generar mayor discusión de resultados en cuanto al método, diseño y presupuesto que este genere en cuanto a la estructura del pavimento, parte fundamental de los proyectos viales.
4. Respecto a la extracción de calicatas en zonas urbanas, se recomienda emplear maquinaria pesada para realizar la excavación, ya que nos proporciona agilizar las actividades ya que no se recomienda generar tráfico por estas zonas del litoral del distrito de Huaraz.
5. Al realizar los costos y presupuestos de la estructura del pavimento se recomienda considerar los tipos de juntas de dilatación que requiere la estructura, para generar mayor vida útil.

## VI. Referencias bibliográficas

- AASHTO. (1993). *Guide for design of pavement structures*. EE.UU.: AASHTO.
- Azevedo, J. (2011). *Concreto de pavimentos rígidos*. Portugal: Tesis de Maestría, Universidad de Porto.
- Becker, E. (2019). *Pavimentos Urbanos de Hormigón*. Lima, Perú: Vial, Edición N°29.
- Borja, M. (2012). *Metodología de investigación para ingenieros*. Chiclayo, Perú: Universidad Nacional de Chiclayo.
- Bryan, C., & Duarte, S. (2018). *Comparación de los espesores de losa por los métodos de diseño TCP System, PCA-84 y racional para las condiciones de tránsito y subrasante en San Andrés Islas*. Popayán, Cauca: Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil.
- Castro, E. (2021). *Diseño de la infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad en Las Lomas, Huanchac, Huaraz, 2021*. Huaraz, Perú: Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.
- Coral, R. (2017). *Automatización del diseño de pavimento urbanos por el método de la Portland Cement Association (PCA) según el RNE, Huaraz, 2016"*. Huaraz, Perú: Repositorio de la Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.
- Cornejo, N., & Velásquez, W. (2009). *Análisis comparativo entre métodos de diseño de estructuras de pavimento rígido*. El Salvador: Universidad Centroamericana Jose Simeón Cañas.
- El Comercio. (2020). *El 80% de las carreteras del Perú en mal estado*. Lima, Perú: El Comercio.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. Ed. Mc Graw Hill.
- Instituto de Construcción y Gerencia. (2016). *Pavimentos*. Lima, Perú: ICG.

- Jimenez, M. (2018). *Aplicación del modelo R-LINE: Concentraciones cerca de la vía de transporte transmilenio*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes, proyecto de grado.
- López, H. (2015). *Análisis comparativo entre diferentes metodologías de diseño para estructura de pavimento implementando los parámetros de diseño requeridos para el corredor Mulaló, Loboguerrero*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Manjriker, N. (2018). *Geotechnical Aspects of Pavement Engineering*. New York, Estados Unidos: Momentum Press, Llc.
- Ménendez, J. (2009). *Ingeniería de Pavimentos: Materiales, diseño y conservación*. Lima, Perú: Fondo editorial ICG.
- Minchán, C. (2019). *Análisis comparativo de estructuras de pavimento rígido mediante métodos de diseño AASHTO y PCA aplicado en una vía pública, Cajamarca, 2019"*. Lima, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras; Suelos geología, geotécnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos*. Lima, Perú: MTC, R.D. N° 10-2014-MTC/14.
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño geométrico*. Lima, Perú: MTC.
- Ortiz, B. (2018). *Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para la transitabilidad*. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Osores, V. (2016). *Evaluación del nivel de servicio por análisis de tráfico*. Huancayo, Perú: UNCP.
- Portland Cement Association. (1984). *Thickness Design for Concrete Highway and Street pavement*. Estados Unidos de América: PCA.

- Qualt . (2022). *Investigación cuantitativa*. España: Gestión de la experiencia, Qualtrics XM.
- Rajib, M., & Tahar. (2019). *Pavement engineering*. New York, EE.UU.: CRS.
- Suarez, J. (2018). *Análisis del diseño estructural del pavimento rígido comparando los métodos de AASHTO 93 y del PCA, para el confort del Jr. Malecón Alomia Robles desde la cuadra 1 al 10 - Huánuco -2017"*. Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco.
- Tadeu, J. (2016). *Pisos de concreto*. Brasil: Cámara Brasileira Do Livro.
- Tiznado, B., & Zavaleta, J. (2021). *Diseño de pavimento rígido aplicando los métodos AASHTO 93 y PCA en la carretera Matacoto, Yungay - Ancash, 2020*. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.
- Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual*. EE.UU.: National Research Council.
- Universidad Autónoma de México. (1999). *Pavimentos*. Distrito federal, México: UNAM.

## ANEXOS

- Anexo A: Matriz de consistencia
- Anexo B: Demanda de tránsito vehicular
- Anexo C: Estudio de mecánica de suelos
- Anexo D: Diseño por AASHTO
- Anexo E: Análisis de costos unitarios
- Anexo F: Metrados para cada Método (AASHTO y PCA)
- Anexo G: Presupuesto general por cada método (AASHTO y PCA)
- Anexo H: Tablas salariales 2022-2023
- Anexo I: Panel fotográfico
- Anexo J: Certificados de calibración de laboratorio.
- Anexo K: Plano Clave

## **ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TITULO:**

**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHÍCULAR DE UNA VÍA URBANA**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGIA</b>
<b>Problema general:</b>	<b>Objetivo General:</b>	<b>Hipotesis general:</b>	<b>Independiente</b>	<b>Tipo de investigación:</b>
¿Los parámetros de diseño arrojados por el análisis comparativo del diseño de pavimento rígido aplicando los métodos AASHTO y PCA del Jr. Primavera de la ciudad de Huaraz, mejoraran su transitabilidad vehicular, año 2022?	Determinar los parámetros de diseño del análisis comparativo de diseño de pavimento rígido aplicando los métodos AASHTO y PCA del Jr. Primavera de la ciudad de Huaraz, para mejorar la transitabilidad vehicular, año 2022.	Los parámetros obtenidos mediante el análisis comparativo de diseño de pavimento rígido por los métodos AASHTO y PCA en el Jr. Primavera, Huaraz, mejoran la transitabilidad vehicular.	Diseño de pavimento	Enfoque: cuantitativo Orientación: aplicada Nivel: correlacional
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipotesis específicos:</b>	<b>Dependiente</b>	<b>Diseño de investigación:</b>
1.¿Qué parámetro de diseño del pavimento rígido resulta empleando el método de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)?	1) Determinar los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).	1.- Los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), de la vía Jr. Primavera, Huaraz, dan espesores entre 18 y 20 cm.	Transitabilidad vehicular	No Experimental Cuasiexperimental
2.¿Qué parámetro de diseño del pavimento rígido resulta empleando el método de PCA (Portland Cement Association)?	2) Determinar los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de PCA (Portland Cement Association).	2.- Los parámetros de diseño del pavimento rígido empleando el método de PCA (Portland Cement Association), de la vía Jr. Primavera, Huaraz, dan espesores mayores a 20 cm.		<b>Ámbito de estudio:</b>
3.¿El análisis comparativo de los parámetros de diseño del pavimento rígido, respecto a los métodos empleados y su implicancia en los costos de construcción muestran variabilidad?	3) Determinar el resultado del análisis comparativo de los parámetros de diseño del pavimento rígido, respecto a los métodos empleados y su implicancia en los costos de construcción.	3.- Los parámetros comparativos resultantes respecto al método del pavimento rígido diseñado por cada método AASHTO y PCA del Jr. Primavera, Huaraz, muestran variabilidad de resultados.		Tránsportes
				<b>Población y Muestra:</b>
				Jr. Primavera, Huaraz
				<b>Técnica de recolección de datos:</b>
				Observación directa Análisis documental experimentación
				<b>Instrumentos:</b>
				Formatos de ensayos Reporte de ensayos Formato de conteo vehicular



## **ANEXO B: DEMANDA DE TRÁNSITO VEHICULAR**



### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito, DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	01 (Av. Confraternidad Internacional Oeste y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	27/02/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	2	3	2	3	3	4	2	2	0	0	1	1	0	23
6:45-7:00 am	1	1	1	7	3	2	0	1	1	1	1	1	0	20
7:00-7:15 am	1	3	0	7	3	1	0	1	0	0	0	1	0	17
7:15-7:30 am	3	4	1	4	3	1	0	0	1	0	1	1	0	19
7:30-8:00 am	4	4	1	7	2	1	0	1	0	0	1	0	1	22
8:00-8:15 am	3	3	0	6	4	2	1	1	1	0	1	1	0	23
8:15-8:30 am	5	2	1	4	3	2	0	1	0	0	2	0	0	20
8:30-8:45 am	2	4	1	6	2	2	0	1	0	0	1	1	1	21
8:45-9:00 am	2	4	1	7	4	3	0	1	0	0	1	1	1	25
9:00-9:15 am	2	4	1	7	3	2	0	1	0	0	0	0	0	20
9:15-9:30 am	2	5	1	5	3	2	1	1	0	1	1	1	0	23
9:30-9:45 am	3	2	0	6	2	3	0	2	0	0	1	1	0	20
9:45-10:00 am	3	4	1	7	3	1	0	1	0	0	0	1	0	21
10:00-10:15 am	2	3	0	7	3	1	1	1	1	0	0	0	1	20
10:15-10:30 am	1	2	1	5	3	1	0	1	0	0	1	1	0	16
10:30-10:45 am	3	2	1	7	3	1	0	1	0	0	0	0	0	18
10:45-11:00 am	4	3	0	7	2	2	0	1	0	0	1	0	0	20
11:00-11:15 am	3	2	0	5	3	3	1	1	0	0	1	1	0	20
11:15-11:30 am	1	3	1	6	2	2	0	1	0	0	0	0	0	16
11:30-11:45 am	3	4	0	5	4	1	0	1	0	0	0	0	0	18
11:45-12:00 am	2	3	0	4	3	2	0	1	0	0	0	1	0	16
12:00-12:15 pm	4	3	0	7	2	2	1	1	0	1	1	0	1	23
12:15-12:30 pm	2	2	1	6	2	2	0	1	0	0	1	0	0	17
12:30-12:45 pm	3	3	2	8	3	2	1	0	0	0	0	1	0	23
12:45-13:00 pm	3	4	1	7	3	1	0	1	0	0	1	1	0	22
13:00-13:15 pm	4	3	1	6	4	3	0	1	0	0	0	0	0	22
13:15-13:30 pm	4	2	1	7	2	2	0	1	0	0	1	0	0	20
13:30-13:45 pm	3	3	1	7	3	3	0	1	0	0	1	0	0	22
13:45-14:00 pm	4	3	1	7	2	1	0	1	1	0	0	1	0	21
14:00-14:15 pm	5	3	0	8	4	1	0	1	0	0	1	0	1	24
14:15-14:30 pm	4	3	0	7	3	1	0	0	0	0	1	1	0	20
14:30-14:45 pm	3	5	1	9	3	1	0	1	0	0	1	0	0	24
14:45-15:00 pm	2	4	1	8	4	3	0	1	0	0	1	1	0	25
15:00-15:15 pm	3	3	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	1	21
15:15-15:30 pm	4	2	1	6	2	3	0	1	0	0	0	1	0	20
15:30-15:45 pm	4	3	2	7	3	2	0	1	0	0	1	0	0	23
15:45-16:00 pm	3	0	1	6	2	3	0	1	0	0	0	0	0	16
16:00-16:15 pm	3	1	1	7	3	1	1	1	0	0	0	0	0	18



16:00-16:15 pm	3	1	1	7	3	1	1	1	0	0	0	0	0	18
16:15-16:30 pm	2	0	1	8	2	2	0	0	0	0	0	0	0	15
16:30-16:45 pm	3	3	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	0	20
16:45-17:00 pm	2	4	0	7	2	2	0	1	0	0	1	0	0	19
17:00-17:15 pm	5	3	0	6	5	3	0	1	0	0	1	1	1	25
17:15-17:30 pm	4	4	1	6	4	3	0	1	1	0	1	0	0	25
17:30-17:45 pm	4	4	1	7	6	1	0	1	0	0	1	1	0	26
17:45-18:00 pm	5	5	2	7	3	1	0	1	0	0	0	0	0	24
18:00-18:15 pm	4	4	1	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	23
18:15-18:30 pm	3	4	0	7	4	3	0	1	0	0	0	0	0	22
18:30-18:45 pm	6	3	0	8	3	2	1	1	0	0	1	0	0	25
18:45-19:00 pm	5	2	1	6	2	3	0	1	0	0	0	0	0	20
19:00-19:15 pm	4	4	2	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	21
19:15-19:30 pm	4	4	1	7	5	3	0	1	0	0	0	1	0	26
19:30-19:45 pm	5	3	2	8	3	2	1	1	0	0	0	0	0	25
19:45-20:00 pm	5	2	2	7	5	2	0	1	0	0	0	0	0	24
20:00-20:15 pm	4	5	2	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	24
20:15-20:30 pm	4	3	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	20
20:30-20:45 pm	3	3	1	7	5	2	0	1	0	0	0	0	1	23
20:45-21:00 pm	2	4	1	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	15
21:00-21:15 pm	2	3	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
21:15-21:30 pm	2	2	0	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	14
21:30-21:45 pm	3	2	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
22:00-22:15 pm	2	1	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
22:15-22:30 pm	0	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
22:30-22:45 pm	1	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
22:45-23:00 pm	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
23:00-23:15 pm	1	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7
23:15-23:30 pm	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
23:30-23:45 pm	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23:45-00:00 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
00:00-00:15 am	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
00:15-00:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:45-04:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04:30-04:45 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
05:30-05:45 am	0	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	8
05:45-06:00 am	1	1	1	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0	13
06:00-06:15 am	1	2	1	4	2	1	1	1	1	0	1	1	0	16
06:15-06:30 am	2	2	1	4	3	1	0	1	0	0	0	0	0	14
<b>SUB TOTAL</b>	<b>205</b>	<b>206</b>	<b>57</b>	<b>437</b>	<b>225</b>	<b>118</b>	<b>15</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>9</b>	<b>1393</b>
<b>TOTAL</b>				<b>1248</b>				<b>82</b>			<b>31</b>	<b>23</b>	<b>9</b>	<b>1393</b>





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	01 (Av. Confraternidad Internacional Oeste y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	28/02/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONE TA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
DIAGRAMA VEHICULAR														
6:30-6:45 am	2	0	0	3	2	4	1	3	1	1	0	1	1	19
6:45-7:00 am	2	1	1	6	3	2	0	1	0	0	1	1	0	18
7:00-7:15 am	1	3	0	5	3	1	0	0	0	0	0	0	1	14
7:15-7:30 am	4	4	2	7	4	3	0	0	0	0	1	1	1	27
7:30-8:00 am	3	5	1	6	2	1	0	1	0	0	1	0	0	20
8:00-8:15 am	3	3	1	8	4	2	1	1	1	0	1	1	0	26
8:15-8:30 am	5	2	2	7	3	3	0	1	0	0	0	0	0	23
8:30-8:45 am	4	5	1	5	5	2	0	1	0	0	1	1	1	26
8:45-9:00 am	1	4	1	6	4	3	1	1	0	0	1	1	1	24
9:00-9:15 am	2	5	2	7	5	2	0	1	0	0	0	1	0	25
9:15-9:30 am	4	5	1	5	4	3	1	1	0	1	1	1	0	27
9:30-9:45 am	2	2	0	9	5	3	0	1	0	0	1	0	1	24
9:45-10:00 am	4	4	1	8	2	1	0	1	0	0	0	1	0	22
10:00-10:15 am	3	5	0	9	3	1	1	1	1	0	1	0	1	26
10:15-10:30 am	4	4	1	7	3	1	0	1	0	0	1	1	0	23
10:30-10:45 am	3	2	1	7	4	1	0	1	0	0	0	0	0	19
10:45-11:00 am	2	3	0	7	2	3	0	0	0	0	1	0	1	19
11:00-11:15 am	3	2	0	6	1	3	1	1	0	0	1	1	0	19
11:15-11:30 am	2	6	2	8	5	2	0	1	0	0	0	0	0	26
11:30-11:45 am	4	5	0	9	3	1	0	1	0	0	0	0	0	23
11:45-12:00 am	2	4	0	8	3	3	0	1	0	0	1	1	1	24
12:00-12:15 pm	5	3	0	7	2	2	1	1	0	1	1	0	1	24
12:15-12:30 pm	2	2	1	8	1	3	0	1	0	0	1	0	0	19
12:30-12:45 pm	4	4	2	8	5	2	1	0	0	0	0	1	1	28
12:45-13:00 pm	4	5	1	8	5	1	0	1	0	0	1	1	0	27
13:00-13:15 pm	3	4	0	9	4	3	0	1	0	0	0	0	0	24
13:15-13:30 pm	4	2	1	9	4	2	0	1	0	0	1	0	0	24
13:30-13:45 pm	3	3	1	9	5	3	1	1	0	0	1	0	0	27
13:45-14:00 pm	5	4	1	7	5	1	0	1	1	0	0	1	1	27
14:00-14:15 pm	5	3	0	8	5	1	0	1	0	0	1	0	1	25
14:15-14:30 pm	4	3	0	7	3	1	0	0	0	0	1	1	0	20
14:30-14:45 pm	3	5	1	9	5	1	0	1	0	0	1	0	0	26
14:45-15:00 pm	5	6	1	9	4	3	0	1	0	0	1	1	0	31
15:00-15:15 pm	3	5	0	6	5	2	0	0	0	0	1	0	1	23
15:15-15:30 pm	4	2	1	5	5	3	0	1	0	0	0	1	0	22
15:30-15:45 pm	3	3	2	7	3	2	0	1	0	0	1	0	0	22
15:45-16:00 pm	4	1	1	7	3	3	0	1	0	0	0	0	0	20
16:00-16:15 pm	4	1	1	7	5	1	1	1	0	0	0	0	0	23



16:15-16:30 pm	3	0	1	8	5	2	0	0	0	0	0	0	0	19
16:30-16:45 pm	3	5	0	7	4	2	0	1	0	0	1	0	0	23
16:45-17:00 pm	2	4	0	7	4	2	0	1	0	0	1	0	0	21
17:00-17:15 pm	4	3	0	6	5	3	0	1	0	0	0	1	1	24
17:15-17:30 pm	4	6	1	6	4	3	0	1	1	0	1	0	0	27
17:30-17:45 pm	5	4	1	7	6	1	0	0	0	0	1	1	0	26
17:45-18:00 pm	3	5	2	8	5	1	0	1	0	0	0	0	0	25
18:00-18:15 pm	4	5	1	8	6	1	0	0	0	0	0	0	0	25
18:15-18:30 pm	4	4	0	9	4	3	0	1	0	0	0	0	0	25
18:30-18:45 pm	3	3	0	8	2	2	1	1	0	0	1	0	0	21
18:45-19:00 pm	2	2	1	6	3	3	0	1	0	0	0	0	0	18
19:00-19:15 pm	3	4	2	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	21
19:15-19:30 pm	4	5	2	7	5	3	0	1	0	0	0	1	0	28
19:30-19:45 pm	2	3	2	8	6	2	1	1	0	0	0	0	0	25
19:45-20:00 pm	3	2	2	9	5	2	0	1	0	0	0	0	0	24
20:00-20:15 pm	1	5	2	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	24
20:15-20:30 pm	3	3	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	19
20:30-20:45 pm	2	3	1	7	5	2	0	1	0	0	0	0	0	21
20:45-21:00 pm	3	2	0	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	15
21:00-21:15 pm	2	3	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
21:15-21:30 pm	2	2	0	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	14
21:30-21:45 pm	1	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9
22:15-22:30 pm	2	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8
22:30-22:45 pm	1	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
22:45-23:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:15-23:30 pm	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00:00-00:15 am	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5
00:15-00:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:00-01:15 am	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:45-04:00 am	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04:30-04:45 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
05:30-05:45 am	0	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	8
05:45-06:00 am	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
06:00-06:15 am	1	2	1	4	2	2	2	0	0	1	0	0	0	15
06:15-06:30 am	2	4	3	2	1	3	1	1	1	0	1	1	1	20
<b>SUB TOTAL</b>	<b>203</b>	<b>229</b>	<b>57</b>	<b>469</b>	<b>272</b>	<b>128</b>	<b>18</b>	<b>50</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>1503</b>
			<b>1358</b>					<b>78</b>			<b>30</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>1503</b>





**Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**Estudio de tránsito vehicular**

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	01 (Av. Confraternidad Internacional Oeste y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	01/03/2023

**IMD DIARIO**

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
DIAGRAMA VEHICULAR														
6:30-6:45 am	1	0	1	2	1	0	1	3	1	1	1	0	1	13
6:45-7:00 am	3	1	1	4	2	2	1	1	0	0	1	1	1	17
7:00-7:15 am	1	3	0	6	3	1	1	1	0	1	0	1	0	18
7:15-7:30 am	5	2	0	7	4	3	0	0	1	0	1	1	1	25
7:30-8:00 am	6	5	1	8	2	2	0	1	0	1	1	0	0	27
8:00-8:15 am	3	3	0	7	4	2	1	1	1	0	2	0	0	24
8:15-8:30 am	5	2	0	7	4	3	0	0	0	1	2	1	0	25
8:30-8:45 am	3	5	1	8	5	2	0	1	0	0	1	1	1	28
8:45-9:00 am	1	4	1	5	4	2	1	1	1	1	1	1	0	23
9:00-9:15 am	2	5	1	7	3	1	0	1	1	0	0	0	0	21
9:15-9:30 am	3	5	1	8	4	2	1	1	0	1	1	1	1	29
9:30-9:45 am	2	2	0	8	5	3	0	2	0	0	1	1	0	24
9:45-10:00 am	2	4	1	4	3	1	0	1	0	0	0	1	0	17
10:00-10:15 am	3	5	0	8	4	2	1	1	1	0	1	0	0	26
10:15-10:30 am	2	4	1	7	3	1	0	1	0	0	1	1	0	21
10:30-10:45 am	4	2	1	7	3	1	0	2	0	0	0	0	0	20
10:45-11:00 am	3	3	0	7	2	2	0	1	0	0	1	1	1	21
11:00-11:15 am	3	2	0	6	2	0	1	1	1	0	1	1	0	18
11:15-11:30 am	2	5	0	8	5	2	0	1	0	0	0	0	0	23
11:30-11:45 am	2	5	0	9	4	1	0	1	0	0	0	0	0	22
11:45-12:00 am	2	4	0	4	3	3	0	1	1	0	0	1	1	20
12:00-12:15 pm	3	3	0	7	2	2	1	1	0	1	1	0	1	22
12:15-12:30 pm	4	2	1	8	2	0	0	1	0	0	1	0	0	19
12:30-12:45 pm	5	4	2	8	5	2	1	0	0	0	0	1	0	28
12:45-13:00 pm	4	5	1	8	6	2	0	1	1	0	1	1	0	30
13:00-13:15 pm	4	4	1	9	4	3	0	1	0	0	0	0	0	26
13:15-13:30 pm	3	2	1	9	5	2	1	1	0	1	1	0	1	27
13:30-13:45 pm	4	3	1	6	4	3	1	1	1	0	1	0	0	25
13:45-14:00 pm	3	4	1	8	5	1	0	1	1	0	0	1	0	25
14:00-14:15 pm	3	3	0	8	5	2	0	1	0	0	1	0	0	23
14:15-14:30 pm	5	3	0	7	3	1	0	0	0	0	1	1	1	22
14:30-14:45 pm	3	5	1	9	5	1	0	1	0	0	1	0	0	26
14:45-15:00 pm	2	3	1	9	4	3	0	1	0	0	1	1	1	26
15:00-15:15 pm	3	4	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	0	21
15:15-15:30 pm	4	2	1	7	5	3	0	1	0	0	0	1	0	24
15:30-15:45 pm	3	3	2	6	3	2	0	1	0	0	1	1	0	22
15:45-16:00 pm	5	1	1	8	3	3	0	1	0	0	0	0	1	23
16:00-16:15 pm	4	1	1	7	6	1	1	1	0	0	0	1	0	25



16:00-16:15 pm	4	1	1	7	6	1	1	1	0	0	0	1	0	23
16:15-16:30 pm	3	0	1	8	5	2	0	0	0	0	0	0	0	19
16:30-16:45 pm	4	4	0	7	2	2	0	1	0	0	1	0	0	21
16:45-17:00 pm	3	4	0	7	4	2	0	1	0	0	1	0	1	23
17:00-17:15 pm	4	3	0	5	5	3	0	1	0	0	1	1	0	22
17:15-17:30 pm	4	3	1	6	4	2	0	1	1	0	1	0	0	23
17:30-17:45 pm	3	4	1	5	6	1	0	1	0	0	1	1	0	23
17:45-18:00 pm	2	5	2	8	5	1	0	1	0	0	0	0	0	24
18:00-18:15 pm	2	4	1	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	18
18:15-18:30 pm	4	4	0	9	4	3	0	1	0	0	0	0	1	26
18:30-18:45 pm	5	3	0	8	2	4	1	1	0	0	1	0	0	25
18:45-19:00 pm	4	2	1	8	2	3	0	1	0	0	0	0	0	21
19:00-19:15 pm	3	4	2	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	21
19:15-19:30 pm	3	4	2	7	5	3	0	1	0	0	0	1	0	26
19:30-19:45 pm	2	3	2	8	6	2	1	1	0	0	0	0	1	26
19:45-20:00 pm	2	2	2	9	5	2	0	1	0	0	0	0	0	23
20:00-20:15 pm	3	5	2	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	26
20:15-20:30 pm	1	3	1	8	4	1	0	1	0	0	1	0	0	20
20:30-20:45 pm	3	3	1	7	5	2	0	1	0	0	0	0	0	22
20:45-21:00 pm	2	3	0	4	2	0	1	0	1	0	0	0	0	13
21:00-21:15 pm	2	3	1	5	2	1	1	1	0	0	0	1	1	18
21:15-21:30 pm	2	4	1	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	17
21:30-21:45 pm	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	1	10
22:15-22:30 pm	1	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7
22:30-22:45 pm	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
22:45-23:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23:00-23:15 pm	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	7
23:15-23:30 pm	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
23:30-23:45 pm	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00:00-00:15 am	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
00:15-00:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:15-01:30 am	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
03:45-04:00 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04:30-04:45 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:00-05:15 am	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	7
05:30-05:45 am	1	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7
05:45-06:00 am	2	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	9
06:00-06:15 am	1	3	2	3	3	2	1	1	0	1	0	0	1	18
06:15-06:30 am	3	4	3	5	1	3	1	1	1	0	1	0	0	23
<b>SUB TOTAL</b>	<b>203</b>	<b>220</b>	<b>53</b>	<b>463</b>	<b>263</b>	<b>120</b>	<b>21</b>	<b>57</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>35</b>	<b>26</b>	<b>18</b>	<b>1502</b>
			1322					101			35	26	18	11802





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	01 (Av. Confraternidad Internacional Oeste y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	02/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	2 EJES	3 EJES	4 EJES	TOTAL
6:30-6:45 am	2	2	1	3	4	2	2	3	1	1	1	1	1	24
6:45-7:00 am	1	0	1	5	4	2	0	1	1	1	1	1	1	19
7:00-7:15 am	0	3	2	5	3	1	0	1	2	0	0	0	1	18
7:15-7:30 am	5	4	2	4	5	1	0	0	1	0	1	1	1	25
7:30-8:00 am	4	3	1	6	2	1	0	1	0	0	0	0	0	18
8:00-8:15 am	3	3	1	4	4	2	1	1	1	0	1	1	1	23
8:15-8:30 am	1	4	2	6	2	1	0	2	0	0	0	0	0	18
8:30-8:45 am	3	5	1	5	5	2	1	1	0	0	1	1	0	25
8:45-9:00 am	1	3	1	7	2	1	1	1	0	0	1	0	1	19
9:00-9:15 am	1	4	1	6	4	2	0	1	0	0	0	0	0	19
9:15-9:30 am	1	3	2	7	4	2	1	1	0	0	1	1	1	24
9:30-9:45 am	2	3	0	6	5	1	0	2	0	0	1	1	0	21
9:45-10:00 am	2	4	1	7	5	1	0	1	0	0	0	1	1	23
10:00-10:15 am	3	4	0	4	3	1	0	0	1	0	1	0	1	18
10:15-10:30 am	2	4	1	6	5	3	0	1	0	0	1	1	0	24
10:30-10:45 am	3	2	1	5	3	1	1	2	0	0	1	0	0	19
10:45-11:00 am	4	3	0	6	2	3	0	1	0	0	1	0	0	20
11:00-11:15 am	3	4	0	6	2	2	1	1	0	0	1	1	0	21
11:15-11:30 am	1	5	2	5	5	1	1	0	0	0	0	0	0	20
11:30-11:45 am	2	5	0	7	4	2	0	1	1	0	0	0	0	22
11:45-12:00 am	2	4	0	8	3	2	0	1	0	0	0	1	0	21
12:00-12:15 pm	5	3	0	7	2	2	1	1	0	1	1	0	1	24
12:15-12:30 pm	1	2	1	5	1	1	0	1	0	0	0	0	0	12
12:30-12:45 pm	3	3	2	8	5	2	1	0	0	0	0	1	0	25
12:45-13:00 pm	4	3	1	5	6	2	0	1	0	0	1	1	0	24
13:00-13:15 pm	3	3	1	5	4	2	0	1	0	0	0	0	0	19
13:15-13:30 pm	4	2	1	5	4	2	0	0	0	1	1	0	0	20
13:30-13:45 pm	5	3	1	5	4	1	1	1	0	0	1	0	0	22
13:45-14:00 pm	6	2	1	3	5	1	0	1	1	0	0	1	0	21
14:00-14:15 pm	5	3	0	4	5	2	0	1	0	0	1	0	1	22
14:15-14:30 pm	4	3	0	7	3	1	0	0	0	0	1	1	0	20
14:30-14:45 pm	3	4	1	6	5	1	0	1	1	0	1	0	1	24
14:45-15:00 pm	2	2	1	9	4	3	0	1	0	0	1	1	1	25
15:00-15:15 pm	3	3	0	6	4	2	0	1	1	1	1	0	1	23
15:15-15:30 pm	1	2	1	4	5	3	0	1	0	0	0	1	1	19
15:30-15:45 pm	3	3	2	6	3	2	0	0	0	0	1	0	0	20
15:45-16:00 pm	3	1	1	7	3	3	0	1	0	0	0	0	0	19
16:00-16:15 pm	3	3	1	7	6	1	1	1	0	0	0	1	0	24



16:00-16:15 pm	3	3	1	7	6	1	1	1	0	0	0	1	0	24
16:15-16:30 pm	3	0	1	6	5	2	0	0	0	1	1	1	0	20
16:30-16:45 pm	2	3	3	7	4	2	0	1	0	0	1	0	0	23
16:45-17:00 pm	1	4	2	8	4	1	0	1	0	0	1	1	0	23
17:00-17:15 pm	2	3	0	6	5	3	0	1	0	0	0	1	0	21
17:15-17:30 pm	4	6	1	6	4	2	0	0	1	0	0	0	0	24
17:30-17:45 pm	3	4	1	7	6	1	0	1	0	0	1	1	0	25
17:45-18:00 pm	2	5	2	9	5	1	0	1	0	0	0	0	0	25
18:00-18:15 pm	4	5	1	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	24
18:15-18:30 pm	3	3	0	9	4	3	0	1	0	1	0	0	0	24
18:30-18:45 pm	2	3	0	8	2	2	1	1	0	0	1	0	0	20
18:45-19:00 pm	2	2	1	7	2	3	0	1	1	0	0	0	0	19
19:00-19:15 pm	3	4	2	7	4	1	0	1	0	0	0	1	0	23
19:15-19:30 pm	4	3	2	7	5	3	0	1	0	0	1	1	0	27
19:30-19:45 pm	5	3	2	6	6	2	1	1	0	0	0	0	0	26
19:45-20:00 pm	3	2	2	9	5	1	0	1	1	1	0	0	0	25
20:00-20:15 pm	1	5	2	7	6	2	0	0	0	0	0	0	1	24
20:15-20:30 pm	3	3	1	6	5	1	0	1	1	0	1	0	0	22
20:30-20:45 pm	3	3	1	7	5	3	0	1	0	0	0	0	1	24
20:45-21:00 pm	3	5	1	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	21
21:00-21:15 pm	2	3	1	6	2	0	0	0	0	0	1	0	1	16
21:15-21:30 pm	1	2	0	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	13
21:30-21:45 pm	0	2	1	4	2	0	0	0	1	0	0	0	0	10
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	1	0	0	0	0	12
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9
22:15-22:30 pm	0	0	0	4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
22:30-22:45 pm	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
22:45-23:00 pm	1	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	8
23:15-23:30 pm	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:45-00:00 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
00:00-00:15 am	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	5
00:15-00:30 am	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4
00:30-00:45 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45-02:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
04:15-04:30 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04:30-04:45 am	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
05:30-05:45 am	0	2	1	3	2	0	1	0	0	1	0	0	0	10
05:45-06:00 am	2	1	0	3	2	2	2	1	0	0	0	0	0	13
06:00-06:15 am	1	2	1	4	2	2	1	2	1	1	0	0	0	17
06:15-06:30 am	3	3	3	3	2	3	2	1	1	1	1	0	1	24
<b>SUB TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>213</b>	<b>68</b>	<b>426</b>	<b>273</b>	<b>119</b>	<b>22</b>	<b>59</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>1461</b>
<b>TOTAL</b>			<b>1271</b>					<b>114</b>			<b>32</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>1461</b>



**Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**Estudio de tránsito vehicular**



(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)

<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	01 (Av. Confraternidad Internacional Oeste y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	03/03/2023

**IMD DIARIO**

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONE TA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
6:45-7:00 am	1	1	1	6	4	0	0	1	0	0	0	0	0	14
7:00-7:15 am	0	2	0	5	3	1	0	1	0	0	0	1	0	13
7:15-7:30 am	2	4	2	7	5	0	0	0	1	0	1	1	0	23
7:30-8:00 am	4	3	1	4	2	1	0	1	0	0	1	1	0	18
8:00-8:15 am	3	3	0	3	3	2	1	0	1	0	0	1	0	17
8:15-8:30 am	3	2	2	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	19
8:30-8:45 am	3	0	1	4	5	2	0	1	0	0	1	1	0	18
8:45-9:00 am	1	2	1	9	3	1	1	1	0	0	1	0	0	20
9:00-9:15 am	2	3	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	18
9:15-9:30 am	0	3	1	5	4	1	1	1	0	1	1	1	0	19
9:30-9:45 am	2	2	0	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	12
9:45-10:00 am	3	4	1	6	2	1	0	1	0	0	0	1	0	19
10:00-10:15 am	2	3	0	4	3	1	1	1	1	0	0	0	0	16
10:15-10:30 am	4	3	1	7	3	1	0	1	0	0	1	1	0	22
10:30-10:45 am	3	3	1	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	15
10:45-11:00 am	4	3	0	4	2	0	0	1	0	0	1	0	0	15
11:00-11:15 am	2	2	0	6	2	0	1	1	0	0	0	0	0	14
11:15-11:30 am	1	6	2	5	2	1	0	1	0	0	0	0	0	18
11:30-11:45 am	1	5	0	7	3	1	0	1	0	0	0	0	0	18
11:45-12:00 am	2	4	0	4	3	1	0	1	0	0	0	1	0	16
12:00-12:15 pm	4	3	0	7	2	0	1	1	0	1	1	0	1	21
12:15-12:30 pm	2	2	1	5	1	1	0	1	0	0	1	0	0	14
12:30-12:45 pm	3	4	2	4	3	2	1	0	0	0	1	1	0	20
12:45-13:00 pm	4	5	1	5	4	1	0	1	0	0	1	1	0	23
13:00-13:15 pm	5	4	1	5	3	2	0	1	0	0	0	1	1	23
13:15-13:30 pm	4	2	1	5	4	0	0	1	0	0	1	0	0	18
13:30-13:45 pm	4	3	1	5	4	1	1	1	0	0	1	0	0	21
13:45-14:00 pm	5	4	1	4	3	1	0	1	1	0	0	1	0	21
14:00-14:15 pm	5	3	0	4	3	1	0	1	0	0	1	0	1	19
14:15-14:30 pm	4	3	0	5	3	1	0	0	0	0	1	0	0	17
14:30-14:45 pm	3	5	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	21
14:45-15:00 pm	2	6	1	6	4	2	0	1	0	0	1	1	0	24
15:00-15:15 pm	3	5	0	5	4	0	0	1	0	0	1	0	0	19
15:15-15:30 pm	4	2	1	5	5	1	0	1	0	0	0	0	0	19
15:30-15:45 pm	3	3	2	7	3	1	0	1	0	0	0	0	0	20
15:45-16:00 pm	3	1	1	5	2	1	0	1	0	0	0	1	0	15
16:00-16:15 pm	4	1	1	7	5	1	1	1	0	0	0	0	0	30



16:00-16:15 pm	4	1	1	7	5	1	1	1	0	0	0	0	0	21
16:15-16:30 pm	3	0	1	5	5	2	0	0	0	0	0	0	0	16
16:30-16:45 pm	3	5	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	0	22
16:45-17:00 pm	5	4	0	5	4	2	0	1	0	0	1	1	0	23
17:00-17:15 pm	4	3	0	6	3	1	0	1	0	0	0	0	1	19
17:15-17:30 pm	4	6	1	7	4	2	0	1	1	0	1	0	0	27
17:30-17:45 pm	3	4	1	6	6	1	0	1	0	0	1	1	0	24
17:45-18:00 pm	4	5	2	8	5	1	0	1	0	0	0	0	0	26
18:00-18:15 pm	3	5	1	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	19
18:15-18:30 pm	4	4	0	6	4	3	0	1	0	0	0	0	1	23
18:30-18:45 pm	2	3	0	5	2	2	1	1	0	0	1	0	0	17
18:45-19:00 pm	2	2	1	5	2	3	0	1	0	0	0	0	0	16
19:00-19:15 pm	3	4	2	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	19
19:15-19:30 pm	4	5	2	4	5	3	0	1	0	0	0	1	0	25
19:30-19:45 pm	3	3	2	5	6	2	1	1	0	0	0	1	0	24
19:45-20:00 pm	4	2	2	6	5	2	0	1	0	0	0	0	0	22
20:00-20:15 pm	4	5	2	5	6	2	0	0	0	0	0	0	0	24
20:15-20:30 pm	3	3	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	19
20:30-20:45 pm	1	3	1	7	5	2	0	1	0	0	0	0	0	20
20:45-21:00 pm	4	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
21:00-21:15 pm	2	3	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
21:15-21:30 pm	1	2	0	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	13
21:30-21:45 pm	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9
22:15-22:30 pm	0	1	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
22:30-22:45 pm	1	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
22:45-23:00 pm	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:15-23:30 pm	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00:00-00:15 am	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04:30-04:45 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
05:30-05:45 am	0	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	8
05:45-06:00 am	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
06:00-06:15 am	1	2	1	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	12
06:15-06:30 am	1	3	3	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	13
<b>SUB TOTAL</b>	<b>179</b>	<b>214</b>	<b>59</b>	<b>361</b>	<b>240</b>	<b>76</b>	<b>15</b>	<b>47</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>1243</b>
			<b>1129</b>					<b>69</b>			<b>21</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>16643</b>





**Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**Estudio de tránsito vehicular**



(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)

<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	01 (Av. Confraternidad Internacional Oeste y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	04/03/2023

**IMD DIARIO**

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONE TA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	1	1	2	3	1	0	1	0	1	1	0	1	0	12
6:45-7:00 am	1	1	1	7	2	1	0	1	1	0	0	0	1	16
7:00-7:15 am	1	3	0	8	3	1	0	1	0	0	0	1	0	18
7:15-7:30 am	2	4	2	6	2	1	0	0	1	0	1	1	1	21
7:30-8:00 am	3	5	1	6	2	1	0	1	0	0	1	0	0	20
8:00-8:15 am	3	3	0	7	1	2	1	1	1	0	1	1	1	22
8:15-8:30 am	5	2	2	7	2	2	0	2	0	1	2	0	0	25
8:30-8:45 am	5	5	1	7	3	2	0	1	0	0	1	1	1	27
8:45-9:00 am	2	4	1	8	4	1	1	1	0	1	1	1	0	25
9:00-9:15 am	4	5	1	6	3	2	0	1	0	0	0	0	0	22
9:15-9:30 am	3	3	1	7	3	3	1	1	0	1	1	1	0	25
9:30-9:45 am	2	2	0	8	2	2	0	2	0	0	1	1	0	20
9:45-10:00 am	2	4	1	7	3	1	0	1	0	1	0	1	0	21
10:00-10:15 am	3	5	0	8	3	1	1	1	1	0	0	0	1	24
10:15-10:30 am	3	4	1	5	3	1	0	1	0	0	1	1	0	20
10:30-10:45 am	3	2	1	6	3	1	0	2	0	0	0	0	0	18
10:45-11:00 am	4	3	0	6	2	2	0	1	0	0	1	0	0	19
11:00-11:15 am	3	2	0	5	2	1	1	1	0	1	1	1	0	18
11:15-11:30 am	4	5	2	7	3	2	0	1	1	0	0	0	0	25
11:30-11:45 am	2	5	0	8	3	1	0	1	0	1	0	0	1	22
11:45-12:00 pm	3	4	0	7	3	2	0	1	1	0	0	1	0	22
12:00-12:15 pm	5	3	0	6	2	2	1	1	0	1	1	0	1	23
12:15-12:30 pm	4	2	1	7	1	1	0	1	0	0	1	0	0	18
12:30-12:45 pm	3	4	2	7	3	2	1	0	0	0	1	1	1	24
12:45-13:00 pm	4	5	1	7	6	1	0	1	0	0	1	1	0	27
13:00-13:15 pm	5	4	1	8	4	2	0	1	0	0	0	0	0	25
13:15-13:30 pm	4	2	1	8	4	2	0	1	0	0	1	0	0	23
13:30-13:45 pm	5	3	1	8	4	3	1	1	0	1	1	0	1	29
13:45-14:00 pm	6	4	1	6	5	1	0	1	1	0	0	1	0	26
14:00-14:15 pm	6	3	0	7	5	1	1	1	0	1	1	0	0	26
14:15-14:30 pm	4	3	0	6	3	0	0	0	0	0	1	1	0	19
14:30-14:45 pm	3	5	1	8	5	1	0	1	0	0	1	0	0	25
14:45-15:00 pm	2	6	1	8	4	3	0	1	0	0	1	1	0	27
15:00-15:15 pm	4	5	0	5	4	2	0	1	0	0	1	0	0	22
15:15-15:30 pm	4	2	1	4	5	3	0	1	0	0	0	1	0	21
15:30-15:45 pm	3	3	2	6	3	2	0	1	0	0	1	0	0	21
15:45-16:00 pm	4	1	1	6	3	3	0	1	0	0	0	0	0	19
16:00-16:15 pm	4	1	1	6	6	1	1	1	0	1	0	0	0	16



16:00-16:15 pm	4	1	1	6	6	1	1	1	0	1	0	0	0	22
16:15-16:30 pm	3	0	1	7	5	2	0	0	0	0	0	0	0	18
16:30-16:45 pm	2	5	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	0	21
16:45-17:00 pm	4	4	0	6	4	2	1	1	0	0	1	0	0	23
17:00-17:15 pm	5	3	0	5	5	3	0	1	0	0	0	1	0	23
17:15-17:30 pm	4	6	1	5	4	3	0	1	1	0	1	0	0	26
17:30-17:45 pm	4	4	1	6	6	1	0	1	0	0	1	1	0	25
17:45-18:00 pm	5	5	2	7	5	1	1	1	0	0	0	0	1	28
18:00-18:15 pm	4	5	1	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	23
18:15-18:30 pm	5	4	0	8	4	3	0	1	0	0	0	0	0	25
18:30-18:45 pm	6	3	0	7	2	2	1	1	0	0	1	0	0	23
18:45-19:00 pm	5	2	1	5	2	3	0	1	1	0	0	0	1	21
19:00-19:15 pm	4	4	2	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	21
19:15-19:30 pm	4	5	2	6	5	3	0	1	0	0	0	1	0	27
19:30-19:45 pm	5	3	2	7	6	2	1	1	0	0	0	0	1	28
19:45-20:00 pm	5	2	2	8	5	2	0	1	0	0	0	0	0	25
20:00-20:15 pm	5	5	2	7	6	2	0	0	0	1	1	0	0	29
20:15-20:30 pm	4	3	1	5	4	1	0	1	0	0	0	0	0	19
20:30-20:45 pm	5	3	1	6	5	2	0	1	0	0	1	0	0	24
20:45-21:00 pm	4	4	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	14
21:00-21:15 pm	3	3	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	14
21:15-21:30 pm	1	2	0	4	3	1	1	1	0	0	0	1	0	14
21:30-21:45 pm	1	2	1	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	10
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
22:00-22:15 pm	2	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10
22:15-22:30 pm	2	3	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	11
22:30-22:45 pm	2	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	9
22:45-23:00 pm	1	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	8
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:15-23:30 pm	2	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7
23:30-23:45 pm	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	5
00:00-00:15 am	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4
00:30-00:45 am	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3
00:45-01:00 am	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
01:15-01:30 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
03:00-03:15 am	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:45-04:00 am	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4
04:30-04:45 am	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	5
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	5
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
05:30-05:45 am	1	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	1	0	10
05:45-06:00 am	1	1	1	3	2	1	2	2	0	1	0	0	0	14
06:00-06:15 am	1	2	3	2	3	1	1	1	2	1	0	0	0	17
06:15-06:30 am	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	0	1	0	17
<b>SUB TOTAL</b>	<b>242</b>	<b>235</b>	<b>60</b>	<b>427</b>	<b>246</b>	<b>106</b>	<b>26</b>	<b>57</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>1508</b>
<b>TOTAL</b>				<b>1316</b>				<b>120</b>			<b>32</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>161508</b>





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	01 (Av. Confraternidad Internacional Oeste y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	05/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONE TA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	1	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	18
6:45-7:00 am	1	1	1	7	4	2	1	1	2	0	1	1	0	22
7:00-7:15 am	2	3	0	8	3	1	1	1	0	1	0	1	0	21
7:15-7:30 am	3	4	1	7	5	3	0	1	1	0	1	1	0	27
7:30-8:00 am	2	5	1	7	2	1	1	1	0	0	1	0	0	21
8:00-8:15 am	3	3	0	9	4	2	1	1	1	1	1	1	1	28
8:15-8:30 am	2	2	1	8	3	2	0	2	0	0	2	0	0	22
8:30-8:45 am	1	5	1	8	5	2	1	1	1	0	1	1	0	27
8:45-9:00 am	2	4	2	9	4	3	1	1	0	1	1	1	1	30
9:00-9:15 am	2	5	2	7	4	2	0	1	1	1	0	0	0	25
9:15-9:30 am	2	4	1	8	4	3	1	1	0	1	1	1	0	27
9:30-9:45 am	2	2	1	9	5	1	1	2	0	0	1	1	0	25
9:45-10:00 am	3	4	1	8	3	1	0	1	0	1	0	1	0	23
10:00-10:15 am	3	5	2	9	3	2	1	1	1	0	0	0	1	28
10:15-10:30 am	1	4	1	7	3	1	0	1	0	1	1	1	0	21
10:30-10:45 am	1	2	1	7	3	1	1	2	1	0	0	0	0	19
10:45-11:00 am	4	3	0	7	2	3	0	1	0	0	1	0	1	22
11:00-11:15 am	2	2	0	6	2	2	1	1	1	1	1	1	0	20
11:15-11:30 am	5	5	2	8	5	2	0	1	0	0	0	0	0	28
11:30-11:45 am	2	5	0	9	4	1	1	2	1	0	1	0	1	27
11:45-12:00 am	3	4	1	8	3	3	0	1	0	1	0	1	0	25
12:00-12:15 pm	4	3	1	7	2	2	1	1	1	1	1	0	1	25
12:15-12:30 pm	4	2	1	8	1	3	0	1	0	0	1	0	0	21
12:30-12:45 pm	3	4	2	8	5	2	1	0	0	0	0	1	0	26
12:45-13:00 pm	3	4	1	8	4	2	0	1	0	1	1	1	0	26
13:00-13:15 pm	3	4	1	9	4	3	0	1	0	0	0	0	0	25
13:15-13:30 pm	4	2	1	9	4	2	0	2	0	0	1	0	0	25
13:30-13:45 pm	5	3	1	9	4	3	1	1	0	1	1	0	0	29
13:45-14:00 pm	6	4	1	7	5	1	0	1	1	0	0	1	0	27
14:00-14:15 pm	5	3	0	8	5	1	0	2	0	0	1	0	1	26
14:15-14:30 pm	3	3	0	7	3	1	0	2	0	1	0	1	0	21
14:30-14:45 pm	3	5	1	9	5	1	0	1	1	0	1	0	0	27
14:45-15:00 pm	4	6	1	8	4	3	0	1	0	0	0	1	0	28
15:00-15:15 pm	3	5	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	1	23
15:15-15:30 pm	4	3	1	5	5	2	1	2	0	0	0	0	0	23
15:30-15:45 pm	3	3	2	7	3	2	0	1	1	0	1	0	0	23
15:45-16:00 pm	3	1	1	7	3	3	0	1	0	0	0	1	0	20
16:00-16:15 pm	4	2	1	7	6	1	1	2	0	0	1	1	0	26



16:00-16:15 pm	4	2	1	7	6	1	1	2	0	0	1	1	0	26
16:15-16:30 pm	3	1	1	8	5	2	0	2	0	0	0	0	0	22
16:30-16:45 pm	3	4	0	7	4	2	1	1	0	1	1	0	0	24
16:45-17:00 pm	5	4	2	7	4	3	0	1	0	0	1	1	0	28
17:00-17:15 pm	5	3	1	6	5	3	0	1	0	0	0	1	0	25
17:15-17:30 pm	3	5	1	6	4	3	1	2	1	1	1	1	0	29
17:30-17:45 pm	2	4	1	7	6	1	0	1	0	0	1	1	0	24
17:45-18:00 pm	5	3	2	7	5	1	0	1	0	0	0	0	0	24
18:00-18:15 pm	3	2	1	8	5	1	0	0	1	1	1	0	0	23
18:15-18:30 pm	5	4	0	8	4	3	0	1	0	1	0	0	0	26
18:30-18:45 pm	6	3	2	7	2	2	1	1	0	0	0	0	0	24
18:45-19:00 pm	5	4	1	6	2	3	0	1	1	1	1	0	0	25
19:00-19:15 pm	4	4	2	8	4	1	0	0	0	0	0	1	0	24
19:15-19:30 pm	4	5	2	7	5	3	0	1	0	0	0	0	0	27
19:30-19:45 pm	5	3	2	8	6	2	1	1	0	0	1	0	0	29
19:45-20:00 pm	6	2	1	9	5	2	0	1	1	0	0	0	0	27
20:00-20:15 pm	5	4	2	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	27
20:15-20:30 pm	4	2	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	19
20:30-20:45 pm	6	3	1	7	5	2	0	1	1	0	0	0	1	27
20:45-21:00 pm	5	5	1	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	23
21:00-21:15 pm	4	3	1	5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	16
21:15-21:30 pm	3	2	2	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	17
21:30-21:45 pm	2	2	1	4	4	0	0	0	0	0	0	1	0	14
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	1	1	0	0	0	11
22:15-22:30 pm	2	1	1	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	10
22:30-22:45 pm	3	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	10
22:45-23:00 pm	1	1	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	7
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:15-23:30 pm	1	2	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	9
23:30-23:45 pm	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	5
00:00-00:15 am	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00:30-00:45 am	0	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	5
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
01:00-01:15 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
01:45-02:00 am	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
02:30-02:45 am	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	5
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
03:00-03:15 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
03:45-04:00 am	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
04:30-04:45 am	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
05:30-05:45 am	0	2	0	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	9
05:45-06:00 am	2	3	2	3	2	1	0	0	1	0	1	0	0	15
06:00-06:15 am	2	2	1	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	15
06:15-06:30 am	3	4	3	2	1	0	1	1	1	0	0	1	0	17
<b>SUB TOTAL</b>	<b>229</b>	<b>236</b>	<b>83</b>	<b>486</b>	<b>269</b>	<b>119</b>	<b>30</b>	<b>68</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>10</b>	<b>1648</b>
			1422					152			32	32	10	1648





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	02 (Vía Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	27/02/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
DIAGRAMA VEHICULAR														
6:30-6:45 am	3	2	2	6	2	3	1	1	0	0	0	0	0	20
6:45-7:00 am	1	1	1	7	3	2	0	1	0	0	1	1	0	18
7:00-7:15 am	0	3	0	7	3	1	0	1	0	0	0	1	0	16
7:15-7:30 am	5	4	1	5	3	1	0	0	1	0	1	1	0	22
7:30-8:00 am	4	4	1	7	2	1	0	1	0	0	1	0	0	21
8:00-8:15 am	3	3	0	6	4	2	1	1	1	0	1	1	1	24
8:15-8:30 am	5	2	1	6	3	2	0	1	0	0	2	0	0	22
8:30-8:45 am	5	4	1	6	2	2	0	1	0	0	1	1	0	23
8:45-9:00 am	1	4	1	7	4	3	0	1	0	0	1	1	1	24
9:00-9:15 am	2	4	1	7	3	2	0	1	0	0	0	0	0	20
9:15-9:30 am	0	5	1	5	3	2	1	1	0	1	1	1	0	21
9:30-9:45 am	2	2	0	6	2	3	0	2	0	0	1	1	0	19
9:45-10:00 am	3	4	1	7	3	1	0	1	0	0	0	1	0	21
10:00-10:15 am	2	3	0	7	3	1	1	1	1	0	0	0	1	20
10:15-10:30 am	4	2	1	5	3	1	0	1	0	0	1	1	0	19
10:30-10:45 am	3	2	1	7	3	1	0	1	0	0	0	0	0	18
10:45-11:00 am	3	3	0	7	2	2	0	1	0	0	1	0	0	19
11:00-11:15 am	3	2	0	5	3	3	1	1	0	0	1	1	0	20
11:15-11:30 am	1	3	1	6	2	2	0	1	0	0	0	0	0	16
11:30-11:45 am	2	4	0	5	4	1	0	1	0	0	0	0	0	17
11:45-12:00 am	2	3	0	4	3	2	0	1	0	0	0	1	0	16
12:00-12:15 pm	4	3	0	7	2	2	1	1	0	1	1	0	1	23
12:15-12:30 pm	4	2	1	6	2	2	0	1	0	0	1	0	0	19
12:30-12:45 pm	3	3	2	8	3	2	1	0	0	0	0	1	0	23
12:45-13:00 pm	3	4	1	7	3	1	0	1	0	0	1	1	0	22
13:00-13:15 pm	4	3	1	6	4	3	0	1	0	0	0	0	0	22
13:15-13:30 pm	4	2	1	7	2	2	0	1	0	0	1	0	0	20
13:30-13:45 pm	5	3	1	7	3	3	0	1	0	0	1	0	0	24
13:45-14:00 pm	6	3	1	7	2	1	0	1	1	0	0	1	0	23
14:00-14:15 pm	6	3	0	8	4	1	0	1	0	0	1	0	1	25
14:15-14:30 pm	4	3	0	7	3	1	0	0	0	0	1	1	0	20
14:30-14:45 pm	3	5	1	9	3	1	0	1	0	0	1	0	0	24
14:45-15:00 pm	2	4	1	8	4	3	0	1	0	0	1	1	0	25
15:00-15:15 pm	3	3	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	1	21
15:15-15:30 pm	4	2	1	5	2	3	0	1	0	0	0	1	0	19
15:30-15:45 pm	3	3	2	7	3	2	0	1	0	0	1	0	0	22
15:45-16:00 pm	3	0	1	6	2	3	0	1	0	0	0	0	0	16
16:00-16:15 pm	4	1	1	7	3	1	1	1	0	0	0	0	0	19



16:00-16:15 pm	4	1	1	7	3	1	1	1	0	0	0	0	0	19	
16:15-16:30 pm	3	0	1	8	2	2	0	0	0	0	0	0	0	16	
16:30-16:45 pm	3	3	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	0	20	
16:45-17:00 pm	4	4	0	7	2	2	0	1	0	0	1	0	0	21	
17:00-17:15 pm	5	3	0	6	5	3	0	1	0	0	1	1	1	25	
17:15-17:30 pm	4	4	1	6	4	3	0	1	1	0	1	0	0	25	
17:30-17:45 pm	3	4	1	7	6	1	0	1	0	0	1	1	0	25	
17:45-18:00 pm	5	5	2	7	3	1	0	1	0	0	0	0	0	24	
18:00-18:15 pm	4	4	1	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	23	
18:15-18:30 pm	3	4	0	7	4	3	0	1	0	0	0	0	0	22	
18:30-18:45 pm	6	3	0	8	3	2	1	1	0	0	1	0	0	25	
18:45-19:00 pm	5	2	1	6	2	3	0	1	0	0	0	0	0	20	
19:00-19:15 pm	3	4	2	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	20	
19:15-19:30 pm	4	4	1	7	5	3	0	1	0	0	0	1	0	26	
19:30-19:45 pm	5	3	2	8	3	2	1	1	0	0	0	0	0	25	
19:45-20:00 pm	6	2	2	7	5	2	0	1	0	0	0	0	0	25	
20:00-20:15 pm	4	5	2	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	24	
20:15-20:30 pm	3	3	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	19	
20:30-20:45 pm	5	3	1	7	5	2	0	1	0	0	0	0	1	25	
20:45-21:00 pm	4	4	1	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	17	
21:00-21:15 pm	2	3	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
21:15-21:30 pm	1	2	0	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	13	
21:30-21:45 pm	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	11	
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
22:15-22:30 pm	0	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6	
22:30-22:45 pm	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
22:45-23:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
23:15-23:30 pm	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
00:00-00:15 am	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
00:15-00:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
04:15-04:30 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
04:30-04:45 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6	
05:30-05:45 am	0	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	8	
05:45-06:00 am	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
06:00-06:15 am	1	2	1	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	12	
06:15-06:30 am	2	2	1	4	3	1	0	1	0	0	0	0	0	14	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>210</b>	<b>204</b>	<b>53</b>	<b>1245</b>	<b>438</b>	<b>224</b>	<b>116</b>	<b>13</b>	<b>53</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>1376</b>
									<b>73</b>			<b>29</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>16676</b>





**Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**Estudio de tránsito vehicular**



(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)

**Tesis:** Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana

**Tesista:** Socla Garay, Jhonattan Steven

**Lugar:** Jr. Primavera, Huaraz, Ancash

**Estación:** 02 (Vía Jr. Primavera)

**Fecha:** 28/02/2023

**IMD DIARIO**

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	1	1	1	2	1	2	0	2	0	0	0	0	0	10
6:45-7:00 am	1	1	1	8	4	2	0	1	0	0	1	1	0	20
7:00-7:15 am	0	3	0	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	16
7:15-7:30 am	3	4	2	7	5	3	0	0	0	0	1	1	0	26
7:30-8:00 am	4	5	1	7	2	1	0	1	0	0	1	0	0	22
8:00-8:15 am	3	3	0	9	4	2	1	1	1	0	1	1	1	27
8:15-8:30 am	2	2	2	8	3	3	0	1	0	0	0	0	0	21
8:30-8:45 am	5	5	1	8	5	2	0	1	0	0	1	1	0	29
8:45-9:00 am	1	4	1	9	4	3	1	1	0	0	1	1	1	27
9:00-9:15 am	2	5	1	7	4	2	0	1	0	0	0	0	0	22
9:15-9:30 am	0	5	1	8	4	3	1	1	0	1	1	1	0	26
9:30-9:45 am	2	2	0	9	5	3	0	1	0	0	1	1	0	24
9:45-10:00 am	3	4	1	8	3	1	0	1	0	0	0	1	0	22
10:00-10:15 am	3	5	0	9	3	1	1	1	1	0	0	0	1	25
10:15-10:30 am	2	4	1	7	3	1	0	1	0	0	1	1	0	21
10:30-10:45 am	3	2	1	7	3	1	0	1	0	0	0	0	0	18
10:45-11:00 am	2	3	0	7	2	3	0	0	0	0	1	0	0	18
11:00-11:15 am	3	2	0	6	2	3	1	1	0	0	1	1	0	20
11:15-11:30 am	1	6	2	8	5	2	0	1	0	0	0	0	0	25
11:30-11:45 am	2	5	0	9	4	1	0	1	0	0	0	0	0	22
11:45-12:00 am	2	4	0	8	3	3	0	1	0	0	0	1	0	22
12:00-12:15 pm	2	3	0	7	2	2	1	1	0	1	1	0	1	21
12:15-12:30 pm	2	2	1	8	1	3	0	1	0	0	1	0	0	19
12:30-12:45 pm	1	4	2	8	5	2	1	0	0	0	0	1	0	24
12:45-13:00 pm	4	5	1	8	6	1	0	1	0	0	1	1	0	28
13:00-13:15 pm	3	4	1	9	4	3	0	1	0	0	0	0	0	25
13:15-13:30 pm	4	2	1	9	4	2	0	1	0	0	1	0	0	24
13:30-13:45 pm	5	3	1	9	4	3	1	1	0	0	1	0	0	28
13:45-14:00 pm	4	4	1	7	5	1	0	1	1	0	0	1	0	25
14:00-14:15 pm	5	3	0	8	5	1	0	1	0	0	1	0	1	25
14:15-14:30 pm	4	3	0	7	3	1	0	0	0	0	1	1	0	20
14:30-14:45 pm	3	5	1	9	5	1	0	1	0	0	1	0	0	26
14:45-15:00 pm	2	6	1	9	4	3	0	1	0	0	1	1	0	28
15:00-15:15 pm	3	5	0	6	4	2	0	0	0	0	1	0	1	22
15:15-15:30 pm	3	2	1	5	5	3	0	1	0	0	0	1	0	21
15:30-15:45 pm	3	3	2	7	3	2	0	1	0	0	1	0	0	22
15:45-16:00 pm	2	1	1	7	3	3	0	1	0	0	0	0	0	18



16:00-16:15 pm	4	1	1	7	3	1	1	1	0	0	0	0	0	19
16:15-16:30 pm	3	0	1	8	5	2	0	0	0	0	0	0	0	19
16:30-16:45 pm	3	5	0	7	4	2	0	1	0	0	1	0	0	23
16:45-17:00 pm	2	4	0	7	4	2	0	1	0	0	1	0	0	21
17:00-17:15 pm	2	3	0	6	5	3	0	1	0	0	1	0	0	21
17:15-17:30 pm	4	6	1	6	4	3	0	1	1	0	1	0	0	27
17:30-17:45 pm	3	4	1	7	6	1	0	0	0	0	1	1	0	24
17:45-18:00 pm	2	5	2	8	5	1	0	1	0	0	0	0	0	24
18:00-18:15 pm	4	5	1	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	24
18:15-18:30 pm	4	4	0	9	4	3	0	1	0	0	0	0	0	25
18:30-18:45 pm	2	3	0	8	2	2	1	1	0	0	1	0	0	20
18:45-19:00 pm	2	2	1	6	2	3	0	1	0	0	0	0	0	17
19:00-19:15 pm	3	4	2	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	21
19:15-19:30 pm	4	5	2	7	5	3	0	1	0	0	0	1	0	28
19:30-19:45 pm	5	3	2	8	6	2	1	1	0	0	0	0	0	28
19:45-20:00 pm	3	2	2	9	5	2	0	1	0	0	0	0	0	24
20:00-20:15 pm	1	5	2	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	24
20:15-20:30 pm	3	3	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	19
20:30-20:45 pm	2	3	1	7	5	2	0	1	0	0	0	0	0	21
20:45-21:00 pm	5	2	0	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	15
21:00-21:15 pm	2	3	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
21:15-21:30 pm	1	2	0	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	13
21:30-21:45 pm	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9
22:15-22:30 pm	0	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
22:30-22:45 pm	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
22:45-23:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:15-23:30 pm	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00:00-00:15 am	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04:30-04:45 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
05:30-05:45 am	0	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	8
05:45-06:00 am	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
06:00-06:15 am	1	2	1	4	2	1	1	0	0	0	0	1	0	13
06:15-06:30 am	0	3	2	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
<b>SUB TOTAL</b>	<b>166</b>	<b>229</b>	<b>56</b>	<b>485</b>	<b>264</b>	<b>123</b>	<b>15</b>	<b>49</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>164</b>
			<b>1323</b>					<b>70</b>			<b>27</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>1447</b>





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)



**Tesis:** Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana

**Tesista:** Socla Garay, Jhonattan Steven

**Lugar:** Jr. Primavera, Huaraz, Ancash

**Estación:** 02 (Vía Jr. Primavera)

**Fecha:** 01/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	0	1	0	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0	7
6:45-7:00 am	1	1	1	4	2	2	0	1	0	0	0	0	1	13
7:00-7:15 am	1	3	0	6	3	1	0	1	0	0	0	1	0	16
7:15-7:30 am	5	4	0	7	5	3	0	0	1	0	1	1	0	27
7:30-8:00 am	2	5	1	7	2	1	0	1	0	0	1	0	0	20
8:00-8:15 am	3	3	0	9	4	2	1	1	1	0	1	1	1	27
8:15-8:30 am	6	2	0	8	3	3	0	0	0	0	2	0	0	24
8:30-8:45 am	4	5	1	8	5	2	0	1	0	0	1	1	0	28
8:45-9:00 am	1	4	1	4	4	2	1	1	0	0	1	1	0	20
9:00-9:15 am	2	5	1	7	4	2	0	1	0	0	0	0	0	22
9:15-9:30 am	0	5	1	8	4	2	1	1	0	1	1	1	0	25
9:30-9:45 am	2	2	0	9	5	3	0	2	0	0	1	1	0	25
9:45-10:00 am	2	4	1	4	3	1	0	1	0	0	0	1	0	17
10:00-10:15 am	3	5	0	9	3	1	1	1	1	0	0	0	1	25
10:15-10:30 am	2	4	1	7	3	1	0	1	0	0	1	1	0	21
10:30-10:45 am	3	2	1	7	3	1	0	2	0	0	0	0	0	19
10:45-11:00 am	3	3	0	7	2	3	0	1	0	0	1	0	0	20
11:00-11:15 am	3	2	0	6	2	0	1	1	0	0	1	1	0	17
11:15-11:30 am	1	5	0	8	5	2	0	1	0	0	0	0	0	22
11:30-11:45 am	2	5	0	9	4	2	0	1	0	0	0	0	0	23
11:45-12:00 am	2	4	0	4	3	3	0	1	0	0	0	1	0	18
12:00-12:15 pm	3	3	0	7	2	2	1	1	0	1	1	0	1	22
12:15-12:30 pm	4	2	1	8	1	0	0	1	0	0	1	0	0	18
12:30-12:45 pm	3	4	2	8	5	2	1	0	0	0	0	1	0	26
12:45-13:00 pm	4	5	1	8	6	1	0	1	0	0	1	1	0	28
13:00-13:15 pm	4	4	1	9	4	3	0	1	0	0	0	0	0	26
13:15-13:30 pm	3	2	1	9	4	2	0	1	0	0	1	0	1	24
13:30-13:45 pm	5	3	1	4	4	3	1	1	0	0	1	0	0	23
13:45-14:00 pm	3	4	1	7	5	1	0	1	1	0	0	1	0	24
14:00-14:15 pm	3	3	0	8	5	1	0	1	0	0	1	0	1	23
14:15-14:30 pm	4	3	0	7	3	1	0	0	0	0	1	1	0	20
14:30-14:45 pm	3	5	1	9	5	1	0	1	0	0	1	0	0	26
14:45-15:00 pm	2	3	1	9	4	3	0	1	0	0	1	1	0	25
15:00-15:15 pm	3	4	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	0	21
15:15-15:30 pm	4	2	1	5	5	3	0	1	0	0	0	1	0	22
15:30-15:45 pm	3	3	2	7	3	2	0	1	0	0	1	0	0	22
15:45-16:00 pm	2	1	1	7	3	3	0	1	0	0	0	0	0	18
16:00-16:15 pm	4	1	1	7	6	1	1	1	0	0	0	0	0	22

169



16:15-16:30 pm	3	0	1	8	5	2	0	0	0	0	0	0	0	19	
16:30-16:45 pm	3	4	0	7	4	2	0	1	0	0	1	0	0	22	
16:45-17:00 pm	3	4	0	7	4	2	0	1	0	0	1	0	0	22	
17:00-17:15 pm	5	3	0	6	5	3	0	1	0	0	0	1	0	24	
17:15-17:30 pm	3	3	1	6	4	3	0	1	1	0	1	0	0	23	
17:30-17:45 pm	3	4	1	4	6	1	0	1	0	0	1	1	0	22	
17:45-18:00 pm	5	5	2	8	5	1	0	1	0	0	0	0	0	27	
18:00-18:15 pm	2	4	1	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	21	
18:15-18:30 pm	4	4	0	9	4	3	0	1	0	0	0	0	1	26	
18:30-18:45 pm	6	3	0	8	2	2	1	1	0	0	1	0	0	24	
18:45-19:00 pm	4	2	1	6	2	3	0	1	0	0	0	0	0	19	
19:00-19:15 pm	3	4	2	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	18	
19:15-19:30 pm	3	4	2	7	5	3	0	1	0	0	0	1	0	26	
19:30-19:45 pm	2	3	2	8	6	2	1	1	0	0	0	0	0	25	
19:45-20:00 pm	2	2	2	9	5	2	0	1	0	0	0	0	0	23	
20:00-20:15 pm	3	5	2	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	26	
20:15-20:30 pm	3	3	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	19	
20:30-20:45 pm	3	3	1	7	5	2	0	1	0	0	0	0	0	22	
20:45-21:00 pm	4	3	0	4	1	0	1	0	1	0	0	0	0	14	
21:00-21:15 pm	2	3	1	5	2	1	1	1	0	0	0	0	0	16	
21:15-21:30 pm	2	4	1	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	17	
21:30-21:45 pm	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
21:45-22:00 pm	1	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	10	
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
22:15-22:30 pm	0	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6	
22:30-22:45 pm	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
22:45-23:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
23:00-23:15 pm	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
23:15-23:30 pm	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	
23:30-23:45 pm	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
00:00-00:15 am	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
00:15-00:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
04:15-04:30 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
04:30-04:45 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6	
05:30-05:45 am	0	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	8	
05:45-06:00 am	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
06:00-06:15 am	1	2	1	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	12	
06:15-06:30 am	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>179</b>	<b>219</b>	<b>48</b>	<b>454</b>	<b>263</b>	<b>113</b>	<b>17</b>	<b>55</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>1411</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>1276</b>				<b>80</b>				<b>28</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>1411</b>





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	02 (Vía Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	02/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	0	1	1	5	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11
6:45-7:00 am	1	0	1	5	4	2	0	1	0	0	1	1	0	16
7:00-7:15 am	0	3	0	5	3	1	0	1	0	0	0	0	0	13
7:15-7:30 am	5	3	2	4	5	1	0	0	1	0	1	1	1	24
7:30-8:00 am	4	3	1	7	2	1	0	1	0	0	0	0	0	19
8:00-8:15 am	3	3	0	4	4	2	1	1	1	0	1	1	0	21
8:15-8:30 am	1	2	2	6	3	1	0	2	0	0	0	0	0	17
8:30-8:45 am	3	5	1	5	5	2	0	1	0	0	1	1	0	24
8:45-9:00 am	1	4	1	7	4	2	1	1	0	0	1	0	1	23
9:00-9:15 am	1	4	1	6	4	2	0	1	0	0	0	0	0	19
9:15-9:30 am	1	3	1	6	4	3	1	1	0	0	1	1	0	22
9:30-9:45 am	2	2	0	5	5	2	0	2	0	0	1	1	0	20
9:45-10:00 am	2	4	1	7	3	1	0	1	0	0	0	1	1	21
10:00-10:15 am	3	5	0	4	3	1	1	0	1	0	0	0	1	19
10:15-10:30 am	2	4	1	7	3	1	0	1	0	0	1	1	0	21
10:30-10:45 am	3	2	1	5	3	1	0	2	0	0	1	0	0	18
10:45-11:00 am	4	3	0	6	2	3	0	1	0	0	1	0	0	20
11:00-11:15 am	3	2	0	6	2	2	1	1	0	0	1	1	0	19
11:15-11:30 am	1	6	2	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	20
11:30-11:45 am	2	5	0	7	4	1	0	1	0	0	0	0	0	20
11:45-12:00 am	2	4	0	6	3	2	0	1	0	0	0	1	0	19
12:00-12:15 pm	5	3	0	7	2	2	1	1	0	1	1	0	1	24
12:15-12:30 pm	1	2	1	4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	11
12:30-12:45 pm	3	4	2	8	5	2	1	0	0	0	0	1	0	26
12:45-13:00 pm	4	3	1	5	6	1	0	1	0	0	1	1	0	23
13:00-13:15 pm	3	3	1	6	4	2	0	1	0	0	0	0	0	20
13:15-13:30 pm	4	2	1	5	4	2	0	0	0	1	1	0	0	20
13:30-13:45 pm	5	3	1	5	4	1	1	1	0	0	1	0	0	22
13:45-14:00 pm	6	3	1	4	5	1	0	1	1	0	0	1	0	23
14:00-14:15 pm	5	3	0	4	5	1	0	1	0	0	1	0	1	21
14:15-14:30 pm	4	3	0	7	3	1	0	0	0	0	1	1	0	20
14:30-14:45 pm	3	4	1	9	5	1	0	1	0	0	0	0	0	24
14:45-15:00 pm	2	2	1	9	4	3	0	1	0	0	1	1	0	24
15:00-15:15 pm	3	5	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	1	23
15:15-15:30 pm	1	2	1	5	5	3	0	1	0	0	0	1	1	20
15:30-15:45 pm	3	3	2	7	3	2	0	0	0	0	1	0	0	21
15:45-16:00 pm	3	1	1	7	3	3	0	1	0	0	0	0	0	19
16:00-16:15 pm	3	1	1	7	6	1	1	1	0	0	0	0	0	17
<b>TOTAL</b>														<b>171</b>



16:15-16:30 pm	3	0	1	8	5	2	0	0	0	0	1	0	0	20
16:30-16:45 pm	2	3	0	7	4	2	0	1	0	0	1	0	0	20
16:45-17:00 pm	1	4	0	7	4	2	0	1	0	0	1	0	0	20
17:00-17:15 pm	2	3	0	6	5	3	0	1	0	0	0	1	0	21
17:15-17:30 pm	4	6	1	6	4	3	0	0	1	0	0	0	0	25
17:30-17:45 pm	3	4	1	7	6	1	0	1	0	0	1	1	0	25
17:45-18:00 pm	2	5	2	8	5	1	0	1	0	0	0	0	0	24
18:00-18:15 pm	4	5	1	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	24
18:15-18:30 pm	3	3	0	9	4	3	0	1	0	0	0	0	0	23
18:30-18:45 pm	2	3	0	8	2	2	1	1	0	0	0	0	0	19
18:45-19:00 pm	2	2	1	6	2	3	0	1	0	0	0	0	0	17
19:00-19:15 pm	3	4	2	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	21
19:15-19:30 pm	4	3	2	7	5	3	0	1	0	0	0	1	0	26
19:30-19:45 pm	5	3	2	8	6	2	1	1	0	0	0	0	0	28
19:45-20:00 pm	3	2	2	9	5	2	0	1	0	0	0	0	0	24
20:00-20:15 pm	1	5	2	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	24
20:15-20:30 pm	3	3	1	6	4	1	0	1	0	0	1	0	0	20
20:30-20:45 pm	3	3	1	7	5	2	0	1	0	0	0	0	1	23
20:45-21:00 pm	3	5	1	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	21
21:00-21:15 pm	2	3	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
21:15-21:30 pm	1	2	0	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	13
21:30-21:45 pm	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9
22:15-22:30 pm	0	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
22:30-22:45 pm	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
22:45-23:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:15-23:30 pm	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00:00-00:15 am	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04:30-04:45 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
05:30-05:45 am	0	2	0	3	2	0	1	1	1	0	0	0	0	10
05:45-06:00 am	0	1	0	3	2	1	0	1	0	1	1	1	1	11
06:00-06:15 am	1	2	1	4	2	1	1	0	1	0	1	1	0	14
06:15-06:30 am	1	3	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	10
<b>SUB TOTAL</b>	<b>166</b>	<b>211</b>	<b>56</b>	<b>423</b>	<b>268</b>	<b>106</b>	<b>14</b>	<b>52</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>172</b>
			<b>1230</b>					<b>76</b>			<b>26</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>1363</b>





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	02 (Vía Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	03/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
6:45-7:00 am	1	1	1	6	4	0	0	1	0	0	0	0	0	14
7:00-7:15 am	0	2	0	5	3	1	0	1	0	0	0	1	0	13
7:15-7:30 am	2	4	2	7	5	0	0	0	1	0	1	1	0	23
7:30-8:00 am	4	3	1	4	2	1	0	1	0	0	1	1	0	18
8:00-8:15 am	3	3	0	3	3	2	1	0	1	0	0	1	0	17
8:15-8:30 am	3	2	2	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	19
8:30-8:45 am	3	0	1	4	5	2	0	1	0	0	1	1	0	18
8:45-9:00 am	1	2	1	9	3	1	1	1	0	0	1	0	0	20
9:00-9:15 am	2	3	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	18
9:15-9:30 am	0	3	1	5	4	1	1	1	0	1	1	1	0	19
9:30-9:45 am	2	2	0	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	12
9:45-10:00 am	3	4	1	6	2	1	0	1	0	0	0	1	0	19
10:00-10:15 am	2	3	0	4	3	1	1	1	1	0	0	0	0	16
10:15-10:30 am	4	3	1	7	3	1	0	1	0	0	1	1	0	22
10:30-10:45 am	3	3	1	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	15
10:45-11:00 am	4	3	0	4	2	0	0	1	0	0	1	0	0	15
11:00-11:15 am	2	2	0	6	2	0	1	1	0	0	0	0	0	14
11:15-11:30 am	1	6	2	5	2	1	0	1	0	0	0	0	0	18
11:30-11:45 am	1	5	0	7	3	1	0	1	0	0	0	0	0	18
11:45-12:00 am	2	4	0	4	3	1	0	1	0	0	0	1	0	16
12:00-12:15 pm	4	3	0	7	2	0	1	1	0	1	1	0	1	21
12:15-12:30 pm	2	2	1	5	1	1	0	1	0	0	1	0	0	14
12:30-12:45 pm	3	4	2	4	3	2	1	0	0	0	0	1	0	20
12:45-13:00 pm	4	5	1	5	4	1	0	1	0	0	1	1	0	23
13:00-13:15 pm	5	4	1	5	3	2	0	1	0	0	0	1	1	23
13:15-13:30 pm	4	2	1	5	4	0	0	1	0	0	1	0	0	18
13:30-13:45 pm	4	3	1	5	4	1	1	1	0	0	1	0	0	21
13:45-14:00 pm	5	4	1	4	3	1	0	1	1	0	0	1	0	21
14:00-14:15 pm	5	3	0	4	3	1	0	1	0	0	1	0	1	19
14:15-14:30 pm	4	3	0	5	3	1	0	0	0	0	1	0	0	17
14:30-14:45 pm	3	5	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	21
14:45-15:00 pm	2	6	1	6	4	2	0	1	0	0	1	1	0	24
15:00-15:15 pm	3	5	0	5	4	0	0	1	0	0	1	0	0	19
15:15-15:30 pm	4	2	1	5	5	1	0	1	0	0	0	0	0	19
15:30-15:45 pm	3	3	2	7	3	1	0	1	0	0	0	0	0	20
15:45-16:00 pm	3	1	1	5	2	1	0	1	0	0	0	1	0	15
16:00-16:15 pm	4	1	1	7	5	1	1	1	0	0	0	0	0	21



16:15-16:30 pm	3	0	1	5	5	2	0	0	0	0	0	0	0	16
16:30-16:45 pm	3	5	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	0	22
16:45-17:00 pm	5	4	0	5	4	2	0	1	0	0	1	1	0	23
17:00-17:15 pm	4	3	0	6	3	1	0	1	0	0	0	0	1	19
17:15-17:30 pm	4	6	1	7	4	2	0	1	1	0	1	0	0	27
17:30-17:45 pm	3	4	1	6	6	1	0	1	0	0	1	1	0	24
17:45-18:00 pm	4	5	2	8	5	1	0	1	0	0	0	0	0	26
18:00-18:15 pm	3	5	1	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	19
18:15-18:30 pm	4	4	0	6	4	3	0	1	0	0	0	0	1	23
18:30-18:45 pm	2	3	0	5	2	2	1	1	0	0	1	0	0	17
18:45-19:00 pm	2	2	1	5	2	3	0	1	0	0	0	0	0	16
19:00-19:15 pm	3	4	2	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	19
19:15-19:30 pm	4	5	2	4	5	3	0	1	0	0	0	1	0	25
19:30-19:45 pm	3	3	2	5	6	2	1	1	0	0	0	1	0	24
19:45-20:00 pm	4	2	2	6	5	2	0	1	0	0	0	0	0	22
20:00-20:15 pm	4	5	2	5	6	2	0	0	0	0	0	0	0	24
20:15-20:30 pm	3	3	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	19
20:30-20:45 pm	1	3	1	7	5	2	0	1	0	0	0	0	0	20
20:45-21:00 pm	4	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
21:00-21:15 pm	2	3	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
21:15-21:30 pm	1	2	0	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	13
21:30-21:45 pm	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9
22:15-22:30 pm	0	1	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
22:30-22:45 pm	1	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
22:45-23:00 pm	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:00-23:15 pm	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:15-23:30 pm	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00:00-00:15 am	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04:30-04:45 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
05:30-05:45 am	0	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	8
05:45-06:00 am	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	1	0	0	8
06:00-06:15 am	1	2	1	4	2	1	1	0	0	0	0	1	0	13
06:15-06:30 am	1	3	3	2	2	0	1	1	0	0	0	1	0	14
<b>SUB TOTAL</b>	<b>179</b>	<b>214</b>	<b>59</b>	<b>361</b>	<b>240</b>	<b>76</b>	<b>15</b>	<b>47</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>1246</b>
<b>TOTAL</b>				<b>1129</b>				<b>69</b>			<b>22</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>1246</b>





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito, DS N° 016-2009-MTC)



**Tesis:** Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana

**Tesista:** Socla Garay, Jhonattan Steven

**Lugar:** Jr. Primavera, Huaraz, Ancash

**Estación:** 02 (Vía Jr. Primavera)

**Fecha:** 04/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONE TA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	0	1	2	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	8
6:45-7:00 am	1	1	1	7	2	1	0	1	0	0	0	0	0	14
7:00-7:15 am	0	3	0	8	3	1	0	1	0	0	0	1	0	17
7:15-7:30 am	5	4	2	6	2	1	0	0	1	0	1	1	1	24
7:30-8:00 am	4	5	1	6	2	1	0	1	0	0	1	0	0	21
8:00-8:15 am	3	3	0	7	1	2	1	1	1	0	1	1	1	22
8:15-8:30 am	6	2	2	7	2	2	0	2	0	0	2	0	0	25
8:30-8:45 am	5	5	1	7	3	2	0	1	0	0	1	1	1	27
8:45-9:00 am	1	4	1	8	4	1	1	1	0	0	1	1	0	23
9:00-9:15 am	2	5	1	6	3	2	0	1	0	0	0	0	0	20
9:15-9:30 am	0	3	1	7	3	3	1	1	0	1	1	1	0	22
9:30-9:45 am	2	2	0	8	2	2	0	2	0	0	1	1	0	20
9:45-10:00 am	3	4	1	7	3	1	0	1	0	0	0	1	0	21
10:00-10:15 am	3	5	0	8	3	1	1	1	1	0	0	0	1	24
10:15-10:30 am	4	4	1	5	3	1	0	1	0	0	1	1	0	21
10:30-10:45 am	3	2	1	6	3	1	0	2	0	0	0	0	0	18
10:45-11:00 am	4	3	0	6	2	2	0	1	0	0	1	0	0	19
11:00-11:15 am	3	2	0	5	2	1	1	1	0	0	1	1	0	17
11:15-11:30 am	1	5	2	7	3	2	0	1	0	0	0	0	0	21
11:30-11:45 am	2	5	0	8	3	1	0	1	0	0	0	0	0	20
11:45-12:00 am	2	4	0	7	3	2	0	1	0	0	0	1	0	20
12:00-12:15 pm	5	3	0	6	2	2	1	1	0	1	1	0	1	23
12:15-12:30 pm	4	2	1	7	1	1	0	1	0	0	1	0	0	18
12:30-12:45 pm	3	4	2	7	3	2	1	0	0	0	0	1	1	24
12:45-13:00 pm	4	5	1	7	6	1	0	1	0	0	1	1	0	27
13:00-13:15 pm	5	4	1	8	4	2	0	1	0	0	0	0	0	25
13:15-13:30 pm	4	2	1	8	4	2	0	1	0	0	1	0	0	23
13:30-13:45 pm	5	3	1	8	4	3	1	1	0	0	1	0	0	27
13:45-14:00 pm	6	4	1	6	5	1	0	1	1	0	0	1	0	26
14:00-14:15 pm	6	3	0	7	5	1	0	1	0	0	1	0	0	24
14:15-14:30 pm	4	3	0	6	3	1	0	0	0	0	1	1	0	19
14:30-14:45 pm	3	5	1	8	5	1	0	1	0	0	1	0	0	25
14:45-15:00 pm	2	6	1	8	4	3	0	1	0	0	1	1	0	27
15:00-15:15 pm	3	5	0	5	4	2	0	1	0	0	1	0	0	21
15:15-15:30 pm	4	2	1	4	5	3	0	1	0	0	0	1	0	21
15:30-15:45 pm	3	3	2	6	3	2	0	1	0	0	1	0	0	21
15:45-16:00 pm	3	1	1	6	3	3	0	1	0	0	0	0	0	18
16:00-16:15 pm	4	1	1	6	6	1	1	1	0	0	0	0	0	175
														21



16:15-16:30 pm	3	0	1	7	5	2	0	0	0	0	0	0	0	18
16:30-16:45 pm	3	5	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	0	22
16:45-17:00 pm	5	4	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	0	23
17:00-17:15 pm	5	3	0	5	5	3	0	1	0	0	0	1	0	23
17:15-17:30 pm	4	6	1	5	4	3	0	1	1	0	1	0	0	26
17:30-17:45 pm	3	4	1	6	6	1	0	1	0	0	1	1	0	24
17:45-18:00 pm	5	5	2	7	5	1	0	1	0	0	0	0	0	26
18:00-18:15 pm	4	5	1	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	23
18:15-18:30 pm	4	4	0	8	4	3	0	1	0	0	0	0	0	24
18:30-18:45 pm	6	3	0	7	2	2	1	1	0	0	1	0	0	23
18:45-19:00 pm	5	2	1	5	2	3	0	1	0	0	0	0	0	19
19:00-19:15 pm	3	4	2	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	20
19:15-19:30 pm	4	5	2	6	5	3	0	1	0	0	0	1	0	27
19:30-19:45 pm	5	3	2	7	6	2	1	1	0	0	0	0	1	28
19:45-20:00 pm	6	2	2	8	5	2	0	1	0	0	0	0	0	26
20:00-20:15 pm	5	5	2	7	6	2	0	0	0	0	0	0	0	27
20:15-20:30 pm	3	3	1	5	4	1	0	1	0	0	0	0	0	18
20:30-20:45 pm	6	3	1	6	5	2	0	1	0	0	0	0	0	24
20:45-21:00 pm	3	4	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
21:00-21:15 pm	2	3	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
21:15-21:30 pm	1	2	0	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	13
21:30-21:45 pm	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9
22:15-22:30 pm	0	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
22:30-22:45 pm	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
22:45-23:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:15-23:30 pm	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00:00-00:15 am	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04:30-04:45 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04:45-05:00 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05:15-05:30 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
05:30-05:45 am	0	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	8
05:45-06:00 am	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
06:00-06:15 am	1	2	1	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	12
06:15-06:30 am	3	1	2	2	1	0	1	1	1	0	0	0	1	13
<b>SUB TOTAL</b>	<b>217</b>	<b>226</b>	<b>57</b>	<b>429</b>	<b>245</b>	<b>104</b>	<b>16</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>1412</b>
			<b>1278</b>					<b>78</b>			<b>28</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>17012</b>





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito, DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	02 (Vía Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	05/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
DIAGRAMA VEHICULAR														
6:30-6:45 am	0	1	1	4	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
6:45-7:00 am	1	1	1	7	4	2	0	1	0	0	1	1	0	19
7:00-7:15 am	0	3	0	8	3	1	1	1	0	0	0	1	0	18
7:15-7:30 am	3	4	2	7	5	3	0	0	1	0	1	1	0	27
7:30-8:00 am	3	5	1	7	2	1	0	1	0	0	1	0	0	21
8:00-8:15 am	3	3	0	9	4	2	1	1	1	0	1	1	1	27
8:15-8:30 am	2	2	2	8	3	3	0	2	0	0	2	0	0	24
8:30-8:45 am	2	5	1	8	5	2	1	1	0	0	1	1	0	27
8:45-9:00 am	1	4	1	9	4	3	1	1	0	0	1	1	1	27
9:00-9:15 am	2	5	1	7	4	2	0	1	0	0	0	0	0	22
9:15-9:30 am	0	5	1	8	4	3	1	1	0	1	1	1	0	26
9:30-9:45 am	2	2	0	9	5	3	1	2	0	0	1	1	0	26
9:45-10:00 am	2	4	1	8	3	1	0	1	0	0	0	1	0	21
10:00-10:15 am	3	5	0	9	3	1	1	1	1	0	0	0	1	25
10:15-10:30 am	1	4	1	7	3	1	0	1	0	0	1	1	0	20
10:30-10:45 am	3	2	1	7	3	1	1	2	0	0	0	0	0	20
10:45-11:00 am	4	3	0	7	2	3	0	1	0	0	1	0	0	21
11:00-11:15 am	3	2	0	6	2	3	1	1	0	0	1	1	0	20
11:15-11:30 am	5	6	2	8	5	2	0	1	0	0	0	0	0	29
11:30-11:45 am	2	5	0	9	4	1	1	2	0	0	0	0	0	24
11:45-12:00 am	2	4	0	8	3	3	0	1	0	0	0	1	0	22
12:00-12:15 pm	4	3	0	7	2	2	1	1	0	1	1	0	1	23
12:15-12:30 pm	4	2	1	8	1	3	0	1	0	0	1	0	0	21
12:30-12:45 pm	2	4	2	8	5	2	1	0	0	0	0	1	0	25
12:45-13:00 pm	3	5	1	8	4	1	0	1	0	0	1	1	0	25
13:00-13:15 pm	3	4	1	9	4	3	0	1	0	0	0	0	0	25
13:15-13:30 pm	4	2	1	9	4	2	0	2	0	0	1	0	0	25
13:30-13:45 pm	5	3	1	9	4	3	1	1	0	0	1	0	0	28
13:45-14:00 pm	6	4	1	7	5	1	0	1	1	0	0	1	0	27
14:00-14:15 pm	5	3	0	8	5	1	0	2	0	0	1	0	1	26
14:15-14:30 pm	3	3	0	7	3	1	0	2	0	0	0	1	0	20
14:30-14:45 pm	3	5	1	9	5	1	0	1	0	0	1	0	0	26
14:45-15:00 pm	4	6	1	9	4	3	0	1	0	0	0	1	0	29
15:00-15:15 pm	3	5	0	6	4	2	0	1	0	0	1	0	1	23
15:15-15:30 pm	4	2	1	5	5	3	0	2	0	0	0	0	0	22
15:30-15:45 pm	2	3	2	7	3	2	0	1	0	0	1	0	0	21
15:45-16:00 pm	3	1	1	7	3	3	0	1	0	0	0	0	0	19
16:00-16:15 pm	4	1	1	7	6	1	1	2	0	0	1	0	0	177
														24



16:15-16:30 pm	3	0	1	8	5	2	0	2	0	0	0	0	0	21	
16:30-16:45 pm	3	5	0	7	4	2	0	1	0	0	1	0	0	23	
16:45-17:00 pm	5	4	0	7	4	2	0	1	0	0	1	0	0	24	
17:00-17:15 pm	5	3	0	6	5	3	0	1	0	0	0	1	0	24	
17:15-17:30 pm	4	6	1	6	4	3	0	2	1	0	1	1	0	29	
17:30-17:45 pm	3	4	1	7	6	1	0	1	0	0	1	1	0	25	
17:45-18:00 pm	5	5	2	8	5	1	0	1	0	0	0	0	0	27	
18:00-18:15 pm	4	5	1	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	24	
18:15-18:30 pm	5	4	0	9	4	3	0	1	0	0	0	0	0	26	
18:30-18:45 pm	6	3	0	8	2	2	1	1	0	0	0	0	0	23	
18:45-19:00 pm	5	2	1	6	2	3	0	1	0	0	0	0	0	20	
19:00-19:15 pm	4	4	2	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	22	
19:15-19:30 pm	4	5	2	7	5	3	0	1	0	0	0	0	0	27	
19:30-19:45 pm	5	3	2	8	6	2	1	1	0	0	1	0	0	29	
19:45-20:00 pm	6	2	2	9	5	2	0	1	0	0	0	0	0	27	
20:00-20:15 pm	5	5	2	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	28	
20:15-20:30 pm	3	3	1	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	19	
20:30-20:45 pm	6	3	1	7	5	2	0	1	0	0	0	0	1	26	
20:45-21:00 pm	5	5	1	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	23	
21:00-21:15 pm	2	3	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
21:15-21:30 pm	1	2	0	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	13	
21:30-21:45 pm	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
21:45-22:00 pm	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11	
22:00-22:15 pm	1	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
22:15-22:30 pm	0	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6	
22:30-22:45 pm	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
22:45-23:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
23:15-23:30 pm	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
23:45-00:00 pm	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
00:00-00:15 am	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
00:00-00:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
00:15-00:30 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
00:30-00:45 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
00:45-01:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01:00-01:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
01:15-01:30 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
01:30-01:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01:45-02:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
02:00-02:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02:15-02:30 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
02:30-02:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
02:45-03:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03:00-03:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
03:15-03:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03:30-03:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
03:45-04:00 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
04:00-04:15 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
04:15-04:30 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
04:30-04:45 am	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
04:45-05:00 am	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
05:00-05:15 am	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6	
05:15-05:30 am	0	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	1	9	
05:30-05:45 am	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
05:45-06:00 am	1	2	1	4	2	1	1	0	1	0	0	0	1	14	
06:00-06:15 am	1	11	2	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	18	
06:15-06:30 am	203	240	57	490	266	121	19	64	92	6	3	28	20	9	1526
<b>TOTAL</b>				1377								28	20	9	178526





**Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**Estudio de tránsito vehicular**

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito, DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	03 (Vía Jr. Willcahuain y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	27/02/2023

**IMD DIARIO**

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONE TA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	1	1	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	8
6:45-7:00 am	1	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5
7:00-7:15 am	2	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
7:15-7:30 am	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
7:30-8:00 am	2	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
8:00-8:15 am	1	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	7
8:15-8:30 am	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
8:30-8:45 am	1	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	9
8:45-9:00 am	1	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
9:00-9:15 am	2	1	1	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10
9:15-9:30 am	0	1	1	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	7
9:30-9:45 am	1	1	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
9:45-10:00 am	3	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	11
10:00-10:15 am	2	1	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	9
10:15-10:30 am	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7
10:30-10:45 am	1	2	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	9
10:45-11:00 am	2	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	8
11:00-11:15 am	3	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7
11:15-11:30 am	1	1	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	8
11:30-11:45 am	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
11:45-12:00 am	2	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10
12:00-12:15 pm	2	1	0	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	12
12:15-12:30 pm	1	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
12:30-12:45 pm	3	2	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	10
12:45-13:00 pm	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
13:00-13:15 pm	2	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
13:15-13:30 pm	2	0	0	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	10
13:30-13:45 pm	2	1	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	9
13:45-14:00 pm	1	0	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	7
14:00-14:15 pm	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
14:15-14:30 pm	2	1	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	9
14:30-14:45 pm	1	1	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8
14:45-15:00 pm	1	2	1	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	9
15:00-15:15 pm	1	1	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	8
15:15-15:30 pm	1	2	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
15:30-15:45 pm	2	1	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
15:45-16:00 pm	1	0	0	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0	8
16:00-16:15 pm	2	1	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	9



16:15-16:30 pm	2	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	8	
16:30-16:45 pm	1	3	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11	
16:45-17:00 pm	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7	
17:00-17:15 pm	2	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10	
17:15-17:30 pm	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8	
17:30-17:45 pm	1	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6	
17:45-18:00 pm	2	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	8	
18:00-18:15 pm	1	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
18:15-18:30 pm	2	2	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10	
18:30-18:45 pm	2	1	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	9	
18:45-19:00 pm	0	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	6	
19:00-19:15 pm	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	
19:15-19:30 pm	1	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8	
19:30-19:45 pm	1	1	1	1	3	2	1	1	0	0	0	0	0	11	
19:45-20:00 pm	1	2	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	8	
20:00-20:15 pm	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	6	
20:15-20:30 pm	1	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8	
20:30-20:45 pm	0	3	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	10	
20:45-21:00 pm	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
21:00-21:15 pm	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
21:15-21:30 pm	2	2	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	10	
21:30-21:45 pm	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
21:45-22:00 pm	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8	
22:00-22:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
22:15-22:30 pm	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7	
22:30-22:45 pm	1	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8	
22:45-23:00 pm	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
23:15-23:30 pm	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	
23:30-23:45 pm	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
23:45-00:00 pm	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
00:00-00:15 am	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4	
00:15-00:30 am	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
00:45-01:00 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
01:30-01:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01:45-02:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02:30-02:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	
03:00-03:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
03:30-03:45 am	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
04:15-04:30 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
04:30-04:45 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
04:45-05:00 am	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5	
05:15-05:30 am	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5	
05:30-05:45 am	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	
05:45-06:00 am	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
06:00-06:15 am	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6	
06:15-06:30 am	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>101</b>	<b>90</b>	<b>25</b>	<b>114</b>	<b>110</b>	<b>90</b>	<b>8</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>589</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>530</b>					<b>59</b>				<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>589</b>





**Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**Estudio de tránsito vehicular**

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito, DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	03 (Vía Jr. Willcahuain y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	28/02/2023

**IMD DIARIO**

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	0	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
6:45-7:00 am	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
7:00-7:15 am	0	2	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
7:15-7:30 am	2	2	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	10
7:30-8:00 am	1	2	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8
8:00-8:15 am	2	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
8:15-8:30 am	2	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	6
8:30-8:45 am	2	0	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	9
8:45-9:00 am	1	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
9:00-9:15 am	2	1	1	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	9
9:15-9:30 am	0	1	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	7
9:30-9:45 am	1	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
9:45-10:00 am	2	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
10:00-10:15 am	2	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
10:15-10:30 am	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10:30-10:45 am	0	2	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8
10:45-11:00 am	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6
11:00-11:15 am	2	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7
11:15-11:30 am	1	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
11:30-11:45 am	2	1	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8
11:45-12:00 am	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8
12:00-12:15 pm	2	1	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	9
12:15-12:30 pm	2	2	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
12:30-12:45 pm	3	1	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	9
12:45-13:00 pm	3	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
13:00-13:15 pm	2	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9
13:15-13:30 pm	2	2	2	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	14
13:30-13:45 pm	2	1	1	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	10
13:45-14:00 pm	1	1	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8
14:00-14:15 pm	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
14:15-14:30 pm	2	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
14:30-14:45 pm	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
14:45-15:00 pm	1	2	1	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	9
15:00-15:15 pm	2	2	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
15:15-15:30 pm	1	2	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	9
15:30-15:45 pm	2	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	8
15:45-16:00 pm	2	0	1	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0	11
16:00-16:15 pm	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	18
<b>TOTAL</b>														<b>181</b>



16:15-16:30 pm	1	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	7
16:30-16:45 pm	1	1	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
16:45-17:00 pm	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
17:00-17:15 pm	2	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
17:15-17:30 pm	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
17:30-17:45 pm	1	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6
17:45-18:00 pm	2	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	7
18:00-18:15 pm	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
18:15-18:30 pm	2	0	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8
18:30-18:45 pm	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7
18:45-19:00 pm	1	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	7
19:00-19:15 pm	0	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
19:15-19:30 pm	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
19:30-19:45 pm	1	1	2	1	3	2	1	1	0	0	0	0	0	12
19:45-20:00 pm	0	2	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	6
20:00-20:15 pm	1	1	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	7
20:15-20:30 pm	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
20:30-20:45 pm	1	1	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
20:45-21:00 pm	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21:00-21:15 pm	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
21:15-21:30 pm	1	2	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	9
21:30-21:45 pm	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21:45-22:00 pm	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8
22:00-22:15 pm	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
22:15-22:30 pm	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4
22:30-22:45 pm	1	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
22:45-23:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:15-23:30 pm	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
23:30-23:45 pm	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
23:45-00:00 pm	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
00:00-00:15 am	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:00-01:15 am	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45-02:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00-03:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:30-04:45 am	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4
04:45-05:00 am	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
05:00-05:15 am	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4
05:15-05:30 am	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5
05:30-05:45 am	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6
05:45-06:00 am	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
06:00-06:15 am	0	1	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	7
06:15-06:30 am	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	6
<b>SUB TOTAL</b>	<b>93</b>	<b>89</b>	<b>36</b>	<b>113</b>	<b>107</b>	<b>74</b>	<b>7</b>	<b>46</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>182</b>
				<b>512</b>				<b>53</b>						<b>565</b>
														<b>565</b>





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	03 (Vía Jr. Willcahuain y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	01/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
DIAGRAMA VEHICULAR														
6:30-6:45 am	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	6
6:45-7:00 am	1	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6
7:00-7:15 am	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4
7:15-7:30 am	2	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7
7:30-8:00 am	2	2	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11
8:00-8:15 am	1	1	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	6
8:15-8:30 am	2	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	8
8:30-8:45 am	2	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	8
8:45-9:00 am	1	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
9:00-9:15 am	2	1	1	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	9
9:15-9:30 am	0	1	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	7
9:30-9:45 am	2	2	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
9:45-10:00 am	1	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
10:00-10:15 am	2	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	7
10:15-10:30 am	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7
10:30-10:45 am	3	2	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11
10:45-11:00 am	2	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	8
11:00-11:15 am	2	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7
11:15-11:30 am	1	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
11:30-11:45 am	2	1	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8
11:45-12:00 am	2	3	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	11
12:00-12:15 pm	2	1	0	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	11
12:15-12:30 pm	2	2	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
12:30-12:45 pm	3	3	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	11
12:45-13:00 pm	3	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
13:00-13:15 pm	1	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
13:15-13:30 pm	2	2	0	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	12
13:30-13:45 pm	2	1	1	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11
13:45-14:00 pm	1	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
14:00-14:15 pm	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
14:15-14:30 pm	2	3	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	10
14:30-14:45 pm	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
14:45-15:00 pm	1	2	1	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	9
15:00-15:15 pm	2	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10
15:15-15:30 pm	1	2	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
15:30-15:45 pm	2	1	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	7
15:45-16:00 pm	0	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	5
16:00-16:15 pm	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	9



16:15-16:30 pm	1	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	7
16:30-16:45 pm	1	3	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
16:45-17:00 pm	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
17:00-17:15 pm	2	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10
17:15-17:30 pm	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
17:30-17:45 pm	3	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	7
17:45-18:00 pm	2	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	8
18:00-18:15 pm	1	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
18:15-18:30 pm	0	2	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8
18:30-18:45 pm	2	1	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	9
18:45-19:00 pm	3	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	9
19:00-19:15 pm	2	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7
19:15-19:30 pm	1	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
19:30-19:45 pm	1	1	2	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	10
19:45-20:00 pm	1	2	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	8
20:00-20:15 pm	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	6
20:15-20:30 pm	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
20:30-20:45 pm	1	3	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
20:45-21:00 pm	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
21:00-21:15 pm	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
21:15-21:30 pm	1	2	0	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	10
21:30-21:45 pm	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21:45-22:00 pm	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8
22:00-22:15 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
22:15-22:30 pm	0	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
22:30-22:45 pm	1	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
22:45-23:00 pm	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:15-23:30 pm	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:45-00:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00:00-00:15 am	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:00-01:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:45-02:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
03:00-03:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:30-04:45 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04:45-05:00 am	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5
05:15-05:30 am	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5
05:30-05:45 am	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5
05:45-06:00 am	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
06:00-06:15 am	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
06:15-06:30 am	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
<b>SUB TOTAL</b>	<b>103</b>	<b>103</b>	<b>33</b>	<b>110</b>	<b>108</b>	<b>89</b>	<b>8</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>605</b>
<b>TOTAL</b>			<b>546</b>					<b>59</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>605</b>





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)



**Tesis:** Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana

**Tesista:** Soela Garay, Jhonattan Steven

**Lugar:** Jr. Primavera, Huaraz, Ancash

**Estación:** 03 (Vía Jr. Willcahuain y Jr. Primavera)

**Fecha:** 02/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	3	1	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	10
6:45-7:00 am	1	1	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8
7:00-7:15 am	0	3	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
7:15-7:30 am	2	2	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9
7:30-8:00 am	2	2	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11
8:00-8:15 am	3	1	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10
8:15-8:30 am	2	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	8
8:30-8:45 am	2	0	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	9
8:45-9:00 am	1	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
9:00-9:15 am	2	1	1	2	3	2	0	1	0	0	0	0	0	12
9:15-9:30 am	0	1	1	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	10
9:30-9:45 am	2	2	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
9:45-10:00 am	3	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	11
10:00-10:15 am	2	1	0	2	3	1	1	1	0	0	0	0	0	11
10:15-10:30 am	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7
10:30-10:45 am	3	2	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11
10:45-11:00 am	2	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	8
11:00-11:15 am	3	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8
11:15-11:30 am	1	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
11:30-11:45 am	2	1	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8
11:45-12:00 am	2	3	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	11
12:00-12:15 pm	2	1	0	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	12
12:15-12:30 pm	2	2	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
12:30-12:45 pm	3	3	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	11
12:45-13:00 pm	3	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
13:00-13:15 pm	4	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	12
13:15-13:30 pm	2	2	0	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	12
13:30-13:45 pm	2	1	1	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11
13:45-14:00 pm	1	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
14:00-14:15 pm	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
14:15-14:30 pm	2	3	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	10
14:30-14:45 pm	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
14:45-15:00 pm	1	2	1	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	9
15:00-15:15 pm	2	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10
15:15-15:30 pm	1	2	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
15:30-15:45 pm	2	1	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
15:45-16:00 pm	3	0	1	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0	11
16:00-16:15 pm	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	9



16:15-16:30 pm	3	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	9
16:30-16:45 pm	1	3	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	11	
16:45-17:00 pm	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	7		
17:00-17:15 pm	2	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	10		
17:15-17:30 pm	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	8		
17:30-17:45 pm	3	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	9		
17:45-18:00 pm	2	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	8		
18:00-18:15 pm	1	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	8		
18:15-18:30 pm	2	2	0	2	2	1	0	1	0	0	0	10		
18:30-18:45 pm	2	1	0	1	1	2	1	1	0	0	0	9		
18:45-19:00 pm	3	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	9		
19:00-19:15 pm	2	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	7		
19:15-19:30 pm	1	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	8		
19:30-19:45 pm	1	1	2	1	3	2	1	1	0	0	0	12		
19:45-20:00 pm	1	2	0	0	2	2	0	1	0	0	0	8		
20:00-20:15 pm	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	6		
20:15-20:30 pm	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	7		
20:30-20:45 pm	1	3	0	2	2	2	0	1	0	0	0	11		
20:45-21:00 pm	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	8		
21:00-21:15 pm	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	7		
21:15-21:30 pm	1	2	0	2	2	1	1	1	0	0	0	10		
21:30-21:45 pm	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	6		
21:45-22:00 pm	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	8		
22:00-22:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	5		
22:15-22:30 pm	0	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	6		
22:30-22:45 pm	1	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	8		
22:45-23:00 pm	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	5		
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3		
23:15-23:30 pm	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	5		
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3		
23:45-00:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4		
00:00-00:15 am	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3		
00:15-00:30 am	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		
00:45-01:00 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2		
01:00-01:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2		
01:30-01:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
01:45-02:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
02:30-02:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2		
03:00-03:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2		
03:30-03:45 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2		
04:15-04:30 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
04:30-04:45 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3		
04:45-05:00 am	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2		
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	5		
05:15-05:30 am	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	5		
05:30-05:45 am	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	5		
05:45-06:00 am	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	5		
06:00-06:15 am	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	6		
06:15-06:30 am	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	5		
<b>SUB TOTAL</b>	<b>124</b>	<b>105</b>	<b>33</b>	<b>128</b>	<b>120</b>	<b>90</b>	<b>8</b>	<b>51</b>	<b>59</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>659</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>600</b>									<b>659</b>	





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	03 (Vía Jr. Willcahuain y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	03/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
6:30-6:45 am	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
6:45-7:00 am	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7:00-7:15 am	0	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
7:15-7:30 am	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
7:30-8:00 am	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5
8:00-8:15 am	1	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
8:15-8:30 am	2	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	6
8:30-8:45 am	1	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7
8:45-9:00 am	1	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
9:00-9:15 am	2	1	1	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	9
9:15-9:30 am	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	6
9:30-9:45 am	2	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	7
9:45-10:00 am	1	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
10:00-10:15 am	2	1	0	2	3	1	0	1	0	0	0	0	0	10
10:15-10:30 am	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7
10:30-10:45 am	1	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	5
10:45-11:00 am	2	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	8
11:00-11:15 am	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
11:15-11:30 am	1	1	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	7
11:30-11:45 am	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
11:45-12:00 am	2	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
12:00-12:15 pm	2	1	0	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
12:15-12:30 pm	0	2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6
12:30-12:45 pm	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:45-13:00 pm	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
13:00-13:15 pm	1	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
13:15-13:30 pm	2	2	0	3	2	0	1	1	0	0	0	0	0	11
13:30-13:45 pm	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
13:45-14:00 pm	1	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
14:00-14:15 pm	2	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
14:15-14:30 pm	2	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
14:30-14:45 pm	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
14:45-15:00 pm	1	1	1	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	8
15:00-15:15 pm	2	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10
15:15-15:30 pm	1	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
15:30-15:45 pm	2	1	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
15:45-16:00 pm	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4
16:00-16:15 pm	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8



16:15-16:30 pm	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
16:30-16:45 pm	1	1	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
16:45-17:00 pm	2	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	8
17:00-17:15 pm	2	2	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
17:15-17:30 pm	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7
17:30-17:45 pm	1	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	7
17:45-18:00 pm	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
18:00-18:15 pm	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
18:15-18:30 pm	2	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6
18:30-18:45 pm	2	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	8
18:45-19:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
19:00-19:15 pm	2	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7
19:15-19:30 pm	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
19:30-19:45 pm	1	1	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	9
19:45-20:00 pm	1	0	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	8
20:00-20:15 pm	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5
20:15-20:30 pm	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
20:30-20:45 pm	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4
20:45-21:00 pm	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
21:00-21:15 pm	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
21:15-21:30 pm	1	2	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	9
21:30-21:45 pm	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
21:45-22:00 pm	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
22:00-22:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22:15-22:30 pm	0	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
22:30-22:45 pm	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5
22:45-23:00 pm	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
23:15-23:30 pm	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:30-23:45 pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:45-00:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00:00-00:15 am	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:15-01:30 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:30-01:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:45-02:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
03:00-03:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:45-04:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:30-04:45 am	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:45-05:00 am	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
05:00-05:15 am	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
05:15-05:30 am	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
05:30-05:45 am	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
05:45-06:00 am	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
06:00-06:15 am	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	5
06:15-06:30 am	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	5
<b>SUB TOTAL</b>	<b>85</b>	<b>67</b>	<b>33</b>	<b>104</b>	<b>89</b>	<b>56</b>	<b>7</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>489</b>
<b>TOTAL</b>			<b>434</b>					<b>55</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>489</b>





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito DS N° 016-2009-MTC)



**Tesis:** Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana

**Tesista:** Socla Garay, Jhonattan Steven

**Lugar:** Jr. Primavera, Huaraz, Ancash

**Estación:** 03 (Vía Jr. Willcahuain y Jr. Primavera)

**Fecha:** 04/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS 2 EJES	BUS 3 EJES	CAMION			TOTAL
DIAGRAMA VEHICULAR														
6:30-6:45 am	0	1	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7
6:45-7:00 am	1	1	1	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8
7:00-7:15 am	0	3	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	9
7:15-7:30 am	2	2	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9
7:30-8:00 am	1	2	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	9
8:00-8:15 am	1	1	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	8
8:15-8:30 am	0	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	6
8:30-8:45 am	2	0	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	9
8:45-9:00 am	1	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
9:00-9:15 am	0	1	1	2	3	1	0	1	0	0	0	0	0	9
9:15-9:30 am	0	1	1	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	10
9:30-9:45 am	2	2	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
9:45-10:00 am	1	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
10:00-10:15 am	2	1	0	2	3	1	1	1	0	0	0	0	0	11
10:15-10:30 am	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
10:30-10:45 am	1	2	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
10:45-11:00 am	2	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	9
11:00-11:15 am	1	2	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
11:15-11:30 am	0	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	8
11:30-11:45 am	2	1	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8
11:45-12:00 am	2	3	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	11
12:00-12:15 pm	1	1	0	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	11
12:15-12:30 pm	2	2	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
12:30-12:45 pm	0	3	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	8
12:45-13:00 pm	3	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
13:00-13:15 pm	3	2	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	12
13:15-13:30 pm	1	2	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	10
13:30-13:45 pm	2	1	1	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11
13:45-14:00 pm	1	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
14:00-14:15 pm	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
14:15-14:30 pm	2	3	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	10
14:30-14:45 pm	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
14:45-15:00 pm	0	2	1	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	8
15:00-15:15 pm	2	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10
15:15-15:30 pm	1	2	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
15:30-15:45 pm	2	1	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
15:45-16:00 pm	2	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	7
16:00-16:15 pm	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	9



16:15-16:30 pm	3	0	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	10
16:30-16:45 pm	1	3	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
16:45-17:00 pm	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
17:00-17:15 pm	1	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	9
17:15-17:30 pm	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
17:30-17:45 pm	3	1	1	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	10
17:45-18:00 pm	2	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	8
18:00-18:15 pm	1	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
18:15-18:30 pm	1	2	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	9
18:30-18:45 pm	2	1	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	9
18:45-19:00 pm	3	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	9
19:00-19:15 pm	2	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7
19:15-19:30 pm	2	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
19:30-19:45 pm	1	1	2	1	3	2	1	1	0	0	0	0	0	12
19:45-20:00 pm	2	2	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
20:00-20:15 pm	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	6
20:15-20:30 pm	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
20:30-20:45 pm	1	3	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
20:45-21:00 pm	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
21:00-21:15 pm	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
21:15-21:30 pm	1	2	0	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	10
21:30-21:45 pm	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21:45-22:00 pm	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7
22:00-22:15 pm	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6
22:15-22:30 pm	0	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
22:30-22:45 pm	1	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
22:45-23:00 pm	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:15-23:30 pm	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
23:30-23:45 pm	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
23:45-00:00 pm	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
00:00-00:15 am	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:00-01:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:45-02:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
03:00-03:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:30-04:45 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04:45-05:00 am	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
05:00-05:15 am	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
05:15-05:30 am	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
05:30-05:45 am	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
05:45-06:00 am	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
06:00-06:15 am	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
06:15-06:30 am	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
<b>SUB TOTAL</b>	<b>97</b>	<b>106</b>	<b>38</b>	<b>119</b>	<b>115</b>	<b>90</b>	<b>11</b>	<b>52</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>628</b>
<b>TOTAL</b>			<b>565</b>					<b>63</b>						<b>628</b>





### Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

#### Facultad de Ingeniería Civil

#### Estudio de tránsito vehicular

(Norma: Reglamento Nacional de tránsito - Código de tránsito. DS N° 016-2009-MTC)



<b>Tesis:</b>	Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana
<b>Tesista:</b>	Socla Garay, Jhonattan Steven
<b>Lugar:</b>	Jr. Primavera, Huaraz, Ancash
<b>Estación:</b>	03 (Vía Jr. Willcahuain y Jr. Primavera)
<b>Fecha:</b>	05/03/2023

#### IMD DIARIO

HORA	MOTOTAXI		MOTO LINEAL	AUTOS	CAMIONETA	PICK UP	MINIVAN	COMBI	BUS		CAMION			TOTAL
	2 EJES	3 EJES							2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 EJES	4 EJES	
DIAGRAMA VEHICULAR														
6:30-6:45 am	3	1	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	10
6:45-7:00 am	1	1	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8
7:00-7:15 am	0	3	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
7:15-7:30 am	2	2	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9
7:30-8:00 am	2	2	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11
8:00-8:15 am	3	1	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10
8:15-8:30 am	2	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	8
8:30-8:45 am	2	0	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	9
8:45-9:00 am	1	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
9:00-9:15 am	2	1	1	2	3	2	0	1	0	0	0	0	0	12
9:15-9:30 am	0	1	1	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	10
9:30-9:45 am	2	2	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
9:45-10:00 am	3	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	11
10:00-10:15 am	2	1	0	2	3	1	1	1	0	0	0	0	0	11
10:15-10:30 am	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	7
10:30-10:45 am	3	2	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11
10:45-11:00 am	2	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	8
11:00-11:15 am	3	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8
11:15-11:30 am	1	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
11:30-11:45 am	2	1	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	8
11:45-12:00 am	2	3	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	11
12:00-12:15 pm	2	1	0	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	12
12:15-12:30 pm	2	2	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
12:30-12:45 pm	3	3	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	11
12:45-13:00 pm	3	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9
13:00-13:15 pm	4	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	12
13:15-13:30 pm	2	2	0	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	12
13:30-13:45 pm	2	1	1	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11
13:45-14:00 pm	1	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
14:00-14:15 pm	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
14:15-14:30 pm	2	3	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	10
14:30-14:45 pm	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
14:45-15:00 pm	1	2	1	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	9
15:00-15:15 pm	2	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10
15:15-15:30 pm	1	2	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
15:30-15:45 pm	2	1	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	9
15:45-16:00 pm	3	0	1	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0	11
16:00-16:15 pm	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	9



16:15-16:30 pm	3	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	9
16:30-16:45 pm	1	3	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
16:45-17:00 pm	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
17:00-17:15 pm	2	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	10
17:15-17:30 pm	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
17:30-17:45 pm	3	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	9
17:45-18:00 pm	2	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	8
18:00-18:15 pm	1	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
18:15-18:30 pm	2	2	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
18:30-18:45 pm	2	1	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	9
18:45-19:00 pm	3	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	9
19:00-19:15 pm	2	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7
19:15-19:30 pm	1	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8
19:30-19:45 pm	1	1	2	1	3	2	1	1	0	0	0	0	0	12
19:45-20:00 pm	1	2	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	8
20:00-20:15 pm	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	6
20:15-20:30 pm	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	7
20:30-20:45 pm	1	3	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	11
20:45-21:00 pm	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
21:00-21:15 pm	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
21:15-21:30 pm	1	2	0	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	10
21:30-21:45 pm	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21:45-22:00 pm	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8
22:00-22:15 pm	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
22:15-22:30 pm	0	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
22:30-22:45 pm	1	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
22:45-23:00 pm	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23:00-23:15 pm	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:15-23:30 pm	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
23:30-23:45 pm	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:45-00:00 pm	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00:00-00:15 am	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
00:15-00:30 am	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30-00:45 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45-01:00 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:00-01:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:15-01:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30-01:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:45-02:00 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:00-02:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15-02:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30-02:45 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:45-03:00 am	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
03:00-03:15 am	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:15-03:30 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03:30-03:45 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:45-04:00 am	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00-04:15 am	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30 am	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:30-04:45 am	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04:45-05:00 am	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
05:00-05:15 am	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5
05:15-05:30 am	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5
05:30-05:45 am	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5
05:45-06:00 am	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
06:00-06:15 am	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
06:15-06:30 am	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
<b>SUB TOTAL</b>	<b>124</b>	<b>105</b>	<b>33</b>	<b>128</b>	<b>120</b>	<b>90</b>	<b>8</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>659</b>
<b>TOTAL</b>			<b>600</b>					<b>59</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>659</b>



## **ANEXO C: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**





HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

FECHA: 28/02/2023

CERT: 23-0001

PROGRESIVA:	-	
CALICATA N°:	C-01	
MUESTRA N°:	M-01	
PROFUND. (m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	1 1/2"	90.70%
	1"	76.72%
	3/4"	63.06%
	3/8"	50.75%
	N°4	38.19%
	N°10	32.45%
	N°40	28.15%
	N°100	24.62%
N°200	21.14%	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	61.81%
	Arena	17.05%
	Finos	21.14%
Mitad de Fraccion Gruesa	39.43%	
Límites de Consistencia	L.L.	23.78%
	L.P.	22.65%
	I.P.	1.12%
Contenido de Humedad Natural	3.10%	
Clasificacion SUCS	GM	
Descripcion	Gravas limosas	
Clasificacion AASHTO	A-1-b(0)	

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m3)	2.24
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	6.28

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	57.72
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%)	41.77

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de



JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 17285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica







PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

PROGRESIVA: -

CALICATA N°: C-01

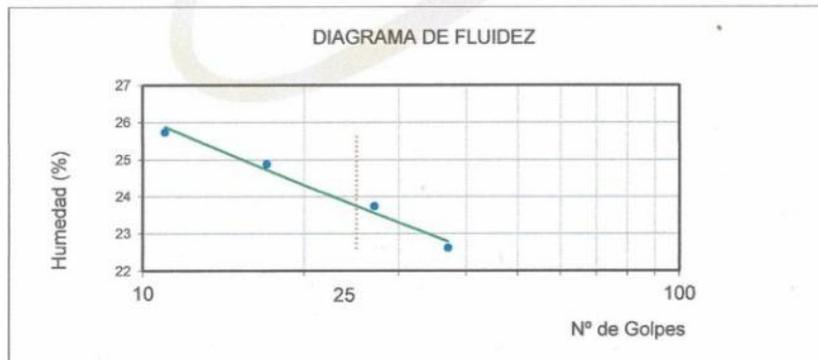
MUESTRA N°: M-01

PROFUND. (m): 1.50

FECHA: 28/02/2023

LIMITES DE CONSISTENCIA  
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO  
ASTM D 4318 NTP 339.129

N° de golpes	11	17	27	37
Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	52.40	50.00	54.30	51.90
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	47.20	44.90	49.10	46.90
Peso frasco (gr)	27.00	24.40	27.20	24.80
Peso del agua (gr)	5.20	5.10	5.20	5.00
Peso Suelo Seco (gr)	20.20	20.50	21.90	22.10
Contenido de Humedad (%)	25.74	24.88	23.74	22.62



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO  
ASTM D 4318 NTP 339.129

Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	39.00	40.00	41.30
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	36.90	37.60	38.60
Peso frasco (gr)	27.00	27.00	27.40
Peso del agua (gr)	2.10	2.40	2.70
Peso Suelo Seco (gr)	9.90	10.60	11.20
Contenido de Humedad (%)	21.21	22.64	24.11

Límite Líquido (L.L.):	23.78
Límite Plástico (L.P.):	22.65
Índice de Plasticidad (I.P.):	1.12



JOHN FRAYLUIS BARRERO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 41285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica





PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C-01  
MUESTRA N°: M-01  
PROFUND. (m): 1.50  
FECHA: 28/02/2023

CERT: 23-0001

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR- (ASTM D - 1883 MTC E132)

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por Capa	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	12640.00	12715.00	12630.00	12700.00	12500.00	12480.00
Peso del Molde (gr)	7705.00	7705.00	7730.00	7730.00	7650.00	7650.00
Peso del Suelo Húmedo	4935.00	5010.00	4900.00	4970.00	4850.00	4830.00
Volumen del molde	2032.00		2032.00		2032.00	
Peso Vol. Húmedo (gr/cm3)	2.43	2.47	2.41	2.45	2.39	2.38
% de Humedad	8.64	9.55	9.79	12.28	10.74	12.57
Peso Vol Seco (gr/cm3)	2.24	2.25	2.20	2.18	2.16	2.11
Tarro N°	1	3	1	3	1	3
Tarro + Suelo Húmedo	895.20	864.10	870.20	861.20	880.40	871.20
Tarro + Suelo Seco	830.00	795.30	799.30	775.20	802.30	782.30
Peso del Agua	65.20	68.80	70.90	86.00	78.10	88.90
Peso del Tarro	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Peso del Suelo Seco	755.00	720.30	724.30	700.20	727.30	707.30
% Humedad	8.64	9.55	9.79	12.28	10.74	12.57
Humedad Promedio (%)	8.64	9.55	9.79	12.28	10.74	12.57

PENETRACION CBR

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm2)	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2	
0.000		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
0.025		60.40	3.12	--	65.00	3.36	--	60.00	3.10	--
0.050		89.30	4.61	--	80.00	4.13	--	75.00	3.88	--
0.075		115.00	5.94	--	100.00	5.17	--	80.00	4.13	--
0.100	70.30	152.00	7.85	57.72	130.00	6.72	49.36	110.00	5.68	41.27
0.200	105.45	195.00	10.08	49.36	165.00	8.53	41.77	130.00	6.72	32.91
0.300	133.57	206.00	10.64	41.17	165.00	8.53	32.98	125.00	6.46	24.98
0.400	161.69	195.00	10.08	32.19	160.00	8.27	26.42	100.00	5.17	16.51
0.500	182.78	180.00	9.30	26.29	125.00	6.46	18.26	60.00	3.10	8.76



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica  
JOHN FRAYLIS BARRERO PALMA



**GEOSTRUCT**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 3 de 7

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA  
TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

PROGRESIVA: -

CALICATA N°: C-01

MUESTRA N°: M-01

PROFUND. (m): 1.50

FECHA: 28/02/2023

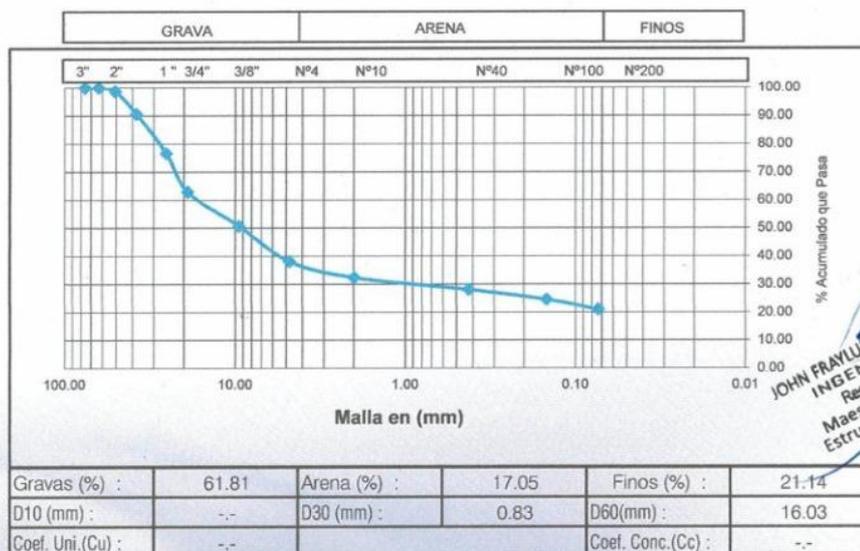
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 NTP 339.128

PESO INICIAL SECO (gr) : 42190.00 % Pasa N° 200 : 21.14

PESO LAVADO SECO (gr) : 33272.20 % Peso Retenido 3" (gr) : 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	512.20	1.21	1.21	98.79
1 1/2"	38.100	3411.40	8.09	9.30	90.70
1"	25.400	5900.30	13.99	23.28	76.72
3/4"	19.050	5760.10	13.65	36.94	63.06
3/8"	9.525	5195.10	12.31	49.25	50.75
N°4	4.780	5300.40	12.56	61.81	38.19
N°10	2.000	2420.10	5.74	67.55	32.45
N°40	0.425	1812.30	4.30	71.85	28.15
N°100	0.148	1490.20	3.53	75.38	24.62
N°200	0.074	1470.10	3.48	78.86	21.14
TOTAL		33272.20	77.65		--



CERT: 23-0001



JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Maestría en Ingeniería  
Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe

https://repositorio.institucional.unasam.edu.pe/handle/123456789/12345



Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

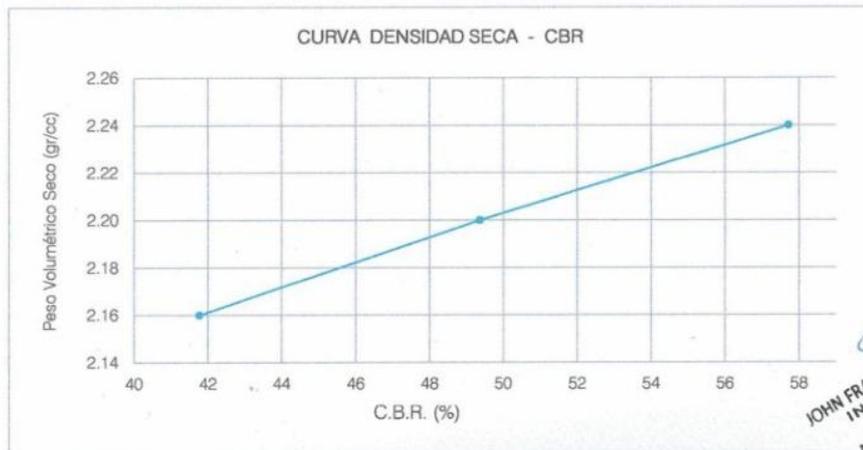
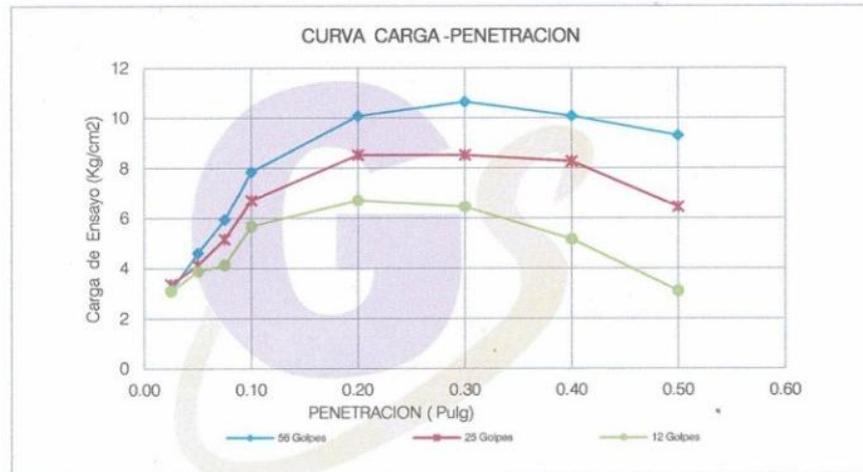
Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316299652 RNP: C7390 SO386686

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C-01  
MUESTRA N°: M-01  
PROFUND. (m): 1.50  
FECHA: 28/02/2023

CERT: 23-0001



JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica



C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	57.72
C.B.R. 95% P.V.S.M. (%)	41.77

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe



Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 1 de 1

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HAURAZ-ANCASH  
T. DE SONDAJE: CALICATA (A CIELO ABIERTO)  
N. FREÁTICO: NO EXISTE  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C01  
PROFUNDIDAD(m): 1.50  
FECHA: 28/02/2023

N° 2023-0779



EXPLORACION GEOTECNICA  
REGISTRO DE SONDAJE  
Descripción Visual Manual de Suelos - ASTM D-2488

PROF. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRA OBTENIDA	SIMBOLO GRAFICO	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL
0.5	1.50	Mab - 1		GM	Gravas Limosas (GM)
1.0					Grava: 61.81 %
1.5					Arena: 17.05 %
2.0					Finos: 21.14 %



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
GEOSTRUCT  
JOHN FAYLUS BARRETO PALM.  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe





HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
FECHA: 28/02/2023

CERT: 23-0002



PROGRESIVA:		
CALICATA N°:	C-02	
MUESTRA N°:	M-01	
PROFUND. (m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	1 1/2"	89.46%
	1"	75.79%
	3/4"	61.64%
	3/8"	48.29%
	N°4	34.84%
	N°10	29.19%
	N°40	25.03%
	N°100	21.46%
N°200	18.06%	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	65.16%
	Arena	16.77%
	Finos	18.06%
Mitad de Fraccion Gruesa	40.97%	
Límites de Consistencia	L.L.	23.43%
	L.P.	21.38%
	I.P.	2.05%
Contenido de Humedad Natural	5.62%	
Clasificación SUCS	GM	
Descripción	Gravas limosas	
Clasificación AASHTO	A-1-b(0)	

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m3)	2.24
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	6.09

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	53.16
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%)	41.88

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de



JOHN FRAULUIS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47288  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 2 de 7

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C-02  
MUESTRA N°: M-01  
PROFUND. (m): 1.50  
FECHA: 28/02/2023

CERT: 23-0002

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D 2216 NTP 339.127

Recipiente N°	14	16
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	611.20	615.10
Peso Seco + Recipiente (gr)	580.20	585.20
Peso recipiente (gr)	40.00	40.50
Peso del agua (gr)	31.00	29.90
Peso Suelo Seco (gr)	540.20	544.70
Contenido de Humedad (%)	5.74	5.49
Humedad Promedio (%)	5.62 *	



JOHN FRAYLUS BARRERO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 7285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe



Repositorio Institucional - UNASAM - Perú



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316299652 RNP: C7390 SO386686

Página 4 de 7

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

PROGRESIVA: -

CALICATA N°: C-02

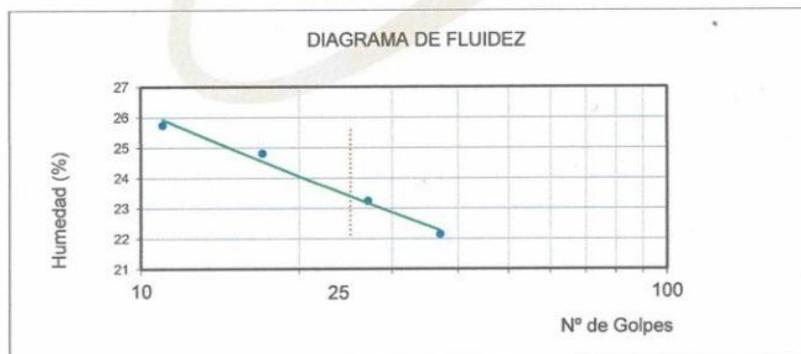
MUESTRA N°: M-01

PROFUND. (m): 1.50

FECHA: 28/02/2023

LIMITES DE CONSISTENCIA  
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO  
ASTM D 4318 NTP 339.129

N° de golpes	11	17	27	37
Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	45.10	46.00	44.50	45.50
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	41.60	42.50	41.20	42.40
Peso frasco (gr)	28.00	28.40	27.00	28.40
Peso del agua (gr)	3.50	3.50	3.30	3.10
Peso Suelo Seco (gr)	13.60	14.10	14.20	14.00
Contenido de Humedad (%)	25.74	24.82	23.24	22.14



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO  
ASTM D 4318 NTP 339.129

Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	36.50	35.00	35.40
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	34.80	33.30	33.70
Peso frasco (gr)	26.00	25.40	26.40
Peso del agua (gr)	1.70	1.70	1.70
Peso Suelo Seco (gr)	8.80	7.90	7.30
Contenido de Humedad (%)	19.32	21.52	23.29

Límite Líquido (L.L.):	23.43
Límite Plástico (L.P.):	21.38
Índice de Plasticidad (I.P.):	2.05



JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47286  
Maestría en Ingeniería  
Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe  
www.geoestruct.com.pe





PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

PROGRESIVA: -

CALICATA N°: C-02

PROFUND. (m): 1.50

FECHA: 28/02/2023

CARACTERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO  
USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557

Golpes / capa : 56 Nº capas: 5.00  
P.Martillo (gr) : 4.50 P. molde (kg) : 6665.00

DIMENSIONES DEL MOLDE:

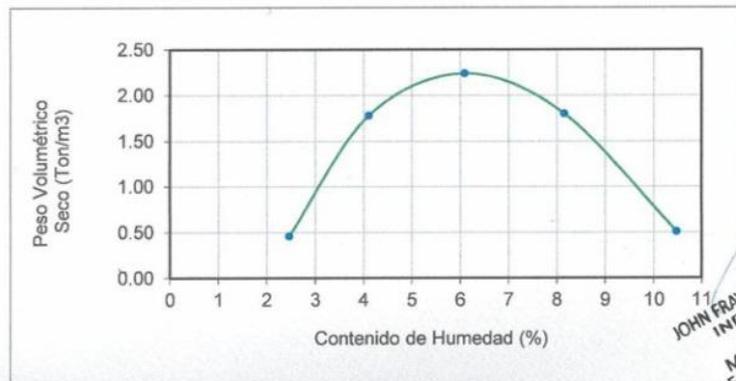
Diametro (cm) : 15.34 H (cm) : 11.50 Volúmen (cm3): 2032.00

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 NTP 339.127

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5				
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	831.20	829.20	851.20	855.00	801.40	701.80	822.20	866.20	815.40
Peso suelo seco + recipiente (gr)	811.00	813.20	821.20	838.20	810.00	760.00	654.30	766.20	746.20
Peso recipiente (gr)	75.00	75.40	75.00	75.00	75.00	75.80	75.00	75.00	75.20
Peso del agua (gr)	20.2	16	30	32.00	45.00	41.40	47.50	56.00	76
Peso Suelo Seco (gr)	736.00	737.80	746.20	763.20	735.00	684.20	579.30	691.20	715.00
Contenido de Humedad (%)	2.74	2.17	4.02	4.19	6.12	6.05	8.20	8.10	10.63

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM BS 1377 NTP 339.139

Cont. De Humedad Promedio	2.46	4.11	6.09	8.15	10.47
Peso suelo + molde (gr)	7020.00	9840.00	10900.00	10015.00	7200.00
Peso molde (gr)	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
Peso suelo (gr)	955.00	3775.00	4835.00	3950.00	1135.00
Peso volumen Húmedo (gr)	0.47	1.86	2.38	1.94	0.56
Peso Volumen Seco ( Ton/m3)	0.46	1.78	2.24	1.80	0.51



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
**GEOSTRUCT**  
\* CONSULTORÍA \*  
JOHN FRAYLUS BARRERO PALM  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47288  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

Peso Volumétrico Seco Máximo (Ton/m3):	2.24
Contenido de Humedad Optima (%):	6.09





PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C-02  
MUESTRA N°: M-01  
PROFUND. (m): 1.50  
FECHA: 28/02/2023

CERT: 23-0002

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR- (ASTM D - 1883 MTC E132)

Molde	1		2		3	
Capas	5		5		5	
Golpes por Capa	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	12550.00	12715.00	12550.00	12700.00	12400.00	12480.00
Peso del Molde (gr)	7705.00	7705.00	7730.00	7730.00	7650.00	7650.00
Peso del Suelo Húmedo	4845.00	5010.00	4820.00	4970.00	4750.00	4830.00
Volumen del molde	2032.00		2032.00		2032.00	
Peso Vol. Húmedo (gr/cm3)	2.38	2.47	2.37	2.45	2.34	2.38
% de Humedad	6.38	8.03	6.85	8.82	6.21	8.11
Peso Vol Seco (gr/cm3)	2.24	2.29	2.22	2.25	2.20	2.20
Tarro N°	1	3	1	3	1	3
Tarro + Suelo Húmedo	825.00	815.00	855.00	815.00	845.00	875.00
Tarro + Suelo Seco	780.00	760.00	805.00	755.00	800.00	815.00
Peso del Agua	45.00	55.00	50.00	60.00	45.00	60.00
Peso del Tarro	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Peso del Suelo Seco	705.00	685.00	730.00	680.00	725.00	740.00
% Humedad	6.38	8.03	6.85	8.82	6.21	8.11
Humedad Promedio (%)	6.38	8.03	6.85	8.82	6.21	8.11

PENETRACION CBR

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm2)	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2	
0.000		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
0.025		60.40	3.12	--	50.00	2.58	--	30.00	1.55	--
0.050		80.00	4.13	--	75.00	3.88	--	54.00	2.79	--
0.075		97.00	5.01	--	90.00	4.65	--	67.00	3.46	--
0.100	70.30	140.00	7.23	53.16	125.10	6.46	47.50	110.30	5.70	41.88
0.200	105.45	185.10	9.56	46.86	160.00	8.27	40.50	135.30	6.99	34.88
0.300	133.57	200.10	10.34	39.99	165.20	8.54	33.02	140.00	7.23	27.98
0.400	161.69	195.00	10.08	32.19	165.30	8.54	27.29	131.20	6.78	21.66
0.500	182.78	175.20	9.05	25.59	140.00	7.23	20.45	100.00	5.17	14.60



LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
**GEOSTRUCT**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica  
JOHN FRAULUIS BARRETO PALMA





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316299652 RNP: C7390 SO386686

Página 3 de 7

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C-02  
MUESTRA N°: M-01  
PROFUND. (m): 1.50

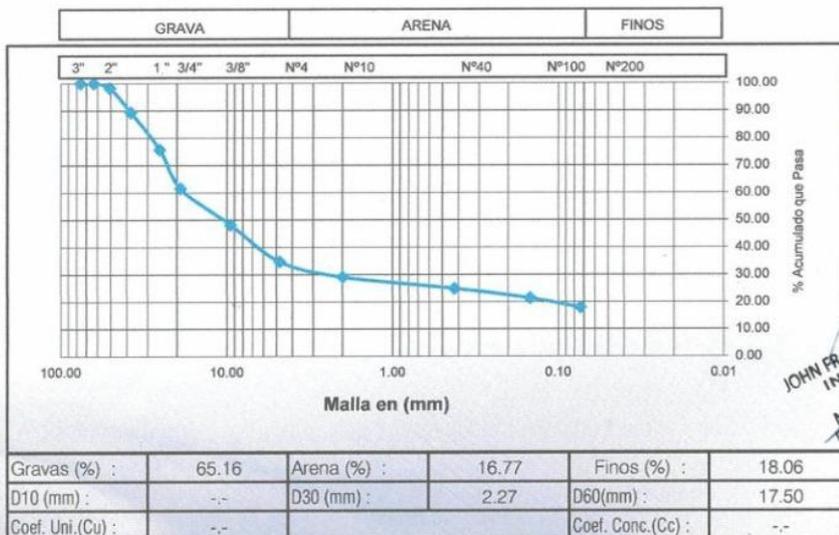
FECHA: 28/02/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 NTP 339.128

PESO INICIAL SECO (gr) : 40900.00 % Pasa N° 200 : 18.06  
PESO LAVADO SECO (gr) : 33511.60 % Peso Retenido 3" (gr) : 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	700.00	1.71	1.71	98.29
1 1/2"	38.100	3611.00	8.83	10.54	89.46
1"	25.400	5590.00	13.67	24.21	75.79
3/4"	19.050	5790.20	14.16	38.36	61.64
3/8"	9.525	5460.20	13.35	51.71	48.29
N°4	4.780	5500.00	13.45	65.16	34.84
N°10	2.000	2310.00	5.65	70.81	29.19
N°40	0.425	1700.00	4.16	74.97	25.03
N°100	0.148	1460.20	3.57	78.54	21.46
N°200	0.074	1390.00	3.40	81.94	18.06
TOTAL		33511.60	80.22		--



CERT: 23-0002



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
JOHN FRAJLIS BARRERO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe  
[www.geoestruct.com.pe](http://www.geoestruct.com.pe)





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

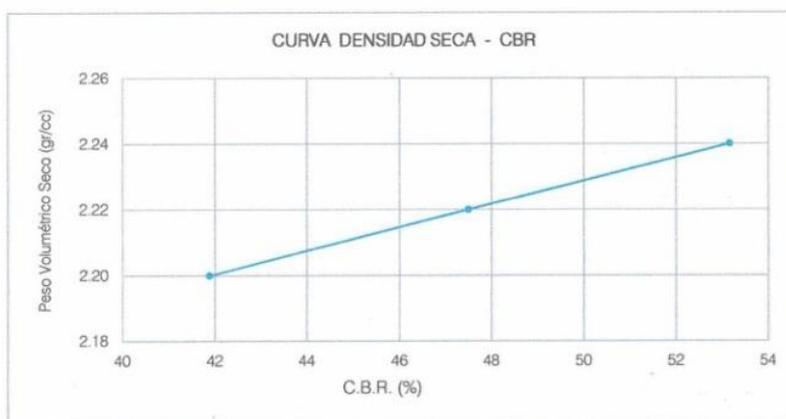
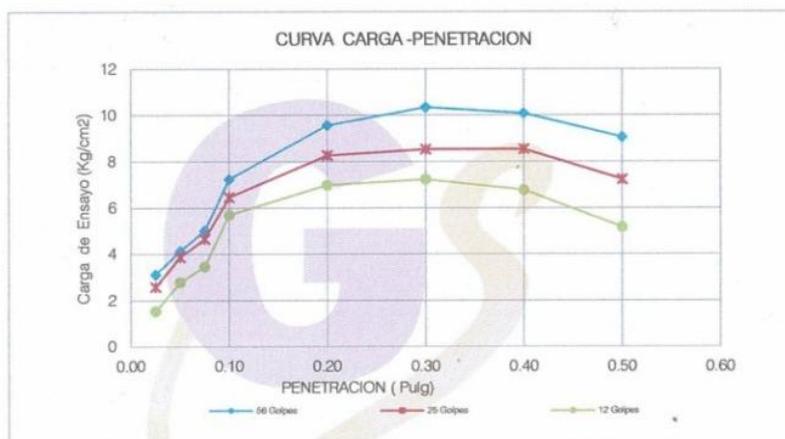
Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad in campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C-02  
MUESTRA N°: M-01  
PROFUND. (m): 1.50  
FECHA: 28/02/2023

CERT: 23-0002



C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	53.16
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%)	41.88



JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 17285  
Maestría en Ingeniería  
Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe  
www.geoestruct.com.pe



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

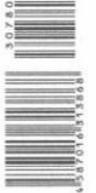
Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

Página 1 de 1

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HAURAZ-ANCASH  
T. DE SONDAJE: CALICATA (A CIELO ABIERTO)  
N. FREATICO: NO EXISTE  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C02  
PROFUNDIDAD(m): 1.50  
FECHA: 28/02/2023

N° 2023-0780



EXPLORACION GEOTECNICA  
REGISTRO DE SONDAJE  
Descripción Visual Manual de Suelos - ASTM D-2488

PROF. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRA OBTENIDA	SIMBOLO GRAFICO	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL
0.5	1.50	Mab - 1		GM	Gravas Limosas (GM)
1.0					Grava: 65.16 %
1.5					Arena: 16.77 %
2.0					Finos: 18.06 %
2.5					
3.0					
3.5					



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe  
[www.geoestruct.com.pe](http://www.geoestruct.com.pe)





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 1 de 7

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

FECHA: 10/01/2023

CERT: 23-0003



PROGRESIVA:		
CALICATA N°:	C-03	
MUESTRA N°:	M-01	
PROFUND. (m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	1 1/2"	89.22%
	1"	75.90%
	3/4"	64.10%
	3/8"	49.97%
	N°4	35.60%
	N°10	29.30%
	N°40	24.77%
	N°100	21.01%
N°200	17.76%	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	64.40%
	Arena	17.84%
	Finos	17.76%
Mitad de Fraccion Gruesa	41.12%	
Limites de Consistencia	L.L.	24.54%
	L.P.	22.28%
	I.P.	2.26%
Contenido de Humedad Natural	3.56%	
Clasificacion SUCS	GM	
Descripcion	Gravas limosas	
Clasificacion AASHTO	A-1-b(0)	

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 NTP 339.141)

PESO VOLUM. SECO MAXIMO (Ton/m3)	2.25
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)	5.87

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	56.96
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%)	43.67

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de



JOHN FRAULUIS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 41285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 2 de 7

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C-03  
MUESTRA N°: M-01  
PROFUND. (m): 1.50  
FECHA: 10/01/2023

CERT: 23-0003

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D 2216 NTP 339.127

Recipiente N°	17	20
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	620.10	625.00
Peso Seco + Recipiente (gr)	600.10	605.00
Peso recipiente (gr)	40.00	40.50
Peso del agua (gr)	20.00	20.00
Peso Suelo Seco (gr)	560.10	564.50
Contenido de Humedad (%)	3.57	3.54
Humedad Promedio (%)	3.56 *	



JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Maestría en Ingeniería  
Estructural y Geotécnica



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe

211





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 3 de 7

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C-03  
MUESTRA N°: M-01  
PROFUND. (m): 1.50

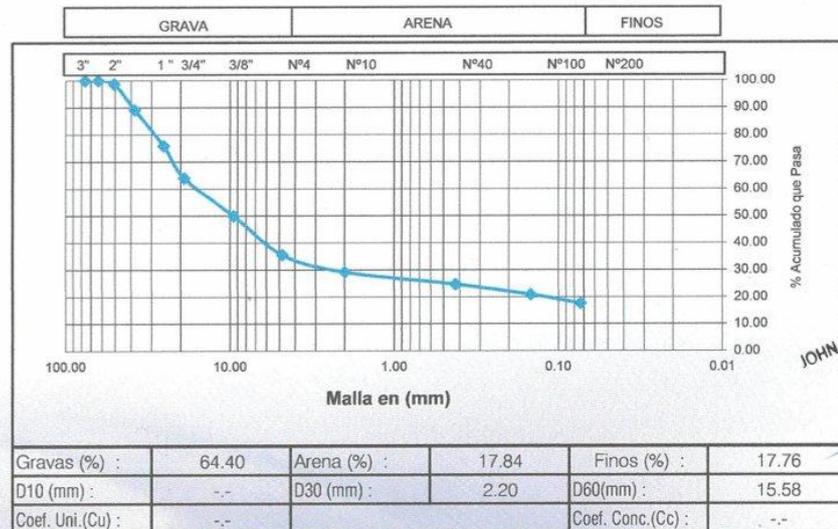
FECHA: 10/01/2023

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 NTP 339.128

PESO INICIAL SECO (gr) : 39800.00 % Pasa N° 200 : 17.76  
PESO LAVADO SECO (gr) : 32730.00 % Peso Retenido 3" (gr) : 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	490.00	1.23	1.23	98.77
1 1/2"	38.100	3800.00	9.55	10.78	89.22
1"	25.400	5300.00	13.32	24.10	75.90
3/4"	19.050	4700.00	11.81	35.90	64.10
3/8"	9.525	5620.00	14.12	50.03	49.97
N°4	4.780	5720.00	14.37	64.40	35.60
N°10	2.000	2510.00	6.31	70.70	29.30
N°40	0.425	1800.00	4.52	75.23	24.77
N°100	0.148	1500.00	3.77	78.99	21.01
N°200	0.074	1290.00	3.24	82.24	17.76
TOTAL		32730.00	81.01		--



CERT: 23-0003



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 4 de 7

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

PROGRESIVA: -

CALICATA N°: C-03

MUESTRA N°: M-01

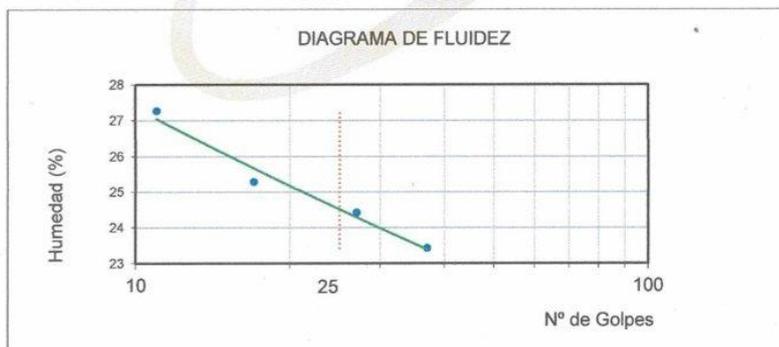
PROFUND. (m): 1.50

FECHA: 10/01/2023

CERT: 23-0003

LIMITES DE CONSISTENCIA  
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO  
ASTM D 4318 NTP 339.129

N° de golpes	11	17	27	37
Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	36.40	36.00	35.40	36.00
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	31.60	31.60	31.20	31.90
Peso frasco (gr)	14.00	14.20	14.00	14.40
Peso del agua (gr)	4.80	4.40	4.20	4.10
Peso Suelo Seco (gr)	17.60	17.40	17.20	17.50
Contenido de Humedad (%)	27.27	25.29	24.42	23.43



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO  
ASTM D 4318 NTP 339.129

Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	26.20	24.00	25.50
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	24.10	22.20	23.50
Peso frasco (gr)	14.00	14.00	15.20
Peso del agua (gr)	2.10	1.80	2.00
Peso Suelo Seco (gr)	10.10	8.20	8.30
Contenido de Humedad (%)	20.79	21.95	24.10

Límite Líquido (L.L.):	24.54
Límite Plástico (L.P.):	22.28
Índice de Plasticidad (I.P.):	2.26



JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 17285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe  
www.geoestruct.com.pe



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 5 de 7

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN

LUGAR: HUARAZ-ANCASH

PROGRESIVA: -

CALICATA N°: C-03

PROFUND. (m): 1.50

FECHA: 10/01/2023

CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO  
USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557

Golpes / capa : 56

N° capas: 5.00

P.Martillo (gr) : 4.50

P. molde (kg) : 6665.00

DIMENSIONES DEL MOLDE:

Diametro (cm) : 15.34

H (cm) : 11.50

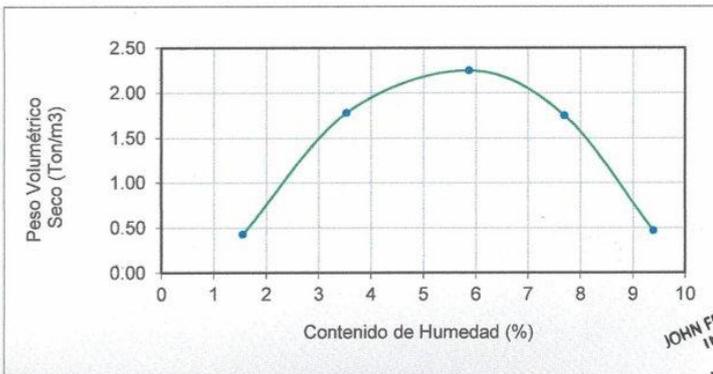
Volúmen (cm3): 2032.00

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 NTP 339.127

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	766.20	791.30	804.20	790.30	745.60
Peso suelo seco + recipiente (gr)	756.00	780.00	780.00	765.30	708.30
Peso recipiente (gr)	75.40	75.00	75.20	75.80	75.00
Peso del agua (gr)	10.2	11.3	24.2	25.00	37.30
Peso Suelo Seco (gr)	680.60	705.00	704.80	689.50	633.30
Contenido de Humedad (%)	1.50	1.60	3.43	3.63	5.89

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM BS 1377 NTP 339.139

Cont. De Humedad Promedio	1.55	3.53	5.87	7.69	9.39
Peso suelo + molde (gr)	6950.00	9800.00	10900.00	9900.00	7120.00
Peso molde (gr)	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00	6065.00
Peso suelo (gr)	885.00	3735.00	4835.00	3835.00	1055.00
Peso volumen Húmedo (gr)	0.44	1.84	2.38	1.89	0.52
Peso Volumen Seco (Ton/m3)	0.43	1.78	2.25	1.75	0.47



Peso Volumétrico Seco Máximo (Ton/m3):	2.25
Contenido de Humedad Óptima (%):	5.87



JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 17285  
Maestría en Ingeniería  
Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe  
www.geoestruct.com.pe





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 6 de 7

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C-03  
MUESTRA N°: M-01  
PROFUND. (m): 1.50  
FECHA: 10/01/2023

CERT: 23-0003

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR- (ASTM D - 1883 MTC E132)

	1		2		3	
Molde	5		5		5	
Capas	56		25		12	
Golpes por Capa	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso Molde + Suelo Húmedo	12560.00	12715.00	12530.00	12700.00	12350.00	12480.00
Peso del Molde (gr)	7705.00	7705.00	7730.00	7730.00	7650.00	7650.00
Peso del Suelo Húmedo	4855.00	5010.00	4800.00	4970.00	4700.00	4830.00
Volumen del molde	2032.00		2032.00		2032.00	
Peso Vol. Húmedo (gr/cm3)	2.39	2.47	2.36	2.45	2.31	2.38
% de Humedad	6.38	8.03	6.85	8.82	6.21	8.11
Peso Vol Seco (gr/cm3)	2.25	2.29	2.21	2.25	2.17	2.20
Tarro N°	1	3	1	3	1	3
Tarro + Suelo Húmedo	825.00	815.00	855.00	815.00	845.00	875.00
Tarro + Suelo Seco	780.00	760.00	805.00	755.00	800.00	815.00
Peso del Agua	45.00	55.00	50.00	60.00	45.00	60.00
Peso del Tarro	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Peso del Suelo Seco	705.00	685.00	730.00	680.00	725.00	740.00
% Humedad	6.38	8.03	6.85	8.82	6.21	8.11
Humedad Promedio (%)	6.38	8.03	6.85	8.82	6.21	8.11

PENETRACION CBR

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm2)	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)	Carga Ensayo		CBR (%)
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2	
0.000		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
0.025		60.40	3.12	--	50.00	2.58	--	30.00	1.55	--
0.050		80.00	4.13	--	75.00	3.88	--	54.00	2.79	--
0.075		97.00	5.01	--	90.00	4.65	--	67.00	3.46	--
0.100	70.30	150.00	7.75	56.96	130.00	6.72	49.36	115.00	5.94	43.87
0.200	105.45	185.10	9.56	46.86	160.00	8.27	40.50	140.00	7.23	35.14
0.300	133.57	200.10	10.34	39.99	165.20	8.54	33.02	140.00	7.23	27.90
0.400	161.69	195.00	10.08	32.19	165.30	8.54	27.29	131.20	6.78	21.66
0.500	182.78	175.20	9.05	25.59	140.00	7.23	20.45	100.00	5.17	14.60



JOHN FRAYLUIZ BARRETO PALM  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

Página 7 de 7

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

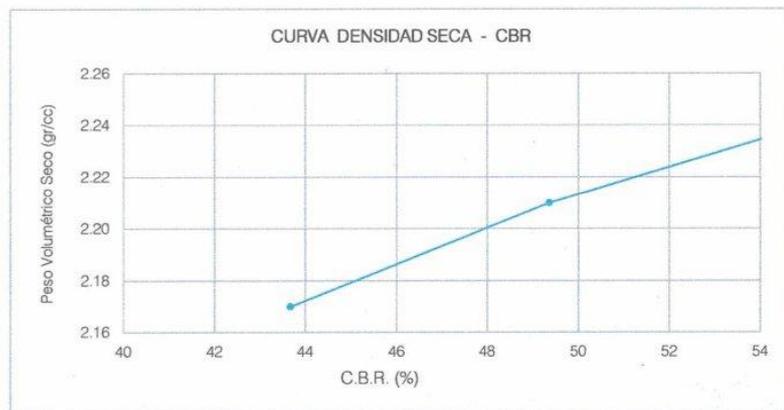
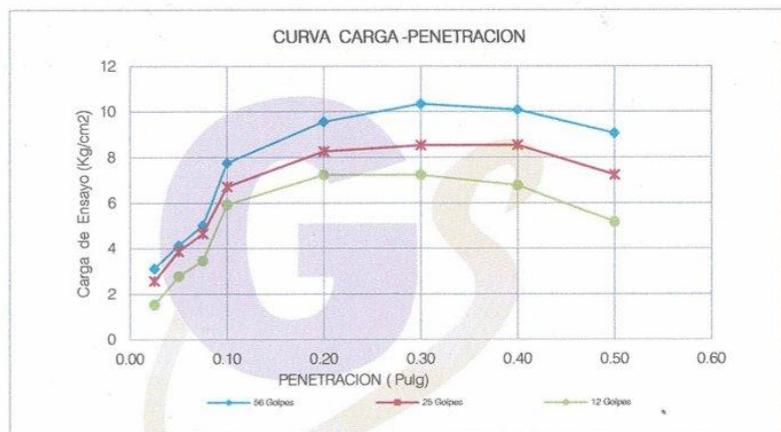
Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HUARAZ-ANCASH  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C-03  
MUESTRA N°: M-01  
PROFUND. (m): 1.50  
FECHA: 10/01/2023

CERT: 23-0003



C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	56.96
C.B.R. 95 % P.V.S.M. (%)	43.67



JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Maestría en Ingeniería  
Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe  
www.geoestruct.com.pe



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 1 de 1

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VIA URBANA

SOLICITANTE: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN  
LUGAR: HAURAZ-ANCASH  
T. DE SONDAJE: CALICATA (A CIELO ABIERTO)  
N. FREÁTICO: NO EXISTE  
PROGRESIVA: -  
CALICATA N°: C03  
PROFUNDIDAD(m): 1.50  
FECHA: 28/02/2023

N° 2023-0781



**EXPLORACION GEOTECNICA**  
REGISTRO DE SONDAJE  
Descripción Visual Manual de Suelos - ASTM D-2488

PROF. (m)	ESPESOR ESTRATO (m)	MUESTRA OBTENIDA	SIMBOLO GRAFICO	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL
0.5	1.50	Mab - 1		GM	Gravas Limosas (GM)
1.0					Grava: 64.40 %
1.5					Arena: 17.84 % Finos: 17.76 %



LABORATORIO DE SUELOS Y CALICATA  
**JHON FRAYLIS BARRETO DALLA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 47285  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe



## **ANEXO D: DISEÑO POR EL MÉTODO AASHTO**



## DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

PROYECTO:	TESIS: "DISEÑOS DE PAVIMENTO RÍGIDO APLICANDO AASHTO Y PCA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE UNA VÍA URBANA"
ORGANISMO PROPONENTE:	TESISTA: SOCLA GARAY JHONATTAN STEVEN

### MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

### FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

### FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 15}\right)}{1 + \frac{1624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10} \left[ 215.63 \frac{S'_c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})} \right]$$

Donde:

D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S'c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

## 1.- ESTUDIO DE TRANSITO

### 1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg<sup>2</sup>.

#### Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

$T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

$T_o$  = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(\*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

### 1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

### 1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's(W18) =	2,557,655.41
---------------	--------------

ESAL's(W18) =	2.56E+06
---------------	----------

## 2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD.
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

$$R (\%) = 85.00 \%$$

### 2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Zr = -1.037$$

### 2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$So = 0.320$$

## 4. SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$  PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASHTO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.



ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

Po =	4.5
Pt =	2.0

$$\Delta PSI = Po - Pt$$

$$\Delta PSI = 2.50$$

### 5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar

$$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S'c = 32(F'c)^{1/2}$$

-159.3

TIPO DE PAVIMENTO

S'c RECOMENDADO

	Psi
Autopistas	682.70
Carretera	682.70
Zonas Industriales	640.10
Urbanos principales	640.10
Urbanos Secundarios	597.40

$$S'c = 535.462 \text{ Psi}$$

### 6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 30% durante un año normal de precipitaciones.

$$Cd = 1$$

### 7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.2 para pavimentos rígidos

$$J = 2.8$$



## 8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$$f'c = \text{Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm}^2\text{)} = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Ec = 5500 \times (f'c)^{1/2} \text{ (En MPa)}$$

$$Ec = 17000 \times (f'c)^{1/2} \text{ (En Kg/cm}^2\text{)}$$

$$Ec = 17000 \times (280)^{1/2} \quad Ec = \quad 284,464.41 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$Ec = \quad 4046034.007 \quad \text{Psi}$$

## 9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuesto algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR}) \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} \leq 10$$

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34} \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} > 10$$

$$\text{CBR sub rasante} = \quad 41.77 \quad \%$$

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$$K = \quad 119.8561293$$

## 10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la fórmula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}})}\right]$$

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a ( Ecuación II):

$$D = 7.829 \text{ in}$$

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.800 \dots \text{Ecuación I}$$

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'_{c} \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})}\right] = 6.800 \dots \text{Ecuación II}$$

Espesor de la Losa de Concreto

$$D = 19.89 \text{ Cm}$$

## **ANEXO E: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**Análisis de costo unitario de Base granular**

<b>Partida:</b>	01.01	Base granular e=0.15 m.				
<b>Rendimiento:</b>	1300	m <sup>2</sup> /día	<b>Costo unitario:</b>	m <sup>2</sup>	<b>Total (S/.):</b>	<b>17.26</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Oficial			hh	3.0000	0.0185	20.49 0.38
Peón			hh	6.0000	0.0369	18.53 0.68
						<b>1.06</b>
<b>Materiales</b>						
Material afirmado			m <sup>3</sup>		0.2400	55.09 13.22
Agua			m <sup>3</sup>		0.0290	1.20 0.03
						<b>13.26</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	1.06 0.05
Camión Cisterna (2500 gls)			hm	1.0000	0.0062	100.00 0.62
Rodillo Liso Vibratorio Autopropulsado 70-100 HP 7-9 ton			hm	1.0000	0.0062	180.00 1.11
Motoniveladora de 125 HP			hm	1.0000	0.0062	190.00 1.17
						<b>2.95</b>

**Análisis de costo unitario de encofrado y desencofrado de pavimento**

<b>Partida:</b>	01.02	Encofrado y desencofrado de pavimento				
<b>Rendimiento:</b>	14	m <sup>2</sup> /día	<b>Costo unitario:</b>	m <sup>2</sup>	<b>Total (S/.):</b>	<b>70.71</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Operario			hh	1.0000	0.5714	26.06 14.89
Oficial			hh	1.0000	0.5714	20.49 11.71
Peón			hh	1.0000	0.5714	18.53 10.59
						<b>37.19</b>
<b>Materiales</b>						
Alambre negro #8			m <sup>3</sup>		0.2000	6.36 1.27
Clavos para madera con cabeza 3"			m <sup>3</sup>		0.2100	5.93 1.25
Madera tornillo			m <sup>3</sup>		3.8000	7.63 28.99
Petroleo D-2			m <sup>3</sup>		0.0100	15.08 0.15
						<b>31.66</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	37.19 1.86
						<b>1.86</b>

**Análisis de costo unitario de Pasajuntas o Dowels de acero liso 5/8" @ 0.40m**

<b>Partida:</b>	01.03	Pasajuntas o Dowels de acero liso 5/8" @ 0.40m				
<b>Rendimiento:</b>	100	und/día	<b>Costo unitario:</b>	und	<b>Total (S/.):</b>	<b>36.17</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Operario			hh	1.0000	0.0800	26.06 2.08
Oficial			hh	1.0000	0.0800	20.49 1.64
Peón			hh	1.0000	0.0800	18.53 1.48
						<b>5.21</b>
<b>Materiales</b>						
Dowels Fe 5/8" a cada 0.40m			m		0.8000	11.27 9.02
Tubería PVC ø 3/4"			m		0.4000	2.97 1.19
Ganchos de 1/4" para anclaje de dowels			und		2.0000	9.75 19.50
Soporte de 1/4" para anclaje de dowels			var		0.0650	9.75 0.63
Soldadura cellocord P 3/16"			kg		0.0100	16.95 0.17
						<b>30.51</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	5.21 0.26
Cizalla de acero para construcción			und	1.0000	0.0800	2.50 0.20
						<b>0.46</b>



**Análisis de costo unitario de Concreto f'c=280 Kg/cm2**

<b>Partida:</b>	01.04	Concreto f'c=280 Kg/cm2 Losa				
<b>Rendimiento:</b>	16	m3/día	<b>Costo unitario:</b>	m3	<b>Total (S/.):</b>	<b>558.51</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Operario			hh	3.0000	1.5000	26.06 39.09
Oficial			hh	2.0000	1.0000	20.49 20.49
Peón			hh	10.0000	5.0000	18.53 92.65
						<b>152.23</b>
<b>Materiales</b>						
Piedra Chancada de 1/2"			m3		0.7300	75.00 54.75
Arena Fina			m3		0.0400	90.20 3.61
Arena Gruesa			m3		0.8100	65.60 53.14
Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)			m3		10.9000	23.73 258.66
Agua			m3		0.2320	1.20 0.28
						<b>370.43</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	152.23 7.61
Regla de Aluminio de 2"x3"x5"			und		0.0200	70.00 1.40
Cortadora de pavimento			hm	1.0000	0.5000	15.12 7.56
Vibrador de concreto 4 HP 2.4"			hm	0.5710	0.2855	15.00 4.28
Mezcladora de Concreto 11 P3 (23HP)			hm	1.0000	0.5000	30.00 15.00
						<b>35.85</b>

**Análisis de costo unitario de Frotachado de losas**

<b>Partida:</b>	01.05	Frotachado de losas				
<b>Rendimiento:</b>	80	m2/día	<b>Costo unitario:</b>	m2	<b>Total (S/.):</b>	<b>2.94</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Operario			hh	1.0000	0.1000	26.06 2.61
						<b>2.61</b>
<b>Materiales</b>						
Cemento portland tipo I (42.5 Kg)			m3		0.0085	23.73 0.20
						<b>0.20</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	2.61 0.13
						<b>0.13</b>

**Análisis de costo unitario de curado de concreto**

<b>Partida:</b>	01.06	Curado de concreto				
<b>Rendimiento:</b>	100	m2/día	<b>Costo unitario:</b>	m2	<b>Total (S/.):</b>	<b>49.77</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Peón			hh	1.0000	0.0800	18.53 1.48
						<b>1.48</b>
<b>Materiales</b>						
Arena gruesa			m3		0.0300	15.00 0.45
Agua			m3		3.9800	12.00 47.76
						<b>48.21</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	1.48 0.07
						<b>0.07</b>

**Análisis de costo unitario de Junta de dilatación en pavimento (Diseño AASHTO)**

<b>Partida:</b>	01.07	Junta de dilatación en pavimento (Diseño AASHTO)				
<b>Rendimiento:</b>	100	m/día	<b>Costo unitario:</b>	m	<b>Total (S/.):</b>	<b>9.73</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Operario			hh	1.0000	0.0800	26.06 2.08
Peón			hh	1.0000	0.0800	18.53 1.48
						<b>3.57</b>
<b>Materiales</b>						
Arena fina			m3		0.0500	93.22 4.66
Asfalto RC-250			gal		0.0400	16.95 0.68
Plancha de tecknopor de 1"x4"x8"			pln		0.0400	16.10 0.64
						<b>5.98</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	3.57 0.18
						<b>0.18</b>

**Análisis de costo unitario de Junta de dilatación en pavimento (Diseño PCA)**

<b>Partida:</b>	01.07	Junta de dilatación en pavimento (Diseño PCA)				
<b>Rendimiento:</b>	80	m/día	<b>Costo unitario:</b>	m	<b>Total (S/.):</b>	<b>10.66</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Operario			hh	1.0000	0.1000	26.06 2.61
Peón			hh	1.0000	0.1000	18.53 1.85
						<b>4.46</b>
<b>Materiales</b>						
Arena fina			m3		0.0500	93.22 4.66
Asfalto RC-250			gal		0.0400	16.95 0.68
Plancha de tecknopor de 1"x4"x8"			pln		0.0400	16.10 0.64
						<b>5.98</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	4.46 0.22
						<b>0.22</b>

**Análisis de costo unitario de Junta de construcción en pavimento (Diseño AASHTO)**

<b>Partida:</b>	01.08	Junta de construcción en pavimento (Diseño AASHTO)				
<b>Rendimiento:</b>	180	m/día	<b>Costo unitario:</b>	m	<b>Total (S/.):</b>	<b>20.13</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Operario			hh	1.0000	0.0444	26.06 1.16
Peón			hh	0.5000	0.0222	18.53 0.41
						<b>1.57</b>
<b>Materiales</b>						
Imprimante para juntas elastomericas			gal		0.0566	216.10 12.23
Cordon de respaldo de 3/8"			m		1.0000	4.07 4.07
Sellador elastico de poliuretano			gal		0.0294	46.61 1.37
Plancha de tecknopor de 1"x4"x8"			pln		0.0500	16.10 0.81
						<b>18.48</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	1.57 0.08
						<b>0.08</b>



**Análisis de costo unitario de Junta de construcción en pavimento (Diseño PCA)**

<b>Partida:</b>	01.08	Junta de construcción en pavimento (Diseño PCA)				
<b>Rendimiento:</b>	160	m/día	<b>Costo unitario:</b>	m	<b>Total (S/.):</b>	<b>20.33</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Operario			hh	1.0000	0.0500	26.06 1.30
Peón			hh	0.5000	0.0250	18.53 0.46
						<b>1.77</b>
<b>Materiales</b>						
Imprimante para juntas elastomericas			gal		0.0566	216.10 12.23
Cordon de respaldo de 3/8"			m		1.0000	4.07 4.07
Sellador elastico de poliuretano			gal		0.0294	46.61 1.37
Plancha de tecknopor de 1"x4"x8"			pln		0.0500	16.10 0.81
						<b>18.48</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	1.77 0.09
						<b>0.09</b>

**Análisis de costo unitario de Junta de contracción (Diseño AASHTO)**

<b>Partida:</b>	01.09	Junta de contracción en pavimento (Diseño AASHTO)				
<b>Rendimiento:</b>	200	m/día	<b>Costo unitario:</b>	m	<b>Total (S/.):</b>	<b>21.43</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Operario			hh	1.0000	0.0400	26.06 1.04
Peón			hh	0.5000	0.0200	18.53 0.37
						<b>1.41</b>
<b>Materiales</b>						
Imprimante para juntas elastomericas			gal		0.0566	216.10 12.23
Cordon de respaldo de 3/8"			m		1.0000	3.81 3.81
Grasa			kg		0.1200	14.41 1.73
Sellador elastico de poliuretano			gal		0.0294	46.61 1.37
Plancha de tecknopor de 1"x4"x8"			pln		0.0500	16.10 0.81
						<b>19.95</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	1.41 0.07
						<b>0.07</b>

**Análisis de costo unitario de Junta contracción (Diseño PCA)**

<b>Partida:</b>	01.09	Junta de contracción en pavimento (Diseño PCA)				
<b>Rendimiento:</b>	180	m/día	<b>Costo unitario:</b>	m	<b>Total (S/.):</b>	<b>21.59</b>
<b>Descripción</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo parcial Costo total</b>
<b>Mano de obra</b>						
Operario			hh	1.0000	0.0444	26.06 1.16
Peón			hh	0.5000	0.0222	18.53 0.41
						<b>1.57</b>
<b>Materiales</b>						
Imprimante para juntas elastomericas			gal		0.0566	216.10 12.23
Cordon de respaldo de 3/8"			m		1.0000	3.81 3.81
Grasa			kg		0.1200	14.41 1.73
Sellador elastico de poliuretano			gal		0.0294	46.61 1.37
Plancha de tecknopor de 1"x4"x8"			pln		0.0500	16.10 0.81
						<b>19.95</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>						
Herramientas Manuales			%mo		5.0000	1.57 0.08
						<b>0.08</b>



**ANEXO F: METRADO PARA CADA MÉTODO  
(AASHTO Y PCA)**

**Metrado de la estructura del pavimento rígido para el método AASHTO**

Item	Descripción	Und.	N° Veces	Largo	Ancho	Alto	N° Elemento	Longitud (m)	Parcial	Total
<b>01 METRADO PARA AASHTO</b>										
01.01.	Base granular e=0.15 m.	m2								5814.60
	Base granular para pavimento		1.00	881.00	6.60				5814.60	
01.02.	Encofrado y desencofrado de pavimento	m2								560.74
	Para pavimento rígido		293.67	9.60		0.1989			560.74	
01.03.	Pasajuntas o Dowels de acero liso 5/8" @ 0.40m	und								1615.17
	Para pavimento rígido		97.89				16.50		1615.17	
01.04.	Concreto f'c=280 Kg/cm2 Losa	m3								1156.52
	Concreto para pavimento		1.00	881.00	6.60	0.1989			1156.52	
01.05.	Frotachado de losas	m2								5814.60
	Para pavimento rígido		1.00	881.00	6.60				5814.60	
01.06.	Curado de concreto	m2								5814.60
	Para pavimento rígido		1.00	881.00	6.60				5814.60	
01.07.	Junta de dilatación en pavimento (Diseño AASHTO)	m								1292.13
	Para pavimento rígido		97.89	6.60			2.00		1292.13	
01.08.	Junta de construcción en pavimento (Diseño AASHTO)	m								2643.00
	Lado derecho pavimento-vereda		1.00	881.00					881.00	
	Medio pavimento-pavimento		1.00	881.00					881.00	
	Lado izquierdo pavimento-vereda		1.00	881.00					881.00	
01.09.	Junta de contracción en pavimento (Diseño AASHTO)	m								1292.13
	Para pavimento rígido		97.89	6.60			2.00		1292.13	

**Metrado de la estructura del pavimento rígido para el método PCA**

Item	Descripción	Und.	N° Veces	Largo	Ancho	Alto	N° Elemento	Longitud (m)	Parcial	Total
<b>01 METRADO PARA PCA</b>										
01.01.	Base granular e=0.15 m.	m2								5814.60
	Base granular para pavimento		1.00	881.00	6.60				5814.60	
01.02.	Encofrado y desencofrado de pavimento	m2								644.47
	Para pavimento rígido		293.67	9.60		0.2286			644.47	
01.03.	Pasajuntas o Dowels de acero liso 5/8" @ 0.40m	und								1615.17
	Para pavimento rígido		97.89				16.50		1615.17	
01.04.	Concreto f <sub>c</sub> =280 Kg/cm <sup>2</sup> Losa	m3								1329.22
	Concreto para pavimento		1.00	881.00	6.60	0.2286			1329.22	
01.05	Frotachado de losas	m2								5814.60
	Para pavimento rígido		1.00	881.00	6.60				5814.60	
01.06	Curado de concreto	m2								5814.60
	Para pavimento rígido		1.00	881.00	6.60				5814.60	
01.07.	Junta de dilatación en pavimento (Diseño PCA)	m								1292.13
	Para pavimento rígido		97.89	6.60			2.00		1292.13	
01.08.	Junta de construcción en pavimento (Diseño PCA)	m								2643.00
	Lado derecho pavimento-vereda		1.00	881.00					881.00	
	Medio pavimento-pavimento		1.00	881.00					881.00	
	Lado izquierdo pavimento-vereda		1.00	881.00					881.00	
01.09.	Junta de contracción en pavimento (Diseño PCA)	m								1292.13
	Para pavimento rígido		97.89	6.60			2.00		1292.13	

**ANEXO G: PRESUPUESTO GENERAL POR CADA  
MÉTODO (AASHTO Y PCA)**

**Análisis comparativo de costos de pavimento rígido métodos (AASHTO y PCA)**

<b>Método</b>	<b>Código</b>	<b>Partidas</b>	<b>Und</b>	<b>Metrados</b>	<b>Costo unitario (S./)</b>	<b>Costo Parcial (S./)</b>	<b>Costo total (S./)</b>
<b>AASHTO</b>	01.01	Base granular e=0.15 m.	m2	5814.60	17.26	100384.95	<b>1244302.61</b>
	01.02	Encofrado y desencofrado de pavimento	m2	560.74	70.71	39649.90	
	01.03	Pasajuntas o Dowels de acero liso 5/8" @ 0.40m	und	1615.17	36.17	58426.99	
	01.04	Concreto f <sub>c</sub> =280 Kg/cm <sup>2</sup> Losa	m3	1156.52	558.51	645934.12	
	01.05	Frotachado de losas	m2	5814.60	2.94	17083.32	
	01.06	Curado de concreto	m2	5814.60	49.77	289372.41	
	01.07	Junta de dilatación en pavimento (Diseño AASHTO)	m	1292.13	9.73	12570.60	
	01.08	Junta de expansión en pavimento (Diseño AASHTO)	m	2643.00	20.13	53190.62	
	01.09	Junta transversal de expansión (Diseño AASHTO)	m	1292.13	21.43	27689.70	
<b>PCA</b>	01.01	Base granular e=0.15 m.	m2	5814.60	17.26	100384.95	<b>1348642.46</b>
	01.02	Encofrado y desencofrado de pavimento	m2	644.47	70.71	45570.48	
	01.03	Pasajuntas o Dowels de acero liso 5/8" @ 0.40m	und	1615.17	36.17	58426.99	
	01.04	Concreto f <sub>c</sub> =280 Kg/cm <sup>2</sup> Losa	m3	1329.22	558.51	742385.82	
	01.05	Frotachado de losas	m2	5814.60	2.94	17083.32	
	01.06	Curado de concreto	m2	5814.60	49.77	289372.41	
	01.07	Junta de dilatación en pavimento (Diseño PCA)	m	1292.13	10.66	13780.54	
	01.08	Junta de expansión en pavimento (Diseño PCA)	m	2643.00	20.33	53735.25	
	01.09	Junta transversal de expansión (Diseño PCA)	m	1292.13	21.59	27902.71	

## **ANEXO H: TABLAS SALARIALES 2022-2023**





# FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directoral N°56  
 Afiliado a la CGTP - FLEMACON - UIS  
 Sede Institucional: Prolongación Cangallo N° 670 - La Victoria  
 Central telefónica: 325 5495 / 201 2370 / 312 2034 Cel. 987 515 423 (sólo llamadas)  
 E-mail: secretaria@ftccperu.com  
 Web: www.ftccperu.com

TABLA DE SALARIOS Y BENEFICIOS SOCIALES PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIÓN CIVIL							
Resolución Ministerial N° 275-2022-TR (Vigente del 01.06.2022 al 31.05.2023)							
<b>OPERARIO</b>					<b>Indemnizac.</b>	<b>vacaciones</b>	
Jornal Básico	80.50	x	6 días	483.00	Diario	12.08	8.05
D. S. O.	13.42	x	6 días	80.50	Semanal	72.45	48.30
BUC 32 %	25.76	x	6 días	154.56			
Bonif. por Movilidad	8.00	x	6 días	48.00			
<b>Total Salarios</b>				<b>766.06</b>	<b>Gratific.</b>	<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Navidad</b>
Descuento ONP 13%				93.35	Diario	15.33	21.47
Descuento CONAF. 2%				11.27	Mensual	460.00	644.00
<b>Pago Neto Semanal</b>				<b>661.44</b>	<b>Total</b>	<b>3220.00</b>	<b>3220.00</b>
				Ley N° 30334, exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP.			
				El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador			
<b>OFICIAL</b>					<b>Indemnizac.</b>	<b>vacaciones</b>	
Jornal Básico	63.15	x	6 días	378.90	Diario	9.47	6.32
D. S. O.	10.53	x	6 días	63.15	Semanal	56.84	37.89
BUC 30 %	18.95	x	6 días	113.67			
Bonif. por Movilidad	8.00	x	6 días	48.00			
<b>Total Salarios</b>				<b>603.72</b>	<b>Gratific.</b>	<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Navidad</b>
Descuento ONP 13%				72.24	Diario	12.03	16.84
Descuento CONAF. 2%				8.84	Mensual	360.86	505.20
<b>Pago Neto Semanal</b>				<b>522.64</b>	<b>Total</b>	<b>2526.00</b>	<b>2526.00</b>
				Ley N° 30334, exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP.			
				El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador			
<b>PEÓN</b>					<b>Indemnizac.</b>	<b>vacaciones</b>	
Jornal Básico	56.80	x	6 días	340.80	Diario	8.52	5.68
D. S. O.	9.47	x	6 días	56.80	Semanal	51.12	34.08
BUC 30 %	17.04	x	6 días	102.24			
Bonif. por Movilidad	8.00	x	6 días	48.00			
<b>Total Salarios</b>				<b>547.84</b>	<b>Gratific.</b>	<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Navidad</b>
Descuento ONP 13%				64.98	Diario	10.82	15.15
Descuento CONAF. 2%				7.95	Mensual	324.57	454.40
<b>Pago Neto Semanal</b>				<b>474.91</b>	<b>Total</b>	<b>2272.00</b>	<b>2272.00</b>
				Ley N° 30334, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP.			
				El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador			
<b>ASIGNACIÓN ESCOLAR POR UN HIJO</b>				<b>HORAS EXTRAS</b>			
	Diario	Mensual	<b>Simples</b>	<b>60%</b>	<b>100%</b>	<b>Indemniz.</b>	
<b>OPERARIO</b>	6.71	201.25	10.06	16.10	20.13	1.51	
<b>OFICIAL</b>	5.26	157.88	7.89	12.63	15.79	1.18	
<b>PEÓN</b>	4.73	142.00	7.10	11.36	14.20	1.07	



# FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directoral N°56  
 Afiliado a la CGTP - FLEMACON - UIS  
 Sede Institucional: Prolongación Cangallo N° 670 - La Victoria  
 Central telefónica: 325 5495 / 201 2370 / 312 2034 Cel. 987 515 423 (sólo llamadas)  
 E-mail: secretaria@ftccperu.com  
 Web: www.ftccperu.com

TABLA DE SALARIOS - OPERARIOS ESPECIALIZADOS										
Resolución Ministerial N° 275-2022-TR (Vigente del 01.06.2022 al 31.05.2023)										
<b>OPERARIO (Op. De Equipo Mediano)</b>							<b>Indemnizac.</b>	<b>Vacaciones</b>		
Jornal Básico	80.50	x	6	días	483.00			<b>Diario</b>	12.08	8.05
D. S. O.	13.42	x	6	días	80.50			<b>Semanal</b>	72.45	48.30
BUC 32%	25.76	x	6	días	154.56					
Bonif. por Alta Esp. 8%	6.44	x	6	días	38.64					
Bonif. por Movilidad	8.00	x	6	días	48.00					
<b>Total Salarios</b>					<b>804.70</b>			<b>Gratific.</b>	<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Navidad</b>
Descuento ONP 13%					98.37			<b>Diario</b>	15.33	21.47
Descuento CONAF. 2%					11.27			<b>Mensual</b>	460.00	644.00
<b>Pago Neto Semanal</b>					<b>695.06</b>			<b>Total</b>	3220.00	3220.00
Ley N° 30334, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador										
<b>OPERARIO (Op. De Equipo Pesado)</b>							<b>Indemnizac.</b>	<b>Vacaciones</b>		
Jornal Básico	80.50	x	6	días	483.00			<b>Diario</b>	12.08	8.05
D. S. O.	13.42	x	6	días	80.50			<b>Semanal</b>	72.45	48.30
BUC 32%	25.76	x	6	días	154.56					
Bonif. por Alta Esp. 10%	8.05	x	6	días	48.30					
Bonif. por Movilidad	8.00	x	6	días	48.00					
<b>Total Salarios</b>					<b>814.36</b>			<b>Gratific.</b>	<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Navidad</b>
Descuento ONP 13%					99.63			<b>Diario</b>	15.33	21.47
Descuento CONAF. 2%					11.27			<b>Mensual</b>	460.00	644.00
<b>Pago Neto Semanal</b>					<b>703.46</b>			<b>Total</b>	3220.00	3220.00
Ley N° 30334, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador										
<b>OPERARIO (Electromecánico)</b>							<b>Indemnizac.</b>	<b>Vacaciones</b>		
Jornal Básico	80.50	x	6	días	483.00			<b>Diario</b>	12.08	8.05
D. S. O.	13.42	x	6	días	80.50			<b>Semanal</b>	72.45	48.30
BUC 32%	25.76	x	6	días	154.56					
Bonif. por Alta Esp. 15%	12.08	x	6	días	72.45					
Bonif. por Movilidad	8.00	x	6	días	48.00					
<b>Total Salarios</b>					<b>838.51</b>			<b>Gratific.</b>	<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Navidad</b>
Descuento ONP 13%					102.77			<b>Diario</b>	15.33	21.47
Descuento CONAF. 2%					11.27			<b>Mensual</b>	460.00	644.00
<b>Pago Neto Semanal</b>					<b>724.47</b>			<b>Total</b>	3220.00	3220.00
Ley N° 30334, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador										
<b>OPERARIO (Topógrafo)</b>							<b>Indemnizac.</b>	<b>vacaciones</b>		
Jornal Básico	80.50	x	6	días	483.00			<b>Diario</b>	12.08	8.05
D. S. O.	13.42	x	6	días	80.50			<b>Semanal</b>	72.45	48.30
BUC 32%	25.76	x	6	días	154.56					
Bonif. por Alta Esp. 9%	7.25	x	6	días	43.47					
Bonif. por Movilidad	8.00	x	6	días	48.00					
<b>Total Salarios</b>					<b>809.53</b>			<b>Gratific.</b>	<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Navidad</b>
Descuento ONP 13%					99.00			<b>Diario</b>	15.33	21.47
Descuento CONAF. 2%					11.27			<b>Mensual</b>	460.00	644.00
<b>Pago Neto Semanal</b>					<b>699.26</b>			<b>Total</b>	3220.00	3220.00
Ley N° 30334, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador										
<b>ASIGNACIÓN ESCOLAR POR CADA HIJO</b>							<b>HORAS EXTRAS</b>			
<b>Diario</b>		<b>Mensual</b>			<b>Simples</b>	<b>60%</b>	<b>100%</b>	<b>Indemniz.</b>		
6.71		201.25			10.06	16.10	20.13	1.51		

(\* El Jornal Básico de los operarios altamente especializados que se señalan en la presente tabla, es referencial, ya que este tipo de trabajadores tienen un Jornal Básico mejorado superior al operario civil por su alta especialización y por el tipo de obra donde se encuentran laborando (\*) La Bonificación por Alta Especialización BAE del Soldador Homologado 6G del grupo Operarios Electromecánicos se eleva de 15% al 18%.



# FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directoral N°56  
 Afiliado a la CGTP - FLEMACON - UIS  
 Sede Institucional: Prolongación Cangallo N° 670 - La Victoria  
 Central telefónica: 325 5495 / 201 2370 / 312 2034 Cel. 987 515 423 (sólo llamadas)  
 E-mail: secretaria@ftccperu.com  
 Web: www.ftccperu.com

INCREMENTO AL JORNAL BÁSICO	
Del 01.06.2022 al 31.05.2023	
CATEGORÍAS	S/
<b>OPERARIO</b>	<b>S/ 6.20</b>
<b>OFICIAL</b>	<b>S/ 4.70</b>
<b>PEÓN</b>	<b>S/ 4.30</b>
PERIODO NAVIDAD	
Reintegro por día laborado	
OPERARIO	
Jornal Básico	6.20
D. S. O.	1.03
BUC 32 %	1.98
Indem. 12%	0.74
Util. 3%	0.19
Vacac. 10%	0.62
Gratificación Navidad	1.65
Ley N° 30334	0.15
Asig. Escolar 1h.	0.52
<b>TOTAL</b>	<b>13.09</b>
OFICIAL	
Jornal Básico	4.70
D. S. O.	0.78
BUC 30 %	1.41
Indem. 12%	0.56
Util. 3%	0.14
Vacac. 10%	0.47
Gratificación Navidad	1.25
Ley N° 30334	0.11
Asig. Escolar 1h.	0.39
<b>TOTAL</b>	<b>9.83</b>
PEÓN	
Jornal Básico	4.30
D. S. O.	0.72
BUC 30 %	1.29
Indem. 12%	0.52
Util. 3%	0.13
Vacac. 10%	0.43
Gratificación Navidad	1.15
Ley N° 3334	0.10
Asig. Escolar 1h.	0.36
<b>TOTAL</b>	<b>8.99</b>

INCREMENTO AL JORNAL BÁSICO	
Del 01.06.2022 al 31.05.2023	
CATEGORÍAS	S/
<b>OPERARIO</b>	<b>S/ 6.20</b>
<b>OFICIAL</b>	<b>S/ 4.70</b>
<b>PEÓN</b>	<b>S/ 4.30</b>
PERIODO FIESTAS PATRIAS	
Reintegro por día laborado	
OPERARIO	
Jornal Básico	6.20
D. S. O.	1.03
BUC 32 %	1.98
Indem. 12%	0.74
Util. 3%	0.19
Vacac. 10%	0.62
Grat. F. Patrias	1.18
Ley N° 30334	0.11
Asig. Escolar 1h.	0.52
<b>TOTAL</b>	<b>12.57</b>
OFICIAL	
Jornal Básico	4.70
D. S. O.	0.78
BUC 30 %	1.41
Indem. 12%	0.56
Util. 3%	0.14
Vacac. 10%	0.47
Grat. F. Patrias	0.90
Ley N° 30334	0.08
Asig. Escolar 1h.	0.39
<b>TOTAL</b>	<b>9.44</b>
PEÓN	
Jornal Básico	4.30
D. S. O.	0.72
BUC 30 %	1.29
Indem. 12%	0.52
Util. 3%	0.13
Vacac. 10%	0.43
Grat. F. Patrias	0.82
Ley N° 3334	0.07
Asig. Escolar 1h.	0.36
<b>TOTAL</b>	<b>8.63</b>



# FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directoral N°56  
 Afiliado a la CGTP - FLEMACON - UIS  
 Sede Institucional: Prolongación Cangallo N° 670 - La Victoria  
 Central telefónica: 325 5495 / 201 2370 / 312 2034 Cel. 987 515 423 (sólo llamadas)  
 E-mail: secretaria@ftccperu.com  
 Web: www.ftccperu.com

REINTEGRO POR DÍA LABORADO	
Incremento al Jornal Básico	
Del 01.06.2022 al 31.05.2023	
CATEGORÍA: OPERARIO	S/ 6.20
PERIODO NAVIDAD	

OPERARIO (Operador Equipo Mediano)	
Jornal Básico	6.20
D. S. O.	1.03
BUC 32 %	1.98
BAE 8%	0.50
Indem. 12%	0.74
Util. 3%	0.19
Vacac. 10%	0.62
Gratificación Navidad	1.65
Ley N° 30334	0.15
Asig. Escolar 1h.	0.52
<b>TOTAL</b>	<b>13.58</b>

OPERARIO (Operador Equipo Pesado)	
Jornal Básico	6.20
D. S. O.	1.03
BUC 32 %	1.98
BAE 10%	0.62
Indem. 12%	0.74
Util. 3%	0.19
Vacac. 10%	0.62
Gratificación Navidad	1.65
Ley N° 30334	0.15
Asig. Escolar 1h.	0.52
<b>TOTAL</b>	<b>13.71</b>

OPERARIO (Electromecánico)	
Jornal Básico	6.20
D. S. O.	1.03
BUC 32 %	1.98
BAE 15%	0.93
Indem. 12%	0.74
Util. 3%	0.19
Vacac. 10%	0.62
Gratificación Navidad	1.65
Ley N° 30334	0.15
Asig. Escolar 1h.	0.52
<b>TOTAL</b>	<b>14.02</b>

OPERARIO (Topógrafo)	
Jornal Básico	6.20
D. S. O.	1.03
BUC 32 %	1.98
BAE 9%	0.56
Indem. 12%	0.74
Util. 3%	0.19
Vacac. 10%	0.62
Gratificación Navidad	1.65
Ley N° 30334	0.15
Asig. Escolar 1h.	0.52
<b>TOTAL</b>	<b>13.64</b>

(\*) La Bonificación por Alta Especialización BAE del Soldador Homologado 6G del grupo de Operarios Electromecánicos se eleva del 15% al 18%.  
 El reintegro por día laborado es de S/ 14,20



# FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directoral N°56  
 Afiliado a la CGTP - FLEMACON - UIS  
 Sede Institucional: Prolongación Cangallo N° 670 - La Victoria  
 Central telefónica: 325 5495 / 201 2370 / 312 2034 Cel. 987 515 423 (sólo llamadas)  
 E-mail: secretaria@ftccperu.com  
 Web: www.ftccperu.com

REINTEGRO POR DÍA LABORADO	
Incremento al Jornal Básico	
Del 01.06.2022 al 31.05.2023	
CATEGORÍA: OPERARIO	S/ 6.20
PERIODO FIESTAS PATRIAS	

OPERARIO (Operador Equipo Mediano)	
Jornal Básico	6.20
D. S. O.	1.03
BUC 32 %	1.98
BAE 8%	0.50
Indem. 12%	0.74
Util. 3%	0.19
Vacac. 10%	0.62
Gratificación Fiestas Patrias	1.18
Ley N° 30334	0.11
Asig. Escolar 1h.	0.52
<b>TOTAL</b>	<b>13.07</b>

OPERARIO (Operador Equipo Pesado)	
Jornal Básico	6.20
D. S. O.	1.03
BUC 32 %	1.98
BAE 10%	0.62
Indem. 12%	0.74
Util. 3%	0.19
Vacac. 10%	0.62
Gratificación Fiestas Patrias	1.18
Ley N° 30334	0.11
Asig. Escolar 1h.	0.52
<b>TOTAL</b>	<b>13.19</b>

OPERARIO (Electromecánico)	
Jornal Básico	6.20
D. S. O.	1.03
BUC 32 %	1.98
BAE 15%	0.93
Indem. 12%	0.74
Util. 3%	0.19
Vacac. 10%	0.62
Gratificación Fiestas Patrias	1.18
Ley N° 30334	0.11
Asig. Escolar 1h.	0.52
<b>TOTAL</b>	<b>13.50</b>

OPERARIO (Topógrafo)	
Jornal Básico	6.20
D. S. O.	1.03
BUC 32 %	1.98
BAE 9%	0.56
Indem. 12%	0.74
Util. 3%	0.19
Vacac. 10%	0.62
Gratificación Fiestas Patrias	1.18
Ley N° 30334	0.11
Asig. Escolar 1h.	0.52
<b>TOTAL</b>	<b>13.13</b>

(\*) La Bonificación por Alta Especialización BAE del Soldador Homologado 6G del grupo de Operarios Electromecánicos se eleva del 15% al 18%.  
 El reintegro por día laborado es de S/ 13,69

# **ANEXO I: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LABORATORIO**



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-402-2022**

Página: 1 de 3

Expediente : T 390-2022  
Fecha de Emisión : 2022-07-06

**1. Solicitante** : BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS -  
"GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"  
**Dirección** : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

Marca : VALTOX  
Modelo : LDC30N  
Número de Serie : NO INDICA  
Alcance de Indicación : 30 kg  
División de Escala de Verificación ( e ) : 5 g  
División de Escala Real ( d ) : 5 g  
Procedencia : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2022-07-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

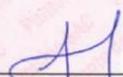
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**  
LABORATORIO de BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"  
JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-402-2022  
 Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	14,9	14,9
Humedad Relativa	41,0	41,0

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29,980 kg para una carga de 30,000 kg  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temp. (°C)	Inicial	Final
	14,9	14,9

Medición N°	Carga L1= 15,0000 kg			Carga L2= 30,0000 kg		
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	3,5	-1,0	30,000	3,0	-0,5
2	15,000	3,0	-0,5	30,000	3,5	-1,0
3	15,000	4,5	-2,0	30,005	4,0	3,5
4	15,000	4,0	-1,5	30,000	4,5	-2,0
5	15,000	4,5	-2,0	30,000	3,5	-1,0
6	15,000	3,5	-1,0	30,005	4,0	3,5
7	15,000	3,0	-0,5	30,000	4,5	-2,0
8	15,000	3,5	-1,0	30,000	3,5	-1,0
9	15,000	4,0	-1,5	30,000	3,0	-0,5
10	15,000	4,5	-2,0	30,000	3,5	-1,0
Diferencia Máxima	1,5			5,5		
Error máximo permitido	± 15 g			± 15 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-402-2022

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	14,9	14,9

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>s</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,0500	0,050	4,0	-1,5	10,0000	10,000	4,0	-1,5	0,0
2		0,050	4,0	-1,5		10,005	4,5	3,0	4,5
3		0,050	4,5	-2,0		10,000	3,5	-1,0	1,0
4		0,050	3,5	-1,0		9,995	4,0	-6,5	-5,5
5		0,050	4,0	-1,5		10,000	4,5	-2,0	-0,5
					Error máximo permitido : ± 15 g				

(\*) valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	14,9	14,9

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,0500	0,050	3,5	-1,0						
0,1000	0,100	3,0	-0,5	0,5	0,100	4,5	-2,0	-1,0	5
0,5000	0,500	3,5	-1,0	0,0	0,500	4,0	-1,5	-0,5	5
2,5000	2,500	4,5	-2,0	-1,0	2,500	4,5	-2,0	-1,0	5
5,0000	5,000	4,0	-1,5	-0,5	5,000	3,5	-1,0	0,0	10
7,0000	7,000	4,5	-2,0	-1,0	7,000	4,0	-1,5	-0,5	10
10,0000	10,000	3,5	-1,0	0,0	10,000	3,5	-1,0	0,0	10
15,0000	15,000	3,0	-0,5	0,5	15,000	4,0	-1,5	-0,5	15
20,0000	20,000	3,5	-1,0	0,0	20,000	4,5	-2,0	-1,0	15
25,0000	25,005	4,0	3,5	4,5	25,005	3,5	4,0	5,0	15
30,0000	30,000	4,5	-2,0	-1,0	30,000	4,5	-2,0	-1,0	15

e.m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 6,90 \times 10^{-8} \times R$$

**Incertidumbre**

$$U_R = 2 \sqrt{8,42 \times 10^0 \text{ g}^2 + 3,12 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza    ΔL : Carga Incrementada    E : Error encontrado    E<sub>c</sub> : Error en cero    E<sub>c</sub> : Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 478 - 2022

Página : 1 de 3

Expediente : T 390-2022  
 Fecha de emisión : 2022-07-05

1. Solicitante : BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS - "GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"  
 Dirección : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE DIRECTO

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Marca de Corte Directo : ORION  
 Modelo de Corte Directo : CD 02  
 Serie de Corte Directo : 13011010

Marca de Celda : AEP TRANSDUCERS  
 Modelo de Celda : TS  
 Serie de Celda : 518652  
 Capacidad de Celda : 500 kgf

Marca de Indicador : TOSHIBA  
 Modelo de Indicador : NB515-SP0202LL  
 Serie de Indicador : 9C029005Q

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH  
04 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

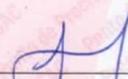
### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	15,2	15,2
Humedad %	41	41

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 478 - 2022

Página : 2 de 3

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
50	58,05	58,15	-16,10	-16,30	58,10	-13,94	-0,20
100	111,05	111,20	-11,05	-11,20	111,13	-10,01	-0,15
150	164,80	164,95	-9,87	-9,97	164,88	-9,02	-0,10
200	217,70	217,90	-8,85	-8,95	217,80	-8,17	-0,10
250	270,50	270,85	-8,20	-8,34	270,68	-7,64	-0,14
300	323,40	323,75	-7,80	-7,92	323,58	-7,29	-0,12
350	376,30	376,80	-7,51	-7,66	376,55	-7,05	-0,14
400	428,15	428,90	-7,04	-7,22	428,53	-6,66	-0,19

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,944x - 5,2458$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
 y : Fuerza promedio (kgf)



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.





Laboratorio PP

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 478 - 2022

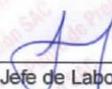
Página : 3 de 3

### PESAS DE CORTE DIRECTO

IDENTIFICACIÓN	VALOR NOMINAL g	VALOR DETERMINADO g	CORRECCIÓN g
1	500	450,0	50,0
2	500	470,0	30,0
3	900	955,0	-55,0
4	900	905,0	-5,0
5	1800	1865,0	-65,0
6	1800	1835,0	-35,0
7	3600	3650,0	-50,0
8	3600	3740,0	-140,0
9	7200	7415,0	-215,0

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-348-2022

Página 1 de 5

**Expediente** : T 390-2022  
**Fecha de emisión** : 2022-07-05

**1. Solicitante** : **BARRETO PALMA JOHN FRAYLUIS -**  
"GEOSTRUCT-LAB. MECANICA SUELOS"  
**Dirección** : JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH

**2. Instrumento de medición** : **ESTUFA**

**Alcance de medición** : **NO INDICA**

**Resolución del indicador** : **0,1 °C**

**Alcance del selector** : **NO INDICA**

**Punto de calibración** : **110 °C ± 5 °C**

**Marca** : **ORION**

**Modelo** : **HL 01**

**Procedencia** : **NO INDICA**

**Numero de serie** : **13050102**

**Código de Identificación** : **NO INDICA**

**Fecha de calibración** : **2022-07-04**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

#### 4. Lugar de calibración

JR. HUALCAN NRO. 240 - HUARAZ - ANCASH



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-348-2022

Página 2 de 5

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	15,2	15,2
Humedad relativa (%hr)	41,0	41,0

### 6. Trazabilidad

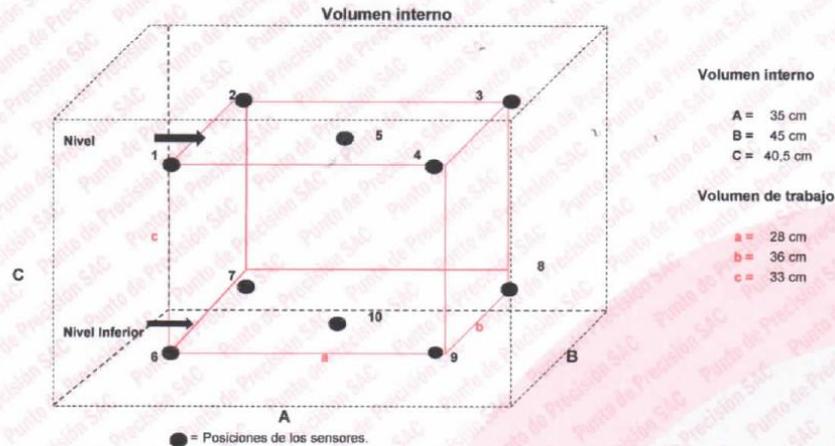
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores termopares tipo K con una incertidumbre en el orden de 0,13 °C a 0,16 °C.	0093-TPES-C-2021	PESATEC PERÚ S.A.C.

### 7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistió en bandeja de acero.
- Se seleccionó el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

### 8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



- A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.
- a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.
- Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 4 cm
- Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 3,5 cm



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza/Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-348-2022

Página 3 de 5

### 9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

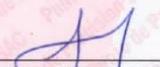
Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	113,5	113,2	112,8	112,7	113,2	112,7	118,4	111,7	116,7	110,7	118,4	114,0	7,7
00:02	111,5	110,5	111,0	111,6	110,5	111,0	116,0	109,3	115,4	109,1	117,0	112,1	7,9
00:04	108,9	107,7	107,4	109,0	108,2	107,5	113,7	107,5	112,7	106,2	114,2	109,4	8,0
00:06	109,8	108,5	108,7	110,2	109,0	108,6	114,5	108,5	114,0	106,9	114,7	110,3	7,8
00:08	110,1	109,8	109,3	111,3	110,0	110,1	116,2	109,6	114,6	107,8	117,0	111,6	9,2
00:10	112,3	111,3	111,7	111,9	112,1	111,4	117,9	110,1	115,8	109,8	117,6	112,9	8,1
00:12	113,5	113,2	112,8	112,7	113,2	112,7	118,4	111,7	116,7	110,7	118,4	114,0	7,7
00:14	111,5	110,5	111,0	111,6	110,5	111,0	116,0	109,3	115,4	109,1	117,0	112,1	7,9
00:16	108,9	107,7	107,4	109,0	108,2	107,5	113,7	107,5	112,7	106,2	114,2	109,4	8,0
00:18	109,8	108,5	108,7	110,2	109,0	108,6	114,5	108,5	114,0	106,9	114,7	110,3	7,8
00:20	110,1	109,8	109,3	111,3	110,0	110,1	116,2	109,6	114,6	107,8	117,0	111,6	9,2
00:22	112,3	111,3	111,7	111,9	112,1	111,4	117,9	110,1	115,8	109,8	117,6	112,9	8,1
00:24	113,5	113,2	112,8	112,7	113,2	112,7	118,4	111,7	116,7	110,7	118,4	114,0	7,7
00:26	111,5	110,5	111,0	111,6	110,5	111,0	116,0	109,3	115,4	109,1	117,0	112,1	7,9
00:28	108,9	107,7	107,4	109,0	108,2	107,5	113,7	107,5	112,7	106,2	114,2	109,4	8,0
00:30	109,8	108,5	108,7	110,2	109,0	108,6	114,5	108,5	114,0	106,9	114,7	110,3	7,8
00:32	110,1	109,8	109,3	111,3	110,0	110,1	116,2	109,6	114,6	107,8	117,0	111,6	9,2
00:34	112,3	111,3	111,7	111,9	112,1	111,4	117,9	110,1	115,8	109,8	117,6	112,9	8,1
00:36	113,5	113,2	112,8	112,7	113,2	112,7	118,4	111,7	116,7	110,7	118,4	114,0	7,7
00:38	111,5	110,5	111,0	111,6	110,5	111,0	116,0	109,3	115,4	109,1	117,0	112,1	7,9
00:40	108,9	107,7	107,4	109,0	108,2	107,5	113,7	107,5	112,7	106,2	114,2	109,4	8,0
00:42	109,8	108,5	108,7	110,2	109,0	108,6	114,5	108,5	114,0	106,9	114,7	110,3	7,8
00:44	110,1	109,8	109,3	111,3	110,0	110,1	116,2	109,6	114,6	107,8	117,0	111,6	9,2
00:46	112,3	111,3	111,7	111,9	112,1	111,4	117,9	110,1	115,8	109,8	117,6	112,9	8,1
00:48	113,5	113,2	112,8	112,7	113,2	112,7	118,4	111,7	116,7	110,7	118,4	114,0	7,7
00:50	111,5	110,5	111,0	111,6	110,5	111,0	116,0	109,3	115,4	109,1	117,0	112,1	7,9
00:52	108,9	107,7	107,4	109,0	108,2	107,5	113,7	107,5	112,7	106,2	114,2	109,4	8,0
00:54	109,8	108,5	108,7	110,2	109,0	108,6	114,5	108,5	114,0	106,9	114,7	110,3	7,8
00:56	110,1	109,8	109,3	111,3	110,0	110,1	116,2	109,6	114,6	107,8	117,0	111,6	9,2
00:58	112,3	111,3	111,7	111,9	112,1	111,4	117,9	110,1	115,8	109,8	117,6	112,9	8,1
01:00	113,5	113,2	112,8	112,7	113,2	112,7	118,4	111,7	116,7	110,7	118,4	114,0	7,7

T. Promedio	110,3	110,2	111,2	110,5	110,3	116,2	109,5	114,9	108,5	116,6	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	113,2	112,8	112,7	113,2	112,7	118,4	111,7	116,7	110,7	118,4	
T. Mínimo	107,7	107,4	109,0	108,2	107,5	113,7	107,5	112,7	106,2	114,2	
DTT	5,5	5,4	3,8	5,0	5,2	4,7	4,3	4,0	4,5	4,2	

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	118,4	0,2
Mínima temperatura registrada durante la calibración	106,2	0,2
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	5,5	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	8,1	0,1
Estabilidad (s)	2,75	0,04
Uniformidad	9,2	0,1



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

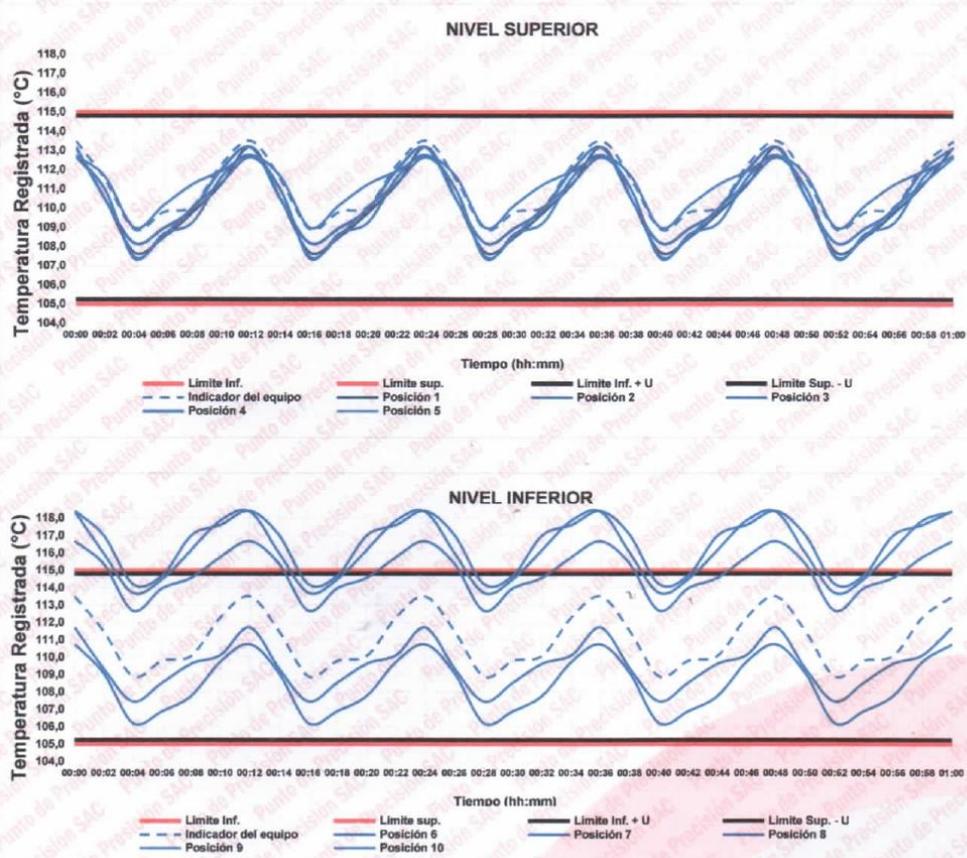
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-348-2022

Página 4 de 5

### 10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-348-2022

Página 5 de 5

### Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
$\Delta T$ .	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

### Declaración de cumplimiento

El Medio Isotermo, Cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

El Medio Isotermo, No cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

El Medio Isotermo, No se puede concluir si cumple o no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

### Fotografía interna del equipo.



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## **ANEXO J: PANEL FOTOGRÁFICO**





ANEXO J

Ficha del Panel Fotográfico



Foto 01: Punto de inicio del Jiron Primavera



Foto 02: tránsito vehicular en el punto de inicio.



Foto 03: Punto de toma de conteo vehicular



Foto 04: Vía con depresiones en la calzada



Foto 05: Verificación de la vía



Foto 06: Toma de datos en el segundo día de conteo.



ANEXO J

Ficha del Panel Fotográfico



Foto 07: Tercer día de conteo vehicular en el punto 1



Foto 08: tránsito vehicular en el punto de inicio.



Foto 09: Panorama de la vía



Foto 10: Conteo vehicular de vehiculos ligeros



Foto 11: Conteo vehicular cada 15 minutos



Foto 12: verificación de la condición vial



ANEXO J

Ficha del Panel Fotográfico



Foto 13: Deformaciones en la vía



Foto 14: Verificación de baches en la vía.



Foto 15: Encalaminado en la vía de estudio



Foto 16: verificación de condición



Foto 17: Verificación de la vía en el cruce con prolongación Jose Olaya



Foto 18: Toma de datos desde el puente Auki



ANEXO J

Ficha del Panel Fotográfico



Foto 19: verificación de la condición de la vía



Foto 20: identificación del punto de extracción de la calicata C-1



Foto 21: Panorama de la vía en el cruce con Jose Olaya



Foto 22: verificación del punto de extracción C-1



Foto 23: verificación y próxima señalización



Foto 24: Conteo vehicular desde el punto



ANEXO J

Ficha del Panel Fotográfico



Foto 25: Punto de extracción de calicata C-1



Foto 26: Ubicación para la excavación con maquinaria



Foto 27: verificación de la vía



Foto 28: verificación de desgaste de la vía por erosión



Foto 29: condición de la vía



Foto 30: 00+150 de la vía



ANEXO J

Ficha del Panel Fotográfico



Foto 31: Punto de inicio del Jiron Primavera



Foto 32: tránsito vehicular en el punto de inicio.



Foto 33: Conteo vehicular en el punto 2



Foto 34: Conteo vehicular en el punto 2



Foto 35: Tránsito pesado



Foto 36: Tránsito liviano en el punto 2



ANEXO J

Ficha del Panel Fotográfico



Foto 37: Punto del puente Nueva florida



Foto 38: Conteo vehicular en el punto 2



Foto 39: Verificación de extracción de calicata C-1



Foto 40: Conteo vehicular en el punto 2



Foto 41: Conteo vehicular en el segundo día.



Foto 42: Conteo vehicular pesado



ANEXO J

Ficha del Panel Fotográfico



Foto 43: Punto de excavación de Calicata C-2



Foto 44: Verificación de punto de exploración



Foto 45: verificación de punto de exploración



Foto 46: Post excavación con maquinaria



Foto 47: Verificación de condición de la vía



Foto 48: Supervisión de fallas en la vía.



ANEXO J

Ficha del Panel Fotográfico



Foto 49: Evaluación de condición de la vía



Foto 50: Identificación de baches y depresiones.



Foto 51: Verificación de baches



Foto 53: Erosión en la vía



Foto 54: Punto de exploración C-2 de la vía



Foto 55: Punto de exploración C-2 de la vía

ANEXO J

Ficha del Panel Fotográfico



Foto 62: Punto final del Jiron Primavera



Foto 63: Verificación del puente de madera.



Foto 64: Muestra de calicatas C-1 y C-2



Foto 65: Muestra de calicata C-3-

## **ANEXO K: NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR**



**Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**  
**Facultad de Ingeniería Civil**



**NIVEL DE SERVICIO VEHÍCULAR**

**Tesis:** Diseños de pavimento rígido aplicando AASHTO y PCA, para mejorar la transitabilidad vehicular de una vía urbana  
**Tesista:** Socla Garay, Jhonattan Steven  
**Lugar:** Jr. Primavera, Huaraz, Ancash  
**Fecha:** 27/02/2023 al 05/03/2023

**DENSIDAD Y DEMORA VEHÍCULAR**

HORA	LUNES (27/02/2023)		MARTES (28/02/2023)		MIÉRCOLES (01/03/2023)		JUEVES (02/03/2023)		VIERNES (03/03/2023)		SÁBADO (04/03/2023)		DOMINGO (05/03/2023)		Valor Máximo	
	Densidad máxima vehicular (vl/km/c)	Demora máxima vehicular (s/veh)	Densidad máxima vehicular (vl/km/c)	Demora máxima vehicular (s/veh)	Densidad máxima vehicular (vl/km/c)	Demora máxima vehicular (s/veh)	Densidad máxima vehicular (vl/km/c)	Demora máxima vehicular (s/veh)	Densidad máxima vehicular (vl/km/c)	Demora máxima vehicular (s/veh)	Densidad máxima vehicular (vl/km/c)	Demora máxima vehicular (s/veh)	Densidad máxima vehicular (vl/km/c)	Demora máxima vehicular (s/veh)	Densidad máxima vehicular (vl/km/c)	Demora máxima vehicular (s/veh)
6:30-6:45 am	4	12	2	9	0	0	2	11	8	16	6	15	4	12	8	16
6:45-7:00 am	4	12	4	13	2	10	2	10	6	14	6	16	4	12	6	16
7:00-7:15 am	6	15	4	13	4	12	4	14	8	16	6	15	8	16	8	16
7:15-7:30 am	8	16	4	13	2	10	4	13	10	18	4	13	10	18	10	18
7:30-8:00 am	14	22	12	21	10	18	12	21	12	20	14	23	14	22	14	23
8:00-8:15 am	16	24	14	23	12	20	12	22	14	22	16	25	16	24	16	25
8:15-8:30 am	18	34	16	25	14	22	10	19	18	26	18	27	20	35	20	35
8:30-8:45 am	20	35	18	27	18	26	18	27	20	35	18	27	20	35	20	35
8:45-9:00 am	20	35	18	30	16	25	16	25	20	35	20	35	20	34	20	35
9:00-9:15 am	18	33	16	25	16	24	16	24	20	34	20	35	18	26	20	35
9:15-9:30 am	16	24	14	23	12	20	14	23	16	24	16	25	18	27	18	27
9:30-9:45 am	14	22	12	21	10	18	10	19	16	25	14	23	14	22	16	25
9:45-10:00 am	12	20	10	19	8	16	10	18	12	20	12	21	14	23	14	23
10:00-10:15 am	12	22	8	17	8	15	8	17	12	21	10	19	12	20	12	22
10:15-10:30 am	12	20	10	19	8	16	10	19	12	20	12	21	10	18	12	21
10:30-10:45 am	16	24	14	23	12	19	10	18	16	24	12	22	14	22	16	24
10:45-11:00 am	14	22	12	21	14	22	12	21	14	22	14	23	14	23	14	23
11:00-11:15 am	12	20	10	18	10	18	10	19	12	20	12	21	12	20	12	21
11:15-11:30 am	18	26	16	25	14	22	16	25	18	26	18	27	18	26	18	27
11:30-11:45 am	18	26	14	23	12	21	14	23	18	27	16	25	18	27	18	27
11:45-12:00 pm	18	27	16	25	14	22	16	25	20	28	18	27	20	28	20	28
12:00-12:15 pm	20	34	18	27	16	25	16	26	20	29	20	35	20	29	20	35
12:15-12:30 pm	20	35	18	27	18	26	18	27	20	28	20	35	20	28	20	35
12:30-12:45 pm	18	26	16	25	14	22	16	25	18	26	20	34	18	26	20	34
12:45-13:00 pm	18	26	14	23	12	20	14	23	16	24	18	27	16	24	18	27
13:00-13:15 pm	20	28	18	33	16	24	16	25	20	28	18	27	20	34	20	34
13:15-13:30 pm	20	28	18	32	18	26	18	27	20	29	20	34	20	35	20	35
13:30-13:45 pm	18	26	16	25	14	23	16	25	18	26	20	35	16	24	20	35
13:45-14:00 pm	19	27	16	25	14	22	16	26	16	24	18	27	18	26	19	27
14:00-14:15 pm	20	34	18	27	16	24	16	25	20	28	20	35	20	28	20	35
14:15-14:30 pm	18	26	16	25	12	20	16	24	18	26	18	29	20	29	20	29
14:30-14:45 pm	18	27	16	25	14	23	16	25	16	24	18	28	18	26	18	28
14:45-15:00 pm	14	22	12	21	10	18	10	19	14	22	16	25	14	22	16	25
15:00-15:15 pm	12	20	8	17	6	14	8	17	12	20	12	21	12	20	12	21
15:15-15:30 pm	14	24	12	21	10	18	12	21	10	18	14	23	14	22	14	24
15:30-15:45 pm	18	26	16	25	14	22	16	25	14	22	18	27	18	26	18	27
15:45-16:00 pm	12	20	10	19	8	16	10	19	16	24	10	21	14	22	16	24
16:00-16:15 pm	12	20	10	19	8	17	10	20	16	25	10	19	12	20	16	25
16:15-16:30 pm	16	25	14	23	12	20	12	21	16	24	14	23	16	24	16	25
16:30-16:45 pm	12	20	8	17	6	14	8	17	12	20	10	19	10	18	12	21

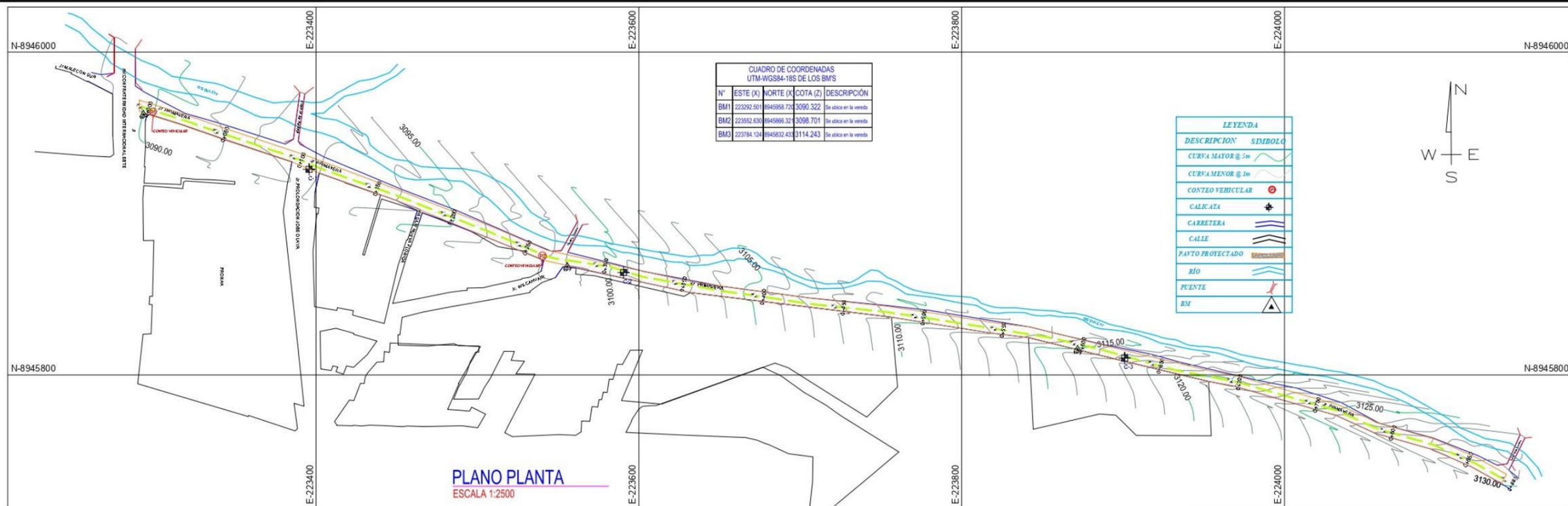


16:45-17:00 pm	12	21	10	19	8	16	12	21	10	18	12	21	10	19	12	21
17:00-17:15 pm	8	14	6	15	6	14	6	15	8	16	8	17	8	16	8	17
17:15-17:30 pm	6	14	4	13	2	10	4	13	10	18	12	21	6	14	12	21
17:30-17:45 pm	6	14	4	13	4	12	4	12	8	16	12	21	6	13	12	21
17:45-18:00 pm	6	14	4	13	2	10	4	13	6	14	10	19	6	14	10	19
18:00-18:15 pm	14	22	12	21	10	18	12	21	14	22	14	23	14	22	14	23
18:15-18:30 pm	18	26	16	25	14	22	14	23	18	26	16	25	18	26	18	26
18:30-18:45 pm	20	34	14	23	12	20	14	22	20	28	20	34	20	35	20	35
18:45-19:00 pm	18	31	16	25	14	21	12	21	16	24	20	35	18	30	20	35
19:00-19:15 pm	16	24	14	23	12	20	14	23	16	26	16	25	16	24	16	26
19:15-19:30 pm	12	20	10	19	8	16	12	21	18	26	14	23	12	20	18	26
19:30-19:45 pm	10	17	8	17	6	14	7	17	14	22	10	19	10	18	14	22
19:45-20:00 pm	16	24	14	23	12	20	14	23	16	24	16	25	16	24	16	25
20:00-20:15 pm	18	26	16	29	14	22	14	23	18	26	16	25	18	26	18	29
20:15-20:30 pm	14	22	10	19	8	16	10	19	16	24	14	23	14	22	16	24
20:30-20:45 pm	12	20	10	19	10	18	10	18	12	20	12	21	14	34	14	34
20:45-21:00 pm	8	16	6	15	4	12	6	15	8	16	10	19	8	16	10	19
21:00-21:15 pm	8	14	6	15	8	16	6	15	8	17	8	17	8	15	8	17
21:15-21:30 pm	8	15	6	15	4	12	6	15	10	18	8	16	8	16	10	18
21:30-21:45 pm	6	14	4	13	2	10	4	13	6	14	12	21	6	14	12	21
21:45-22:00 pm	4	12	2	11	6	14	2	11	4	12	8	17	4	12	8	17
22:00-22:15 pm	4	10	0	0	4	12	0	0	6	14	6	15	4	11	6	15
22:15-22:30 pm	6	14	4	13	2	10	4	13	6	15	6	14	6	14	6	15
22:30-22:45 pm	4	12	2	11	0	0	2	11	8	16	8	17	4	12	8	17
22:45-23:00 pm	4	12	2	11	0	0	2	12	4	12	4	13	4	11	4	13
23:00-23:15 pm	2	10	0	0	0	0	2	11	2	10	6	15	2	10	6	15
23:15-23:30 pm	4	12	2	11	2	10	2	12	4	12	4	13	4	12	4	13
23:30-23:45 pm	2	9	0	0	2	11	0	0	4	13	6	15	2	10	6	15
23:45-00:00 pm	2	10	0	0	2	10	0	0	2	10	2	11	4	12	4	12
00:00-00:15 am	2	11	0	0	0	0	0	0	2	11	4	13	0	0	4	13
00:15-00:30 am	2	10	0	0	2	10	0	0	2	10	6	15	2	10	6	15
00:30-00:45 am	2	10	2	11	0	0	2	11	2	11	8	17	0	0	8	17
00:45-01:00 am	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	2	10	2	11
01:00-01:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	2	10
01:15-01:30 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	0	0	2	11
01:30-01:45 am	2	10	0	0	0	0	0	0	2	10	2	10	2	10	2	10
01:45-02:00 am	2	10	0	0	2	9	2	11	0	0	2	11	2	10	2	11
02:00-02:15 am	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	2	10
02:15-02:30 am	0	0	2	11	0	0	2	11	2	10	0	0	0	0	2	11
02:30-02:45 am	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	2	10	2	10
02:45-03:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	2	11
03:00-03:15 am	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	2	10
03:15-03:30 am	0	0	2	11	0	0	2	11	0	0	0	0	2	10	2	11
03:30-03:45 am	0	0	0	0	2	10	0	11	0	0	2	11	2	11	2	11
03:45-04:00 am	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	2	10	2	10
04:00-04:15 am	0	0	2	11	0	0	2	11	0	0	0	0	0	0	2	11
04:15-04:30 am	2	10	0	0	2	11	0	0	2	10	2	11	4	12	4	12
04:30-04:45 am	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	2	12	0	0	2	12
04:45-05:00 am	2	10	0	0	0	0	0	0	4	12	2	11	2	10	4	12
05:00-05:15 am	4	12	2	11	2	10	2	11	4	13	6	16	6	14	6	16
05:15-05:30 am	2	10	2	11	0	0	2	12	6	14	2	10	4	12	6	14
05:30-05:45 am	4	12	2	11	0	0	2	11	8	16	4	13	6	14	8	16
05:45-06:00 am	8	16	4	13	2	11	4	13	10	18	6	15	10	18	10	18
06:00-06:15 am	10	18	10	19	8	16	10	18	8	16	10	19	14	23	14	23
06:15-06:30 am	10	18	12	21	14	22	8	17	10	18	12	21	12	20	14	22
<b>PROMEDIO</b>	<b>9.80</b>	<b>17.41</b>	<b>8.00</b>	<b>15.26</b>	<b>7.05</b>	<b>13.42</b>	<b>7.71</b>	<b>15.17</b>	<b>10.23</b>	<b>17.66</b>	<b>10.32</b>	<b>19.12</b>	<b>10.13</b>	<b>18.11</b>	<b>10.32</b>	<b>21.66</b>



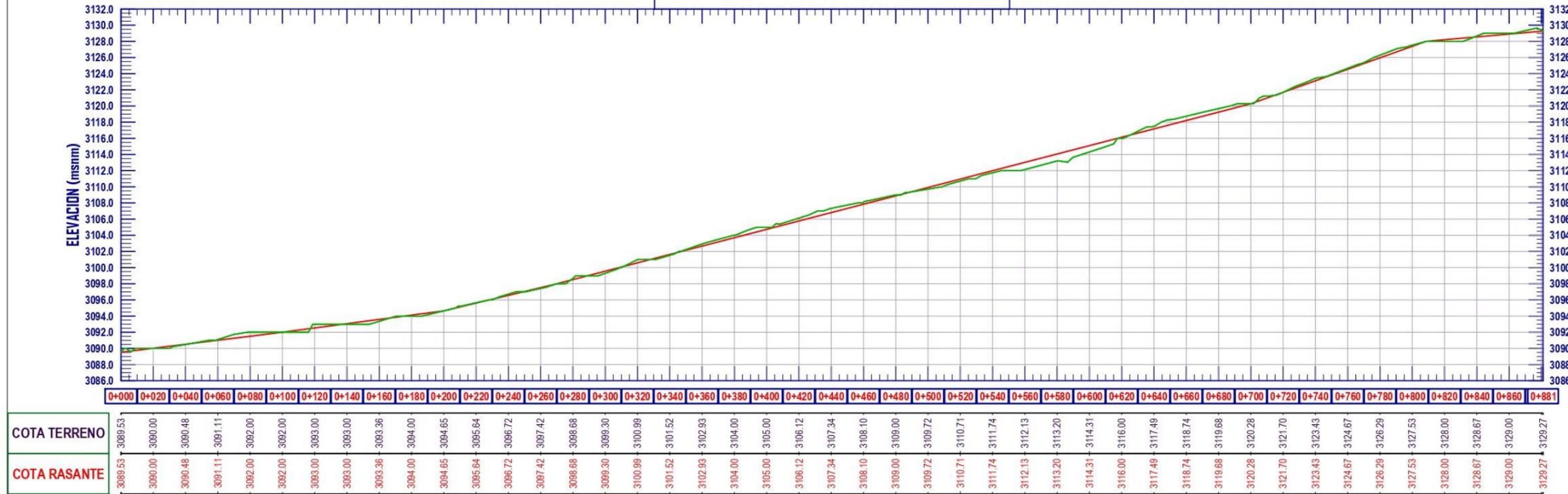
## ANEXO L: PLANOS





**PLANO PLANTA**  
ESCALA 1:2500

**PERFIL LONGITUDINAL - JR. MALECON SUR**  
Esc. H = 1/1000 - Esc. V = 1/200 → Exp. 5m



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO

PROYECTO DE PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO ASENTOS Y SCA PARA MEJORAR LA TRANSMISIBILIDAD DE UNA VÍA VERDE

PLANTA Y PERFIL

PROYECTO: HUACAZ, ANCAHUELA, ANCAHUELA

PROYECTO: SOLLA GABAY JEDYATAINSTEYIN

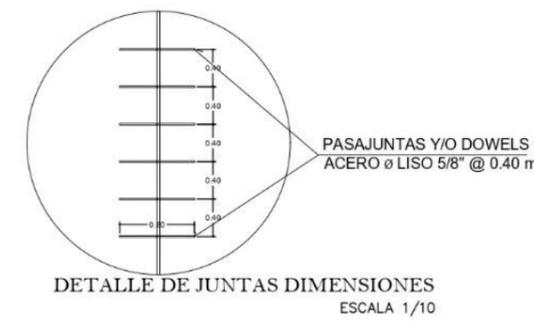
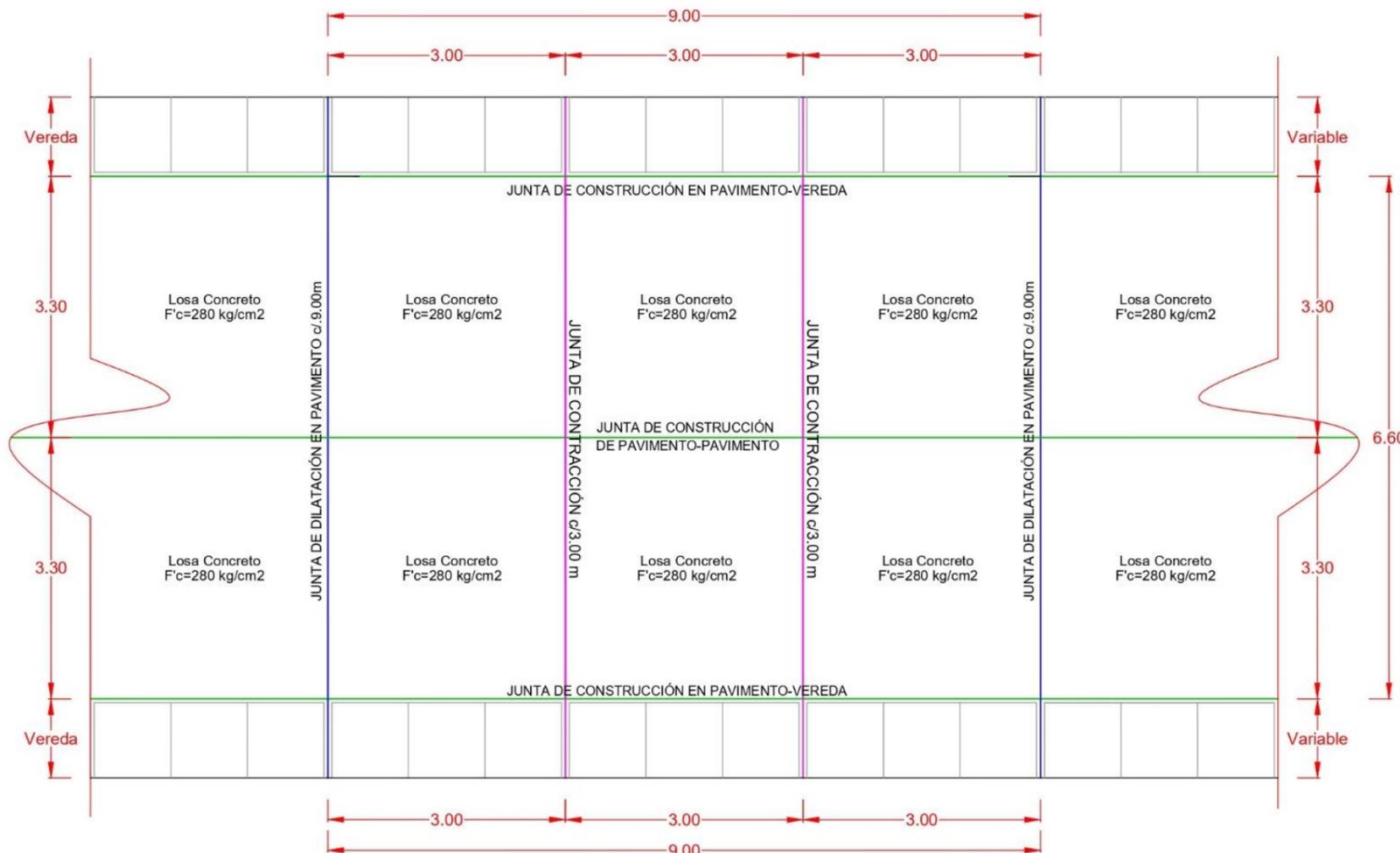
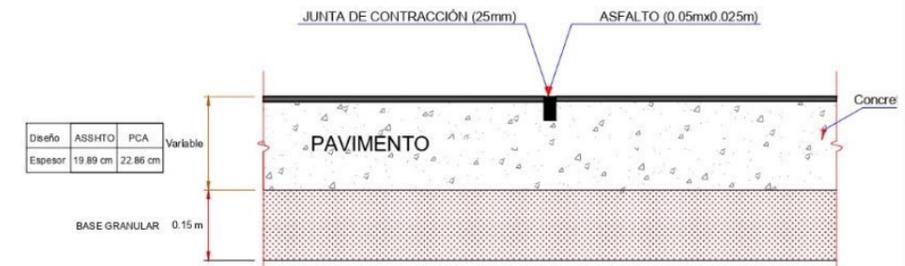
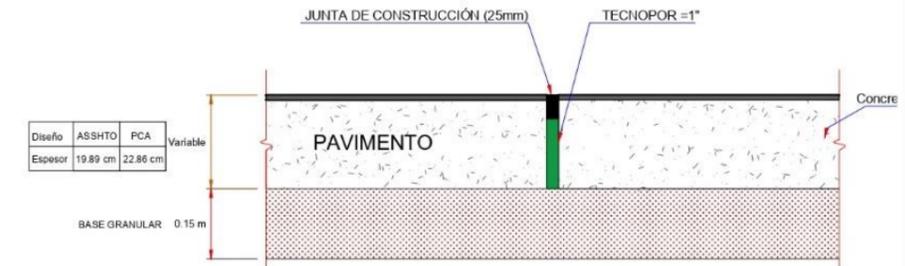
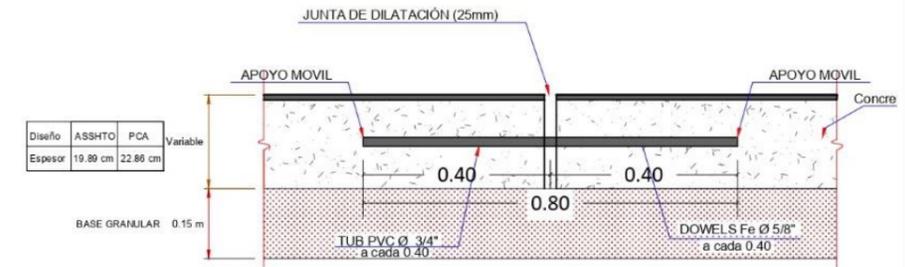
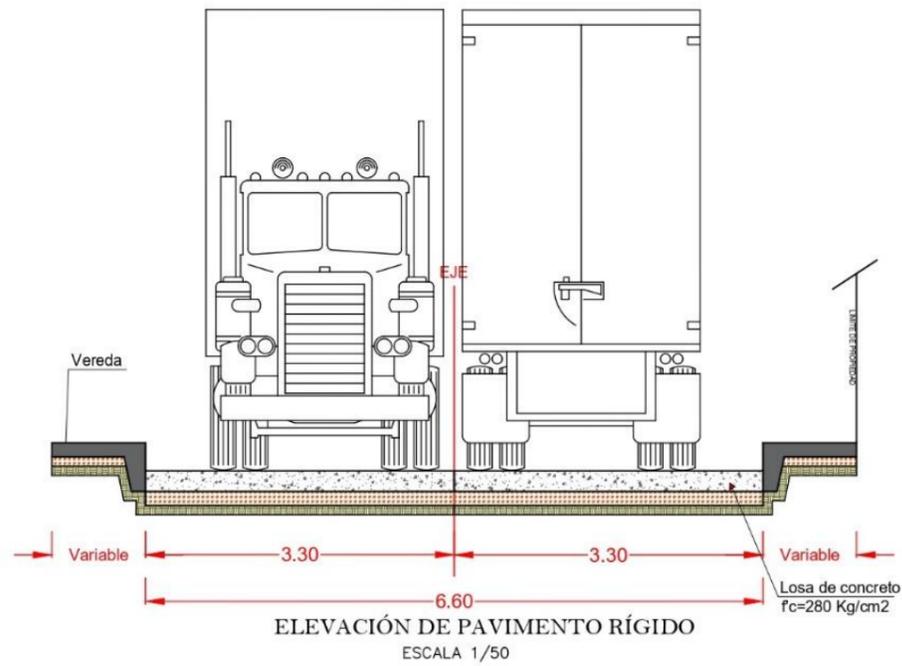
ESCALA: 1/200

FECHA: OCTUBRE 2023

T-01

TOPOGRAFÍA





DETALLE DE JUNTAS EN BLOQUE DE PAVIMENTO RÍGIDO EN PLANTA - ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO			
			
TÍTULO: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO APLICANDO ASSHTO Y PCA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE UNA VÍA URBANA PLANO: ELEVACIÓN Y DETALLES PAVIMENTO RÍGIDO			
UBICACIÓN:	DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:
	HUARAZ	HUARAZ	ANCASH
AUTOR: SOCILA GARAY JHOANNATAN STEVEN			UNIBA: D-01
DIBUJO:	REVISADO:	ESPECIALIDAD:	
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2023	ESTRUCTURAS	

