

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL**

---

**Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector  
Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.**

---

**Línea de investigación:** Ingeniería de Transportes

**Sub línea de investigación:** Transportes

**Autora:**

Montoya Culqui, Daniela Elizabeth

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

**Secretario** : Sánchez Malpica, Carmen Esperanza

**Vocal** : Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro

**Asesor:**

Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>

**TRUJILLO–PERÚ**

**2024**

**Fecha de Sustentación: 2024/11/22**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL**

---

**Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector  
Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.**

---

**Línea de investigación:** Ingeniería de Transportes

**Sub línea de investigación:** Transportes

**Autora:**

Montoya Culqui, Daniela Elizabeth

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

**Secretario** : Sánchez Malpica, Carmen Esperanza

**Vocal** : Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro

**Asesor:**

Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>

**TRUJILLO-PERÚ**

**2024**

**Fecha de Sustentación: 2024/11/22**

# Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín..docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>16%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>1%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>1%</b> PUBLICACIONES	<b>16%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

## FUENTES PRIMARIAS

**1** Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego **14%**  
Trabajo del estudiante

**2** Submitted to upeu **2%**  
Trabajo del estudiante

Excluir citas Activo  
Excluir bibliografía Activo

Exclude assignment template Activo  
Excluir coincidencias < 1%

  
Asesor  
MS. JUAN PAUL E. HENRÍQUEZ ULLOA  
CIP:118101



## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

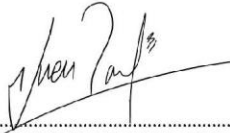
Yo, **Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward**, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada: **“Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín”**, de la autora **Montoya Culqui, Daniela Elizabeth**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 16%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 17 de Noviembre del 2024
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis: **“Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín”**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 18 de Noviembre del 2024



.....  
**Montoya Culqui, Daniela Elizabeth**  
**DNI: 73359096**



.....  
**Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward**  
**DNI: 40284306**  
**Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>**



## **Dedicatoria**

Expreso mi profunda gratitud a Dios por ser mi guía invariable y fuente de fortaleza en tiempos de incertidumbre, proporcionándome la sabiduría y perseverancia requerida para superar cada desafío y lograr mis objetivos.

A mis padres, Elizabeth Culqui Pinedo y Jorge Luis Montoya Fernández, así como a mi hermana, Adriana Margarita Montoya Culqui, quienes, con su amor incondicional, apoyo y sacrificios, me han inspirado a lo largo de este trayecto. Su confianza en mí ha construido la principal motivación para alcanzar mis aspiraciones, y siempre creer en mí. Esta tesis es un reflejo de su fe en mis capacidades.

Maycol Inga Galoc, cuya presencia ha sido un fundamento crucial en mi vida. Tu incesante apoyo, comprensión y aliento me han motivado a seguir adelante en cada paso de este camino. Este logro también te corresponde, dado que has estado involucrado en cada etapa de este proceso.

A mis amigos, agradezco su compañía, su buen humor y por recordarme la importancia de disfrutar cada fase del proceso. Su presencia en momentos de fatiga y la celebración de mis éxitos han sido inestimables.

A mis educadores y mentores, quienes, mediante su erudición, dedicación y confianza, han orientado mi crecimiento académico y personal. Gracias por brindarme acceso al conocimiento y por su apoyo inquebrantable.

Finalmente, dedico este trabajo a mí misma, por no sucumbir ante las adversidades, por las horas de esfuerzo y sacrificio, y por la perseverancia que me ha permitido alcanzar este punto. Este logro es el resultado de mi esfuerzo y dedicación personal.

## **Agradecimiento**

Primero, deseo manifestar mi agradecimiento a Dios, quien me ha otorgado la fortaleza, sabiduría y salud indispensables para afrontar y superar cada desafío en este trayecto. Su presencia continua ha sido una fuente incesante de motivación y esperanza en los momentos más adversos.

A mi madre, Elizabeth Culqui Pinedo; a mi padre, Jorge Luis Montoya Fernández; y a mi hermana, Adriana Margarita Montoya Culqui, quienes son mi impulso y mayor fuente de inspiración. Expreso mi sincero agradecimiento por su amor, cada palabra de aliento y los sacrificios que han realizado en mi favor. Sin su apoyo incondicional y su confianza en mí, este logro no habría sido factible.

Agradezco también a aquellas personas que no depositaron su confianza en mí. Su escepticismo y sus dudas se transformaron en un estímulo para superarme y evidenciar mis capacidades. Cada crítica representó un desafío que me motivó a esforzarme adicionalmente y propició mi crecimiento.

A Maycol Inga Galoc, gracias por siempre confiar en mi y por estar a mi lado en cada paso de este camino. Tu apoyo incondicional y tu constante persistencia me han dado la fuerza y la motivación para seguir adelante. Gracias por nunca dejarme sola y por ser un pilar fundamental en este logro.

A mis amigos, quienes con su comprensión, paciencia y compañía me han proporcionado momentos de alegría que me han asistido en mantener el equilibrio durante este proceso. Su amistad ha sido un alivio durante los días de arduo trabajo y una festividad en los momentos de triunfo.

Mis profesores y asesores, con su orientación, dedicación y amplio conocimiento, han sido pilares esenciales en mi formación. Aprecio su dedicación y el tiempo invaluable que han dedicado a compartir su experiencia y conocimiento conmigo.

Finalmente, expreso mi gratitud a todas las personas que, de alguna forma, han influido en mi desarrollo personal y profesional. Este logro también les pertenece, ya que cada uno tiene dejado una impronta en este trayecto hacia el éxito.

## Resumen

La carretera que conecta el sector Perla de Cascayunga con la ciudad de Rioja, en la región de San Martín, es vital para la movilidad y el desarrollo socioeconómico de la zona. Sin embargo, sufre un deterioro significativo debido a la falta de un diseño estructural adecuado para su pavimentación. Este deterioro, ocasionado por el intenso tráfico y las condiciones climáticas adversas, ha provocado la aparición de baches e inestabilidad en la vía, lo que compromete tanto la seguridad de los usuarios como la eficiencia del transporte. A pesar de las importantes inversiones realizadas a nivel regional, la carencia de estudios especializados ha dificultado la mejora de esta infraestructura.

El objetivo principal de esta investigación es diseñar una estructura de pavimento eficaz para la carretera, teniendo en cuenta el tráfico previsto y las características del suelo. Se proponen soluciones como la implementación de sistemas de drenaje y el desarrollo de una estructura que garantice la durabilidad a largo plazo. Estos estudios son fundamentales desde las perspectivas académica, social y ambiental, ya que buscan mejorar la conectividad, reducir las emisiones contaminantes y promover prácticas sostenibles.

Además, se analiza la conveniencia de utilizar pavimentos flexibles en comparación con los rígidos, llegando a la conclusión de que, aunque el costo inicial del pavimento rígido es más elevado, su mayor durabilidad y menores gastos de mantenimiento a lo largo del tiempo lo convierten en la opción más adecuada para condiciones de tráfico intenso y clima desfavorable.

**Palabras claves:** Carretera, pavimento, hidrológico, drenaje, pavimento rígido.

## **Abstract**

The road that connects the Perla de Cascayunga sector with the city of Rioja, in the San Martín region, is vital for the mobility and socioeconomic development of the area. However, it suffers from significant deterioration due to the lack of an adequate structural design for its paving. This deterioration, caused by heavy traffic and adverse weather conditions, has led to the appearance of potholes and instability on the road, which compromises both the safety of users and the efficiency of transport. Despite the significant investments made at the regional level, the lack of specialized studies has made it difficult to improve this infrastructure.

The main objective of this research is to design an effective pavement structure for the road, taking into account the expected traffic and soil characteristics. Solutions such as the implementation of drainage systems and the development of a structure that guarantees long-term durability are proposed. These studies are fundamental from academic, social and environmental perspectives, as they seek to improve connectivity, reduce polluting emissions and promote sustainable practices.

In addition, the convenience of using flexible pavements compared to rigid ones is analyzed, reaching the conclusion that, although the initial cost of rigid pavements is higher, their greater durability and lower maintenance costs over time make them the most suitable option for conditions of intense traffic and unfavorable climate.

**Keywords:** Road, pavement, hydrological, drainage, rigid pavement.

## Presentación

Estimados miembros del jurado, es un honor para mi informarles que, tras haber cumplido adecuadamente con las regulaciones y estándares establecidos por el Reglamento de Grados y Títulos proporcionado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, estoy en condiciones de presentar mi investigación designada. Este trabajo no solo refleja el arduo esfuerzo y dedicación de mi persona, sino también la profunda intención de contribuir al conocimiento en el campo de la ingeniería. Me eh esforzado por realizar un análisis exhaustivo y riguroso que cumpla con las expectativas académicas de nuestra institución. Aprecio la oportunidad de compartir nuestros hallazgos con ustedes y de recibir sus valiosos comentarios.: “Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin”.

Atentamente



Br. Montoya Culqui, Daniela Elizabeth

### Jurado Evaluador

Presidente:

Ing. Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

CIP N.º 82596

---

Secretario:

Ing. Sánchez Malpica, Carmen Esperanza

CIP N.º 73000

---

Vocal:

Ing. Velásquez Diaz, Gilberto Anaximandro

CIP N.º 140574

---

Asesor:

Ing. Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

CIP N.º 118101

---

## Índice

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
PRESENTACIÓN.....	VIII
ÍNDICE.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.....	XX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO DE REFERENCIA.....	6
TABLA 1.....	21
FACTOR DE ORIENTACIÓN Y FACTOR DE CARRIL.....	21
TABLA 2.....	23
FRECUENCIA DE OCURRENCIA EN EJES SEMEJANTES.....	23
TABLA 3.....	24
CARGA POR EJE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE Y SEMI-RÍGIDOS.....	24
TABLA 4.....	24
CARGAS POR EJE PARA PAVIMENTO RÍGIDOS.....	24
TABLA 5.....	26
ESPEORES SUGERIDOS PARA LA MEJORA DE SUELOS MEDIANTE SUSTITUCIÓN.....	26
TABLA 6 INTERVALO DE CANTIDAD DE CEMENTO NECESARIA EN EL PROCESO DEESTABILIZACIÓN DE SUELO Y CEMENTO.....	29
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	32
IV. PRESENTACIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS DESPUÉS DE UN ANÁLISIS.....	36
TABLA 7.....	36
UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE VOLUMEN VEHICULAR DETERMINADO A TRAVÉS DEL CONTEO IN-SITU.....	36
FIGURA 1.....	37
TABLA 8 RESUMEN DE VOLUMEN VEHICULAR DETERMINADO A TRAVÉS DEL CONTEO IN-SITU.....	38
TABLA 9 RESUMEN DE VOLUMEN VEHICULAR DETERMINADO A TRAVÉS DEL CONTEO IN-SITU.....	38

<b>FIGURA 2</b> .....	<b>39</b>
<b>INCIDENCIA POR TIPO DE VEHÍCULO</b> .....	<b>39</b>
<b>TABLA 10</b> .....	<b>40</b>
<b>RESUMEN DE CÁLCULOS DE IMDA</b> .....	<b>40</b>
<b>TABLA 11</b> .....	<b>41</b>
<b>ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO VEHICULAR</b> .....	<b>41</b>
<b>TABLA 12</b> .....	<b>43</b>
<b>FACTOR CARRIL Y FACTOR DIRECCIONAL</b> .....	<b>43</b>
<b>TABLA 13</b> .....	<b>44</b>
<b>FACTOR VEHÍCULO PESADO (FVP) PARA PAVIMENTO FLEXIBLES Y ARTICULADOS</b> .....	<b>44</b>
<b>TABLA 14</b> .....	<b>45</b>
<b>CÁLCULO DE FACTORES DE VEHÍCULOS PESADOS PARA PAVIMENTO FLEXIBLE Y ARTICULADO.</b> .....	<b>45</b>
<b>TABLA 15</b> .....	<b>45</b>
<b>FACTOR VEHÍCULO PESADO (FVP) PARA PAVIMENTO RÍGIDO</b> .....	<b>45</b>
<b>TABLA 16</b> .....	<b>46</b>
<b>CÁLCULO DE FACTORES DE VEHÍCULOS PESADOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO.</b> .....	<b>46</b>
<b>TABLA 17</b> .....	<b>47</b>
<b>CARGAS VEHICULARES PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE</b> .....	<b>47</b>
<b>TABLA 18</b> .....	<b>47</b>
<b>CARGAS VEHICULARES PARA EL PAVIMENTO RÍGIDO</b> .....	<b>47</b>
<b>FIGURA 3</b> .....	<b>49</b>
<b>NÚMERO MÍNIMO DE CALICATAS</b> .....	<b>49</b>
<b>TABLA 19</b> .....	<b>51</b>
<b>GRANULOMETRÍA POR SUCS Y AASHTO.</b> .....	<b>51</b>
<b>TABLA 20</b> .....	<b>52</b>
<b>RESULTADO DE CONTENIDO HUMEDAD</b> .....	<b>52</b>
<b>FIGURA 4</b> .....	<b>54</b>
<b>NÚMEROS DE PROCTOR Y CBR</b> .....	<b>54</b>
<b>TABLA 21</b> .....	<b>54</b>
<b>RESUMEN DE CBR</b> .....	<b>54</b>
<b>TABLA 22</b> .....	<b>56</b>



<b>CATEGORÍAS DE SUBRASANTE .....</b>	<b>56</b>
<b>TABLA 23 .....</b>	<b>59</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR NORMAL .....</b>	<b>59</b>
<b>TABLA 24 .....</b>	<b>60</b>
<b>ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL.....</b>	<b>60</b>
<b>TABLA 25 .....</b>	<b>61</b>
<b>ÍNDICE EN SERVICIABILIDAD FINAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE .....</b>	<b>61</b>
<b>TABLA 26 .....</b>	<b>62</b>
<b>NIVEL DE CONFIABILIDAD .....</b>	<b>62</b>
<b>TABLA 27 .....</b>	<b>63</b>
<b>RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO .....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 5.....</b>	<b>64</b>
<b>ABACO DE DISEÑO .....</b>	<b>64</b>
<b>TABLA 28 .....</b>	<b>67</b>
<b>COMPONENTES ESTRUCTURALES.....</b>	<b>67</b>
<b>TABLA 29 .....</b>	<b>68</b>
<b>COEFICIENTES DE DRENAJE .....</b>	<b>68</b>
<b>FIGURA 6.....</b>	<b>69</b>
<b>DETALLE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE .....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 7.....</b>	<b>70</b>
<b>MEDICIÓN PARA ROTURA DE CONCRETO.....</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA 8.....</b>	<b>73</b>
<b>VALOR DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL Y CONFIABILIDAD .....</b>	<b>73</b>
<b>TABLA 30 .....</b>	<b>74</b>
<b>VARIABLE DE TRASLADO DE CARGA.....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 31 .....</b>	<b>74</b>
<b>COEFICIENTE DE DRENAJE.....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA 9.....</b>	<b>76</b>
<b>VALOR DE REACCIÓN DE SUBRASANTE.....</b>	<b>76</b>
<b>TABLA 32 .....</b>	<b>77</b>
<b>ÍNDICE EN SERVICIABILIDAD .....</b>	<b>77</b>
<b>TABLA 33 .....</b>	<b>78</b>
<b>RESUMEN DE DATOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO.....</b>	<b>78</b>

<b>FIGURA 10.....</b>	<b>79</b>
<b>ABACO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO .....</b>	<b>79</b>
<b>TABLA 34 .....</b>	<b>80</b>
<b>ANCHO DE CARRIL .....</b>	<b>80</b>
<b>TABLA 35 .....</b>	<b>80</b>
<b>DIMENSIONES DE DOWELS .....</b>	<b>80</b>
<b>TABLA 36 .....</b>	<b>86</b>
<b>UBICACIÓN DE ESTACION .....</b>	<b>86</b>
<b>TABLA 37 .....</b>	<b>87</b>
<b>PRECIPITACIONES AL AÑO .....</b>	<b>87</b>
<b>TABLA 38 .....</b>	<b>90</b>
<b>TABLA DE PERIODO DE RETORNO.....</b>	<b>90</b>
<b>TABLA 39 .....</b>	<b>92</b>
<b>CAUDALES DE CUNETAS.....</b>	<b>92</b>
<b>FIGURA 11.....</b>	<b>92</b>
<b>DETERMIACION DEL AREA TRIBUTARIA.....</b>	<b>92</b>
<b>TABLA 40 .....</b>	<b>95</b>
<b>VALORES DE BOMBEO DE LA CALZADA.....</b>	<b>95</b>
<b>FIGURA 12.....</b>	<b>96</b>
<b>CASOS DE BOMBEO .....</b>	<b>96</b>
<b>FIGURA 13.....</b>	<b>98</b>
<b>SECCION TIPICA DE CUNETA .....</b>	<b>98</b>
<b>FIGURA 14.....</b>	<b>99</b>
<b>VELOCIDADES LIMITES ADMISIBLES .....</b>	<b>99</b>
<b>TABLA 41 .....</b>	<b>100</b>
<b>DIMENSIONES MÍNIMAS .....</b>	<b>100</b>
<b>FIGURA 15.....</b>	<b>101</b>
<b>DATOS DE INGRESO – CUNETAS REVESTIDAS .....</b>	<b>101</b>
<b>FIGURA 16.....</b>	<b>101</b>
<b>SECCIÓN TÍPICA.....</b>	<b>101</b>
<b>FIGURA 17.....</b>	<b>102</b>
<b>DISEÑO DE LA CUNETA DE LADO IZQUIERDO .....</b>	<b>102</b>
<b>FIGURA 18.....</b>	<b>103</b>

DISEÑO DE LA CUNETETA DE LADO DERECHO .....	103
FIGURA 19.....	104
SECCION DE CUNETETA.....	104
TABLA 42 .....	104
CARACTERISTICAS DE LA CUNETETA .....	104
TABLA 43 .....	105
LISTADO DE CUNETAS.....	105
FIGURA 20.....	110
SALIDA SUMERGIDA.....	110
FIGURA 21.....	112
SALIDA NO SUMERGIDA .....	112
FIGURA 22.....	113
DATOS A INGRESAR:.....	113
FIGURA 23.....	114
CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA:.....	114
TABLA 44 .....	115
VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING (N) .....	115
FIGURA 24.....	115
ÁREA, VELOCIDAD Y CARGA DE VELOCIDAD.....	115
FIGURA 25.....	116
LONGITUD DE ALCANTARILLA.....	116
FIGURA 26.....	117
LONGITUD DE DIFUSOR EN ENTRADA Y SALIDA.....	117
FIGURA 27.....	118
CAUCE NATURAL DE LA QUEBRADA.....	118
FIGURA 28.....	118
ENTRADA BAJO LA PENDIENTE .....	118
TABLA 45 .....	119
UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS.....	119
TABLA 46 DATOS DE INGRESO .....	124
FIGURA 29.....	124
SECCIÓN TÍPICA.....	124
FIGURA 30.....	124

<b>CÁLCULOS HIDRÁULICOS .....</b>	<b>124</b>
<b>FIGURA 31 CÁLCULOS HIDRÁULICOS .....</b>	<b>125</b>
<b>TABLA 47 .....</b>	<b>126</b>
<b>LISTADO DE BADENES.....</b>	<b>126</b>
<b>V. DISCUSIÓN DE VALORES OBTENIDOS DESPUÉS DE UN ANÁLISIS .</b>	<b>132</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>134</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>137</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>139</b>
<b>1. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b>	<b>142</b>
<b>FIGURA 32.....</b>	<b>142</b>
<b>DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO</b> <b>.....</b>	<b>142</b>
<b>FIGURA 33.....</b>	<b>142</b>
<b>DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO</b> <b>.....</b>	<b>142</b>
<b>FIGURA 34.....</b>	<b>143</b>
<b>DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO</b> <b>.....</b>	<b>143</b>
<b>FIGURA 35.....</b>	<b>143</b>
<b>DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO</b> <b>.....</b>	<b>143</b>
<b>FIGURA 36.....</b>	<b>144</b>
<b>DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO</b> <b>.....</b>	<b>144</b>
<b>FIGURA 37.....</b>	<b>144</b>
<b>DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO</b> <b>.....</b>	<b>144</b>
<b>FIGURA 38.....</b>	<b>145</b>
<b>DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO</b> <b>.....</b>	<b>145</b>
<b>FIGURA 39.....</b>	<b>146</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>146</b>
<b>FIGURA 40.....</b>	<b>147</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>147</b>
<b>FIGURA 41.....</b>	<b>148</b>

<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>148</b>
<b>FIGURA 42.....</b>	<b>149</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>149</b>
<b>FIGURA 43.....</b>	<b>150</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>150</b>
<b>FIGURA 44.....</b>	<b>151</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>151</b>
<b>FIGURA 45.....</b>	<b>152</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>152</b>
<b>FIGURA 46.....</b>	<b>153</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>153</b>
<b>FIGURA 47.....</b>	<b>154</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>154</b>
<b>FIGURA 48.....</b>	<b>155</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>155</b>
<b>FIGURA 49.....</b>	<b>156</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>156</b>
<b>FIGURA 50.....</b>	<b>157</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>157</b>
<b>FIGURA 51.....</b>	<b>158</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>158</b>
<b>FIGURA 52.....</b>	<b>159</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>159</b>
<b>FIGURA 53.....</b>	<b>160</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>160</b>
<b>FIGURA 54.....</b>	<b>161</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>161</b>
<b>FIGURA 55.....</b>	<b>162</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>162</b>
<b>FIGURA 56.....</b>	<b>163</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>163</b>
<b>FIGURA 57.....</b>	<b>164</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>164</b>

FIGURA 58.....	165
ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....	165
FIGURA 59.....	166
ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....	166
FIGURA 60.....	167
ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....	167
2. EVIDENCIAS DE LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA .....	168
FIGURA 61.....	168
ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE CBR .....	168
FIGURA 62.....	168
LAVADO POR MALLA #200.....	168
FIGURA 63.....	169
ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE LÍMITES DE CONSISTENCIA.....	169
FIGURA 64.....	169
ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE PROCTOR MODIFICADO.....	169
FIGURA 65.....	170
ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE PROCTOR MODIFICADO.....	170
FIGURA 66.....	170
ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE CONTENIDO DE HUMEDAD .....	170
FIGURA 67.....	171
ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE CONTENIDO DE HUMEDAD .....	171
FIGURA 68.....	171
CONTEO VEHICULAR.....	171
FIGURA 69.....	172
CONTEO VEHICULAR.....	172
FIGURA 70.....	172
CONTEO VEHICULAR.....	172
FIGURA 71.....	173
EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....	173
FIGURA 72.....	173
EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....	173
FIGURA 73.....	174
EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....	174

<b>FIGURA 74.....</b>	<b>174</b>
<b>EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....</b>	<b>174</b>
<b>FIGURA 75.....</b>	<b>175</b>
<b>EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....</b>	<b>175</b>
<b>TABLA 48 .....</b>	<b>176</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>176</b>
<b>TABLA 49 .....</b>	<b>177</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>177</b>
<b>TABLA 50 .....</b>	<b>178</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>178</b>
<b>TABLA 51 .....</b>	<b>179</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>179</b>
<b>TABLA 52 .....</b>	<b>180</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>180</b>
<b>TABLA 53 .....</b>	<b>181</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>181</b>
<b>TABLA 54 .....</b>	<b>182</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>182</b>
<b>TABLA 55 .....</b>	<b>183</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>183</b>
<b>TABLA 56 .....</b>	<b>184</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>184</b>
<b>TABLA 57 .....</b>	<b>185</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>185</b>
<b>TABLA 58 .....</b>	<b>186</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>186</b>
<b>TABLA 59 .....</b>	<b>187</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>187</b>
<b>TABLA 60 .....</b>	<b>188</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>188</b>
<b>TABLA 61 .....</b>	<b>189</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>189</b>
<b>TABLA 62 .....</b>	<b>190</b>

<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>190</b>
<b>FIGURA 76.....</b>	<b>191</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>191</b>
<b>FIGURA 77.....</b>	<b>192</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>192</b>
<b>FIGURA 78.....</b>	<b>193</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>193</b>
<b>FIGURA 79.....</b>	<b>194</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>194</b>
<b>FIGURA 80.....</b>	<b>195</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>195</b>
<b>FIGURA 81.....</b>	<b>196</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>196</b>
<b>FIGURA 82.....</b>	<b>197</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>197</b>
<b>FIGURA 83.....</b>	<b>198</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>198</b>
<b>FIGURA 84.....</b>	<b>199</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>199</b>
<b>FIGURA 85.....</b>	<b>200</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>200</b>
<b>FIGURA 86.....</b>	<b>201</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>201</b>
<b>FIGURA 87.....</b>	<b>202</b>



MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	202
FIGURA 88.....	203
MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	203
FIGURA 89.....	203
MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	203
3. R.D. QUE APRUEBA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	204
4. CONSTANCIA DE LA INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN DONDE SE HA DESARROLLADO LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....	205
5. CONSTANCIA DEL ASESOR(A).....	228

## Índice de tablas y gráficos

TABLA 1 .....	21
FACTOR DE ORIENTACIÓN Y FACTOR DE CARRIL.....	21
TABLA 2 .....	23
FRECUENCIA DE OCURRENCIA EN EJES SEMEJANTES. ....	23
TABLA 3 .....	24
CARGA POR EJE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE Y SEMI-RÍGIDOS. ....	24
TABLA 4 .....	24
CARGAS POR EJE PARA PAVIMENTO RÍGIDOS. ....	24
TABLA 5 .....	26
ESPEORES SUGERIDOS PARA LA MEJORA DE SUELOS MEDIANTE SUSTITUCIÓN.....	26
TABLA 6 INTERVALO DE CANTIDAD DE CEMENTO NECESARIA EN EL PROCESO DEESTABILIZACIÓN DE SUELO Y CEMENTO. ....	29
TABLA 7 .....	36
UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE VOLUMEN VEHICULAR DETERMINADO A TRAVÉS DEL CONTEO IN-SITU.....	36
FIGURA 1.....	37
TABLA 8 RESUMEN DE VOLUMEN VEHICULAR DETERMINADO A TRAVÉS DEL CONTEO IN-SITU .....	38
TABLA 9 RESUMEN DE VOLUMEN VEHICULAR DETERMINADO A TRAVÉS DEL CONTEO IN-SITU .....	38
FIGURA 2 .....	39
INCIDENCIA POR TIPO DE VEHÍCULO.....	39
TABLA 10 .....	40
RESUMEN DE CÁLCULOS DE IMDA .....	40
TABLA 11 .....	41
ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO VEHICULAR.....	41
TABLA 12 .....	43
FACTOR CARRIL Y FACTOR DIRECCIONAL.....	43
TABLA 13 .....	44
FACTOR VEHÍCULO PESADO (FVP) PARA PAVIMENTO FLEXIBLES Y ARTICULADOS.....	44
TABLA 14 .....	45

<b>CÁLCULO DE FACTORES DE VEHÍCULOS PESADOS PARA PAVIMENTO FLEXIBLE Y ARTICULADO.</b> .....	<b>45</b>
<b>TABLA 15</b> .....	<b>45</b>
<b>FACTOR VEHÍCULO PESADO (FVP) PARA PAVIMENTO RÍGIDO</b> .....	<b>45</b>
<b>TABLA 16</b> .....	<b>46</b>
<b>CÁLCULO DE FACTORES DE VEHÍCULOS PESADOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO.</b> .....	<b>46</b>
<b>TABLA 17</b> .....	<b>47</b>
<b>CARGAS VEHICULARES PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE</b> .....	<b>47</b>
<b>TABLA 18</b> .....	<b>47</b>
<b>CARGAS VEHICULARES PARA EL PAVIMENTO RÍGIDO</b> .....	<b>47</b>
<b>FIGURA 3</b> .....	<b>49</b>
<b>NÚMERO MÍNIMO DE CALICATAS</b> .....	<b>49</b>
<b>TABLA 19</b> .....	<b>51</b>
<b>GRANULOMETRÍA POR SUCS Y AASHTO.</b> .....	<b>51</b>
<b>TABLA 20</b> .....	<b>52</b>
<b>RESULTADO DE CONTENIDO HUMEDAD</b> .....	<b>52</b>
<b>FIGURA 4</b> .....	<b>54</b>
<b>NÚMEROS DE PROCTOR Y CBR</b> .....	<b>54</b>
<b>TABLA 21</b> .....	<b>54</b>
<b>RESUMEN DE CBR</b> .....	<b>54</b>
<b>TABLA 22</b> .....	<b>56</b>
<b>CATEGORÍAS DE SUBRASANTE</b> .....	<b>56</b>
<b>TABLA 23</b> .....	<b>59</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR NORMAL</b> .....	<b>59</b>
<b>TABLA 24</b> .....	<b>60</b>
<b>ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL</b> .....	<b>60</b>
<b>TABLA 25</b> .....	<b>61</b>
<b>ÍNDICE EN SERVICIABILIDAD FINAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b> .....	<b>61</b>
<b>TABLA 26</b> .....	<b>62</b>
<b>NIVEL DE CONFIABILIDAD</b> .....	<b>62</b>
<b>TABLA 27</b> .....	<b>63</b>
<b>RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO</b> .....	<b>63</b>
<b>FIGURA 5</b> .....	<b>64</b>

<b>ABACO DE DISEÑO .....</b>	<b>64</b>
<b>TABLA 28 .....</b>	<b>67</b>
<b>COMPONENTES ESTRUCTURALES.....</b>	<b>67</b>
<b>TABLA 29 .....</b>	<b>68</b>
<b>COEFICIENTES DE DRENAJE .....</b>	<b>68</b>
<b>FIGURA 6.....</b>	<b>69</b>
<b>DETALLE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE .....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 7.....</b>	<b>70</b>
<b>MEDICIÓN PARA ROTURA DE CONCRETO.....</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA 8.....</b>	<b>73</b>
<b>VALOR DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL Y CONFIABILIDAD .....</b>	<b>73</b>
<b>TABLA 30 .....</b>	<b>74</b>
<b>VARIABLE DE TRASLADO DE CARGA.....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 31 .....</b>	<b>74</b>
<b>COEFICIENTE DE DRENAJE.....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA 9.....</b>	<b>76</b>
<b>VALOR DE REACCIÓN DE SUBRASANTE.....</b>	<b>76</b>
<b>TABLA 32 .....</b>	<b>77</b>
<b>ÍNDICE EN SERVICIABILIDAD .....</b>	<b>77</b>
<b>TABLA 33 .....</b>	<b>78</b>
<b>RESUMEN DE DATOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO.....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 10.....</b>	<b>79</b>
<b>ABACO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO .....</b>	<b>79</b>
<b>TABLA 34 .....</b>	<b>80</b>
<b>ANCHO DE CARRIL .....</b>	<b>80</b>
<b>TABLA 35 .....</b>	<b>80</b>
<b>DIMENSIONES DE DOWELS .....</b>	<b>80</b>
<b>TABLA 36 .....</b>	<b>86</b>
<b>UBICACIÓN DE ESTACION .....</b>	<b>86</b>
<b>TABLA 37 .....</b>	<b>87</b>
<b>PRECIPITACIONES AL AÑO .....</b>	<b>87</b>
<b>TABLA 38 .....</b>	<b>90</b>
<b>TABLA DE PERIODO DE RETORNO.....</b>	<b>90</b>

TABLA 39 .....	92
CAUDALES DE CUNETAS.....	92
FIGURA 11.....	92
DETERMIACION DEL AREA TRIBUTARIA.....	92
TABLA 40 .....	95
VALORES DE BOMBEO DE LA CALZADA.....	95
FIGURA 12.....	96
CASOS DE BOMBEO .....	96
FIGURA 13.....	98
SECCION TIPICA DE CUNETA .....	98
FIGURA 14.....	99
VELOCIDADES LIMITES ADMISIBLES .....	99
TABLA 41 .....	100
DIMENSIONES MÍNIMAS .....	100
FIGURA 15.....	101
DATOS DE INGRESO – CUNETAS REVESTIDAS .....	101
FIGURA 16.....	101
SECCIÓN TÍPICA.....	101
FIGURA 17.....	102
DISEÑO DE LA CUNETA DE LADO IZQUIERDO .....	102
FIGURA 18.....	103
DISEÑO DE LA CUNETA DE LADO DERECHO .....	103
FIGURA 19.....	104
SECCION DE CUNETA.....	104
TABLA 42 .....	104
CARACTERISTICAS DE LA CUNETA .....	104
TABLA 43 .....	105
LISTADO DE CUNETAS.....	105
FIGURA 20.....	110
SALIDA SUMERGIDA.....	110
FIGURA 21.....	112
SALIDA NO SUMERGIDA .....	112
FIGURA 22.....	113

DATOS A INGRESAR:.....	113
FIGURA 23.....	114
CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA:.....	114
TABLA 44 .....	115
VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING (N) .....	115
FIGURA 24.....	115
ÁREA, VELOCIDAD Y CARGA DE VELOCIDAD.....	115
FIGURA 25.....	116
LONGITUD DE ALCANTARILLA.....	116
FIGURA 26.....	117
LONGITUD DE DIFUSOR EN ENTRADA Y SALIDA.....	117
FIGURA 27.....	118
CAUCE NATURAL DE LA QUEBRADA.....	118
FIGURA 28.....	118
ENTRADA BAJO LA PENDIENTE .....	118
TABLA 45 .....	119
UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS.....	119
TABLA 46 DATOS DE INGRESO .....	124
FIGURA 29.....	124
SECCIÓN TÍPICA.....	124
FIGURA 30.....	124
CÁLCULOS HIDRÁULICOS .....	124
FIGURA 31 CÁLCULOS HIDRÁULICOS .....	125
TABLA 47 .....	126
LISTADO DE BADENES.....	126
FIGURA 32.....	142
DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	142
FIGURA 33.....	142
DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	142
FIGURA 34.....	143
DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	143

<b>FIGURA 35.....</b>	<b>143</b>
<b>DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO</b> <b>.....</b>	<b>143</b>
<b>FIGURA 36.....</b>	<b>144</b>
<b>DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO</b> <b>.....</b>	<b>144</b>
<b>FIGURA 37.....</b>	<b>144</b>
<b>DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO</b> <b>.....</b>	<b>144</b>
<b>FIGURA 38.....</b>	<b>145</b>
<b>DATOS DEL VOLUMEN VEHICULAR VISUALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO</b> <b>.....</b>	<b>145</b>
<b>FIGURA 39.....</b>	<b>146</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>146</b>
<b>FIGURA 40.....</b>	<b>147</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>147</b>
<b>FIGURA 41.....</b>	<b>148</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>148</b>
<b>FIGURA 42.....</b>	<b>149</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>149</b>
<b>FIGURA 43.....</b>	<b>150</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>150</b>
<b>FIGURA 44.....</b>	<b>151</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>151</b>
<b>FIGURA 45.....</b>	<b>152</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>152</b>
<b>FIGURA 46.....</b>	<b>153</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>153</b>
<b>FIGURA 47.....</b>	<b>154</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>154</b>
<b>FIGURA 48.....</b>	<b>155</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>155</b>
<b>FIGURA 49.....</b>	<b>156</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>156</b>

<b>FIGURA 50.....</b>	<b>157</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>157</b>
<b>FIGURA 51.....</b>	<b>158</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>158</b>
<b>FIGURA 52.....</b>	<b>159</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>159</b>
<b>FIGURA 53.....</b>	<b>160</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>160</b>
<b>FIGURA 54.....</b>	<b>161</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>161</b>
<b>FIGURA 55.....</b>	<b>162</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>162</b>
<b>FIGURA 56.....</b>	<b>163</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>163</b>
<b>FIGURA 57.....</b>	<b>164</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>164</b>
<b>FIGURA 58.....</b>	<b>165</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>165</b>
<b>FIGURA 59.....</b>	<b>166</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>166</b>
<b>FIGURA 60.....</b>	<b>167</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS MEDIANTE LA NTP DE SUELOS .....</b>	<b>167</b>
<b>FIGURA 61.....</b>	<b>168</b>
<b>ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE CBR .....</b>	<b>168</b>
<b>FIGURA 62.....</b>	<b>168</b>
<b>LAVADO POR MALLA #200.....</b>	<b>168</b>
<b>FIGURA 63.....</b>	<b>169</b>
<b>ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE LÍMITES DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>169</b>
<b>FIGURA 64.....</b>	<b>169</b>
<b>ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE PROCTOR MODIFICADO .....</b>	<b>169</b>
<b>FIGURA 65.....</b>	<b>170</b>
<b>ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE PROCTOR MODIFICADO .....</b>	<b>170</b>
<b>FIGURA 66.....</b>	<b>170</b>



<b>ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE CONTENIDO DE HUMEDAD .....</b>	<b>170</b>
<b>FIGURA 67.....</b>	<b>171</b>
<b>ANÁLISIS SIGUIENDO LAS NTP DE CONTENIDO DE HUMEDAD .....</b>	<b>171</b>
<b>FIGURA 68.....</b>	<b>171</b>
<b>CONTEO VEHICULAR.....</b>	<b>171</b>
<b>FIGURA 69.....</b>	<b>172</b>
<b>CONTEO VEHICULAR.....</b>	<b>172</b>
<b>FIGURA 70.....</b>	<b>172</b>
<b>CONTEO VEHICULAR.....</b>	<b>172</b>
<b>FIGURA 71.....</b>	<b>173</b>
<b>EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....</b>	<b>173</b>
<b>FIGURA 72.....</b>	<b>173</b>
<b>EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....</b>	<b>173</b>
<b>FIGURA 73.....</b>	<b>174</b>
<b>EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....</b>	<b>174</b>
<b>FIGURA 74.....</b>	<b>174</b>
<b>EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....</b>	<b>174</b>
<b>FIGURA 75.....</b>	<b>175</b>
<b>EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....</b>	<b>175</b>
<b>TABLA 48 .....</b>	<b>176</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>176</b>
<b>TABLA 49 .....</b>	<b>177</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>177</b>
<b>TABLA 50 .....</b>	<b>178</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>178</b>
<b>TABLA 51 .....</b>	<b>179</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>179</b>
<b>TABLA 52 .....</b>	<b>180</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>180</b>
<b>TABLA 53 .....</b>	<b>181</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>181</b>
<b>TABLA 54 .....</b>	<b>182</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>182</b>

<b>TABLA 55 .....</b>	<b>183</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>183</b>
<b>TABLA 56 .....</b>	<b>184</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>184</b>
<b>TABLA 57 .....</b>	<b>185</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>185</b>
<b>TABLA 58 .....</b>	<b>186</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>186</b>
<b>TABLA 59 .....</b>	<b>187</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>187</b>
<b>TABLA 60 .....</b>	<b>188</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>188</b>
<b>TABLA 61 .....</b>	<b>189</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>189</b>
<b>TABLA 62 .....</b>	<b>190</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>190</b>
<b>FIGURA 76.....</b>	<b>191</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>191</b>
<b>FIGURA 77.....</b>	<b>192</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>192</b>
<b>FIGURA 78.....</b>	<b>193</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>193</b>
<b>FIGURA 79.....</b>	<b>194</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>194</b>
<b>FIGURA 80.....</b>	<b>195</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>195</b>
<b>FIGURA 81.....</b>	<b>196</b>
<b>MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>196</b>
<b>FIGURA 82.....</b>	<b>197</b>

MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	197
FIGURA 83.....	198
MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	198
FIGURA 84.....	199
MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	199
FIGURA 85.....	200
MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	200
FIGURA 86.....	201
MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	201
FIGURA 87.....	202
MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	202
FIGURA 88.....	203
MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	203
FIGURA 89.....	203
MEDICIÓN DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	203

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Problema de investigación**

#### **1.1.1. Realidad problemática:**

La carretera que une la ciudad de Rioja con el sector de Cascayunga, en la región de San Martín, indica el resultado obtenido un eje fundamental para el desarrollo y la movilidad de la región. Su importancia radica en que facilita el transporte de personas y mercancías, conectando áreas rurales con centros urbanos, lo cual es vital para el progreso socioeconómico local. Sin embargo, diversos factores han afectado su estado a lo largo del tiempo. Entre ellos se encuentran el desgaste natural debido al paso del tiempo, la depreciación de la moneda que ha encarecido los costos de mantenimiento y las fluctuaciones climáticas propias de la región, que han causado daños adicionales a la infraestructura. A esto se suma un mantenimiento deficiente que ha dejado a la carretera en condiciones precarias, con tramos intransitables y frecuentes interrupciones que dificultan el tránsito normal, afectando gravemente a las comunidades dependientes de esta vía.

En respuesta a esta problemática, el Gobierno Regional de San Martín ha desplegado una estrategia de inversión sin precedentes para mejorar las infraestructuras clave de la región, incluida la carretera Rioja-Perla de Cascayunga. En los últimos años, se han destinado más de 2.021 millones de soles a diversos proyectos, lo que ha posicionado a San Martín como líder nacional en términos de ejecución presupuestaria. Esta inversión ha sido esencial no solo para promover el desarrollo regional, sino también para mejorar las condiciones de vida de los residentes. Los proyectos han buscado mejorar la infraestructura vial, aunque los problemas relacionados con la carretera mencionada persisten debido a la falta de enfoques técnicos más especializados en su mantenimiento y reconstrucción, subrayando la necesidad de una intervención más efectiva y sostenible.

A pesar de estas inversiones y los avances alcanzados, uno de los aspectos críticos que aún no ha recibido suficiente atención es el diseño estructural del pavimento de la carretera. No se ha realizado un análisis técnico

profundo ni se han obtenido datos confiables que permitan tomar decisiones basadas en estudios sólidos y especializados. La ausencia de estos estudios ha obstaculizado la posibilidad de implementar soluciones de largo plazo que garanticen una infraestructura vial duradera y funcional. Este vacío técnico genera incertidumbre en cuanto a la viabilidad de las mejoras propuestas y limita las opciones para abordar de manera eficaz los problemas de la carretera.

Dado el estado actual de la carretera, surge la necesidad de llevar a cabo investigaciones exhaustivas que se centren en su diseño estructural. Estas investigaciones permitirían obtener una comprensión precisa de los problemas que afectan al pavimento y, en consecuencia, desarrollar estrategias efectivas para su reparación y mantenimiento. Al mismo tiempo, dichas investigaciones servirían para proyectar soluciones que no solo mejoren la durabilidad de la carretera, sino también su funcionalidad y seguridad. Este enfoque holístico ayudaría a reducir los costos a largo plazo y a evitar la constante necesidad de reparaciones, lo que tendría un impacto positivo en las comunidades locales y en la economía regional.

En conclusión, solo a través de una investigación integral y voluntaria será posible ofrecer soluciones efectivas y sostenibles para la carretera Rioja- Perla de Cascayunga. El objetivo debe ser no solo reparar los daños actuales, sino también optimizar el diseño estructural del pavimento, asegurando su durabilidad y seguridad en el futuro. Al hacerlo, se podrá garantizar un impacto positivo y duradero en la región, mejorando significativamente la movilidad, el desarrollo socioeconómico y la calidad de vida de las personas que dependen de esta carretera. La pregunta clave sigue siendo: ¿es posible desarrollar soluciones que optimicen todos estos aspectos? La respuesta radica en la voluntad y compromiso de llevar a cabo investigaciones técnicas serias que den pie a una infraestructura más resiliente y eficiente.

#### **1.1.2. Enunciado del problema:**

¿Cuál es el diseño estructural más adecuado y eficiente para la pavimentación de la carretera que conecta el sector Perla de Cascayunga con la ciudad de Rioja, en el distrito y provincia de Rioja, región San Martín, teniendo en cuenta las condiciones específicas de la zona?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general:**

Proponer un óptimo diseño estructural para la vía que conecta el Sector Perla de Cascayunga con la Ciudad de Rioja

### **1.2.2. Objetivos específicos:**

a) Realizar el levantamiento topográfico de la zona y cuantificar el volumen de tráfico proyectado mediante el método de recuentos vehiculares.

b) Realizar un estudio de mecánica de suelos para pavimentos y determinar los valores de resistencia de los agregados de cantera a utilizar en la construcción de las capas de base y subbase, de acuerdo al Manual de Carreteras del Perú MTC 2003.

c) Proponer la estructura del pavimento conforme a las exigencias de la zona, así como sus obras de sistema de drenaje.

d) Elaborar una propuesta financiera para el proyecto de infraestructura vial.

e) Evaluar las características hidrológicas y geomorfológicas de la cuenca hidrográfica para identificar las zonas críticas de escorrentía.

f) Elaborar un plan integral de drenaje que incluya estructuras sostenibles y prácticas de gestión de aguas pluviales para potenciar la resiliencia de la infraestructura rural.

## **1.3. Justificación del estudio**

Este diseño estructural para la pavimentación es un proyecto de considerable relevancia, desglosado en tres ámbitos: académico, práctico y social.

### **1.3.1. Académica:**

Para desarrollar mi investigación, apliqué tanto los conocimientos prácticos como los teóricos adquiridos durante mi carrera universitaria, especialmente en áreas clave como Mecánica de Suelos, Ingeniería de Tránsito y Diseño de Vías Urbanas. Estas disciplinas fueron fundamentales para abordar los aspectos técnicos y estructurales de mi estudio, permitiéndome analizar con precisión los factores que afectan el rendimiento y la durabilidad de las vías de

comunicación. Además, utilicé el "Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010" como una herramienta esencial, ya que proporciona directrices reconocidas a nivel internacional para evaluar la capacidad y el nivel de servicio en diferentes tipos de carreteras. Este manual no solo me sirvió como referencia para mi investigación actual, sino que también se convertirá en una base sólida para futuras iniciativas de mejora en infraestructuras viales. La integración de estos conocimientos teóricos y prácticos me permitirá proponer soluciones bien fundamentadas y técnicas para mejorar la movilidad y la seguridad vial, asegurando que mi proyecto tenga un impacto positivo y duradero en la región, así como en futuros proyectos relacionados con el diseño y análisis de vías urbanas.

### **1.3.2. Social:**

Esta investigación se enfoca desde una perspectiva social, ya que los valores obtenidos después de un análisis obtenido del análisis del tráfico entre el sector Perla de Cascayunga y la ciudad de Rioja ofrecerán bases sólidas para proponer soluciones que mejoren la conectividad de la población. Al comprender los patrones de tráfico y los desafíos que enfrentan los usuarios de esta carretera, se podrán desarrollar estrategias que optimicen el flujo vehicular, reduciendo los tiempos de desplazamiento y aumentando la eficiencia en el transporte de personas y mercancías. Este enfoque no solo busca resolver problemas de infraestructura, sino también impulsar la economía regional al facilitar el acceso a mercados y servicios esenciales. La mejora de la infraestructura vial, además de promover el desarrollo económico, tiene un impacto directo en la calidad de vida de las personas, ya que una circulación más fluida y segura reduce el riesgo de accidentes y mejora el acceso a servicios de salud, educación y empleo. En última instancia, el objetivo es que estas soluciones contribuyan a crear una movilidad más equitativa y eficiente, garantizando que las comunidades más alejadas también puedan beneficiarse del progreso y del crecimiento socioeconómico de la región.

### **1.3.3. Ambiental:**

Mi estudio, desde una perspectiva medioambiental, está orientado a encontrar soluciones que no solo mejoren la transitabilidad de los vehículos, sino que también promuevan comportamientos ecológicos y sostenibles. El enfoque central es lograr que el transporte en la zona sea más eficiente, reduciendo los

tiempos de viaje y optimizando el uso de la infraestructura, lo cual contribuirá directamente a la disminución de la congestión vehicular. Esto, a su vez, tendrá un impacto positivo en la reducción de las emisiones de gases contaminantes, como el dióxido de carbono y otros compuestos tóxicos que afectan la calidad del aire. Al minimizar estas emisiones, mi investigación busca crear un entorno más limpio y saludable para la población local. Además, fomentaré la adopción de prácticas sostenibles, como el uso de transporte público eficiente y el diseño de vías que favorezcan modos de transporte no motorizados, como el ciclismo o caminar. Con estos objetivos, pretendo que el proyecto no solo mejore la movilidad y la calidad de vida de las personas, sino que también sea un paso hacia la creación de un sistema de transporte más ecológico y consciente del impacto ambiental a largo plazo.



## **II. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1. Antecedente**

Durante mi investigación, adquiriré información diversa sobre investigaciones y proyectos emprendidos a escala mundial, nacional y local. Esta amplia gama de recursos será vital para el éxito de mi proyecto, ya que me permitirá utilizar conocimientos y metodologías de diversas fuentes internacionales.

#### **Antecedente internacional:**

Cortez (2020) en su investigación de tesis de pregrado titulada "Herramienta para el cálculo de espesores de pavimentos flexibles según el método AASHTO 93 y pavimentos rígidos según el suplemento AASHTO 98". El objetivo de este proyecto es desarrollar una herramienta para el diseño de pavimentos tanto rígidos como flexibles, siguiendo las metodologías AASHTO 93 y 98. La discusión comienza con una exposición de los principios fundamentales sobre el pavimento y su clasificación, examinando el análisis comparativo entre pavimentos flexibles y rígidos para determinar cuál es más eficiente. A continuación, se delimita cada capa del pavimento y se estudian y comparan los materiales recomendados y sus métodos de fabricación e instalación adecuados.

Lara y Villanueva (2019), en su tesis de pregrado titulada "Diseño de la estructura de pavimento del tramo comprendido entre el k+000 al k0+100 de la carretera 11 Bis Sur entre calles 20 Carrera 1 del Barrio Ricaurte del Municipio de Ibagué ", El objetivo principal del proyecto es diseñar pavimentos robustos y flexibles para mejorar las infraestructuras viarias de Colombia. Se trata de carreteras de importancia pública supervisadas por la Agencia Nacional de Infraestructuras (ANI) y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS). El pavimento flexible se considera la opción más adecuada, teniendo en cuenta en el diseño del proyecto factores medioambientales y sociales, como la accesibilidad y los servicios comunitarios.

#### **Antecedente nacional:**

Rodríguez (2023) en su análisis de tesis de pregrado titulado "Diseño estructural de pavimento de la vía entre Kilómetro 22.5 Carretera Simbal y el Anexo CPM Ciudad De Dios, Trujillo." El objetivo principal de este proyecto es realizar el diseño estructural del pavimento de la vía que conecta el kilómetro

22.5 de la carretera Simbal con el anexo del CPM Ciudad de Dios en Trujillo, La Libertad. La falta de asfalto en este anexo afecta negativamente a los ocupantes. Este procedimiento comprende la ejecución de un levantamiento topográfico, evaluación del flujo vehicular, cálculo de la carga por conteo, análisis de la composición del suelo para pavimentación, desarrollo del diseño estructural del pavimento de acuerdo a la norma AASHTO 93 y determinación de espesores utilizando la misma metodología.

Zelada (2019) realizó su investigación de tesis de pregrado titulada "Diseño de 1 km de Pavimento, Carretera Juliaca-Puno (km 44+000 – km 45+000)". Km de Pavimento, Carretera Juliaca-Puno (km 44+000 – km 45+000)." El objetivo de este proyecto es desarrollar el diseño de pavimentos para un tramo de 1 km de la carretera Juliaca - Puno, incorporando tanto pavimentos rígidos como flexibles. Para el pavimento rígido se seguirán las normas de la AASHTO y de la Portland Cement Association, pero para el pavimento flexible se utilizarán los planteamientos de la AASHTO y del Asphalt Institute. Se realizará un análisis económico para evaluar la viabilidad de las alternativas de diseño más adecuadas. La opción inicial de diseño de pavimento rígido se seleccionó debido a su rentabilidad y al cumplimiento de las normas de servicio necesarias para la duración del proyecto. Además, al tratarse de una construcción de hormigón armado, ofrece una mayor resistencia a las condiciones climáticas locales, garantizando así una mayor durabilidad.

#### **Antecedente local:**

Dávila y Pérez (2020), en su investigación de tesis titulada "Diseño de la estructura del pavimento con el uso de geomalla triaxial para mejorar la estabilización del camino vecinal Shimiyacu – Moyobamba", El objetivo era determinar cómo la geomalla triaxial puede mejorar la estabilización del suelo en el diseño de pavimentos. Esto implica evaluar su papel estructural en el pavimento, analizar los costes relacionados con su aplicación en la mejora del pavimento, evaluar su eficacia en la estabilización de suelos blandos y diseñar una base granular reforzada con geomalla triaxial para mejorar la calidad y la longevidad del pavimento. La aplicación de la geomalla triaxial mejora la estabilización mecánica de la capa granular y optimiza la distribución de tensiones en las capas subyacentes, regulando así los asentamientos diferenciales. Los Análisis siguiendo las NTP s de mecánica de suelos y el

análisis económico corroboran su viabilidad técnica y económica en el tramo examinado. A pesar de su uso restringido en la provincia de San Martín debido a la insuficiente comprensión y aplicación por parte de las organizaciones públicas, este trabajo tiene como objetivo abogar por su despliegue y avance en la región.

## **2.2. Marco teórico**

### **Estudio de mecánica de suelos**

El estudio de mecánica de suelos es una disciplina fundamental dentro de la ingeniería civil que se ocupa del comportamiento físico y mecánico de los suelos, así como de su interacción con las estructuras construidas sobre ellos. Esta área de estudio es crucial para el diseño y la construcción de infraestructuras seguras y duraderas, ya que los suelos actúan como el soporte principal para edificios, puentes, carreteras y otras obras civiles. A través de la mecánica de suelos, los ingenieros pueden predecir cómo los suelos reaccionarán a diferentes cargas y condiciones ambientales, lo que es esencial para evitar fallas estructurales.

El proceso de estudio de mecánica de suelos comienza con una investigación geotécnica, que incluye la recopilación de información sobre el sitio y la realización de ensayos para caracterizar el suelo. Esto puede implicar la realización de perforaciones, muestreo de suelos y la realización de ensayos in situ y de laboratorio. Los ensayos in situ, como el ensayo de penetración estándar (SPT) y el ensayo de carga plana, permiten a los ingenieros evaluar la resistencia y la compacidad del suelo en su estado natural. Por otro lado, los ensayos de laboratorio, como la determinación de la granulometría, la plasticidad y el contenido de humedad, proporcionan información sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Una vez que se ha recopilado suficiente información, se procede a realizar un análisis de la capacidad de carga del suelo. La capacidad de carga se refiere a la máxima carga que un suelo puede soportar sin experimentar una falla o una deformación excesiva. Este análisis es fundamental para el diseño de cimentaciones, ya que permite a los ingenieros determinar el tipo y tamaño de la

cimentación necesaria para soportar las cargas de la estructura. Existen diversos métodos para calcular la capacidad de carga, que pueden incluir métodos empíricos basados en datos de campo y modelos matemáticos que simulan el comportamiento del suelo.

Además de la capacidad de carga, otro aspecto crítico en el estudio de mecánica de suelos es la evaluación de la estabilidad del terreno. Esto es especialmente importante en áreas propensas a deslizamientos de tierra o erosión. Los ingenieros utilizan métodos de análisis de estabilidad para evaluar la seguridad de taludes y otras estructuras geotécnicas. Este análisis puede incluir la evaluación de factores como la cohesión y el ángulo de fricción del suelo, así como la influencia del agua subterránea en la estabilidad del terreno.

La consolidación y el asentamiento del suelo también son aspectos clave en el estudio de mecánica de suelos. Cuando una carga se aplica a una cimentación, el suelo puede experimentar asentamientos, que son deformaciones verticales. La consolidación es el proceso por el cual el agua es expulsada de los poros del suelo debido a la aplicación de carga, lo que puede llevar a asentamientos adicionales a lo largo del tiempo. Los ingenieros deben tener en cuenta estos factores al diseñar cimentaciones para garantizar que los asentamientos no excedan los límites aceptables.

Por último, la mecánica de suelos también se ocupa de la interacción suelo-estructura, que es la forma en que las estructuras influyen en el comportamiento del suelo y viceversa. Este análisis es vital para asegurar que las estructuras sean seguras y estables a lo largo de su vida útil.

En conclusión, el estudio de mecánica de suelos es esencial para el diseño y la construcción de infraestructuras en el ámbito de la ingeniería civil. Proporciona las herramientas y métodos necesarios para entender el comportamiento del suelo, evaluar su capacidad de carga, analizar la estabilidad del terreno y garantizar la seguridad de las estructuras construidas sobre él. Con un enfoque adecuado y una investigación exhaustiva, los ingenieros pueden

abordar los desafíos asociados con la mecánica de suelos y contribuir al desarrollo de infraestructuras seguras y sostenibles.

### **Análisis Granulométrico**

El análisis granulométrico es un procedimiento fundamental en la caracterización de suelos que permite determinar la distribución del tamaño de las partículas que componen un material granular. Este ensayo se realiza mediante la separación de las partículas de suelo en diferentes grupos, según su tamaño, utilizando un conjunto de tamices. Los resultados del análisis se expresan en términos de porcentajes acumulativos de partículas retenidas en cada tamiz. Esta información es esencial para clasificar el suelo y comprender su comportamiento físico y mecánico. La distribución de tamaños de partículas influye en propiedades como la permeabilidad, la cohesión y la plasticidad del suelo. Por ejemplo, suelos con una alta proporción de partículas finas, como limos y arcillas, tienden a tener mayor plasticidad y menor permeabilidad. Además, el análisis granulométrico es vital en el diseño de mezclas de materiales para la construcción de pavimentos y estructuras de ingeniería. Al conocer la granulometría del suelo, los ingenieros pueden tomar decisiones informadas sobre las técnicas de compactación y estabilización necesarias para garantizar la estabilidad y durabilidad de las infraestructuras.

### **Ensayo de Contenido de Humedad**

El ensayo de contenido de humedad es un procedimiento crucial para determinar la cantidad de agua presente en una muestra de suelo. Este ensayo se lleva a cabo mediante diferentes métodos, siendo el más común el método gravimétrico, que implica pesar una muestra de suelo antes y después de secarla en un horno a una temperatura controlada. La diferencia de peso se utiliza para calcular el contenido de humedad en porcentaje, lo que permite evaluar el estado hídrico del suelo. Este análisis es fundamental en la mecánica de suelos, ya que la cantidad de humedad influye en las propiedades mecánicas del suelo, como la cohesión, la compacidad y la resistencia al corte. Además, el contenido de humedad es un factor determinante en procesos como la compactación, la consolidación y la estabilidad de taludes. Comprender el contenido de humedad ayuda a los ingenieros a prever cómo el suelo se comportará bajo diferentes

condiciones de carga y clima, asegurando así la seguridad y la durabilidad de las estructuras construidas sobre él.

### **Ensayo de Límites de Consistencia**

El ensayo de límites de consistencia se utiliza para determinar el comportamiento de los suelos finos, particularmente en relación con su plasticidad y su capacidad para cambiar de estado bajo diferentes condiciones de humedad. Este ensayo incluye la determinación de tres límites importantes: el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad. El límite líquido se define como el contenido de humedad en el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. El límite plástico, por otro lado, se refiere al contenido de humedad en el que el suelo puede ser deformado sin romperse. El índice de plasticidad, que se calcula restando el límite plástico del límite líquido, proporciona una medida de la plasticidad del suelo. Estos límites son fundamentales para clasificar suelos y prever su comportamiento bajo condiciones de carga. Los suelos con un alto índice de plasticidad tienden a ser más problemáticos en términos de estabilidad y deformación, por lo que este ensayo es esencial para el diseño de cimentaciones y estructuras geotécnicas.

### **Ensayo de Proctor Modificado**

El ensayo de Proctor modificado es un método utilizado para determinar la densidad máxima y el contenido óptimo de humedad de un suelo cuando se compacta bajo condiciones específicas. Este ensayo se diferencia del ensayo de Proctor estándar por el uso de un martillo más pesado y una caída mayor, lo que simula condiciones de compactación más intensas. Durante el ensayo, se realiza una serie de compactaciones en moldes de suelo a diferentes contenidos de humedad, y se mide la densidad de cada muestra. Los resultados se grafican para identificar la densidad máxima alcanzada y el contenido de humedad correspondiente. El ensayo de Proctor modificado es especialmente útil para suelos que se compactarán en condiciones de tráfico intenso, ya que proporciona datos críticos para el diseño de pavimentos y la estabilización de suelos. Conocer la densidad óptima y la capacidad de compactación del suelo ayuda a los ingenieros a tomar decisiones informadas sobre la preparación y el tratamiento

del terreno antes de la construcción, garantizando la estabilidad y durabilidad de las estructuras.

### **Ensayo CBR**

El ensayo de CBR (California Bearing Ratio) es una prueba fundamental en la evaluación de la capacidad de soporte de suelos y materiales de construcción para pavimentos. Este ensayo mide la resistencia del suelo a la penetración, lo que permite determinar su idoneidad para soportar cargas vehiculares. Durante el ensayo, se coloca un pistón sobre una muestra de suelo compactado y se mide la presión requerida para penetrar a una profundidad específica. Los resultados se comparan con un material de referencia, como grava, y se expresan como un porcentaje, que indica el resultado obtenido la relación entre la resistencia del suelo y la resistencia del material de referencia. Un alto valor de CBR indica una buena capacidad de soporte, lo que permite diseñar pavimentos más delgados y económicos. Este ensayo es esencial en la planificación y diseño de carreteras y otras infraestructuras, ya que proporciona información crítica sobre cómo se comportará el suelo bajo carga. Además, el CBR ayuda a identificar la necesidad de mejoras en el material o el diseño del pavimento para garantizar la durabilidad y seguridad de la infraestructura.

### **Pavimento:**

La investigación de Zambrano (2016) indica que la pavimentación es esencial para la seguridad y la eficiencia en el transporte. La investigación subraya la necesidad de planificación y cumplimiento de las normas técnicas en los proyectos de pavimentación.

### **Cubierta de la banda de rodadura**

La capa de rodadura de un pavimento es esencial para su longevidad y seguridad. Debe soportar las cargas de los vehículos, resistir la abrasión e inhibir progresivamente. (Merritt, Kent y Ricktts, 2008)

### **Base**

La capa base del pavimento es crucial y debe cumplir unos criterios particulares, entre ellos la estabilidad y la resistencia. Los materiales que no cumplen estos criterios pueden corregirse con estabilizantes como el cemento. (Merritt, Kent y Ricktts, 2008)

### **Subbase**

La capa de subbase es crucial para proporcionar soporte, regular la humedad y garantizar la durabilidad del pavimento. Suele utilizarse en proyectos con suelos rocosos debido a la adaptabilidad del material. (Merritt, Kent y Rickts, 2008).

### **Subrasante**

La subrasante, como capa base, es esencial para asegurar la estabilidad y el soporte durante la pavimentación. Puede incluir el suelo natural o necesitar el sustrato nuevo si el suelo natural es inestable. (Merritt, Kent y Rickts, 2008).

### **Tipo de superficie pavimentada:**

#### **Superficie flexible**

En pavimentos de este tipo, la capa asfáltica juega un papel crucial, ya que es la responsable de soportar las cargas y la fricción generadas por los vehículos que transitan sobre ella. Esta capa actúa como la interfaz entre el tráfico y el resto de la estructura del pavimento, distribuyendo las cargas aplicadas y garantizando que se mantenga la integridad de la superficie. Sin embargo, el desgaste y la presión constante pueden provocar deformaciones homogéneas en toda la superficie pavimentada, lo que puede resultar en un deterioro gradual de la capa asfáltica. Estas deformaciones, si no se gestionan adecuadamente, pueden llevar a la formación de irregularidades, baches y fisuras, comprometiendo no solo la comodidad de los usuarios, sino también la seguridad del tráfico. Por lo tanto, es esencial realizar un mantenimiento regular y aplicar tratamientos adecuados para prolongar la vida útil de la capa asfáltica, asegurando que se mantenga en condiciones óptimas y que se minimicen los costos de reparación a largo plazo. Además, el diseño adecuado de la mezcla asfáltica, considerando factores como la temperatura, el tipo de tráfico y las condiciones climáticas, es vital para mejorar la resistencia y la durabilidad del pavimento. (Olivera, 1999)

#### **Pavimento rígido**

El pavimento rígido, compuesto por losas de hormigón hidráulico, se distingue por su notable durabilidad y su capacidad para distribuir uniformemente las cargas generadas por los automóviles, lo que lo convierte en una opción preferida en entornos con alto tráfico vehicular. Gracias a su alta resistencia a la compresión, este tipo de pavimento minimiza el riesgo de deformaciones y daños



estructurales a lo largo del tiempo, lo que resulta en una menor necesidad de mantenimiento en comparación con los pavimentos flexibles. Esta característica no solo prolonga la vida útil del pavimento, sino que también indica el resultado obtenido una ventaja económica a largo plazo. Además, el hormigón hidráulico es menos susceptible a los efectos del agua y las variaciones de temperatura, lo que le permite mantener su integridad en diversas condiciones climáticas. Aunque el pavimento rígido puede experimentar fisuras, su diseño y materiales permiten reparaciones sencillas que no comprometen la funcionalidad de la estructura. En resumen, el pavimento rígido ofrece una solución sólida y confiable para la infraestructura vial, siendo capaz de soportar el desgaste del tráfico intenso y proporcionar un servicio prolongado. (Olivera, 1999)

### **Clasificaciones de pavimentos y sus atributos:**

La clasificación de los pavimentos se basa en las características de las carreteras y caminos, así como en su comportamiento bajo cargas y condiciones ambientales. En general, los pavimentos se dividen en tres categorías principales: flexibles, semirrígidos y rígidos. Los pavimentos flexibles están compuestos por varias capas de materiales que permiten cierta elasticidad y adaptación a las deformaciones, siendo más comunes en carreteras de menor tráfico. Por otro lado, los pavimentos semirrígidos combinan elementos de ambos tipos, ofreciendo una mayor resistencia y soporte que los flexibles, pero con una menor rigidez que los rígidos, lo que los hace adecuados para condiciones intermedias de carga. Finalmente, los pavimentos rígidos, formados principalmente por losas de hormigón hidráulico, destacan por su durabilidad y capacidad para distribuir uniformemente las cargas de los vehículos. Esta clasificación es fundamental para el diseño adecuado de la infraestructura vial, ya que cada tipo de pavimento tiene sus propias ventajas y desventajas, lo que permite seleccionar la opción más apropiada según las condiciones específicas de tráfico, clima y subrasante.

### **Pavimento flexible:**

Según B. MALLICK y El-Korchi (2013), Estos pavimentos suelen experimentar deformaciones con el paso del tiempo debido a factores como el tráfico vehicular, las condiciones climáticas y la calidad de los materiales utilizados en su construcción. A pesar de estas deformaciones, que pueden manifestarse como baches, hundimientos o fisuras, generalmente no presentan

fallos sustanciales a gran escala. Esto se debe a que los diseños de pavimentos modernos incorporan técnicas y materiales que mejoran su resistencia y durabilidad, permitiendo que soporten las cargas de manera efectiva. Además, el mantenimiento regular y las reparaciones oportunas son fundamentales para mitigar cualquier deterioro. Los pavimentos rígidos, en particular, tienden a resistir mejor las deformaciones a largo plazo, gracias a su capacidad para distribuir las cargas de manera uniforme. Aunque pueden surgir problemas menores, la integridad general de estos pavimentos se mantiene, lo que contribuye a la seguridad y funcionalidad de las vías. Por lo tanto, a pesar de las deformaciones, estos pavimentos son capaces de proporcionar un servicio prolongado y confiable, siendo una opción viable para diversas infraestructuras viales.

#### **Métodos de diseño:**

Las técnicas que inducen la fractura como consecuencia de la resistencia máxima al cizallamiento son métodos de análisis fundamentales para evaluar la capacidad de un pavimento para soportar las fuerzas y tensiones generadas por el tráfico rodado. Estas técnicas permiten simular las condiciones de carga que el pavimento enfrentará a lo largo de su vida útil, ayudando a identificar puntos críticos donde pueden producirse fallos. Al aplicar fuerzas controladas sobre el pavimento, se puede determinar la resistencia máxima al cizallamiento del material, que es crucial para entender cómo responderá ante el estrés mecánico. Este análisis es esencial para la planificación y el diseño de pavimentos, ya que proporciona datos precisos que permiten ajustar las especificaciones de los materiales y la estructura del pavimento, optimizando su rendimiento. Al conocer la resistencia al cizallamiento, los ingenieros pueden prever y mitigar el riesgo de fallos estructurales, garantizando la seguridad y la durabilidad de las infraestructuras viales. Además, esta técnica permite realizar ajustes en el mantenimiento preventivo y correctivo, asegurando que el pavimento se mantenga en condiciones óptimas a lo largo del tiempo.

#### **Método de restricción de deformación.**

El método empleado para determinar las dimensiones del espesor de un pavimento es crucial para garantizar que no se superen las limitaciones prescritas en términos de carga, durabilidad y comportamiento estructural. Este proceso implica el análisis de diversos factores, como el tipo de tráfico esperado,

las características del suelo subyacente y las condiciones climáticas de la región. Al calcular el espesor adecuado, se busca asegurar que el pavimento pueda soportar las tensiones generadas por el tráfico sin experimentar deformaciones excesivas o fallos prematuros. Además, un espesor insuficiente podría llevar a un desgaste acelerado, mientras que uno excesivo podría resultar en costos innecesarios y un uso ineficiente de recursos. Por lo tanto, los ingenieros utilizan métodos de diseño que consideran todos estos factores, aplicando normas y especificaciones técnicas reconocidas, como las de AASHTO o el Manual de Diseño de Pavimentos. Estos enfoques garantizan que el pavimento tenga una vida útil adecuada y cumpla con las expectativas de rendimiento, optimizando así la inversión y asegurando la seguridad de los usuarios en la infraestructura vial. (Uribe, 2016)

#### **Método de regresión importante en el rendimiento de secciones de evaluación.**

Esto indica que el enfoque empleado no se limita exclusivamente a ideas abstractas ni se fundamenta únicamente en actividades meramente empíricas, sino que integra ambas formas de conocimiento de manera complementaria. Al combinar la teoría con la práctica, se logra una comprensión más profunda y precisa de los fenómenos en estudio. Este enfoque dual permite a los profesionales aplicar conceptos teóricos a situaciones reales, facilitando la resolución de problemas complejos en el campo de la ingeniería y la construcción. Por ejemplo, en el diseño de pavimentos, se utilizan principios científicos y matemáticos para calcular dimensiones y resistencias, mientras que la observación y la experimentación proporcionan datos valiosos sobre el comportamiento del material bajo diferentes condiciones. Así, esta integración de conocimientos teóricos y empíricos no solo mejora la calidad de los proyectos, sino que también fomenta la innovación y la adaptación a las circunstancias cambiantes del entorno, garantizando un enfoque más eficaz y sostenible en la toma de decisiones.

### **Superficie sólida:**

Una superficie sólida se refiere a un tipo de superficie que es rígida y no presenta deformaciones significativas bajo carga. Este concepto es fundamental en diversas disciplinas, como la ingeniería, la arquitectura y la física, donde se requiere una comprensión precisa de cómo las fuerzas se distribuyen y afectan a los materiales. En el contexto de pavimentos, por ejemplo, una superficie sólida es esencial para garantizar la estabilidad y durabilidad del camino, ya que proporciona un soporte adecuado para el tráfico vehicular. Las superficies sólidas pueden estar compuestas de diferentes materiales, como hormigón, asfalto o piedras, cada uno con sus propias propiedades mecánicas y comportamiento bajo carga. Además, el diseño y la construcción de superficies sólidas requieren consideraciones cuidadosas, como la selección de materiales, el espesor adecuado y la planificación de drenaje, para minimizar el riesgo de deformaciones o fallos estructurales a lo largo del tiempo. En resumen, las superficies sólidas son componentes críticos en la ingeniería y la construcción, asegurando la funcionalidad y la seguridad de diversas infraestructuras.

### **Clasificación de pavimentos rígidos**

#### **Superficie rígida simple con divisiones**

Estos pavimentos están diseñados para soportar condiciones extremas, como altas temperaturas, la presión constante del tráfico rodado y, lo más crucial, la humedad, que suele ser un problema recurrente en proyectos de este tipo. La capacidad de estos pavimentos para resistir estos factores adversos es fundamental para garantizar su durabilidad y funcionalidad a largo plazo. Un aspecto distintivo de estos pavimentos es la incorporación de acero de refuerzo, cuya función no es sostener la estructura en sí, sino proporcionar soporte adicional durante el proceso de curado. Este refuerzo de acero ayuda a controlar las tensiones que pueden surgir durante este período crítico, asegurando que el pavimento mantenga su integridad estructural y evitando la aparición prematura de fisuras o deformaciones. Esta combinación de resistencia a las condiciones ambientales y un diseño estructural adecuado es clave para la longevidad y el rendimiento de los pavimentos en proyectos de infraestructura vial, especialmente en regiones donde los factores climáticos y la alta demanda de tráfico ejercen una presión considerable sobre las carreteras.

### **Pavimento rígido reforzado constantemente acera**

El uso de acero en la pavimentación es fundamental, ya que desempeña un papel crucial en el control de las deformaciones del pavimento, especialmente durante el proceso de curado. El refuerzo de acero actúa como una barrera que distribuye las tensiones de manera uniforme, reduciendo la probabilidad de deformaciones mayores que podrían comprometer la estructura a largo plazo. Aunque este método de construcción permite la aparición de pequeñas fisuras superficiales en el pavimento, estas fisuras son generalmente menores y no afectan la funcionalidad o la durabilidad del mismo. De hecho, la presencia de estas fisuras controladas es una característica normal y esperada en pavimentos reforzados con acero, ya que permiten que el material se ajuste de manera adecuada a las tensiones y movimientos sin comprometer su integridad. Este enfoque asegura que el pavimento pueda soportar mejor las condiciones del tráfico rodado y los cambios ambientales, prolongando su vida útil y manteniendo su resistencia estructural.

### **Drenaje en el diseño de pavimentos:**

El drenaje del pavimento es una técnica esencial en la ingeniería civil, considerada la más eficaz para eliminar el exceso de agua y prevenir su acumulación en las superficies viales. Esta gestión adecuada del agua es crucial para evitar la degradación del pavimento, ya que la humedad acumulada puede generar problemas significativos, como fisuras, deformaciones y pérdida de resistencia, comprometiendo la seguridad de los usuarios. La implementación de sistemas de drenaje, que pueden incluir canales, tuberías y pozos de absorción, está diseñada para facilitar el flujo del agua lejos del pavimento, minimizando el riesgo de erosión del terreno y de inundaciones en áreas cercanas. Además, un drenaje efectivo contribuye a una mayor estabilidad de la infraestructura y a la prolongación de su vida útil, lo que se traduce en una mejor experiencia para los conductores y peatones. En resumen, un drenaje adecuado es clave para mantener la funcionalidad y seguridad de las vías de transporte. (Marín y Pérez, 2014)

### **Desalojo de aguas hacia la superficie**

El drenaje del agua es un aspecto esencial en el diseño y mantenimiento de pavimentos, ya que las precipitaciones pueden acumularse en la superficie, provocando diversos impactos perjudiciales. Cuando el agua se queda

estancada en la superficie del pavimento, se generan condiciones propicias para el deterioro de los materiales, lo que puede resultar en fisuras, deformaciones y un desgaste prematuro. Además, la acumulación de agua puede afectar la adherencia de los neumáticos, incrementando el riesgo de accidentes debido a la reducción de la tracción y la posibilidad de hidropneumático. Según Marín y Pérez (2014), un drenaje adecuado no solo ayuda a prevenir estos problemas, sino que también es fundamental para mantener la seguridad y la funcionalidad de las infraestructuras viales. La correcta gestión del agua en el pavimento garantiza que las vías permanezcan en condiciones óptimas, prolongando su vida útil y asegurando un entorno más seguro para todos los usuarios.

#### **Flujo de agua subterránea:**

La gestión y regulación eficaces del flujo y la humedad de las aguas subterráneas son fundamentales para mantener condiciones favorables y óptimas en las estructuras y los suelos. Un adecuado control de estas aguas es esencial para evitar problemas como la erosión, la inestabilidad del terreno y la degradación de las infraestructuras, que pueden comprometer su funcionalidad y seguridad. Si las aguas subterráneas no son gestionadas correctamente, pueden acumularse y generar una presión excesiva, lo que podría llevar a la saturación del suelo y a la disminución de su capacidad portante. Esto es particularmente crítico en áreas donde se realizan construcciones, ya que una alta humedad en el suelo puede afectar la integridad estructural de las edificaciones. Por lo tanto, la implementación de sistemas de drenaje, así como el monitoreo constante de los niveles de agua subterránea, son estrategias clave para asegurar la durabilidad y el rendimiento de las estructuras, además de proteger el medio ambiente y la seguridad de la población. (Marín y Pérez, 2014)

#### **Evaluación del ciclo de vida de pavimentos**

El estudio subraya la necesidad de evaluar la demanda de flujo de vehículos como un elemento crítico en la planificación y diseño de proyectos de infraestructura vial. Comprender el volumen y las características del tráfico vehicular es esencial para desarrollar soluciones efectivas que no solo respondan a las necesidades actuales, sino que también anticipen el crecimiento futuro. La evaluación de la demanda de flujo de vehículos permite a los ingenieros y planificadores identificar los puntos críticos de congestión y diseñar vías que optimicen la circulación, mejoren la seguridad y reduzcan los tiempos

de viaje. Además, esta información es vital para implementar medidas adecuadas de señalización y control del tráfico, así como para dimensionar correctamente los pavimentos y las estructuras de soporte. Al considerar la demanda de tráfico en las etapas iniciales del proyecto, se pueden evitar problemas significativos a largo plazo, asegurando que las infraestructuras sean sostenibles, funcionales y capaces de adaptarse a las necesidades cambiantes de la comunidad. En resumen, la evaluación de la demanda de flujo vehicular es un aspecto esencial que contribuye al éxito y la efectividad de los proyectos de infraestructura vial.

### **Factor de direccional y factor de carril**

El factor de orientación y el factor de carril son componentes esenciales en el diseño del tráfico de un pavimento, y su cálculo se fundamenta en la proporción de vehículos pesados que transitan por un carril. Estos factores juegan un papel crucial en la determinación de la capacidad de carga y la durabilidad de la infraestructura vial, ya que los vehículos pesados, debido a su mayor peso y tamaño, ejercen una presión considerable sobre el pavimento. El factor de orientación se refiere a la dirección en la que los vehículos tienden a desplazarse, y es vital para comprender cómo se distribuyen las cargas a lo largo del pavimento. Por otro lado, el factor de carril está relacionado con el número de carriles y su uso específico, lo que permite evaluar la demanda de tráfico en cada sección de la vía.

Al calcular estos factores, los ingenieros pueden diseñar pavimentos que sean capaces de soportar el tráfico esperado sin sufrir deformaciones excesivas o daños prematuros. Un diseño adecuado basado en estos componentes no solo mejora la seguridad y la funcionalidad de la carretera, sino que también optimiza la inversión en mantenimiento y rehabilitación a largo plazo. En consecuencia, el análisis de los factores de orientación y carril es una parte integral del proceso de planificación de proyectos de infraestructura vial, garantizando que se cumplan las necesidades actuales y futuras de movilidad.

**Tabla 1**  
Factor de orientación y factor de carril.

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

Nota: La tabla muestra los factores carril

### **Cálculo de la tasa de crecimiento y proyección futura**

La interrelación entre el desarrollo económico y el aumento de la carga vehicular es un fenómeno significativo que se puede observar en diversas regiones del mundo. A medida que una economía crece, se generan incrementos en la producción y el consumo, lo que, a su vez, impulsa la demanda de transporte de bienes y servicios. Este aumento en la actividad económica se traduce en un mayor número de vehículos en circulación, incluyendo tanto automóviles particulares como vehículos de carga. El incremento en la carga vehicular está íntimamente ligado a la expansión de sectores clave, como la industria, la construcción y el comercio, que requieren una logística eficiente para llevar a cabo sus operaciones.

Por otro lado, el aumento de la carga vehicular no solo es un indicador del crecimiento económico, sino que también puede influir en la sostenibilidad del desarrollo. A medida que más vehículos circulan por las vías, se generan mayores demandas sobre la infraestructura existente, lo que puede llevar a un deterioro acelerado del pavimento y a la necesidad de inversiones en mantenimiento y expansión de la red vial. Esto plantea un desafío para los planificadores urbanos y los responsables de políticas, quienes deben encontrar un equilibrio entre fomentar el crecimiento económico y asegurar que la



infraestructura de transporte sea capaz de soportar la carga vehicular creciente sin comprometer la seguridad y la calidad de vida de los ciudadanos.

Además, la relación entre el desarrollo económico y la carga vehicular tiene implicaciones ambientales significativas. El aumento del tráfico vehicular contribuye a la emisión de gases contaminantes y al deterioro de la calidad del aire, lo que a su vez afecta la salud pública y la sostenibilidad ambiental. Por lo tanto, es esencial considerar estrategias que promuevan un crecimiento económico sostenido, al tiempo que se implementan soluciones para gestionar la carga vehicular de manera eficiente y minimizar su impacto ambiental. En este contexto, la inversión en transporte público, la promoción de alternativas de movilidad y el fomento de tecnologías más limpias son algunas de las medidas que pueden contribuir a una relación más equilibrada entre desarrollo económico y carga vehicular.

$$T_n = T_o (1+r)^{n-1}$$

En la que:

$T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

$T_o$  = Tránsito actual (año base 0) en veh/día

$n$  = Número de años del período de diseño

$r$  = Tasa anual de crecimiento del tránsito.




### **Frecuencia de ocurrencia en ejes semejantes**

La evaluación de la frecuencia de tráfico, especialmente en lo que respecta a autobuses y camiones, es un aspecto crucial en la clasificación y análisis de la demanda de tráfico durante el diseño de pavimentos. Este análisis proporciona información vital sobre cómo los diferentes tipos de vehículos utilizan las vías y, por lo tanto, permite a los ingenieros determinar las características específicas que deben tener los pavimentos para soportar las cargas esperadas. Los autobuses y camiones, debido a su peso y dimensiones, ejercen presiones mucho mayores sobre el pavimento en comparación con los vehículos livianos. Por lo tanto, su frecuencia y el patrón de circulación son determinantes para diseñar estructuras viales que sean duraderas y funcionales.

La recopilación y análisis de datos sobre la frecuencia de tráfico permiten identificar los períodos de mayor carga y los tipos de vehículos predominantes en una determinada ruta. Este conocimiento es fundamental para calcular los factores de carga y los requisitos de diseño, asegurando que el pavimento se adapte adecuadamente a las condiciones reales de uso. Un diseño que no tenga en cuenta la frecuencia de tráfico puede llevar a fallas prematuras, aumento de costos de mantenimiento y, en última instancia, a una reducción de la seguridad vial.

Además, la evaluación de la frecuencia de tráfico también tiene implicaciones en la planificación urbana y el desarrollo sostenible. Entender cómo se distribuye el tráfico a lo largo del día puede ayudar a diseñar mejor la infraestructura vial, optimizando el flujo de vehículos y reduciendo la congestión. Esto puede traducirse en beneficios tanto económicos como ambientales, al facilitar un transporte más eficiente y disminuir las emisiones contaminantes asociadas al tráfico. Por lo tanto, la evaluación de la frecuencia de tráfico, en particular de autobuses y camiones, es esencial para lograr un diseño de pavimentos que responda adecuadamente a las demandas actuales y futuras del sistema de transporte.

**Tabla 2**  
Frecuencia de ocurrencia en ejes semejantes.

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Simple)	1RS	02	
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Doble)	1RD	04	
<b>EJE TANDEM</b> (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	

Nota: En esta tabla se presenta los tipos de ejes

**Tabla 3**

Carga por eje para pavimento flexible y semi-rígidos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente ( $EE_{8.2 \text{ tn}}$ )
Eje Simple de ruedas simples ( $EE_{S1}$ )	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles ( $EE_{S2}$ )	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TA1}$ )	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TA2}$ )	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TR1}$ )	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TR2}$ )	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Nota: En esta tabla se presenta las fórmulas para cada una de los tipos de ejes

**Tabla 4**

Cargas por eje para pavimento rígidos.

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

Nota: En esta tabla se presenta las fórmulas para cada una de los tipos de ejes

**Comportamiento mecánico del suelo:**

La compactación del suelo es una práctica fundamental en la ingeniería civil y la construcción, ya que mejora considerablemente la seguridad y la durabilidad de las estructuras. Este proceso consiste en reducir el volumen de los vacíos de aire en el suelo, aumentando su densidad y resistencia. La compactación adecuada del suelo proporciona una base sólida y estable para cualquier tipo de construcción, desde carreteras hasta edificios, garantizando que estas estructuras sean capaces de soportar las cargas que se les imponen a lo largo del tiempo. Sin una adecuada compactación, los suelos pueden experimentar asentamientos y deformaciones, lo que puede comprometer la integridad estructural y la seguridad de la edificación.

Además, la compactación del suelo es crucial para el manejo del agua y la prevención de problemas de drenaje. Un suelo bien compactado tiene menos poros y, por lo tanto, su capacidad para absorber agua se reduce, lo que ayuda

a evitar la acumulación de agua en la superficie y los problemas de erosión que esto podría causar. Este aspecto es especialmente relevante en áreas propensas a inundaciones o con alta pluviosidad, donde un mal manejo del agua puede llevar a desastres y daños significativos en las infraestructuras.

La compactación también influye en el comportamiento del suelo bajo condiciones dinámicas, como las causadas por sismos o tráfico vehicular. Un suelo bien compactado es menos susceptible a la licuefacción y otros fenómenos peligrosos que pueden ocurrir durante un evento sísmico. Por lo tanto, la compactación adecuada es una medida preventiva importante que contribuye a la resiliencia de las infraestructuras frente a desastres naturales.

En términos económicos, invertir en una adecuada compactación del suelo durante la fase de construcción puede resultar en ahorros significativos a largo plazo. Las estructuras que se construyen sobre suelos bien compactados tienden a requerir menos mantenimiento y reparaciones, lo que reduce los costos operativos y prolonga la vida útil de la construcción. Por lo tanto, la compactación del suelo no solo es esencial para la seguridad y durabilidad, sino que también indica el resultado obtenido una estrategia eficiente y sostenible en la ingeniería civil y la construcción.

Finalmente, es importante destacar que la compactación del suelo debe ser realizada siguiendo especificaciones técnicas adecuadas y utilizando los métodos y equipos apropiados para cada tipo de suelo. La selección del equipo de compactación, como rodillos vibratorios o placas vibratorias, y la determinación de la humedad óptima son factores que afectan el éxito del proceso. Un enfoque metódico y cuidadoso en la compactación del suelo es crucial para garantizar que se alcancen los objetivos de estabilidad y seguridad en cualquier proyecto de construcción.

**Tabla 5**

Espesores sugeridos para la mejora de suelos mediante sustitución.

Tráfico		Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25 000	25.0
25 001	75 000	30.0
75 001	150 000	30.0
150 001	300 000	35.0
15 000 001	20 000 000	70.0
20 000 001	25 000 000	75.0
25 000 001	30 000 000	75.0

Notas:

1. Coeficiente estructural del material con CBR 10%  $a=0.021$
2. Coeficiente drenaje del material a colocar  $m=1.0$

Nota: En esta tabla se presenta los valores del CBR

### **Suelos tratados con cal para mejorar su estabilidad**

La construcción es un proceso que implica diversas interacciones con el medio ambiente, y una de las más significativas es la reacción química que se produce en el suelo. Esta reacción altera la estructura del suelo y modifica la carga eléctrica de sus partículas, lo que puede tener consecuencias importantes para la estabilidad y el comportamiento del terreno. Durante la construcción, se utilizan diferentes materiales, como cemento y cal, que reaccionan con la humedad del suelo y generan compuestos químicos que influyen en su composición y características.

La alteración de la estructura del suelo resulta en cambios en su textura, densidad y porosidad, afectando así su capacidad para retener agua y nutrientes. Por ejemplo, la adición de cal puede aumentar la cohesión del suelo, lo que resulta en una mayor resistencia y estabilidad para soportar estructuras pesadas. Sin embargo, si no se controla adecuadamente, este proceso puede llevar a una compactación excesiva o a la creación de zonas débiles que, a largo plazo, comprometan la integridad de la construcción.

Además, la modificación de la carga eléctrica de las partículas del suelo también juega un papel crucial en su comportamiento. La carga eléctrica influye en la interacción entre las partículas del suelo, afectando su capacidad para

agruparse y mantener su cohesión. Esto es especialmente relevante en suelos arcillosos, donde la carga eléctrica puede provocar cambios en la plasticidad y la expansión del suelo, lo que a su vez puede afectar la estabilidad de las estructuras construidas sobre él.

Por lo tanto, es fundamental que los ingenieros y constructores comprendan las reacciones químicas que pueden ocurrir en el suelo durante la construcción. La selección adecuada de materiales y técnicas de construcción, así como un análisis exhaustivo del suelo antes de iniciar cualquier proyecto, son pasos esenciales para mitigar los riesgos asociados con estas alteraciones químicas. Un enfoque consciente y bien planificado en la construcción no solo asegura la durabilidad y la seguridad de las infraestructuras, sino que también contribuye a la sostenibilidad y la protección del medio ambiente en el que se desarrolla. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y Comunicaciones, 2013).

### **Suelos tratados con cemento para mejorar su estabilidad**

Cuando se mezclan tierra y cemento, el proceso inicia con la obtención de una mezcla homogénea que se compacta adecuadamente. Esta compactación es fundamental para asegurar que los componentes se unan de manera efectiva, eliminando los vacíos de aire que podrían comprometer la estabilidad de la mezcla. Posteriormente, la mezcla se somete a un proceso de curado, que es esencial para permitir que el cemento reaccione químicamente con la humedad presente en la tierra y forme enlaces que fortalezcan la estructura. Este curado debe realizarse de manera adecuada y durante un periodo suficiente para maximizar la resistencia y durabilidad del material resultante.

A diferencia del hormigón, donde el cemento se combina con agregados y agua formando una masa sólida que encapsula los componentes, en la mezcla de tierra y cemento el suelo no está completamente encapsulado. Esto significa que la interacción entre las partículas de suelo y el cemento es diferente, lo que lleva a un menor nivel de resistencia y un rendimiento elástico reducido. La falta de encapsulamiento puede resultar en una mezcla que, aunque presenta ciertas

ventajas en términos de costo y sostenibilidad, puede no alcanzar las mismas propiedades mecánicas que el hormigón convencional.

El menor nivel de resistencia en la mezcla de tierra y cemento se traduce en limitaciones en su uso, especialmente en aplicaciones que requieren una alta capacidad de carga o durabilidad frente a condiciones extremas. Por lo tanto, es fundamental considerar las especificaciones del proyecto y las condiciones del terreno al optar por este tipo de material. A pesar de sus limitaciones, la mezcla de tierra y cemento puede ser una solución viable para obras de menor escala o en contextos donde la disponibilidad de materiales y recursos es un factor crítico.

Asimismo, la capacidad de la mezcla para adaptarse a diferentes condiciones del suelo puede ser una ventaja en proyectos de construcción sostenible, donde se busca minimizar el impacto ambiental y utilizar recursos locales. Sin embargo, es crucial llevar a cabo un análisis exhaustivo del tipo de suelo y su comportamiento antes de aplicar esta técnica, para garantizar que se cumplan los requisitos de diseño y construcción. De esta manera, se pueden maximizar los beneficios de esta mezcla en comparación con otras alternativas más costosas y complejas.

En conclusión, la mezcla de tierra y cemento es una opción interesante en la construcción, pero requiere un enfoque cuidadoso en su diseño y aplicación. Las propiedades mecánicas, el proceso de curado y la naturaleza de los materiales utilizados son factores determinantes en el desempeño de la mezcla. Al entender las diferencias entre esta técnica y el hormigón convencional, se pueden tomar decisiones más informadas que lleven a Valores obtenidos después de un análisis exitoso en proyectos de infraestructura y construcción. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

**Tabla 6** Intervalo de cantidad de cemento necesaria en el proceso de estabilización de suelo y cemento.

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido Porcentaje del peso de los suelos
A-1-a	3 – 5
A-1-b	5 – 8
A-2	5 – 9
A-3	7 – 11
A-4	7 – 12
A-5	8 – 13
A-6	9 – 15
A-7	10 - 16

Nota: La tabla muestra los tipos de suelos

### 2.3. Marco conceptual

o Capa de rodadura: La final capa que se coloca durante la construcción de un pavimento se conoce como capa de rodadura .que se coloca durante la construcción de un pavimento se conoce como rodadura capa (Peña, 2001)

o Pavimento: Se trata de una estructura que se compone de un número de diferentes capas, construidas utilizando una combinación de diferentes materiales y técnicas, con el objetivo de establecer un modo de transporte eficiente. una combinación de diferentes materiales y técnicas, con el objetivo de establecer un modo eficiente de transporte. (Peña, 2011)

o Concreto hidráulico: Es un tipo de hormigón que, al combinarse con el agua, experimenta una reacción que promueve su endurecimiento, demostrando la propiedad de ser sólido y uniformemente resistente en toda su estructura. Mezcla de hormigón que, al entrar en contacto con el agua, experimenta una reacción de endurecimiento, demostrando solidez y resistencia uniformes en toda su extensión. (Ángeles, Menéndez & De la Fuente, 2018)

o Agregado: Los áridos se clasifican en tres categorías: grava, arena y piedras. La grava, la arena y las piedras son los principales elementos utilizados en la fabricación del hormigón, ya que aumentan su resistencia y cohesividad. La grava, la arena y las piedras son los principales elementos utilizados en la fabricación del hormigón para aumentar su resistencia y cohesión. (Peña, 2011)

o Drenaje: En el sector de la construcción, un desagüe designa las zonas diseñadas para la evacuación de líquidos.(Peña, 2011)



- o Asfalto: El asfalto tiene características únicas, como ser un mineral, tener un tono oscuro y consistencia viscosa. El material posee un tono profundo y una consistencia espesa. (Peña, 2011)

- o Aguas residuales: Agua utilizada en operaciones humanas, agrícolas o industriales, o contaminada con compuestos peligrosos... (Mendoza, 2010)

- o Construcciones provisionales: Las estructuras temporales, como oficinas, almacenes y áreas de servicio, son esenciales para la ejecución de los proyectos de construcción. Las oficinas, almacenes, obras y áreas de servicio son esenciales para la ejecución de los proyectos de construcción. (Peña, 2011)

- o Revestimiento: Revestimiento que sirve como precaución protectora contra la corrosión en una estructura, caracterizado como una dispersión persistente de color dentro de un material resinoso. (Peña, 2011)

## **2.4. Sistema de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis**

¿Es el pavimento flexible la opción más óptima para el diseño estructural de la carretera entre el Sector perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja – San Martín?

## 2.4.2. Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Diseño estructural de un pavimento</b>	Se define como la especificación de las propiedades y medidas de las capas que constituyen el pavimento, con la finalidad de que pueda resistir de forma segura y rentable las cargas ejercidas por el tráfico a lo largo de su vida útil proyectada (Gallardo & Pescoran, 2019)	Se llevará a cabo la identificación de las propiedades estructurales del pavimento, considerando las normativas técnicas peruanas en los dominios de estudio mecánica del suelo, estudios físicos del suelo y estudio del tráfico vial.	<b>Trafico vial</b>	Volúmenes	Ficha de registro de datos
				Vehiculares	
				IDMA	
			<b>Estudio de mecánica de suelos</b>	Granulometría	Ficha de recolección de datos - laboratorio de suelos
				Clasificación de suelos	
				Humedad	
				Densidad unitaria	
				Gravedades específicas	
				Límites de consistencia	
				Proctor	
			<b>Propuesta Estructural</b>	Capacidad Admisible	Tablas y ábacos de método ASHTO 93
				Abrasión y CBR	
			<b>Propuesta económica</b>	Numero estructural de pavimentos	S10 Y EXCEL
				Índice de desarrollo humano	
				Taza de rendimiento	
				Periodo de recuperación	
			<b>Estudio Hidrológico</b>	Indicadores de crecimiento económico de la región	Fichas de registro de datos
				Precipitación	
				Nivel freático	
<b>Diseño de drenaje</b>	Frecuencia de inundaciones	Fichas de registro de datos			
	Capacidad de drenaje				
	Tiempo de evacuación				
	Velocidad de evacuación				

Nota: La tabla muestra la operacionalización de variables

### **III. METODOLOGÍA EMPLEADA**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

##### **Aplicada:**

Es fundamental hacer hincapié en la resolución de los problemas actuales y en la búsqueda de soluciones pragmáticas para mejorar el estado de los pavimentos y las carreteras. La investigación debe enfocarse en identificar las principales deficiencias y desafíos que enfrentan estas infraestructuras, tales como el deterioro acelerado debido a condiciones climáticas adversas, el tráfico excesivo y la falta de mantenimiento adecuado. Para abordar estas cuestiones, es necesario implementar estrategias que incluyan la utilización de materiales innovadores y técnicas de construcción avanzadas que aumenten la durabilidad y resistencia de los pavimentos. Asimismo, es vital establecer un mantenimiento regular y sistemático que garantice la prolongación de la vida útil de las carreteras, así como la seguridad de los usuarios. Al priorizar la investigación aplicada y el desarrollo de soluciones concretas, se podrán crear vías que no solo mejoren la movilidad y conectividad, sino que también contribuyan al desarrollo socioeconómico de la región y al bienestar de sus habitantes.

##### **Descriptiva:**

Este nivel de investigación tiene por objeto proporcionar una comprensión profunda y lúcida de los atributos inherentes al terreno designado para la construcción. Al analizar las características del suelo, como su composición, estructura y capacidad de carga, se pueden identificar los factores que influirán en la estabilidad y durabilidad de las infraestructuras proyectadas. Además, es crucial considerar aspectos como la topografía, la capacidad de drenaje y la presencia de aguas subterráneas, ya que estos elementos afectan significativamente el comportamiento del terreno bajo distintas condiciones de carga y climáticas. A través de un enfoque sistemático y metódico, la investigación busca no solo catalogar estas propiedades, sino también establecer correlaciones que permitan prever posibles problemas en el futuro, facilitando así la planificación de soluciones efectivas. Al final, una comprensión clara de los atributos del terreno no solo optimiza el proceso de construcción, sino que también garantiza que las estructuras sean seguras, sostenibles y adaptadas a su entorno.

### **3.2. Población y muestra de estudio**

#### **Población**

Carretera longitudinal ubicada en la zona de Perla de Cascayunga, que se encuentra en la ciudad de Rioja, en la región de San Martín

#### **Muestra**

La carretera sin pavimentar que se extiende desde la ciudad de Rioja hasta el distrito Perla de Cascayunga, tiene una longitud de 9.320 kilómetros desde la ciudad de Rioja hasta la comarca Perla de Cascayunga.

### **3.3. Diseño de investigación**

Este diseño se define como no experimental, lo que significa que no se lleva a cabo la manipulación deliberada de variables independientes en el contexto del estudio. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), este enfoque se centra en la observación y el análisis de fenómenos tal como ocurren en su entorno natural, sin la intervención directa del investigador. En este tipo de investigación, se busca indicar el resultado obteniendo los sucesos en su escenario original, permitiendo una comprensión más auténtica de los procesos y dinámicas presentes en la región investigada. Al evitar la intervención, el investigador puede obtener datos más genuinos que reflejan las realidades del contexto social, económico y ambiental. Este enfoque permite captar la complejidad de la interacción entre los diferentes elementos del sistema en estudio, proporcionando así una base sólida para el análisis y la interpretación de los valores obtenidos después de un análisis, lo que resulta esencial para la formulación de recomendaciones y estrategias adecuadas que respondan a las necesidades y desafíos identificados.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de investigación**

#### **Técnicas**

La observación sobre el terreno resalta la importancia de visitar y examinar la zona de aplicación, ya que esta etapa es crucial para el progreso de mi proyecto. Esta inspección permite una comprensión más profunda del contexto en el que se implementará el diseño, facilitando la identificación de características específicas del terreno y los desafíos que pueden surgir durante

la construcción. Al realizar un recuento manual de vehículos, se obtendrán datos precisos sobre el flujo de tráfico, los cuales se exportarán a una hoja de cálculo en Excel para un análisis posterior. Este enfoque sistemático no solo contribuye a la elaboración de un diseño más eficiente, sino que también mejora los procesos de toma de decisiones, al proporcionar información confiable y relevante.

Además, la observación directa en un laboratorio de mecánica de suelos complementará el estudio de campo. En este laboratorio, se examinarán las cualidades y características fundamentales del suelo, que son esenciales para un diseño eficaz y seguro. De acuerdo con la normativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se realizarán diez pozos de prueba para evaluar la capacidad portante del terreno y determinar sus propiedades mecánicas. Estos análisis permitirán asegurar que el diseño se adapte adecuadamente a las condiciones del suelo, garantizando la durabilidad y la funcionalidad de la infraestructura a largo plazo. En conjunto, estos métodos de observación y análisis proporcionan un enfoque integral que es esencial para el éxito del proyecto.

### **Instrumentos**

Se emplearán diversas estrategias de recopilación de datos para obtener información relevante tanto de los análisis realizados en los laboratorios de suelos como de los estudios de tráfico rodado. En primer lugar, se llevarán a cabo pruebas exhaustivas en muestras de suelo, donde se evaluarán características fundamentales como la granulometría, la plasticidad y la resistencia del material. Estos análisis son cruciales para entender la composición y el comportamiento del terreno, permitiendo así un diseño más adecuado y eficaz de los pavimentos.

Simultáneamente, en el ámbito del tráfico rodado, se implementarán métodos de conteo manual en puntos estratégicos de la carretera para registrar el volumen y la tipología de vehículos que transitan por las vías en diferentes horarios. Esta información se sistematizará en hojas de cálculo para su análisis posterior. Además, se complementarán los datos con encuestas a los usuarios y el uso de dispositivos de monitoreo, lo que proporcionará una visión más integral

sobre los patrones de circulación y el comportamiento de los conductores. La integración de estos datos permitirá no solo comprender mejor las condiciones del terreno y del tráfico, sino también identificar las necesidades de la comunidad, facilitando el desarrollo de soluciones efectivas que aborden los desafíos de conectividad y movilidad en la región.

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

Se emplearán métodos manuales para evaluar el tráfico vehicular, considerando parámetros cruciales como el volumen de tráfico y el índice diario anual. Para ello, se utilizará una planilla de registro de datos que permitirá un seguimiento detallado y sistemático. Inicialmente, se optará por el conteo de puntos, lo que implica seleccionar ubicaciones estratégicas en las vías para realizar observaciones directas. Se elaborarán planillas específicas para registrar la información recopilada, y se mantendrá un registro escrito a mano documentando cada vehículo que transite por el punto de conteo, junto con sus características relevantes como tipo, tamaño y hora de paso.

Simultáneamente, se llevarán a cabo calicatas para clasificar los parámetros del suelo, lo que permitirá determinar la granulometría, la clasificación del material, el contenido de humedad, la densidad y las gravidades específicas. Las muestras obtenidas de estas calicatas se utilizarán también para evaluar las propiedades mecánicas del suelo. Esto facilitará la identificación de límites de plasticidad, densidad Proctor, capacidad de carga, abrasividad y el California Bearing Ratio (CBR), que son indicadores esenciales para el diseño de pavimentos. Para asegurar la precisión y validez de los datos, se seguirá estrictamente las normas técnicas vigentes y se documentará la información adquirida en el laboratorio mediante planillas de recolección de datos, garantizando así que el análisis esté basado en información confiable y adecuada.

#### IV. Presentación de los valores obtenidos después de un análisis

##### 4.1. Análisis e interpretación de valores obtenidos después de un análisis

###### 4.1.1. Análisis de Tráfico Vehicular

Los análisis se llevaron a cabo entre el lunes 3 de junio de 2024 y el domingo 9 de junio de 2024, con un periodo de observación de 12 horas diarias. Este enfoque temporal permitió recopilar una cantidad significativa de información sobre la composición y situación del tráfico en la carretera que conecta el sector Perla en Cascayunga con la ciudad de Rioja, en la región de San Martín. Durante este estudio, se identificaron los tipos de vehículos que transitan por la vía, así como su frecuencia en distintos momentos del día, proporcionando datos fundamentales para el diseño óptimo del pavimento.

La recopilación de información sobre el tráfico no solo incluyó el conteo de vehículos, sino también la clasificación de estos según su categoría (livianos, pesados, comerciales, entre otros), lo cual es crucial para determinar las cargas que el pavimento deberá soportar a lo largo de su vida útil. Estos datos permitirán que la infraestructura esté diseñada para satisfacer las necesidades actuales de movilidad y también prever las futuras, considerando las fluctuaciones del tráfico a lo largo del día. Esto es esencial para garantizar la durabilidad y funcionalidad del pavimento, asegurando que se adapte a las demandas cambiantes de los usuarios. La ubicación precisa de la estación de muestreo, seleccionada estratégicamente, es clave para el éxito de esta evaluación, ya que permite un análisis que indica el resultado obtenido de las condiciones de tráfico en la vía.

**Tabla 7**

Ubicación de la estación de Volumen vehicular determinado a través del conteo in-situ

<i>Zona(hemisferio)</i>	<i>Este</i>	<i>Norte</i>
<i>18(s)</i>	187951	9328128

Nota: La tabla muestra la ubicación del punto de muestreo

**Figura 1**

localización de la estación de muestra



Nota: La figura muestra la estación de Volumen vehicular determinado a través del conteo in-sit



**Tabla 8** RESUMEN DE VOLUMEN VEHICULAR DETERMINADO A TRAVÉS DEL CONTEO IN-SITU

TIPO DE VEHÍCULO	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL	PROMEDIO	%
Auto	2	3	3	3	3	1	3	18	3	3%
Station Wagon	25	26	27	26	24	18	27	173	25	29%
Camioneta Pick Up	14	13	10	11	9	8	15	80	11	13%
Combi	15	16	15	15	16	14	17	108	15	17%
Bus 2E	2	1	3	2	2	1	2	13	2	2%
Camión 2E	15	19	20	14	19	19	15	121	17	20%
Camión 3E	14	14	20	14	13	0	15	90	13	15%
<b>TOTAL VH</b>	<b>87</b>	<b>92</b>	<b>98</b>	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>61</b>	<b>94</b>	<b>603</b>	<b>86</b>	<b>100%</b>

Nota: La tabla muestra el resumen de Volumen vehicular determinado a través del conteo in-situ

**Tabla 9** Resumen de Volumen vehicular determinado a través del conteo in-situ

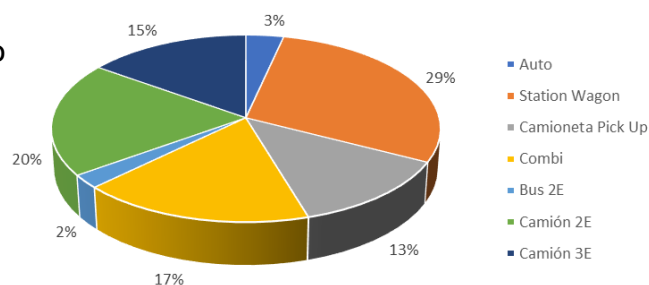
TIPO DE VEHÍCULO	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Auto	2	3	3	3	3	1	3	18
Station Wagon	25	26	27	26	24	18	27	173
Camioneta Pick Up	14	13	10	11	9	8	15	80
Combi	15	16	15	15	16	14	17	108
Bus 2E	2	1	3	2	2	1	2	13
Camión 2E	15	19	20	14	19	19	15	121
Camión 3E	14	14	20	14	13	0	15	90
<b>TOTAL VH</b>	<b>87</b>	<b>92</b>	<b>98</b>	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>61</b>	<b>94</b>	<b>603</b>

Nota: La tabla anterior muestra el resumen del Volumen vehicular determinado a través del conteo in-situ

## Figura 2

### Incidencia por tipo de vehículo

Nota: La figura muestra la incidencia de cada tipo de vehículo



#### a) Cálculo del IMDA.

El Índice Promedio Diario Anual (IMDA) se determina mediante la multiplicación de los promedios semanales de tránsito vehicular en la ruta que conecta el Sector Perla de Cascayunga con la Ciudad de Rioja, en San Martín, por factores de corrección estacional derivados del peaje de Moyobamba. Para lograr una estimación precisa, se aplicaron diferentes factores a los distintos tipos de vehículos: un factor de 0,972426724960545 para los vehículos pequeños y un factor de 0,990295356784313 para los vehículos pesados. Estos ajustes se calibraron teniendo en cuenta las características particulares del tránsito en esta región, según estudio de tráfico del peaje de Moyobamba (Contrato N°16-2021-MTC/21), lo que permite obtener datos más relevantes y específicos.

El proceso para calcular el IMDA implica primero determinar el Índice Promedio Diario Semanal (IMDS), que se basa en el volumen de tránsito diario registrado en el segmento de la carretera, clasificando los vehículos según su tipo. Posteriormente, se multiplica el IMDS por el factor de corrección estacional (FC) para obtener el IMDA. Este enfoque proporciona una evaluación más precisa de las condiciones de tráfico a lo largo del año, ajustando las cifras para reflejar las variaciones estacionales que pueden influir en el tránsito.

En resumen, el IMDA, ajustado según los valores obtenidos del peaje de Moyobamba, ofrece un promedio diario calibrado estacionalmente del tránsito vehicular, diferenciando entre vehículos livianos y pesados. Este análisis exhaustivo establece una base sólida para el diseño adecuado y efectivo de la infraestructura vial regional, asegurando que la carretera pueda satisfacer las necesidades actuales y futuras de movilidad en la zona.

**Tabla 10**  
Resumen de cálculos de IMDA

TIPO DE VEHÍCULO	IMDS	F.C	IMDA
Auto	3	0.97	2.91
Station Wagon	25	0.97	24.25
Camioneta Pick Up	11	0.97	10.67
Combi	15	0.97	14.55
Bus 2E	2	0.99	1.98
Camión 2E	17	0.99	16.83
Camión 3E	13	0.99	12.87
<b>TOTAL VH</b>	<b>86</b>		<b>84.06</b>

Nota: Esta tabla indica el resultado obtenido el índice medio diario.

### Proyección de crecimiento vehicular

Utilizando las tasas de crecimiento observadas, la proyección del Índice Promedio Diario Anual (IMDA) se establecerá para un período de aproximadamente veinte años. En este contexto, es importante destacar que la tasa de crecimiento anual de los vehículos ligeros, que incluye automóviles y camionetas, se estima en un 2,88%. Esta tasa refleja la tendencia creciente de la demanda de vehículos ligeros en la región, impulsada por factores como el aumento de la población, el crecimiento económico y la mejora en la infraestructura vial.

Por otro lado, la tasa de crecimiento anual de los camiones pesados se sitúa en un 2,11%. Este crecimiento es relevante, ya que indica una expansión en el transporte de mercancías y, por ende, un incremento en las necesidades logísticas de la zona. Estas tasas de crecimiento se incorporarán en el análisis de proyección del IMDA, permitiendo anticipar el volumen de tráfico en el futuro y facilitando la planificación y diseño de infraestructuras adecuadas que puedan soportar la demanda creciente.

Así, se espera que, a medida que se avanza en la planificación de proyectos de infraestructura vial, estos incrementos en las tasas de crecimiento vehicular se reflejen en decisiones informadas sobre el diseño y la capacidad de

las vías, asegurando que puedan cumplir con las necesidades tanto de la población como del sector productivo a lo largo de las próximas dos décadas.

$$T_p = T_o (1 + r)^{n-1}$$

T<sub>p</sub>: Transito proyectado (veh/día).

T<sub>o</sub>: Transito actual (veh/día).

n: Periodo de diseño.

r: Tasa anual de crecimiento del tránsito.

**Tabla 11**  
Análisis del crecimiento vehicular

TIPO DE VEHÍCULO	IMDS	F.C	IMDA	% CRECIMIENTO	IMD 2044
<b>Auto</b>	3	0.97	2.92	2.11%	4
<b>Station Wagon</b>	25	0.97	24.31	2.11%	36
<b>Camioneta Pick Up</b>	11	0.97	10.70	2.11%	16
<b>Combi</b>	15	0.97	14.59	2.11%	22
<b>Bus 2E</b>	2	0.99	1.98	2.88%	3
<b>Camión 2E</b>	17	0.99	16.84	2.88%	29
<b>Camión 3E</b>	13	0.99	12.87	2.88%	22
<b>TOTAL VH</b>	<b>86</b>		<b>84.06</b>		<b>136</b>

Nota: Esta tabla indica el resultado obtenido la proyección a 20 años del crecimiento vehicular

#### 4.1.2. Diseño de la estructura del pavimento

Establecer las cargas vehiculares para cada tipo de pavimento es un proceso crucial en la ingeniería civil, ya que garantiza la seguridad y durabilidad de las infraestructuras viales. Para abordar este proceso, es fundamental identificar varios factores que influirán en el diseño y funcionamiento del pavimento. En primer lugar, la clasificación de los vehículos en diferentes categorías—como vehículos ligeros (automóviles y camionetas), vehículos pesados (camiones y buses), y vehículos de carga especial—es esencial, ya que cada tipo presenta características de peso y carga distintas que afectan la presión ejercida sobre la superficie del pavimento. La carga por eje es otro factor crítico, ya que se refiere a la carga máxima que puede soportar cada eje de los

vehículos en cada categoría, determinando cómo se distribuye el peso a lo largo de la estructura.

Además, es importante evaluar la frecuencia de pasaje de los vehículos, es decir, cuántos vehículos transitan por el pavimento en un período específico, como por día o por hora. Esta información es fundamental para calcular el impacto acumulativo de las cargas sobre la estructura del pavimento a lo largo del tiempo. Las condiciones climáticas también juegan un papel importante en el comportamiento del pavimento; factores como la temperatura, la lluvia y la humedad pueden influir en la durabilidad de los materiales y, por ende, en su capacidad de carga.

El tipo de materiales utilizados en la construcción del pavimento—como asfalto, concreto o mezclas de suelo-cemento—también es crucial, ya que cada material presenta propiedades mecánicas diferentes y responde de manera distinta a las cargas vehiculares. Asimismo, el diseño geométrico del pavimento, que incluye el espesor y la estructura de la superficie, determina su capacidad de carga y la manera en que las fuerzas se distribuyen a lo largo de la superficie.

Cumplir con criterios normativos y estándares establecidos por organismos reguladores es igualmente importante, ya que estos proporcionan pautas sobre el diseño y las cargas admisibles para pavimentos. Estos criterios aseguran que la infraestructura vial sea segura y funcione adecuadamente en diversas condiciones. Por último, es esencial considerar un plan de mantenimiento adecuado que garantice que el pavimento mantenga su capacidad de carga a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta la necesidad de reparaciones y rehabilitaciones. En resumen, un análisis exhaustivo de estos factores permitirá establecer las cargas vehiculares adecuadas para cada tipo de pavimento, asegurando no solo su funcionalidad, sino también su durabilidad y seguridad a largo plazo.

### a) Factor Direccional (Fd) y Carril (Fc).

Estos datos, que se encuentran estipulados en el Manual de Carreteras para el año 2014, proporcionan una indicación de los valores que corresponden al número de calzadas, sentidos y carriles.

Al calcular las cargas por eje acumuladas equivalentes (ESAL) en tramos de carretera de varios carriles, estas características de distribución se utilizan en el ajuste del cálculo. Además de esto, se utilizan en la construcción de estructuras y pavimentos de carreteras con el fin de garantizar la durabilidad y seguridad de la infraestructura. La selección de las variables de distribución adecuadas depende de la estructura específica del tramo de carretera en cuestión, además de las condiciones de tráfico que se presenten en el área circundante. Esto depende de la configuración específica del segmento de carretera en cuestión, además de las condiciones de tráfico que se presenten en la región.

**Tabla 12**  
Factor Carril y factor direccional

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 (IMDa total de la calzada)	1 sentidos	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentidos	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentidos	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentidos	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
2 calzadas (Para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

### b) Factor Vehículo Pesado (Fvp) y Factor de presión Neumática.

Estos valores se generan en función de la composición del tipo de vehículo y reflejan el daño que se produce en la estructura del pavimento como resultado de la actividad de los vehículos.

La suposición de que no todos los ejes de un vehículo de gran tamaño generan el mismo grado de desgaste es la base sobre la que se construye el cálculo del factor de equivalencia de ejes. Una suposición como esta sirve como

base para el cálculo. En consecuencia, se asignan factores de equivalencia a cada tipo de eje como resultado de esto. La capacidad de calcular una carga equivalente que sea indica, el resultado obtenido del daño total infligido por un vehículo al que se le asigna una configuración de ejes particular es posible como resultado de esto. El factor de eje equivalente es un parámetro esencial que se debe considerar durante la planificación y construcción de carreteras y pavimentos. Este factor asegura, entre otras cosas, que estas superficies sean capaces de soportar adecuadamente la carga de vehículos de gran tamaño y al mismo tiempo tengan una vida útil suficiente.

El factor de presión neumática se utiliza con el propósito de diseñar el sistema.  $F_p$  son equivalentes a 1,00.

### c) Factor Vehículo Pesado ( $F_{vp}$ ) para pavimento flexibles y articulados

**Tabla 13**

Factor Vehículo Pesado ( $F_{vp}$ ) para pavimento flexibles y articulados

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE 8.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EEs1)	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EEs2)	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje rueda simple + 1 eje ruedas dobles) (EETA1)	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Eje Trídem (1 rueda simple + 2 ejes rueda doble) (EETR1)	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Eje Tridem (3 ejes ruedas dobles) (EETR2)	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

Nota: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (pág. 78).

**Tabla 14**

Cálculo de factores de vehículos pesados para pavimento flexible y articulado.

TIPO DE VEHÍCULO	IMDA 2044	TIPO EJE	NUMERO LLANTAS	CARGA EJE Tn	"f" P. FLEXIBLE	f. IMDA FLEXIBLE
VEHICULOS LIGEROS	Autos	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.0015682
		SIMPLE	2	1	0.00052702	0.0015682
	S. Wagon	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.01881841
		SIMPLE	2	1	0.00052702	0.01881841
	Pick Up	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00862511
		SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00862511
		SIMPLE	2	1	0.00052702	0.01176151
		SIMPLE	2	1	0.00052702	0.01176151
OMNIBUS	2E	SIMPLE	2	7	1.26536675	4.33958619
		SIMPLE	4	11	3.23828696	11.1057331
CAMIÓN	2E	SIMPLE	2	7	1.26536675	39.0562757
		SIMPLE	4	11	3.23828696	99.9515978
	3E	SIMPLE	2	7	1.26536675	34.7166895
		TANDEM	8	18	2.01921345	55.3992798

Nota: Se muestra en la anterior figura el cálculo de los factores de carga por tipo de vehículo

**Tabla 15**

Factor Vehículo Pesado (Fvp) para pavimento rígido

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 (EES <sub>2</sub> )	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje de 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> )	$EE_{TA2} = [P/13.3]^{4.1}$
Eje Tridem (2 ejes de ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [P/16.6]^{4.0}$
Eje Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [P/17.5]^{4.0}$

P = peso real por eje toneladas

Nota: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (pág. 78).



**Tabla 16**

Cálculo de factores de vehículos pesados para pavimento rígido.

TIPO DE VEHI'CULO		IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	"f" P. RÍGIDO	f. IMDA RÍGIDO
		2044	EJE	LLANTAS	EJE Tn		
VEHICULOS LIGEROS	Autos	2.98	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00129852
		2.98	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00129852
	S. Wagon	35.71	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.01558219
		35.71	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.01558219
	Pick Up	16.37	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00714184
		16.37	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00714184
	Rural	22.32	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00973887
		22.32	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00973887
OMNIBUS	2E	3.43	SIMPLE	2	7	1.27283418	4.3651958
		3.43	SIMPLE	4	11	3.33482627	11.4368155
CAMIÓN	2E	30.87	SIMPLE	2	7	1.27283418	39.2867622
		30.87	SIMPLE	4	11	3.33482627	102.931339
	3E	27.44	SIMPLE	2	7	1.27283418	34.9215664
		27.44	TANDEM	8	18	3.45800441	94.8740478

Nota: Se muestra en la anterior figura el cálculo de los factores de carga por tipo de vehículo

### Factor Fca vehículos pesados

Se determinará el factor de crecimientos mediante la siguiente formula:

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

r = Tasa anual de crecimiento

n = Período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento 5%

n = Período de diseño

En este caso r: 2.88% y n: es un periodo de diseño de 20 años.

**Tabla 17**  
Cargas vehiculares para el pavimento flexible

TIPO DE VEHI' CULO		IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	"f" P. RÍGIDO	f. IMDA RÍGIDO
		2044	EJE	LLANTAS	EJE Tn		
VEHICULOS LIGEROS	Autos	2.98	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00129852
		2.98	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00129852
	S. Wagon	35.71	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.01558219
		35.71	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.01558219
	Pick Up	16.37	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00714184
		16.37	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00714184
	Rural	22.32	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00973887
		22.32	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00973887
OMNIBUS	2E	3.43	SIMPLE	2	7	1.27283418	4.3651958
		3.43	SIMPLE	4	11	3.33482627	11.4368155
CAMIÓN	2E	30.87	SIMPLE	2	7	1.27283418	39.2867622
		30.87	SIMPLE	4	11	3.33482627	102.931339
	3E	27.44	SIMPLE	2	7	1.27283418	34.9215664
		27.44	TANDEM	8	18	3.45800441	94.8740478

Nota: La tabla muestra el cálculo de los ejes equivalentes

**Tabla 18**  
Cargas vehiculares para el pavimento rígido

Pavimento rígido		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	2.88 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
$Factor\ Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$		
Factor Fca vehículos pesados	Fca	26.54
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50
Número de ejes equivalentes (ESAL)	ESAL	1 394 476
<b>#EE = 365 * (Σf. IMDa) * Fd * Fc * Fca</b>		

Nota: La tabla muestra el cálculo de los ejes equivalentes

#### **4.1.3. Estudio de suelo**

El estudio de suelo es un proceso fundamental en la ingeniería civil y la construcción, que consiste en la investigación y evaluación de las características del terreno donde se desarrollará un proyecto. Este estudio permite obtener información crítica sobre la composición, propiedades físicas y mecánicas del suelo, lo que es esencial para el diseño y la construcción de estructuras seguras y duraderas. El estudio de suelo generalmente se divide en varias etapas, comenzando con una revisión bibliográfica de los informes previos, estudios geológicos y mapas topográficos del área de interés.

Una vez recopilada la información preliminar, se procede a realizar exploraciones in situ, donde se realizan perforaciones y muestreo del suelo para obtener datos directos. Estas exploraciones pueden incluir métodos como el ensayo de penetración estándar (SPT), la obtención de muestras de núcleo y ensayos de resistencia al corte. Posteriormente, se realizan análisis de laboratorio, donde se evalúan propiedades como la granulometría, la plasticidad, la compacidad y el contenido de humedad.

Los valores obtenidos después de un análisis obtenido de estos análisis son cruciales para determinar la capacidad de carga del suelo, el comportamiento frente a cargas dinámicas y estáticas, y las condiciones de drenaje. Esta información se utiliza para diseñar cimentaciones adecuadas y seleccionar los materiales y métodos de construcción apropiados. Asimismo, el estudio de suelo ayuda a identificar posibles problemas como la erosión, la expansión del suelo o la presencia de aguas subterráneas, lo que es esencial para mitigar riesgos y garantizar la sostenibilidad del proyecto. En conclusión, un estudio de suelo exhaustivo es indispensable para el éxito de cualquier proyecto de construcción, asegurando que se tomen decisiones informadas y basadas en datos precisos.

Para establecer la cantidad de puntos de exploración, se empleará la siguiente información:

**Figura 3**

**Número mínimo de calicatas**

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

Nota: en la figura muestra el número mínimo de calicatas

Por lo tanto, se construirá un pozo de prueba por kilómetro, siguiendo los hallazgos del análisis del flujo vehicular, que indican que circularán menos de 200 automóviles diariamente. En total, se planea la construcción de diez pozos de prueba, comenzando desde la progresiva 0+000 km como punto de partida para el proceso de investigación. Los pozos de prueba se elegirán sobre la superficie del terreno objeto de estudio, garantizando que se recopile información precisa y relevante para el análisis del pavimento. Cada pozo tendrá dimensiones de 1 metro por 1 metro y una profundidad de 1,50 metros, lo que permitirá obtener muestras indica el resultado obtenido del suelo en distintas capas.

Para cada uno de los pozos de prueba, se realizarán una serie de exámenes y análisis que son fundamentales para evaluar las características del terreno. Entre los ensayos más comunes se incluyen la determinación de la granulometría, que permite conocer la distribución del tamaño de las partículas

del suelo; la clasificación del suelo, que ayudará a identificar su tipo y características mecánicas; y el análisis del contenido de humedad, que es esencial para entender cómo el agua influye en la resistencia y la compacidad del suelo. También se llevará a cabo el ensayo de densidad, que mide la masa del suelo por unidad de volumen, proporcionando información sobre su compactación.

Además, se realizarán pruebas de límite de plasticidad y Proctor para evaluar la capacidad de carga del suelo y su comportamiento ante la compactación. Estos análisis son fundamentales para determinar las propiedades mecánicas del suelo, como su abrasividad y el Índice de Capacidad de Carga (CBR), lo que permitirá establecer criterios de diseño adecuados para el pavimento que se planea construir en la región. La información recopilada de estos pozos de prueba será crucial para fundamentar las decisiones de diseño y garantizar que la infraestructura vial pueda soportar las cargas vehiculares proyectadas y las condiciones ambientales específicas del área.

#### **a) Análisis siguiendo las NTP de granulometría**

El análisis de granulometría según las Normas Técnicas Peruanas (NTP) es fundamental para entender la distribución de tamaños de partículas en un material, especialmente en suelos y agregados utilizados en la construcción. Este análisis se realiza mediante diferentes métodos de tamizado y clasificación que permiten determinar la proporción de partículas en diferentes rangos de tamaño. La granulometría influye directamente en las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, como la densidad, la resistencia y la trabajabilidad, aspectos cruciales en el diseño de mezclas de concreto y asfaltos. Las NTP establecen procedimientos estandarizados que garantizan la precisión y la reproducibilidad de los valores obtenidos después de un análisis, permitiendo así una evaluación adecuada de la calidad del material. Un estudio detallado de la granulometría también ayuda a identificar posibles problemas en la construcción, como la segregación o la falta de cohesión en mezclas, que pueden afectar la durabilidad de las estructuras. Además, este análisis es útil para cumplir con los requisitos normativos y técnicos de proyectos de ingeniería civil y construcción, garantizando que los materiales utilizados sean adecuados para su propósito y cumplan con las especificaciones necesarias. En resumen, el análisis de

granulometría según las NTP es una herramienta esencial en el campo de la ingeniería civil, que contribuye a la calidad y durabilidad de las obras construidas.

**Tabla 19**  
Granulometría por SUCS y AASHTO.

<b>Calicata</b>	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
C-01	CH	A-7-6(20)
C-02	CL	A-7-6(20)
C-03	CH	A-7-6(20)
C-04	CH	A-7-6(20)
C-05	CL	A-7-6(19)
C-06	CL	A-7-6(20)
C-07	ML	A-7-6(20)
C-08	CL	A-7-6(20)
C-09	CL	A-7-6(20)
C-10	CH	A-7-6(20)

Nota: Esta tabla nos indica la clasificación y característica del suelo.

#### **b) Contenido de Humedad.**

El contenido de humedad de un suelo es una medida esencial que refleja la cantidad de agua presente en su matriz. Esta variable es crucial en diversas aplicaciones, desde la agricultura hasta la ingeniería civil, ya que influye en la estabilidad y la capacidad de carga del terreno. El contenido de humedad se expresa generalmente como un porcentaje del peso del agua en relación con el peso seco del suelo. La determinación precisa del contenido de humedad se realiza a través de varios métodos, incluyendo la pérdida de peso al secar una muestra de suelo en un horno o utilizando dispositivos de medición de humedad in situ.

Un contenido de humedad adecuado es vital para el crecimiento de las plantas, ya que afecta la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo radicular. En la agricultura, un control preciso del contenido de humedad permite optimizar el riego, promoviendo un uso eficiente del agua y mejorando la productividad de los

cultivos. En el ámbito de la construcción, conocer el contenido de humedad del suelo es esencial para evaluar su comportamiento durante el proceso de compactación y para prevenir problemas como la expansión o contracción del terreno. Además, el contenido de humedad influye en la erosión y la estabilidad de taludes. En resumen, el contenido de humedad es un factor crítico que impacta tanto en la sostenibilidad de la agricultura como en la seguridad y durabilidad de las infraestructuras.

**Tabla 20**  
Resultado de contenido humedad

<b>Calicata</b>	<b>W(%)</b>
C-01	3.48
C-02	3.38
C-03	4.85
C-04	3.50
C-05	5.90
C-06	2.59
C-07	3.30
C-08	4.30
C-09	6.50
C-10	6.90

Nota: Esta tabla muestra el contenido de humedad de las muestras.

### **c) Proctor Modificado. Y CBR**

El Proctor modificado y el ensayo de CBR (California Bearing Ratio) son dos pruebas fundamentales en la ingeniería civil y la construcción, utilizadas para evaluar las propiedades de compactación y la capacidad de soporte de los suelos. El Proctor modificado es un procedimiento que determina la densidad máxima y el contenido de humedad óptimo de un suelo cuando se compacta bajo condiciones específicas, utilizando un martillo de mayor peso y una altura de caída mayor que el método estándar. Este ensayo es esencial para diseñar estructuras de pavimentación, ya que asegura que el suelo esté adecuadamente compactado para soportar cargas pesadas y minimizar la deformación.

Por otro lado, el ensayo CBR mide la resistencia del suelo o de los materiales de subbase y base para soportar cargas vehiculares. En este ensayo, se coloca un pistón sobre el material compactado y se mide la presión necesaria para penetrar el suelo a una profundidad específica. Los valores obtenidos después de un análisis se comparan con los de un material de referencia, proporcionando un índice que indica la capacidad de soporte del suelo. Un alto valor de CBR indica un suelo adecuado para la construcción de pavimentos y carreteras, mientras que valores bajos pueden requerir mejoras en el material o en la estructura del pavimento.

Ambas pruebas son esenciales para garantizar la calidad y la estabilidad de las obras de infraestructura, ya que permiten a los ingenieros tomar decisiones informadas sobre el diseño y la construcción de pavimentos, asegurando su durabilidad y funcionalidad a largo plazo.



**Figura 4**

Números de Proctor y CBR

Tipo de Carretera	N° M <sub>R</sub> y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 M<sub>R</sub> cada 3 km y 1 CBR cada 1 km</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> <li>(*)</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 2 km se realizará un CBR</li> <li>(*)</li> </ul>
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

Nota: La figura muestra el número de CBR que se deben de realizar

**Tabla 21**  
Resumen de CBR

	Calicata	DMS	OCH	CBR al 95 (%)
C-01		2.21	7.00	14.7
C-04		2.19	6.9	15.1
C-07		2.04	5.80	15.3
C-10		2.07	6.70	14.9

Nota: La tabla muestra el resumen de los valores de CBR

Las categorías de subrasante son clasificaciones utilizadas en ingeniería civil y construcción para describir las características y capacidades de soporte del suelo que se encuentra por debajo de las capas de pavimento. La subrasante es crucial para la estabilidad y el rendimiento de las estructuras de pavimentación, ya que su comportamiento influye en la distribución de cargas y la durabilidad del pavimento. Generalmente, la subrasante se clasifica en diferentes categorías según su capacidad de carga, compacidad y características físicas.

1. **Subrasante de alta calidad:** Esta categoría incluye suelos con alta capacidad de carga, como grava y arena bien compactada. Estos suelos son ideales para la construcción de pavimentos, ya que proporcionan un soporte fuerte y estable, reduciendo el riesgo de deformaciones y daños en la superficie.

2. **Subrasante de calidad moderada:** Aquí se encuentran suelos que ofrecen una capacidad de soporte adecuada, como arenas finas o limos bien compactados. Aunque pueden no ser tan resistentes como los suelos de alta calidad, pueden ser adecuados para pavimentos de menor carga si se manejan correctamente.

3. **Subrasante de baja calidad:** Esta categoría incluye suelos como arcillas expansivas o materiales saturados, que presentan baja capacidad de carga y son propensos a deformaciones. Su uso requiere mejoras, como la incorporación de estabilizadores o el uso de capas de base más robustas para compensar su comportamiento inestable.

4. **Subrasante inadecuada:** Suelos que no cumplen con los requisitos mínimos para soportar pavimentos, como rellenos orgánicos o materiales altamente compresibles, son considerados inadecuados. En estos casos, es esencial realizar estudios geotécnicos y posibles tratamientos para mejorar su capacidad antes de la construcción.

La clasificación adecuada de la subrasante es fundamental para el diseño de pavimentos duraderos y funcionales, asegurando que las estructuras

construidas sean capaces de resistir las cargas y condiciones del tráfico y el clima.

**Tabla 22**  
Categorías de subrasante

<b>Categoría de subrasante</b>	<b>CBR</b>
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante pobre	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante extraordinaria	De CBR ≥ 30%

Nota: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág. 40)

De acuerdo con los valores obtenidos después de un análisis del ensayo de CBR (California Bearing Ratio) obtenidos, se determina que el CBR del suelo es bueno, lo que indica que el material tiene una capacidad de soporte adecuada para las cargas esperadas en la estructura proyectada. Un CBR elevado sugiere que el suelo puede resistir adecuadamente las tensiones aplicadas por el tráfico vehicular y otros factores de carga, lo que es crucial para la durabilidad y la estabilidad del pavimento o de cualquier infraestructura construida sobre él.

La clasificación de un CBR favorable permite que el diseño de las capas de pavimentación se realice con confianza, ya que se puede optar por materiales de menor espesor y costo, manteniendo la seguridad y funcionalidad del proyecto. Además, este resultado puede ser un indicador positivo para la sostenibilidad a largo plazo de la obra, dado que un suelo con buena capacidad de carga minimiza la necesidad de reforzamientos costosos o de mantenimiento frecuente. Sin embargo, es importante considerar que, aunque el CBR sea bueno, también se deben evaluar otros factores como la variabilidad del suelo en la zona, la posible presencia de agua subterránea y los cambios en las

condiciones climáticas que puedan afectar el comportamiento del suelo con el tiempo. En resumen, un buen CBR es un excelente punto de partida para la planificación y el diseño de proyectos de infraestructura, pero debe ser parte de un análisis más amplio de las condiciones del terreno.

#### **4.1.4. Diseño de pavimentos**

##### **A) Diseño de pavimento Flexible**

- **EEsal para Pavimento Flexible.**

La resultante de todas las cargas que someten a un pavimento debido al tránsito de automóviles abarca diversos factores, incluyendo el peso estático de los vehículos, que varía según el tipo y tamaño, así como las cargas dinámicas generadas por el movimiento y aceleración de estos. Estas cargas están influenciadas por la velocidad, las maniobras realizadas y las condiciones de la superficie. Además, las cargas pueden verse afectadas por factores externos como la temperatura, la humedad y el desgaste a lo largo del tiempo. Es crucial considerar la suma de estas cargas en el diseño y análisis del pavimento para garantizar su durabilidad, resistencia y seguridad, evitando deformaciones, agrietamientos y otros fallos que puedan comprometer la infraestructura vial y la seguridad de los usuarios.

$$EEsal (W_{18}) = 1\ 185\ 062EE$$

- **Modulo para Resiliencia.**

Se trabajó para un CBR (California Bearing Ratio) de 14.7%, un valor que indica la capacidad de soporte del suelo para el diseño de pavimentos. Este porcentaje sugiere que el material del suelo puede soportar cargas significativas, siendo adecuado para aplicaciones de tráfico moderado a pesado. El CBR se utiliza como un criterio fundamental para evaluar la resistencia de los materiales de base y subbase en la construcción de carreteras, permitiendo establecer el espesor necesario del pavimento y seleccionar los materiales más apropiados para asegurar una adecuada durabilidad y rendimiento. En este contexto, un CBR de 14.7% implica que el suelo presenta características mecánicas favorables, lo que contribuye a una mejor capacidad estructural y prolonga la vida útil de la infraestructura vial. Además, se tomarán en cuenta otros factores

como la compactación, la granulometría y el contenido de humedad, que influyen en el rendimiento del pavimento y su comportamiento ante diferentes condiciones de carga y climáticas.

$$M_{R(\text{psi})} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$
$$\mathbf{MR(\text{psi}) = 14,271.64}$$

- **Valor de Desviación Estándar Normal.**

El valor de desviación estándar es un indicador clave en el análisis del tráfico, ya que permite evaluar la variabilidad y la dispersión de los datos de flujo vehicular en diferentes contextos. Según la clasificación del tipo de tráfico, la desviación estándar puede variar significativamente, reflejando las diferencias en los patrones de movimiento y comportamiento de los vehículos. Por ejemplo, en áreas urbanas con alta congestión, es probable que la desviación estándar sea mayor debido a la diversidad en los tipos de vehículos y sus trayectorias. En contraste, en vías rurales con tráfico más homogéneo, este valor tiende a ser menor. Al considerar la desviación estándar en el análisis de tráfico, se obtiene una comprensión más completa del rendimiento de la infraestructura vial y se pueden identificar áreas que requieren mejoras o intervenciones específicas para optimizar la movilidad y la seguridad vial.

$$Z_r = -1.036$$

**Tabla 23**  
Desviación estandar normal

Tipo de Camino		Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados	Desviación Estándar Normal (Zr)
Caminos de bajo volumen de tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
Resto de caminos	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10,000,000	-1.282
	TP10	10,000,001	12,500,000	-1.282
	TP11	12,500,001	15,000,000	-1.282
	TP12	15,000,001	20,000,000	-1.282
	TP13	20,000,001	25,000,000	-1.282
	TP14	25,000,001	30,000,000	-1.282
	TP15		>30,000,000	-1.645

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

- **Valor de Desviación Estándar Combinada.**

Por recomendaciones del Manual de Carreteras 2014, se establece un enfoque integral para el diseño y la gestión de las infraestructuras viales. Este manual proporciona directrices sobre diversos aspectos, como el dimensionamiento de los elementos de la carretera, el análisis de tráfico y la clasificación de los tipos de vehículos que circulan. Se enfatiza la importancia de considerar las características del entorno, el volumen de tráfico y los patrones de uso en el diseño de caminos y puentes, garantizando así su funcionalidad y seguridad. Además, se abordan recomendaciones para la señalización y el diseño geométrico, que contribuyen a una mejor circulación y a la reducción de accidentes. El cumplimiento de estas directrices no solo asegura la calidad y durabilidad de las obras, sino que también promueve la sostenibilidad y la eficiencia en la movilidad, facilitando una experiencia más segura y eficiente para todos los usuarios de la vía.

$$So = 0.45$$

- **Índice en Serviciabilidad.**

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

$$\Delta\text{PSI} = 4.00 - 2.50 = 1.50$$

**Tabla 24**  
Índice de serviciabilidad inicial

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)
Caminos de bajo Volumen de Tránsito	TP0	75000	150000	3.80
	TP1	150001	300000	3.80
	TP2	300001	500000	3.80
	TP3	500001	750000	3.80
	TP4	750001	1000000	3.80
Resto de caminos	TP5	1000001	1500000	4.00
	TP6	1500001	3000000	4.00
	TP7	3000001	5000000	4.00
	TP8	5000001	7500000	4.00
	TP9	7500001	10000000	4.00
	TP10	10000001	12500000	4.00
	TP11	12500001	15000000	4.00
	TP12	15000001	20000000	4.20
	TP13	20000001	25000000	4.20
	TP14	25000001	30000000	4.20
	TP15		>30000000	4.20

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

**Tabla 25**  
Índice en Serviciabilidad Final de Pavimento Flexible

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad
<b>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</b>	TP1	150001	300000	2.00
	TP2	300001	500000	2.00
	TP3	500001	750000	2.00
	TP4	750001	1000000	2.00
	TP5	1000001	1500000	2.50
	TP6	1500001	3000000	2.50
<b>Resto de Caminos</b>	TP7	3000001	5000000	2.50
	TP8	5000001	7500000	2.50
	TP9	7500001	10000000	2.50
	TP10	10000001	12500000	2.50
	TP11	12500001	15000000	2.50
	TP12	15000001	20000000	3.00
	TP13	20000001	25000000	3.00
	TP14	25000001	30000000	3.00
	TP15		>30000000	3.00

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

- **Valor de Confiabilidad.**

Esto da como resultado una calificación de confiabilidad del 85%, la cual se determina según el tipo de tráfico que se experimenta en la vía. La confiabilidad en el tráfico es un aspecto fundamental para la planificación y gestión de las infraestructuras viales, ya que refleja la consistencia y la predictibilidad de las condiciones de circulación. Un nivel de confiabilidad del 85% indica que, en un 85% de las ocasiones, el tráfico se comporta dentro de los parámetros esperados, lo que es particularmente relevante en áreas con variaciones significativas en el volumen vehicular. Esta evaluación permite a los ingenieros y planificadores tomar decisiones informadas sobre la capacidad de la carretera, los tiempos de espera y las posibles mejoras en la infraestructura. Además, una alta confiabilidad contribuye a la satisfacción del usuario y a la optimización de la movilidad, elementos clave en la gestión del transporte urbano y rural.



**Tabla 26**  
Nivel de confiabilidad

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Nivel de Confiabilidad (%)
Caminos de bajo Volumen de Tránsito	TP0	75000	150000	65
	TP1	150001	300000	70
	TP2	300001	500000	75
	TP3	500001	750000	80
	TP4	750001	1000000	80
Resto de caminos	TP5	1000001	1500000	85
	TP6	1500001	3000000	85
	TP7	3000001	5000000	85
	TP8	5000001	7500000	90
	TP9	7500001	10000000	90
	TP10	10000001	12500000	90
	TP11	12500001	15000000	90
	TP12	15000001	20000000	90
	TP13	20000001	25000000	90
	TP14	25000001	30000000	90
	TP15		>30000000	95

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

- **Numero Estructural (SN).**

Con las variables anteriormente halladas y mediante la ecuación AASHTO 93, se obtiene un análisis detallado del comportamiento del pavimento bajo las condiciones de carga y tráfico esperadas. Esta metodología proporciona un marco para calcular la estructura de la capa de pavimento necesaria, considerando factores como el tipo de suelo, las características del tráfico, y la durabilidad de los materiales utilizados. Al aplicar esta ecuación, se logra establecer la relación entre la carga repetida de los vehículos y la respuesta del pavimento, permitiendo así prever su desempeño a lo largo del tiempo. Los valores obtenidos después de un análisis derivados de la ecuación AASHTO 93 son cruciales para garantizar la seguridad y la funcionalidad de las carreteras, ya que facilitan la toma de decisiones sobre el diseño y la construcción de pavimentos

adecuados que soporten las condiciones de tráfico esperadas, minimizando el riesgo de fallas estructurales y prolongando la vida útil de la infraestructura vial.

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \log_{10} (\text{SN}+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} (\Delta\text{PSI})}{0.40 + \frac{4.20 - 1.50}{1094 (\text{SN}+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_r - 8.07$$

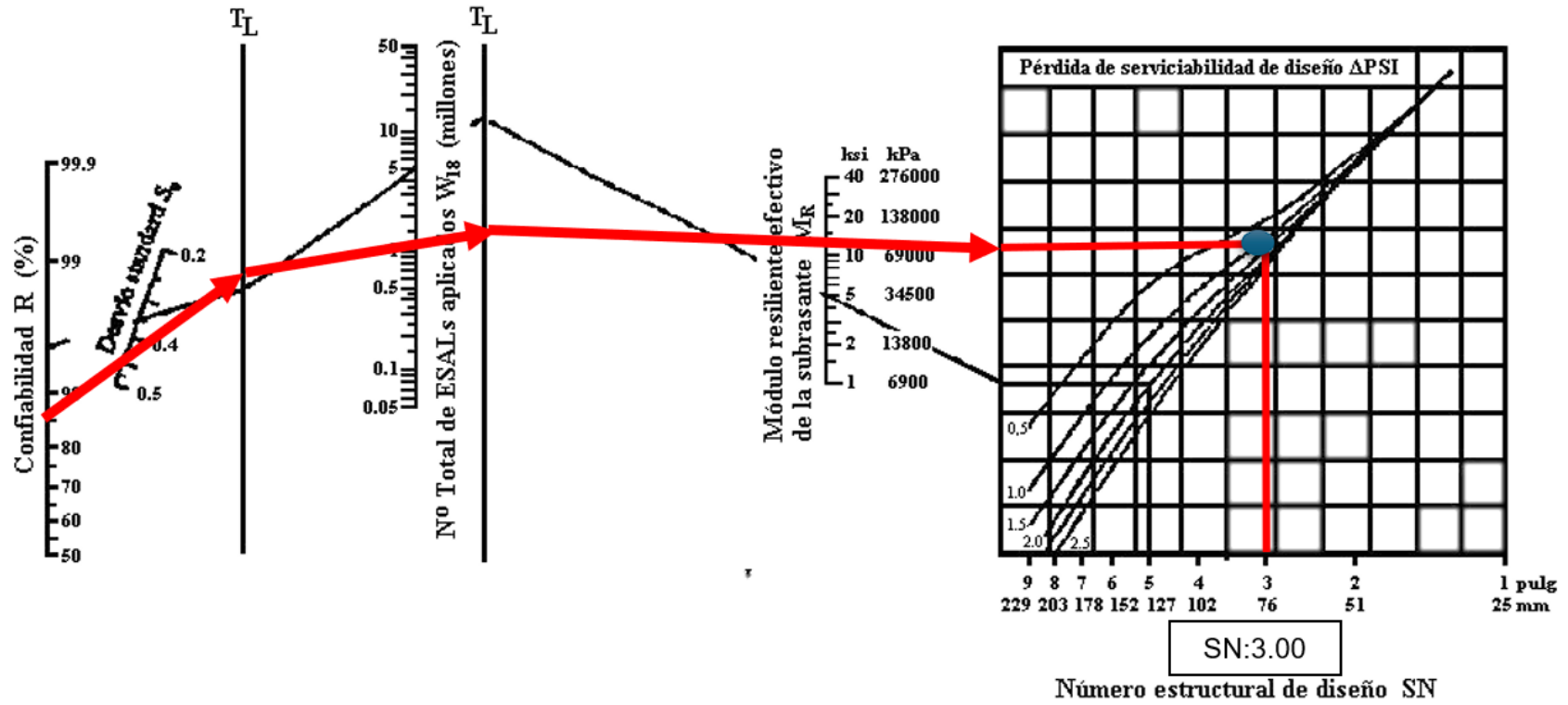
**Tabla 27**  
Resumen de parámetros de diseño

Parámetros de diseño	
ESAL	1 185 062
Confiabilidad	85%
Serviciabilidad inicial	4.00
Serviciabilidad final	2.50
$\Delta\text{PSI}$	1.50
$S_o$	0.45
$Z_r$	-1.036

Nota: Esta tabla muestra los datos para diseño del pavimento flexible

Figura 5

Abaco de diseño



Nota: esta figura muestra el Abaco de diseño

Luego de utilizar el nomograma para calcular el número estructural (SN), se determinó que el valor obtenido es 3,00. Este valor es crucial para el diseño del pavimento, ya que el número estructural indica el resultado obtenido la capacidad que deben tener las capas del pavimento para soportar las cargas del tráfico durante la vida útil de la carretera. Un SN de 3,00 indica que las capas deben ser diseñadas con características específicas que aseguren su resistencia y durabilidad frente a las condiciones de uso previstas. Esto implica seleccionar adecuadamente los materiales y determinar el grosor de cada capa, que típicamente incluye la capa de rodadura, la base y la subbase. Cada una de estas capas juega un papel fundamental en la distribución de las cargas y en la prolongación de la vida útil del pavimento, por lo que un diseño basado en el número estructural es esencial para minimizar el riesgo de fallas estructurales y garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios de la vía.

Una vez que se ha determinado el valor del número estructural (SN), el siguiente paso es proceder con el diseño y la construcción de las capas del pavimento que cumplan con los requisitos estructurales y funcionales de la vía. Estas capas generalmente incluyen una capa de rodadura, una base y una subbase, cada una con funciones específicas en la distribución de cargas y en la resistencia a las condiciones ambientales. La capa de rodadura debe estar dimensionada para soportar el tráfico directo, ofreciendo una superficie antideslizante y duradera. La base proporciona soporte adicional y ayuda a distribuir las cargas hacia la subbase, que a su vez actúa como un amortiguador entre el suelo natural y las capas superiores. Es fundamental que todas estas capas sean diseñadas con los materiales adecuados y en los grosores correctos para garantizar no solo la resistencia necesaria, sino también la durabilidad frente al tráfico previsto y las condiciones climáticas, asegurando así una infraestructura vial eficiente y segura a lo largo del tiempo.

Para garantizar que el diseño cumpla con los requisitos estructurales, se empleará la fórmula presentada a continuación, la cual permite descomponer el número estructural en las diferentes capas del pavimento. La fórmula utilizada es fundamental para determinar el grosor y las características específicas de cada capa, asegurando que cada una pueda soportar las cargas del tráfico y las condiciones ambientales a lo largo de la vida útil de la carretera. Esta

descomposición del número estructural (SN) en las capas de rodadura, base y subbase facilita el análisis de la capacidad de carga y ayuda en la selección de materiales adecuados, lo que contribuye a la efectividad y durabilidad del pavimento. La correcta aplicación de esta fórmula no solo mejora el rendimiento del pavimento, sino que también minimiza el riesgo de fallas estructurales, garantizando la seguridad y comodidad de los usuarios.

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

Donde:

**SN:** Número estructural total requerido (en este caso, 3,00).

**a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>:** Coeficientes de contribución estructural de los materiales que componen cada capa (capa de rodadura, base y subbase, respectivamente). Estos coeficientes dependen del tipo de material y su calidad.

**D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>:** Espesores de las capas (en pulgadas o centímetros), que se deben determinar en función de los requisitos del diseño.

Cada uno de estos parámetros será ajustado según las especificaciones técnicas del proyecto y las características de los materiales disponibles. El objetivo es garantizar que el pavimento diseñado sea capaz de distribuir las cargas de manera adecuada y resistir las condiciones de uso, asegurando tanto la funcionalidad como la durabilidad de la carretera.

- **Coeficiente de Capas en Pavimento**

El coeficiente de capas estructural a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> y a<sub>3</sub> es un componente esencial en el diseño de pavimentos, ya que permite evaluar la contribución de cada capa al número estructural (SN). Cada coeficiente indica el resultado obtenido la capacidad de carga y el comportamiento de las capas individuales del pavimento: a<sub>1</sub> corresponde a la capa de rodadura, a<sub>2</sub> a la base y a<sub>3</sub> a la subbase. Estos valores se obtienen a partir de ensayos de laboratorio y se basan en las características mecánicas de los materiales utilizados, así como en las condiciones de tráfico previstas. La correcta asignación de estos coeficientes es fundamental para garantizar que el diseño del pavimento cumpla con los requisitos estructurales y funcionales, optimizando su resistencia y durabilidad. Al integrar adecuadamente los coeficientes de capas estructural, se puede prever un mejor desempeño del pavimento ante cargas dinámicas y condiciones

climáticas, lo que se traduce en una mayor seguridad y comodidad para los usuarios de la vía.

**Tabla 28**  
Componentes estructurales

Componente del Pavimento	Coefficiente	Valor Coeficiente Estructural a (cm)	Observación
<b>Capa Superficial</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, modulo 2,965 Mpa (430000 PSI) a 20 °C (68°F)	a1	0.170/cm	Capa superficial recomendada para todos los tipos de Trafico
Carpeta Asfáltica en Frio, Mezcla asfáltica con emulsión	a1	0.125/cm	Capa superficial recomendada para Trafico < 1'000,000 EE
<b>Base</b>			
Base Granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	a2	0.052/cm	Capa de Base recomendada para Trafico < 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100% compactada al 100% de la IMDS	a2	0.054/cm	Capa de base recomendada para Trafico > 10'000,000 EE
<b>SubBase</b>			
Subbase Granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS	a3	0.047/cm	Capa de Subbase recomendada para todos los tipos de Trafico

$$a1 = 0.170 - a2 = 0.052 - a3 = 0.047$$

- **Drenaje**

Existen numerosas situaciones en las que el coeficiente de drenaje desempeña un papel crucial en el diseño y la gestión de sistemas de drenaje y agua. Este coeficiente es fundamental en diversos proyectos de infraestructura, entre los que destacan la planificación urbana, la construcción de carreteras y otras obras civiles. Su función principal es determinar la capacidad de un sistema para evacuar eficazmente el agua de lluvia, evitando problemas graves como inundaciones, erosión del suelo, daños en la infraestructura o deterioro de pavimentos.

En la construcción de carreteras, el coeficiente de drenaje asegura que el agua superficial no se acumule en las vías, lo que podría disminuir la seguridad vial al generar hidropelano o dañar las capas de pavimento. Un correcto diseño del drenaje ayuda a prolongar la vida útil de la carretera y reducir los costos de mantenimiento a largo plazo. Es común que este coeficiente varíe dependiendo de la cantidad de tráfico, el tipo de material utilizado en el pavimento y la ubicación geográfica.

**Tabla 29**  
Coeficientes de drenaje

Calidad de drenaje	Tiempo en 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: se muestra los coeficientes de drenaje en la tabla anteriormente mostrada

- **Medidas para Estructura de Pavimento.**

Es habitual seguir un proceso que implica calcular las alturas de las medidas específicas del pavimento para determinar sus dimensiones finales utilizando esta metodología. Este procedimiento es esencial para asegurar que el espesor del pavimento sea adecuado y cumpla con los requisitos estructurales establecidos. Para evaluar la idoneidad del espesor, se emplea un método típico que consiste en utilizar la igualdad de esfuerzos de flexión entre las capas del pavimento. Esta igualdad garantiza que las tensiones generadas por el tráfico se distribuyan de manera equilibrada a través de las diferentes capas, minimizando el riesgo de fallas estructurales y prolongando la vida útil del pavimento. Al analizar los esfuerzos de flexión, los ingenieros pueden ajustar las dimensiones y características de las capas de rodadura, base y subbase, asegurando que el diseño no solo sea funcional, sino también capaz de soportar las condiciones de carga y clima previstas, proporcionando así una infraestructura vial segura y duradera.

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

Formula AASHTO 93, donde se establecen espesores de la estructura

$$SN = 0.170 \times 8 + 0.052 \times 1.00 \times 20 + 0.047 \times 1.00 \times 20$$

$$SN = 3.105 \text{ OK CUMPLE}$$

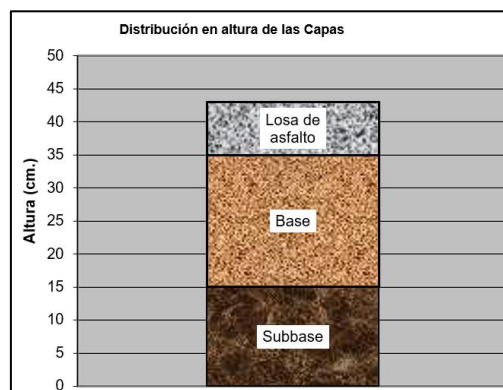
**Fuente:** Aplicación práctica del método AASHTO – 93 para el diseño de pavimento rígido

El valor resultante del cálculo es superior al número estructural requerido de 3.00, lo que indica que el diseño propuesto satisface las necesidades estructurales y funcionales del pavimento. Este resultado positivo demuestra que las capas diseñadas, incluyendo la capa de rodadura, la base y la subbase, han sido dimensionadas adecuadamente para soportar las cargas del tráfico previsto

a lo largo de la vida útil de la carretera. Un número estructural que excede el mínimo requerido es fundamental, ya que proporciona un margen adicional de seguridad y resistencia, lo que puede ser crucial en situaciones de tráfico intenso o condiciones climáticas adversas. Además, este diseño robusto contribuye a la durabilidad del pavimento, reduciendo la necesidad de mantenimiento frecuente y prolongando su vida útil. En resumen, al superar el valor mínimo requerido, el diseño no solo cumple con los estándares establecidos, sino que también ofrece un rendimiento confiable y eficiente para los usuarios de la vía.

**Figura 6**

Detalle del pavimento flexible



Nota: Se muestra el detalle del pavimento flexible

## B) Diseño para Pavimento Rígido

- **EEsal para Pavimento Rígido.**

El resultado de todas las fuerzas que actúan sobre un pavimento debido al tránsito de vehículos automotores es un factor crítico en el diseño y análisis de la infraestructura vial. Estas fuerzas incluyen cargas verticales, que son el resultado del peso de los vehículos, y fuerzas horizontales, que se generan durante la aceleración, frenado y maniobras de giro. El impacto de estas fuerzas provoca tensiones y deformaciones en las diferentes capas del pavimento, incluyendo la capa de rodadura, la base y la subbase.

Las cargas verticales se distribuyen a lo largo de la superficie del pavimento y son concentradas en áreas específicas, lo que puede resultar en la formación de huellas y deformaciones. Por otro lado, las fuerzas horizontales, aunque menores en magnitud, pueden contribuir a la fatiga del material,



especialmente en curvas y en situaciones de frenado brusco. La combinación de estas fuerzas puede provocar fenómenos como agrietamiento, deformación permanente y, eventualmente, fallas estructurales.

El análisis adecuado de estas fuerzas es esencial para el diseño de un pavimento que no solo soporte el tráfico vehicular de manera efectiva, sino que también ofrezca una vida útil prolongada y un mantenimiento mínimo. Para lograr esto, se utilizan modelos de cálculo y simulación que permiten predecir cómo se comportará el pavimento bajo diferentes condiciones de carga y tráfico.

$$EE_{sal} = 1\,394\,476\,EE$$

- **Medición para Rotura de Concreto.**

Para el Esfuerzo Estructural de Asfalto (EEsal) obtenido, se asume que el pavimento está diseñado para soportar las cargas de tráfico previstas a lo largo de su vida útil. Este esfuerzo es un indicador clave para evaluar la capacidad del pavimento frente a las solicitaciones generadas por los vehículos automotores, considerando tanto el volumen como la clasificación de estos. Se presume que las propiedades de los materiales utilizados en la construcción cumplen con las especificaciones técnicas requeridas y que el diseño de las capas del pavimento está adecuadamente dimensionado. Además, se considera que la interacción entre las diferentes capas se comporta según las teorías de mecánica de suelos y pavimentos. Este enfoque permite prever el desempeño a largo plazo, asegurando que la infraestructura vial sea segura y funcional para los usuarios, y facilitando el mantenimiento adecuado.:

$$F'c = 280\text{ kg/cm}^2$$

**Figura 7**

Medición para Rotura de Concreto.

Rango de Tráfico Pesado Expresado en EE	Resistencia Mínima a la Flex Tracción del Concreto (Mr)	Resistencia Mínima Equivalente a la Compresión del Concreto (F'c)
< 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
5'000,000 EE - 15'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,00	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

El módulo de rotura ofrece una manera de determinar dicho factor en función de la resistencia a compresión del concreto, estableciendo una relación directa entre ambas propiedades mecánicas. Generalmente, se considera que el módulo de rotura es proporcional a la resistencia a compresión, y esta relación puede variar según el tipo de concreto y las condiciones específicas de la mezcla. Este enfoque permite calcular el módulo de rotura a partir de ensayos de compresión, lo que es fundamental para evaluar el comportamiento del concreto bajo cargas de flexión. La correcta estimación del módulo de rotura es crucial en el diseño estructural, ya que ayuda a prever el desempeño del concreto en aplicaciones donde se espera que soporte tanto cargas verticales como fuerzas de flexión. donde

$$Mr: 40 \text{ kg/cm}^2$$

$$Mr = 640.05 \text{ Psi}$$

- **Medición de Elasticidad de Concreto.**

La medición de la elasticidad del concreto es esencial para evaluar su comportamiento bajo carga. Esta propiedad se refiere a la capacidad del material para deformarse elásticamente y recuperar su forma original al retirar la carga. El módulo de elasticidad, un indicador clave de la rigidez del concreto, se determina mediante ensayos de compresión en cilindros o prismas. Durante estas pruebas, se aplica una carga controlada y se mide la deformación resultante. Este valor es fundamental en el diseño estructural, ya que permite a los ingenieros anticipar cómo se comportará el concreto bajo diferentes condiciones de carga, asegurando la estabilidad y durabilidad de las estructuras. Una medición precisa de la elasticidad contribuye a optimizar el diseño y prevenir fallas estructurales.

$$Ec = 57000 \times F'c^{0.5} \text{ (psi)}$$

$$Ec = 3.6 \times 10^6 \text{ psi}$$

- **Valor de Desviación Estándar Combinada.**

Por recomendaciones del Manual de Carreteras 2014, se toma como referencia una serie de criterios técnicos y normativos que guían el diseño,

construcción y mantenimiento de la infraestructura vial. Este manual establece parámetros específicos para asegurar que las carreteras cumplan con los estándares de seguridad, durabilidad y funcionalidad necesarios para el tráfico vehicular. Se destacan aspectos como la selección adecuada de materiales, las especificaciones de las capas del pavimento, y las dimensiones de las estructuras viales. Asimismo, el manual promueve la consideración de factores como el tipo de tráfico esperado, las condiciones climáticas y el entorno geográfico. Al seguir estas recomendaciones, se busca garantizar la eficiencia y sostenibilidad de las vías, minimizando costos de mantenimiento y mejorando la experiencia del usuario en la carretera.

**So = 0.35**

- **Valor de Desviación Estándar Normal y Confiabilidad**

Se establece el nivel de confiabilidad y el valor de la desviación estándar normal según el tipo de tráfico que se está evaluando. Para ello, se obtienen los datos siguientes: primero, el volumen promedio diario de tráfico, que permite identificar la intensidad del uso de la vía; segundo, la clasificación del tipo de vehículos que transitan, lo cual influye en el diseño y las especificaciones del pavimento; y tercero, las condiciones ambientales y geográficas, que afectan el comportamiento del concreto y otros materiales utilizados en la construcción.

Adicionalmente, se consideran factores como las variaciones estacionales en el tráfico y los patrones de uso en diferentes horarios. Estos datos son cruciales para determinar el módulo de elasticidad, el número estructural y otros parámetros necesarios para asegurar que la infraestructura vial cumpla con las normativas establecidas y funcione de manera óptima durante su vida útil.

**Zr = -1.036**

**R = 85%**

**Figura 8**

Valor de Desviación Estándar Normal y Confiabilidad

Tipo De Camión	Trafico	Ejes Equivalentes Acumulados		R%	ZR
Caminos de Bajo Volumen de Transito	Tp1	150,001	300 ,000	70%	-0,524
	Tp2	300,001	500,000	75%	-0,674
	Tp3	500,001	750,000	80%	-0,842
	Tp4	750,001	1,000,000	80%	-0,842
	Tp5	1 000 001	1500 000	85%	-1,036
Resto de Caminos	Tp6	1,500,001	3,000,000	85%	-1,036
	Tp7	3 000 001	5 000 000	85%	-1,036
	Tp8	5 000 001	7500 000	90%	-1,036
	Tp9	7 500 001	10 000 000	90%	-1,282
	Tp10	10 000 001	12 500 000	90%	-1,282
	Tp11	12 500 001	15 000 000	90%	-1,282
	Tp12	15 000 001	20 000 000	90%	-1,282
	Tp13	20 000 001	25 000 000	90%	-1,282
	Tp14	25 000 001	30 000 000	90%	-1,282
	Tp15		>30,000,000	95%	-1,645

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

- **Variable de Traslado de Carga.**

La **variable de traslado de carga** es un parámetro crucial en el diseño y análisis de infraestructuras viales, ya que se refiere a la cantidad y el tipo de carga que una carretera debe soportar durante su vida útil. El valor a utilizar para esta variable depende de varios factores, incluyendo el tipo de tráfico que se espera, la clasificación de los vehículos y las características específicas de la vía.

Generalmente, se determina a partir de estudios de tráfico que evalúan el volumen de carga y el peso de los vehículos que transitan por la carretera. Este valor se expresa comúnmente en términos de carga por eje o en equivalentes de carga de camiones, que permiten estandarizar las diferentes configuraciones de vehículos.

El uso correcto de esta variable es esencial para dimensionar adecuadamente las capas del pavimento, garantizando que la infraestructura pueda soportar las tensiones y deformaciones resultantes del tráfico sin comprometer su integridad estructural. Además, esta variable permite establecer

las condiciones de mantenimiento necesarias para prolongar la vida útil de la carretera.

**J = 2.8**

**Tabla 30**

Variable de Traslado de Carga.

Tipo de Berma	J			
	Granular o Asfáltica		Concreto Hidráulico	
Valor J	SI (con pasadores) 3,2	NO (sin pasadores) 3,8 – 4,4	SI (con pasadores) 2,8	NO (sin pasadores) 3,8

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

**Factor Drenaje.**

La capacidad del suelo para soportar cargas es un aspecto crucial en la ingeniería civil, ya que determina la estabilidad de las estructuras construidas sobre él. Esta capacidad está influenciada por varios factores, siendo el drenaje uno de los más significativos. Un suelo con buena capacidad de carga puede resistir el peso de la infraestructura y el tráfico sin experimentar asentamientos o deformaciones. Sin embargo, si el drenaje es deficiente, el agua puede acumularse en el suelo, lo que reduce su resistencia y compacidad. La saturación del suelo disminuye su capacidad para soportar cargas, lo que puede provocar fallas en la estructura. Por lo tanto, es esencial garantizar un adecuado sistema de drenaje para mantener la integridad y funcionalidad de las vías y edificaciones, evitando problemas a largo plazo.

**Cd = 1.00**

**Tabla 31**

Coefficiente de drenaje

Calidad del Drenaje	P = % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1,10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1,00
Regular	1.15 - 1.10	<b>1.10 - 1.00</b>	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

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

- **Valor de Reacción de Subrasante.**

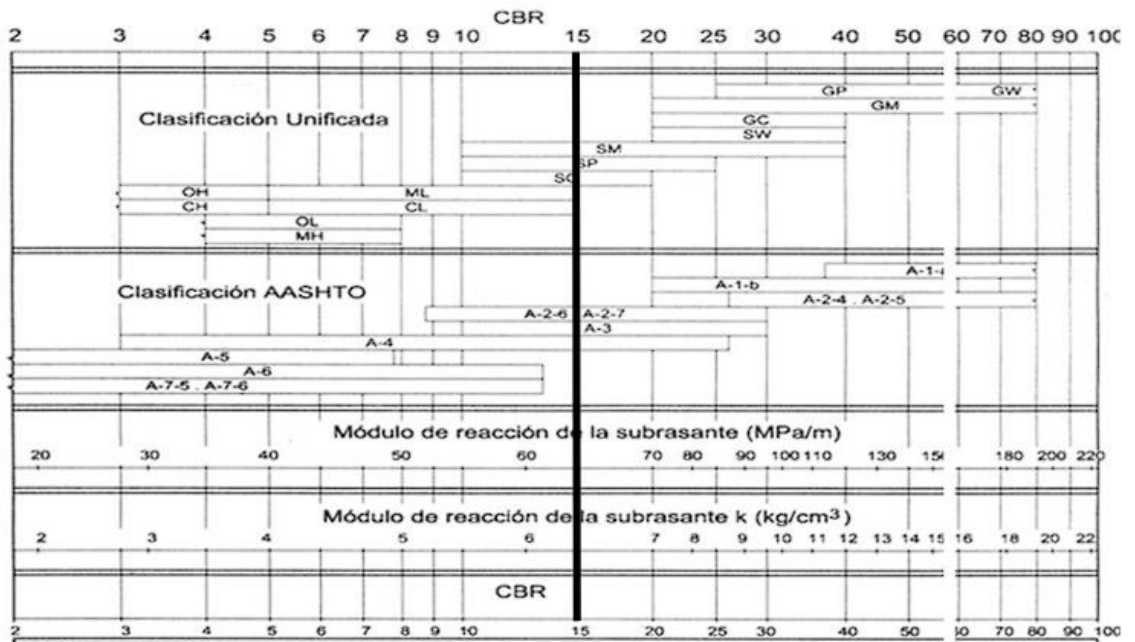
El módulo de reacción de la subrasante es un indicador fundamental de la capacidad del suelo para soportar deformaciones cuando se le aplica una

carga. Este parámetro estadístico se convierte en una medida valiosa para evaluar el comportamiento del suelo bajo condiciones de carga, y es un requisito esencial a considerar en el diseño de carreteras y pavimentos. Un valor adecuado del módulo de reacción indica que la subrasante puede distribuir las cargas de manera eficiente, minimizando las deformaciones. Para mejorar este módulo, se prevé la incorporación de capas intermedias granulares sobre la subrasante, lo que ayuda a aumentar la resistencia del suelo y a mejorar la estabilidad del pavimento. Esta estrategia no solo optimiza el desempeño estructural, sino que también prolonga la vida útil de la carretera, garantizando un mejor servicio a los usuarios.

**CBR = 15.00%**

**Figura 9**

Valor de Reacción de Subrasante.



Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

**Kc = 63 Mpa/m**

- **Índice en Serviciabilidad**

El índice de serviciabilidad es un parámetro crítico en la evaluación del rendimiento de las infraestructuras viales, que refleja la calidad del servicio que proporciona una carretera a los usuarios. Este índice se utiliza para medir la condición del pavimento y su capacidad para satisfacer las expectativas de comodidad y seguridad de los conductores. A medida que una carretera se deteriora debido al tráfico, el clima y otros factores, el índice de serviciabilidad disminuye, indicando una menor calidad de la superficie de rodadura. Se basa en diversos criterios, como la textura del pavimento, las deformaciones, y la presencia de grietas o baches. Un índice de serviciabilidad adecuado es esencial para asegurar una experiencia de conducción segura y cómoda, y su monitoreo regular permite identificar la necesidad de mantenimiento o rehabilitación, lo que a su vez ayuda a prolongar la vida útil de la infraestructura vial y optimizar su desempeño general.

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

$$\Delta\text{PSI} = 4.3 - 2.5 = 1.80$$

**Tabla 32**  
Índice en Serviciabilidad

Tipo de Caminos	Tráficos	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)	Índice de Serviciabilidad Final (Pt)	Diferencial de Serviciabilidad ( $\Delta\text{PSI}$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150001	300000	4.1	2.00	2.10
	TP2	300001	500000	4.1	2.00	2.10
	TP3	500001	750000	4.1	2.00	2.10
	TP4	750001	1000000	4.1	2.00	2.10
	TP5	1000001	1500000	4.3	2.50	1.80
	TP6	1500001	3000000	4.3	2.50	1.80
	TP7	3000001	5000000	4.3	2.50	1.80
	TP8	5000001	7500000	4.3	2.50	1.80
Resto de Caminos	TP9	7500001	10000000	4.3	2.50	1.80
	TP10	10000001	12500000	4.3	2.50	1.80
	TP11	12500001	15000000	4.3	2.50	1.80
	TP12	15000001	20000000	4.5	3.00	1.50
	TP13	20000001	25000000	4.5	3.00	1.50
	TP14	25000001	30000000	4.5	3.00	1.50
	TP15		>30000000	4.5	3.00	1.50

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

- **Diseño de Losa de Concreto.**

Utilizando las variables previamente calculadas y aplicando la ecuación AASHTO 93, se pueden determinar los requerimientos estructurales para el diseño de pavimentos. Esta ecuación es fundamental en el análisis de la capacidad del pavimento, ya que considera aspectos como el volumen de tráfico esperado, las características del suelo, y las propiedades de los materiales utilizados en la construcción. Al integrar estas variables, se obtiene un valor que indica el resultado obtenido la resistencia necesaria del pavimento para soportar las cargas impuestas durante su vida útil. Este análisis permite a los ingenieros tomar decisiones informadas sobre el espesor y los materiales de las capas del pavimento, asegurando así que la infraestructura cumpla con los estándares de durabilidad y funcionalidad requeridos. Por lo tanto, la aplicación de la ecuación AASHTO 93 es esencial para garantizar la seguridad y el rendimiento óptimo de las vías.



$$\log W_{18} = 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{G_1}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32p_t) \left[ \log \left( \frac{S'_c}{215.63j} \right) \frac{D^{0.75} - 1.132}{D^{0.75} - \frac{18.42}{Z^{0.25}}} \right]$$

**Tabla 33**

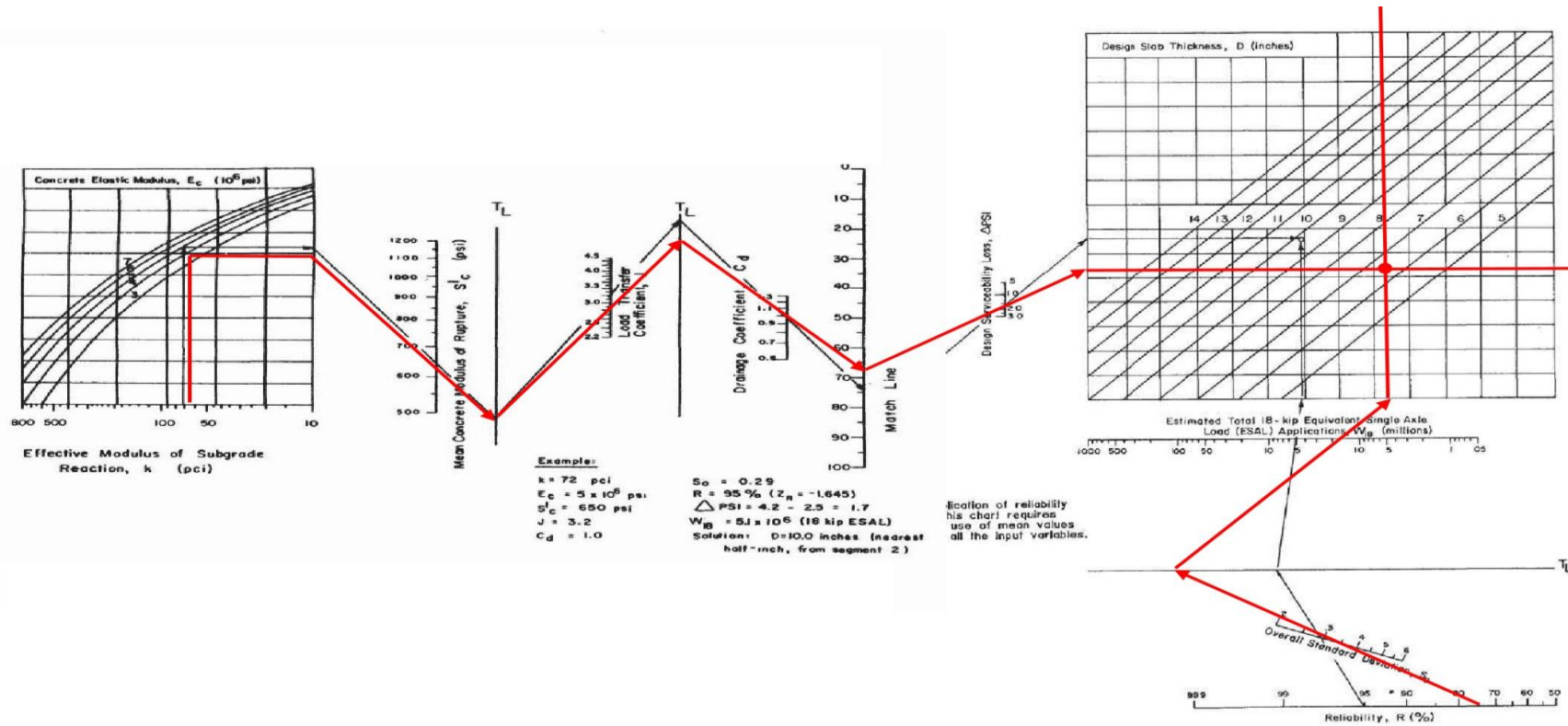
Resumen de datos del diseño de pavimento rígido

ESAL	1 394 476
PSI	1.80
Zr	-1.036
So	0.35
CBR	15.00
Kc	65.00
J	2.80
Cd	1.00

Nota: Tabla muestra los parámetros de diseño.

Figura 10

Abaco de diseño del pavimento rígido



Nota: muestra la tabla el Abaco con el que se diseñara el pavimento rígido

Dado que se requiere un espesor de 6,74 pulgadas, equivalente a 17.12 centímetros, se optará por una losa de hormigón de 15 centímetros para garantizar una mayor resistencia y durabilidad. Utilizando el nomograma adecuado, se determina que el espesor óptimo de la losa es de 17,50 centímetros, basado en la gráfica que relaciona el Número Esalon de Aplicaciones de Carga (ESAL) y otros criterios de diseño.

Además, de acuerdo con el plano topográfico, se establece que el ancho del carril será de 3,30 metros. Este ancho se complementa con una longitud horizontal de losa de 4,10 metros, lo que resulta en un panel de losa con dimensiones finales de 3,30 metros por 4,10 metros. Estas especificaciones son esenciales para asegurar la adecuada funcionalidad y resistencia del pavimento en la obra, garantizando su desempeño frente al tráfico vehicular previsto.

**Tabla 34**  
Ancho de carril

ANHO DE CARRIL (M)= ANCHO DE LOSA (M)	LONGITUD DE LOSA (M)
2.7	3.3
3.0	3.7
3.3	4.1
3.6	4.5

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35**  
Dimensiones de dowels

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIAMETRO		LONG. DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACION ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 -200	25	1"	410	300
200 -300	32	1 1/4"	460	300
300 - 430	38	1 1/2"	510	380

Nota: Tabla modificada de Manual de Carreteras 2014.

El manual establece que los pines a utilizar tendrán características específicas para cumplir con los estándares de diseño. En cuanto a sus dimensiones, se indica que el diámetro será de 1 pulgada, lo que asegura la resistencia y estabilidad necesarias en su aplicación. Además, la longitud de cada pin será de aproximadamente 460 milímetros, lo que permite un ajuste adecuado en el sistema de instalación. Estos pines deberán colocarse a

intervalos regulares, con una separación de 300 milímetros entre cada uno, lo que garantiza una distribución uniforme de la carga y minimiza posibles fallas estructurales. La precisión en la colocación y las dimensiones mencionadas es esencial para asegurar el correcto funcionamiento del sistema, evitando desgastes prematuros o malfuncionamientos. Siguiendo estas especificaciones, se logra un montaje eficiente y seguro, acorde con las exigencias técnicas del proyecto.

#### **4.1.5. ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DRENAJE**

##### **A) METODOLOGÍA DE TRABAJO**

Las actividades cubiertas por el procedimiento abarcan un conjunto integral de evaluaciones y análisis necesarios para garantizar el éxito de un proyecto de infraestructura. En primer lugar, se realiza un inventario de obras de arte y fuentes de agua, que permite identificar y evaluar en el campo tanto las obras existentes como las propuestas, asegurando que se consideren adecuadamente las interacciones con el entorno. Posteriormente, se lleva a cabo una evaluación en gabinete de las características geomorfológicas, hidrológicas y de cobertura superficial del área de estudio. Este análisis es esencial para entender cómo influyen los ríos, arroyos, quebradas, laderas, llanuras de inundación, depresiones y montañas en el comportamiento del agua y su impacto potencial en las obras.

Además, se realiza una caracterización fisiográfica de las cuencas más importantes del proyecto utilizando datos cartográficos, topográficos y aerofotográficos. Esta actividad incluye la comparación de observaciones de campo con los valores obtenidos después de un análisis obtenido para mejorar la consistencia de los cálculos y garantizar la precisión de los datos. La estimación de caudales máximos de ríos o arroyos se efectúa mediante modelos de precipitación-escorrentía y métodos racionales, lo que proporciona información crucial para el diseño y la planificación de obras de infraestructura. Finalmente, el procedimiento culmina con el dimensionamiento preliminar de obras cercanas, asegurando que todas las estructuras se diseñen teniendo en cuenta las condiciones hidrológicas y geomorfológicas del área. En conjunto, estas actividades permiten una comprensión profunda del entorno natural, facilitando la toma de decisiones informadas y el diseño de infraestructuras resilientes y sostenibles.

##### **B) CARACTERIZACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA**

La caracterización hidrometeorológica es un proceso clave en la evaluación de proyectos que dependen del comportamiento del clima y de los recursos hídricos, ya que utiliza registros históricos de precipitaciones provenientes de estaciones de investigación y monitoreo para estimar la cantidad promedio de agua de lluvia que ingresa a las cuencas del área de estudio. Estos

registros, que abarcan varios años o incluso décadas, permiten obtener una visión detallada del comportamiento de las lluvias y su impacto en el sistema hídrico de la región.

A través de estos datos históricos y la aplicación de metodologías de hidrología regional, se pueden estimar las precipitaciones indica el resultado obtenido en el área del proyecto, lo que es fundamental para la planificación y el diseño de infraestructuras, como sistemas de drenaje, embalses, presas o canales de riego. Este análisis también ayuda a prever la disponibilidad de recursos hídricos y a mitigar riesgos asociados con eventos extremos, como inundaciones o sequías.

La caracterización no solo se limita a calcular promedios de precipitación, sino que también considera su variación temporal y espacial. La variación temporal se refiere a cómo cambia la precipitación a lo largo del tiempo, ya sea en términos estacionales (épocas de lluvias intensas o sequías), anuales o incluso durante eventos meteorológicos específicos, como tormentas o ciclones. Por otro lado, la variación espacial aborda cómo se distribuyen las precipitaciones a través de diferentes puntos dentro del área del proyecto, lo que es esencial para evaluar el comportamiento del agua en cuencas y subcuencas.

Este tipo de caracterización es fundamental para una correcta gestión de los recursos hídricos, ya que permite prever cómo las precipitaciones afectarán la escorrentía, la infiltración y el comportamiento de los ríos y acuíferos en el área del proyecto. Con esta información, los ingenieros y planificadores pueden tomar decisiones informadas sobre el diseño de infraestructuras que optimicen el uso del agua y minimicen los riesgos asociados con el cambio climático o eventos hidrometeorológicos extremos.

- **DISPONIBILIDAD DE DATOS DE PRECIPITACIÓN**

Se han considerado tres estaciones hidrometeorológicas que están relacionadas con el área de influencia del proyecto. Estas estaciones son fundamentales para obtener información precisa sobre las condiciones climáticas y su impacto en la cuenca hidrográfica. Para los propósitos del estudio, se priorizan principalmente los datos de precipitaciones máximas registradas en

un período de 24 horas. Esta elección es clave, ya que las precipitaciones máximas en intervalos de 24 horas son un indicador crítico para evaluar el potencial de escorrentía superficial y el diseño de infraestructuras de drenaje.

La recolección y análisis de datos de estas estaciones permiten comprender el comportamiento de las lluvias extremas en la región, lo cual es esencial para anticipar y mitigar los riesgos asociados con inundaciones y otros problemas hídricos. Estas precipitaciones máximas son particularmente relevantes en el contexto de eventos meteorológicos severos, donde el volumen de agua que cae en un corto período puede superar la capacidad de los sistemas de drenaje, causando desbordes, daños a la infraestructura y afectaciones a la población.

Además, al utilizar datos de múltiples estaciones, se puede realizar un análisis comparativo que enriquezca la evaluación del fenómeno hidrometeorológico en el área. Este enfoque permite captar la variabilidad espacial de las precipitaciones, ayudando a identificar zonas que pueden ser más vulnerables a inundaciones o que requieren de medidas especiales de gestión del agua.

Los datos de precipitaciones máximas se integran en modelos hidrológicos que permiten simular la respuesta de la cuenca ante diferentes escenarios de precipitación, lo que facilita la planificación de medidas de mitigación y adaptación necesarias para garantizar la seguridad hídrica y la sostenibilidad del proyecto. Este análisis también contribuye a la formulación de estrategias de manejo del agua que promuevan un uso eficiente de los recursos hídricos disponibles en la región.

- **ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES**

Ante la ausencia de una estación de medición de precipitación en el área de estudio, especialmente aquellas que cuenten con instrumentos de registro continuo, así como la falta de datos sobre los caudales de los ríos de la región, se hace necesario estimar estos parámetros de forma indirecta. Para ello, se utilizarán los datos de precipitaciones máximas registradas en un período de 24

horas, específicamente la máxima precipitación diaria documentada en la estación Huamachuco. Esta elección se justifica debido a la relevancia de la estación Huamachuco en el contexto hidrometeorológico local y su capacidad para proporcionar datos indica el resultado obtenido de las condiciones de lluvia que pueden afectar el área del proyecto.

El proceso de estimación implica correlacionar las precipitaciones máximas con los caudales que se pueden esperar en los ríos y arroyos adyacentes. Para llevar a cabo estos cálculos, se utilizarán métodos hidrológicos que relacionan la precipitación con el escurrimiento superficial. Esto puede incluir el uso de modelos de esorrentía, que permiten predecir cómo el agua de lluvia se transformará en flujo en la cuenca. Los valores obtenidos después de un análisis de estas estimaciones proporcionarán los caudales máximos necesarios para dimensionar adecuadamente las obras hidráulicas que se proyectan construir a lo largo del canal.

La correcta estimación de los caudales es fundamental para el diseño de infraestructuras de drenaje y manejo de aguas pluviales, ya que garantiza que las obras hidráulicas sean capaces de manejar adecuadamente el flujo de agua, especialmente en situaciones de lluvias intensas. Esto incluye el diseño de canales, embalses y sistemas de desagüe, asegurando que se minimicen los riesgos de inundaciones y se proteja la infraestructura existente.

Adicionalmente, al contar con caudales estimados, se puede realizar un análisis más detallado de la capacidad de almacenamiento y la regulación del flujo en el canal, permitiendo implementar estrategias de gestión de recursos hídricos que favorezcan tanto la seguridad como la sostenibilidad del sistema. Este enfoque proactivo es esencial para abordar los desafíos hídricos en el área del proyecto y asegurar que las intervenciones sean efectivas y eficientes a largo plazo.



**Tabla 36**  
UBICACIÓN DE ESTACION

<b>Departamento</b>	<b>Estaciones</b>	<b>TIPO</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ALTITUD</b>
	<b>Meteorológicas</b>		<b>(S)</b>	<b>(W)</b>	<b>(m.s.n.m.)</b>
	<b>Representativas</b>				
SAN MARTIN	SORITOR	Convencional- Meteorológica	6°08'31"	<b>77°5'30.43'</b>	<b>852</b>

Nota: muestra la ubicación de la estación

**Tabla 37**  
Precipitaciones al año

<b>AÑO</b>	<b>PRECIPITACIÓN (mm)</b>
<b>1964</b>	30.171
<b>1965</b>	48.477
<b>1966</b>	28.476
<b>1967</b>	32.205
<b>1968</b>	45.2
<b>1969</b>	55.709
<b>1970</b>	34.126
<b>1971</b>	30.623
<b>1972</b>	40.68
<b>1973</b>	30.962
<b>1974</b>	54.24
<b>1975</b>	44.635
<b>1976</b>	30.51
<b>1977</b>	45.2
<b>1978</b>	24.295
<b>1979</b>	45.087
<b>1980</b>	51.98
<b>1981</b>	34.804
<b>1982</b>	55.483
<b>1983</b>	43.166
<b>1984</b>	41.245
<b>1985</b>	34.578
<b>1986</b>	30.51
<b>1987</b>	42.375

Fuente: servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú  
(SENAMHI)

<b>1986</b>	30.51
<b>1987</b>	42.375
<b>1988</b>	27.346
<b>1989</b>	40.906
<b>1990</b>	37.855
<b>1991</b>	24.408
<b>1992</b>	28.702
<b>1993</b>	34.465
<b>1994</b>	58.986
<b>1995</b>	44.296
<b>1996</b>	39.211
<b>1997</b>	39.663
<b>1998</b>	40.341
<b>1999</b>	55.822
<b>2000</b>	36.273
<b>2001</b>	38.42
<b>2002</b>	35.256
<b>2003</b>	28.024
<b>2004</b>	48.929
<b>2005</b>	48.703
<b>2006</b>	57.743
<b>2007</b>	43.957
<b>2008</b>	31.64
<b>2009</b>	35.595
<b>2010</b>	53.449
<b>2011</b>	34.465
<b>2012</b>	45.878
<b>2013</b>	57.969
<b>2014</b>	60.794

---

Fuente: servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI)

Nota: muestra el resumen de precipitaciones al año

La evaluación de los registros de precipitaciones máximas en 24 horas se realizado utilizando métodos estadísticos métodos (Gumbell,(Gumbell, Normal,

Gamma, Log Normal y el de Logaritmos Pearson Tipo III). Antes de esto, los registros eran sometidos al examen de datos que eran inciertos. Normal, Gamma, Log Normal y el de Logaritmos Pearson Tipo III). Previo a esto, los registros fueron sometidos al examen de datos que eran inciertos.

Para orden ajustarse a la distribución con la menor cantidad de error en conformarse estimación, se adoptó la distribución Gamma para períodos de recurrencia de 5, 25, 50, 100, 200 y 500 años. La distribución para lograr el menor error posible en la estimación, se adoptó la distribución Gamma para períodos de recurrencia de 5, 25, 50, 100, 200 y 500 años.

Además de a esto, es fundamental señalar que el análisis de la distribución Log Pearson III se ha realizado de forma independiente. este, es fundamental señalar que el análisis de la distribución Log Pearson III se ha realizado de forma independiente

Es importante también mencionar que el análisis de la distribución Log Pearson III, se ha trabajado en forma independiente.

- **PERÍODO DE RETORNO PARA LAS ESTRUCTURAS**

Conforme a las recomendaciones del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, se han establecido los períodos de retorno específicos para cada una de las estructuras involucradas en el proyecto, garantizando que se cumplan las normativas y los estándares técnicos en materia de seguridad y prevención de riesgos. Estos períodos de retorno indica el resultado obtenido el intervalo promedio en el cual se espera que ocurra un evento hidrológico de magnitud significativa, como una inundación o una tormenta de gran intensidad, y son esenciales para el diseño adecuado de las estructuras de drenaje. El período de retorno varía dependiendo del tipo de infraestructura y su ubicación, teniendo en cuenta la vulnerabilidad de la zona, la frecuencia histórica de eventos extremos y la importancia de la estructura en cuestión.

A continuación, se detalla en la tabla correspondiente los períodos de retorno asignados a cada estructura. Estos valores son fundamentales para dimensionar adecuadamente las obras hidráulicas, como alcantarillas, puentes y canales de drenaje, con el fin de asegurar que puedan manejar el caudal máximo esperado sin sufrir daños o fallas que comprometan su funcionalidad. Por ejemplo, para una carretera principal, el período de retorno puede ser de 50 a 100 años, mientras que para obras menores, como drenajes locales, el período

de retorno puede establecerse entre 10 y 25 años, según las características específicas del terreno y las necesidades del proyecto.

Estas recomendaciones reflejan un enfoque basado en el análisis de riesgo, el cual busca minimizar el impacto de eventos hidrometeorológicos extremos en la infraestructura, protegiendo así tanto la inversión en las obras como la seguridad de los usuarios. De esta manera, al seguir las directrices del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, se asegura que las obras diseñadas cumplan con los más altos estándares de protección y durabilidad.

**Tabla 38**

Tabla de periodo de retorno

ESTRUCTURAS	VIDA ÚTIL (años)	PERIODO RETORNO (años)	DE RIESGO ADMISIBLE (%)
Cunetas – zanjas	15	<b>30</b>	40
Alcantarillas	25	<b>71</b>	30
Badenes	25	<b>71</b>	30

Nota: La tabla muestra el periodo de retorno

- **MÉTODO RACIONAL**

El método racional, ampliamente utilizado en el diseño de sistemas de drenaje en cuencas secundarias, calcula el caudal máximo esperado a partir de la precipitación, integrando en un solo coeficiente todas las posibles abstracciones, como la infiltración, evaporación y almacenamiento temporal en la cuenca. Este coeficiente, denominado “C”, indica el resultado obtenido el índice de escorrentía de la cuenca, y se determina en función de diversas características de la misma, tales como la cobertura del suelo, la topografía, el tipo de suelo y el uso del terreno. El valor de “C” varía típicamente entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 indican que una mayor proporción de la precipitación se convierte en escorrentía superficial, mientras que valores menores reflejan una mayor capacidad de infiltración o retención en la cuenca.

Una de las suposiciones clave del método racional es que la intensidad y la distribución de la precipitación son homogéneas en toda la cuenca, es decir, se asume que el mismo volumen de lluvia cae uniformemente sobre toda la superficie durante el tiempo de duración del evento. Además, el método considera que la precipitación ocurre durante un intervalo de tiempo igual al

tiempo de concentración de la cuenca, que es el tiempo que tarda una gota de agua en recorrer la distancia máxima desde el punto más alejado de la cuenca hasta su salida.

La descarga máxima instantánea se determina en función de la intensidad máxima de recepción según la relación.:

$$Q = \frac{C_e \cdot I \cdot A}{3.6} \text{ m}^3/\text{s}$$

Donde:

Q: Máximo caudal que proporciona una cuenca en su punto de descarga (m<sup>3</sup>/s).

I: La intensidad máxima de la lluvia (mm/h) anticipada para un período de retorno (Tr) específico y una duración equivalente al tiempo de concentración de la cuenca (Tc).

A: Superficie de la cuenca (Km<sup>2</sup>) que aporta a la escorrentía que transita vía la sección de análisis.

Ce: Coeficiente de escurrimiento de la cuenca.

Duración de la precipitación

Aquí tienes el párrafo de 300 palabras utilizando el contenido proporcionado:

El método racional plantea que la duración de la precipitación sea equivalente al tiempo de concentración (Tc) de la cuenca, ya que este indica el resultado obtenido el tiempo necesario para que el agua proveniente de todas las áreas de la cuenca llegue simultáneamente a la sección de análisis. Este concepto es clave, ya que el tiempo de concentración define el momento en que toda la cuenca contribuye al flujo en el punto de salida, generando así el caudal máximo o pico de escorrentía. Si la duración de la precipitación es menor que el tiempo de concentración, no todas las áreas de la cuenca estarán contribuyendo al flujo simultáneamente, lo que resultaría en un caudal menor al máximo posible.

En cuanto al coeficiente de escorrentía (C), este es un parámetro fundamental en la aplicación de la fórmula del método racional. El coeficiente "C" refleja la capacidad de la cuenca para transformar la precipitación en escorrentía

superficial. Su valor depende directamente de las características geomorfológicas de la región, tales como la topografía, el tipo de suelo y la vegetación. En zonas con pendientes pronunciadas, suelos impermeables o áreas urbanizadas, el valor de "C" tiende a ser más elevado, lo que indica una mayor proporción de escorrentía. Por el contrario, en áreas con suelos permeables, vegetación densa o pendientes suaves, "C" será más bajo, indicando que una parte significativa de la precipitación se infiltra en el suelo o se evapora.

La correcta selección del coeficiente de escorrentía es esencial para obtener un cálculo preciso del caudal máximo, ya que cualquier variación en las características de la cuenca, como cambios en el uso del suelo, puede modificar drásticamente el comportamiento hidrológico, afectando el diseño de las estructuras de drenaje y control de aguas.

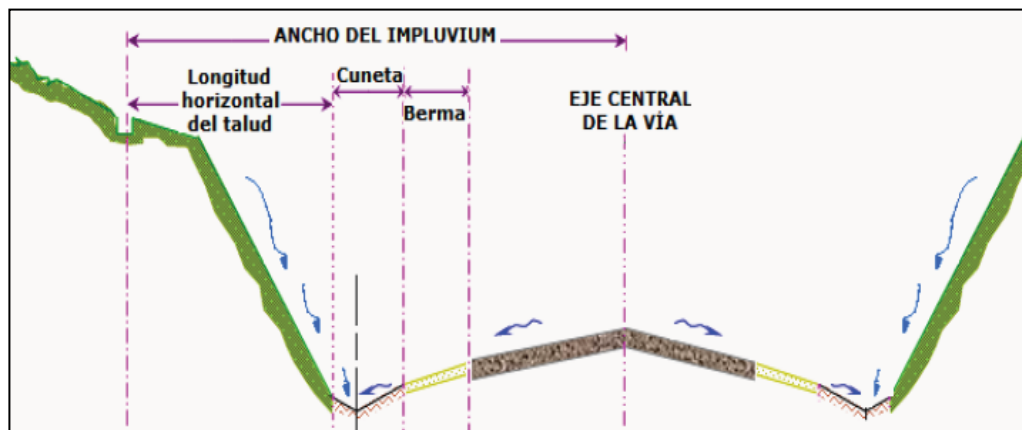
**Tabla 39**  
CAUDALES DE CUNETAS

Ancho de impluvium (m)	Espaciamiento entre alcantarillas (m)	Área tributaria (km <sup>2</sup> )	tc (min)	Tiempo de retorno (años)	Intensidad (mm/hr)	Coficiente de escorrentía	Q (l/s)
40.00	300.00	0.012	10.00	30	118.35	0.40	157.9 3x10-5
40.00	380.00	0.016	10.00	30	118.35	0.40	210.5 7x10-5

Nota muestra caudales de cunetas

**Figura 11**

DETERMIACION DEL AREA TRIBUTARIA



Nota: Muestra el área tributaria de cada cuneta

- **DRENAJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL**

La presente evaluación hidráulica se lleva a cabo de acuerdo con los criterios establecidos en el "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de Perú. Este manual es una herramienta técnica fundamental que proporciona directrices claras y precisas para la planificación y el diseño de sistemas hidráulicos, tanto en zonas urbanas como rurales. Su objetivo principal es asegurar que las infraestructuras hidráulicas, como drenajes, alcantarillas y puentes, sean capaces de gestionar eficientemente los caudales generados por las precipitaciones, evitando inundaciones y daños estructurales que puedan comprometer la seguridad y funcionalidad de las vías y áreas circundantes.

El manual del MTC aborda aspectos cruciales en el diseño hidráulico, tales como el análisis de caudales, que permite prever el volumen de agua que las estructuras deberán soportar durante eventos de lluvia intensa o inundaciones. Además, proporciona criterios para el dimensionamiento de estas estructuras, teniendo en cuenta variables como el período de retorno, la intensidad de las precipitaciones, y las características específicas de la cuenca, asegurando que las infraestructuras hidráulicas sean adecuadas para las condiciones locales y para su durabilidad a largo plazo.

Asimismo, el manual incorpora principios de gestión del agua, resaltando la importancia de un diseño adecuado en áreas urbanas, donde la escorrentía es mayor debido a la impermeabilización del suelo, y en áreas rurales, donde la topografía y el uso del suelo influyen directamente en la capacidad de infiltración y en el comportamiento de las cuencas. Siguiendo estas pautas, se busca optimizar el desempeño hidráulico de las obras, minimizando los riesgos asociados a la falta de capacidad de los sistemas de drenaje, y contribuyendo a la seguridad de las infraestructuras viales del país.

Además de las pautas del MTC, se incorporan criterios y métodos adicionales que no están incluidos en dicho documento. Estos provienen de manuales y normas de aplicación universal, elaborados por instituciones y autores de renombre internacional en el campo de la hidrología y la hidráulica. La inclusión de estas metodologías permite una evaluación más completa y robusta, ya que se basa en prácticas y experiencias reconocidas a nivel global.



## **C) ANÁLISIS Y DIMENSIONAMIENTO DE OBRAS LONGITUDINALES**

- **BOMBEOS**

En los tramos de carretera que discurren en línea recta o en curvas con peralte inverso, es esencial que los caminos cuenten con una pendiente transversal mínima, comúnmente conocida como "caída", para garantizar la correcta evacuación del agua superficial. Esta pendiente, aunque mínima, desempeña un papel crucial en la prevención de la acumulación de agua sobre la superficie de la carretera, lo que podría comprometer la seguridad vehicular y la durabilidad de la vía. La falta de una adecuada caída puede llevar a la formación de charcos o incluso a la erosión de la estructura vial.

La caída necesaria varía dependiendo de varios factores, entre los cuales el tipo de superficie de la carretera y la cantidad de lluvia en la zona son los más importantes. En superficies pavimentadas, como asfalto o concreto, la caída suele ser menor debido a la capacidad de estas superficies para drenar el agua de manera más eficiente. En cambio, en caminos de tierra o grava, se requiere una mayor pendiente transversal para asegurar que el agua no se estanque.

Otro factor clave que afecta la inclinación transversal es la cantidad de precipitación que recibe la zona. En áreas con alta pluviosidad, es necesario implementar pendientes más pronunciadas para evitar problemas relacionados con la acumulación de agua. Los valores exactos de bombeo o caída que deben aplicarse en cada caso están indicados en la tabla correspondiente, que refleja las condiciones específicas del proyecto.

El diseño de la carretera debe tomar en cuenta estas variables para determinar la caída adecuada, lo que se hará observando el tipo de superficie y la intensidad de las precipitaciones. Con esto, se asegura una correcta evacuación del agua, manteniendo la carretera en buen estado y evitando riesgos para los conductores.

**Tabla 40**  
VALORES DE BOMBEO DE LA CALZADA.

Tipo de superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5 - 3,0
Afirmado	3,0 - 3,5	3,0 - 4,0

Nota: Valores de bombeo de calzada

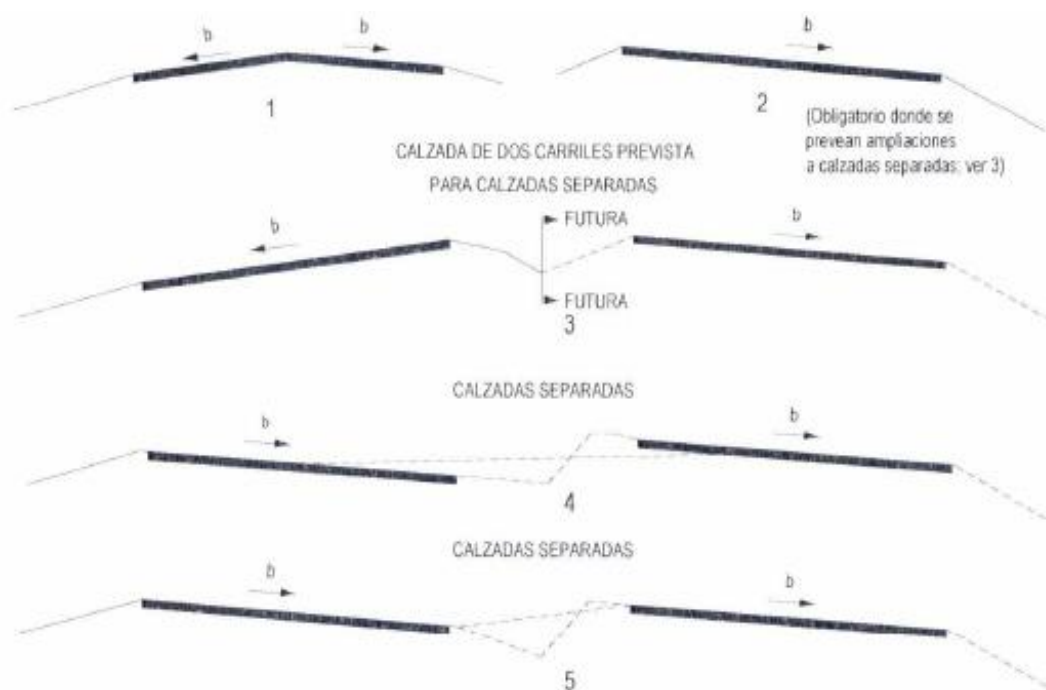
Dependiendo del tipo de camino y la facilidad para evacuar el agua superficial, el bombeo de la carretera puede realizarse de diversas maneras, adaptándose a las condiciones específicas de cada tramo. Una de las formas más comunes es la pendiente de dos lados, en la cual la inclinación comienza en el centro de la vía y desciende hacia los bordes. Este tipo de diseño permite que el agua fluya eficazmente hacia las cunetas o los sistemas de drenaje a lo largo de la carretera, evitando que se acumule en la superficie de rodadura, lo que podría causar peligros para los conductores y un deterioro más rápido de la vía.

Otra alternativa es bombear el agua hacia un solo lado, elevando un costado del camino por encima del otro. Esta técnica es particularmente útil en tramos con pendientes transversales mínimas, donde no se observa un crecimiento significativo de la carretera entre curvas que van en la misma dirección. En estos casos, la inclinación lateral asegura que el agua se drene hacia el lado más bajo del camino, dirigiéndose a las áreas de drenaje o cunetas que se encuentran a lo largo del trayecto. Este enfoque es ideal en secciones tangenciales de la carretera, donde la falta de curvas pronunciadas no facilita un flujo natural del agua hacia los bordes.

El tipo de bombeo a utilizar debe considerarse cuidadosamente durante la fase de diseño, ya que la efectividad de la evacuación del agua depende en gran medida de las características geomorfológicas del terreno y el clima de la zona. Elegir el método de bombeo adecuado asegura no solo la durabilidad de la vía, sino también la seguridad de los usuarios al minimizar los riesgos

asociados con la acumulación de agua, como el hidropilano o el daño estructural a la carretera.

**Figura 12**  
CASOS DE BOMBEO



Nota: Muestra casos de bombeo

La fuente oficial del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) ha predicho una precipitación media anual de 1 500 mm para el presente caso, basándose en los datos históricos de precipitación mensual registrados por la estación meteorológica de San Martín. Estos datos son fundamentales para el diseño y la planificación de los sistemas hidráulicos y de drenaje en el proyecto, ya que permiten estimar con precisión la cantidad de agua que ingresará a la superficie de tratamiento. El análisis de la precipitación media anual es clave para dimensionar adecuadamente las estructuras de drenaje, como canales, alcantarillas y cunetas, que deben ser capaces de manejar el volumen de agua generado durante los eventos de precipitación a lo largo del año.

En el diseño de infraestructuras, es esencial que se considere no solo el volumen total de agua, sino también su distribución a lo largo del tiempo, ya que esto influye en la capacidad de los sistemas de drenaje para evacuar el agua de manera eficiente. En zonas con precipitaciones moderadas, como la reflejada en

este estudio, la correcta planificación hidráulica puede prevenir problemas como la erosión, la acumulación de agua en la vía, y el deterioro prematuro de la infraestructura. Por tanto, los datos proporcionados por SENAMHI son un insumo crucial para el éxito del proyecto.

Asimismo, la precisión de estos datos meteorológicos permite optimizar los recursos y los costos, ya que evita sobredimensionar o subdimensionar las estructuras hidráulicas, garantizando una adecuada gestión del agua pluvial. De este modo, el proyecto puede mitigar los riesgos asociados con la precipitación y asegurar una infraestructura vial duradera y segura para los usuarios.

Se implementarán medidas de gestión y control de aguas pluviales en la superficie de tratamiento para mejorar el drenaje y reducir las inundaciones. Esta superficie debe construirse teniendo en cuenta tanto la precipitación media anual como la variabilidad de la precipitación mensual, que podría afectar los sistemas y estructuras de drenaje.

Las estrategias de gestión de aguas pluviales deben tener en cuenta la baja precipitación media de 1 500 mm/año. Incluso los raros eventos de precipitaciones intensas pueden superar el promedio anual y causar escorrentías significativas, por lo que deben considerarse.

- **CUNETAS EN LA PLATAFORMA**

Las zanjas largas y abiertas son elementos clave en la infraestructura de drenaje, ya que pueden estar revestidas o no, y pueden ubicarse a ambos lados de la carretera. Su principal propósito es recolectar, transportar y drenar el agua superficial, evitando así la acumulación de agua en la superficie de rodadura, lo que podría provocar problemas de seguridad y daños a la infraestructura vial. Este tipo de drenaje es especialmente útil en zonas donde las precipitaciones son frecuentes, ya que permite una evacuación rápida del agua, minimizando el riesgo de inundaciones o erosiones en la carretera.

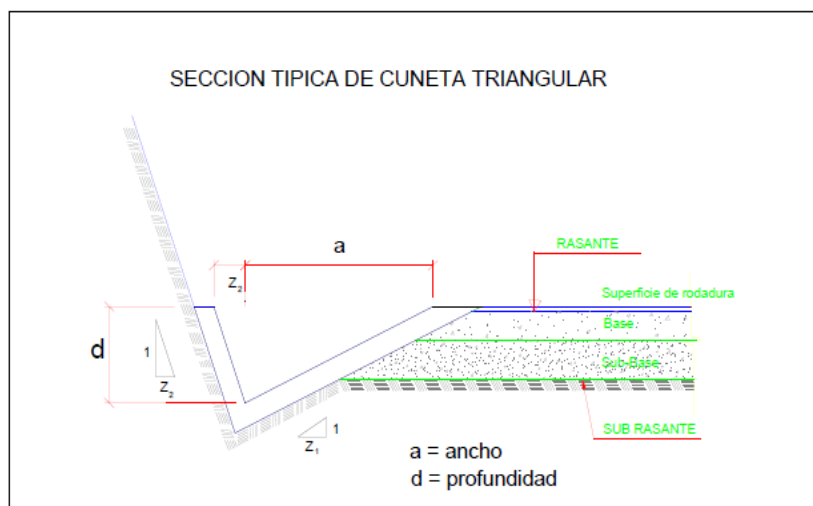
El diseño de estas zanjas incluye la aplicación de hormigón en la parte inferior de las pendientes cortadas, lo que refuerza la estructura y mejora su capacidad de conducción del agua. El hormigón ayuda a prevenir el desgaste por erosión y asegura que el agua fluya de manera efectiva hacia los sistemas de drenaje. Las zanjas pueden adoptar diversas formas, siendo las más

comunes las rectangulares, trapezoidales o triangulares, con las zanjas triangulares destacándose por su eficacia en la recolección del agua.

Para calcular el ancho de la zanja, se mide desde el borde de la pendiente hasta la vertical del punto más bajo de la misma, asegurando que la zanja tenga la capacidad adecuada para manejar el flujo de agua esperado. La profundidad de la zanja se determina en el punto donde la pendiente se encuentra con el fondo o la punta de la zanja. Este enfoque en el diseño y la construcción de zanjas es fundamental para garantizar un sistema de drenaje eficiente que proteja la carretera y sus usuarios, optimizando el manejo del agua pluvial y contribuyendo a la durabilidad de la infraestructura.

**Figura 13**

**SECCION TIPICA DE CUNETETA**



Nota: Muestra la sección típica de cuneta

**Velocidades límites admisibles**

La adecuada planificación y diseño de los sistemas de drenaje en carreteras se fundamenta en las directrices proporcionadas por el "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Tal como se aprecia en la tabla N° 33 de este manual, se presentan los criterios y parámetros necesarios para calcular los caudales de escorrentía y dimensionar las estructuras de drenaje, teniendo en cuenta las características específicas de cada cuenca. Esta tabla es un recurso esencial que ayuda a los ingenieros y diseñadores a determinar las tasas de escorrentía basadas en

diferentes tipos de superficie, precipitaciones y otras variables hidráulicas relevantes.

La información contenida en esta tabla permite establecer un enfoque basado en datos para la construcción de zanjas, canales y otras infraestructuras de drenaje, asegurando que se cumplan los estándares necesarios para manejar el agua pluvial de manera efectiva. La correcta interpretación y aplicación de estos datos son cruciales para el diseño de zanjas que recojan y transporten el agua superficial, evitando su acumulación en la carretera y reduciendo el riesgo de daños por erosión o inundación.

Además, el manual proporciona información sobre el tipo de revestimiento adecuado para las zanjas, así como recomendaciones sobre las dimensiones óptimas, incluyendo el ancho y la profundidad, que deben considerarse en función del caudal esperado. Este enfoque metódico, respaldado por datos específicos, no solo optimiza el rendimiento de los sistemas de drenaje, sino que también garantiza la seguridad y durabilidad de la infraestructura vial. Así, la implementación de los lineamientos del MTC contribuye a un manejo eficaz del agua en las carreteras, asegurando su funcionalidad y prolongando su vida útil.

### Figura 14

#### Velocidades límites admisibles

TIPO DE SUPERFICIE	VELOCIDAD LÍMITE ADMISIBLE (M/S)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

Nota: muestra las velocidades límites admisibles

#### Dimensiones mínimas

Las dimensiones de las zanjas se establecerán según las condiciones pluviales específicas de la región. En caso de optar por una sección triangular, como se indica en el "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje" del MTC, se

debe considerar el ancho y la profundidad adecuados para asegurar un eficiente drenaje del agua superficial. Esta forma es particularmente efectiva para canalizar el agua hacia los sistemas de drenaje, reduciendo el riesgo de inundaciones y erosión en las carreteras. La correcta elección de las dimensiones y la sección de la zanja es crucial para mantener la seguridad y durabilidad de la infraestructura vial, optimizando así su funcionamiento durante eventos pluviales.

**Tabla 41**  
Dimensiones mínimas

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

Nota: muestra las dimensiones minimas

En los proyectos viales, es esencial considerar la función hidráulica de la sección. Se debe construir una berma de recepción exterior con un ancho mínimo de 60 cm para evitar daños a las losas por elementos del talud superior. El mantenimiento de cunetas debe realizarse al menos dos veces al año, especialmente en zonas de sierra y selva. Cuando el ancho de la plataforma es limitado, se pueden diseñar cunetas de doble función, como cunetas cubiertas o cuencas tipo cuneta. Las alcantarillas deben drenar las aguas adecuadamente. Las longitudes de cunetas no deben exceder los 250 m en regiones secas, reduciéndose a 200 m en áreas de alta pluviosidad. Se recomienda revestir cunetas con concreto de 0,10 m de espesor para prevenir erosión.

## CALCULO HIDRAULICO

Figura 15

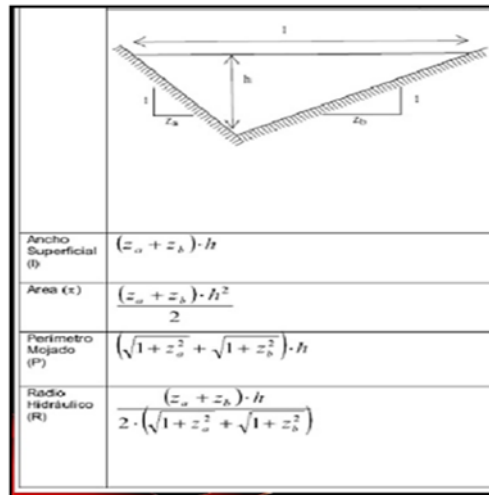
Datos de ingreso – Cunetas Revestidas

Hormigón Simple	Donde su rugosidad es:			n= 0.015
Tipo de sección	Triangular.			
Taludes	Za= 1.2	variable	Zb= 2	constante

Nota: Muestra los cálculos efectuados

Figura 16

Sección típica



Nota: muestra la sección típica



**Figura 17**

Diseño de la cuneta de lado izquierdo

L= 100 [m]	Cp= 0.83	Coef de escorrentia para pavimento asfaltico y concreto						
d= 25.00 [m]	Cs= 0.30	Coef de escorrentia para terrenos granulares						
a= 6.00 [m]								
<b>imax= 100.00 [mm/h]</b>	Coef de esc ponderado sera							
Aap= 2500 [m <sup>2</sup> ]	<b>C= 0.426</b>							
Aap= 0.0025 [km <sup>2</sup> ]	Cponderada= (a*Cs+ (d-a)*Cs)*L/(L*d)							
Se aplicara el metodo racional para determinar el caudal de diseno de las cunetas y las alcantarillas de alivio.								
$Q = \frac{C \times I \times A}{3.6}$	Donde:	<table border="0"> <tr> <td>C= 0.426</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aap= 0.0025 [km<sup>2</sup>]</td> <td>área de aporte</td> </tr> <tr> <td>i= 100.0 [mm/h]</td> <td></td> </tr> </table>	C= 0.426		Aap= 0.0025 [km <sup>2</sup> ]	área de aporte	i= 100.0 [mm/h]	
C= 0.426								
Aap= 0.0025 [km <sup>2</sup> ]	área de aporte							
i= 100.0 [mm/h]								
<b>Q= 0.0296</b>	→	<b>Qd= 0.0295833 [m<sup>3</sup>/s]</b>						
<b>Para disenar la cuneta de este tramo se utilizara la ecuacion de Manning</b>								
$Q = \frac{1}{n} * \left( \frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2}$	Donde:	<b>Q= 0.512853 [m<sup>3</sup>/s]</b>						
h= 0.3 m								
A= 0.144 m <sup>2</sup>	Q manning > Q de aporte,	<b>OK</b>						
P= 1.1394 m								
n= 0.015								
S= 0.045	se toma la mas critica							
<b>ENTONCES</b>								
I= 0.96 m								
ANCHO(a)= 0.6 m								

Nota: muestra el cálculo de la estructura hidráulica

De acuerdo con las precipitaciones medias anuales, las dimensiones mínimas recomendadas para las zanjas de drenaje son de 0.30 metros de profundidad (d) y 0.75 metros de ancho (a). Estas medidas están diseñadas para asegurar la adecuada recolección y evacuación del agua superficial, teniendo en cuenta la cantidad de precipitación que se puede esperar en la región. Al seguir estas especificaciones, se garantiza que las zanjas puedan manejar el volumen de agua durante eventos de lluvia, evitando problemas de acumulación y reduciendo el riesgo de inundaciones en la carretera. La elección de estas dimensiones mínimas es fundamental para el diseño de un sistema de drenaje eficiente y funcional, conforme a las directrices establecidas en el "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje" del MTC. Además, estas medidas permiten optimizar el rendimiento del drenaje y prolongar la vida útil de la infraestructura

vial, asegurando la seguridad de los usuarios y el mantenimiento adecuado de las vías.

**Figura 18**

Diseño de la cuneta de lado derecho

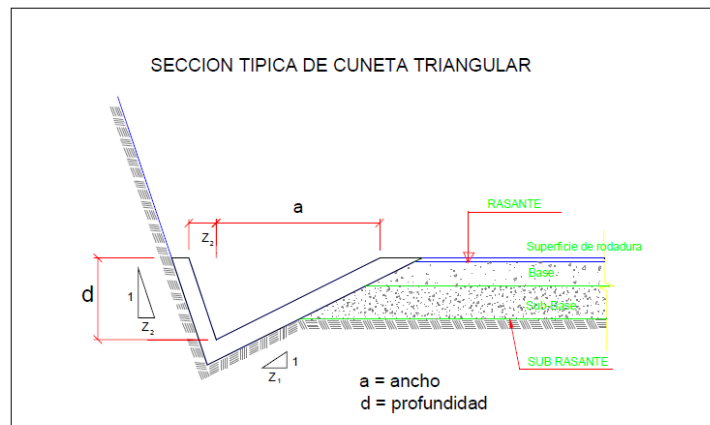
L= 100 [m]	Cp= 0.10	Coef de escorrentia para BOSQUE
d= 25.00 [m]	Cs= 0.30	Coef de escorrentia para terrenos granulares
a= 6.00 [m]		
<b>imax= 100.00 [mm/h]</b>	Coef de esc ponderado sera	
Aap= 2500 [m^2]	<b>C= 0.252</b>	
Aap= 0.0025 [km^2]	Cponderada= (a*Cs+ (d-a)*Cs)*L/(L*d)	
Se aplicara el metodo racional para determinar el caudal de diseno de las cunetas y las alcantarillas de alivio.		
$Q = \frac{C_i I A}{3.6}$	Donde:	$C = 0.252$
		Aap= 0.0025 [km^2]
		I= 100.0 [mm/h]
<b>Q= 0.0175</b>	→	<b>Qd= 0.0175 [m^3/s]</b>
Para disenar la cuneta de este tramo se utilizara la ecuacion de Manning		
$Q = \frac{1}{n} \cdot \left( \frac{A^2}{P} \right)^{3/2} \cdot S^{1/2}$	Donde:	<b>Q= 0.512853 [m^3/s]</b>
h= 0.3 m		
A= 0.144 m <sup>2</sup>	Q manning > Q de aporte,	<b>OK</b>
P= 1.1394 m		
n= 0.015		
S= 0.045	se toma la mas critica	
<b>ENTONCES</b>		
I= 0.96 m		
ANCHO(a)= 0.6 m		

Nota: muestra el cálculo de la estructura hidráulica

De acuerdo con las precipitaciones medias anuales las dimensiones mínimas son de d=0.30m y a=0.75m.

Las cunetas deben ser revestidas en pendientes mayores al 6% para prevenir la erosión. Además, estas obras de drenaje se diseñarán para mantener las pistas de tránsito libres de inundaciones, considerando la probabilidad de precipitación de diseño. La frecuencia de diseño y la tolerancia a inundaciones dependerán de la importancia del camino, así como de los riesgos y costos asociados. Los caudales de diseño para el drenaje de la plataforma se estimarán utilizando el método racional, con un tiempo de concentración mínimo de 10 minutos. Las cunetas con pendientes que generen velocidades superiores a las admisibles según el material también deben revestirse para evitar la erosión. La sección de la carretera tendrá características hidráulicas específicas.

**Figura 19**  
SECCION DE CUNETETA



Nota: Muestra la sección típica de la cuneta

La sección de la cuneta tendría las siguientes características:

**Tabla 42**  
CARACTERISTICAS DE LA CUNETETA

PARAMETROS	VALORES
Ancho superior	<b>0.75m</b>
Altura	<b>0.30m</b>
Material	<b>Cuneta de concreto</b>
Talud Izquierdo	<b>Variable</b>
Talud derecho	<b>2.5 H:1V</b>

Nota: Se muestra los parámetros de diseño

Aquí tienes un párrafo de 150 palabras:

A continuación, se presenta el listado de las cunetas, que incluye la progresiva de inicio y fin, así como sus dimensiones y características específicas. Este listado es fundamental para la planificación y ejecución del sistema de drenaje, ya que permite identificar cada una de las cunetas a lo largo de la carretera, facilitando así su construcción y mantenimiento. Cada cuneta se designará con una progresiva que indique su ubicación exacta, desde el punto de inicio hasta el punto de finalización, garantizando una adecuada gestión del agua pluvial. Además, se especificarán las dimensiones mínimas y el tipo de revestimiento, si corresponde, para asegurar que cada cuneta cumpla con su función de recolectar y transportar el agua superficial de manera eficiente. Este

enfoque sistemático asegura que el proyecto se ajuste a las normativas del "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje" del MTC, contribuyendo a la durabilidad y seguridad de la infraestructura vial.

**Tabla 43**  
LISTADO DE CUNETAS

Progresiva		Lado		Longitud
Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	m
00 + 000	00 + 070	x		70.00
00 + 110	00 + 120	x		10.00
00 + 220	00 + 270	x		50.00
00 + 280	00 + 420	x	x	280.00
00 + 500	00 + 520		x	20.00
00 + 540	00 + 560	x	x	40.00
00 + 570	00 + 580		x	10.00
00 + 590	00 + 810	x	x	440.00
00 + 820	00 + 830		x	10.00
00 + 840	00 + 930	x	x	180.00
00 + 940	00 + 960		x	20.00
00 + 960	00 + 970	x	x	20.00
00 + 980	00 + 990		x	10.00
01 + 000	01 + 020	x	x	40.00
01 + 080	01 + 370	x	x	580.00
01 + 380	01 + 390	x		10.00
01 + 500	01 + 520		x	20.00
01 + 540	01 + 880	x	x	680.00
01 + 940	02 + 000		x	60.00
02 + 000	02 + 020	x		20.00
02 + 060	02 + 100		x	40.00
02 + 120	02 + 360	x	x	480.00
02 + 380	02 + 420		x	40.00
02 + 430	02 + 460	x	x	60.00
02 + 480	02 + 540		x	60.00
02 + 570	02 + 580		x	10.00
02 + 660	02 + 670		x	10.00
02 + 670	02 + 720	x	x	100.00
02 + 740	02 + 750	x	x	20.00
02 + 780	02 + 800		x	20.00
02 + 820	02 + 860		x	40.00

02 + 880	02 + 900		x	20.00
02 + 900	02 + 920	x	x	40.00
02 + 920	02 + 930		x	10.00
02 + 930	02 + 960	x	x	60.00
03 + 020	03 + 080	x	x	120.00
03 + 120	03 + 140	x	x	40.00
03 + 150	03 + 160		x	10.00
03 + 170	03 + 180		x	10.00
03 + 240	03 + 320	x	x	160.00
03 + 340	03 + 360		x	20.00
03 + 380	03 + 390		x	10.00
03 + 390	03 + 460	x	x	140.00
03 + 470	03 + 480		x	10.00
03 + 540	03 + 580	x	x	80.00
03 + 600	03 + 620		x	20.00
03 + 710	03 + 720	x		10.00
03 + 920	03 + 940		x	20.00
03 + 940	04 + 080	x	x	280.00
04 + 090	04 + 100	x		10.00
04 + 310	04 + 360	x		50.00
04 + 400	04 + 420		x	20.00
04 + 500	04 + 520		x	20.00
04 + 520	04 + 580	x	x	120.00
04 + 580	04 + 640		x	60.00
04 + 680	04 + 700		x	20.00
04 + 700	04 + 770	x	x	140.00
04 + 770	04 + 810		x	40.00
04 + 810	04 + 820	x	x	20.00
04 + 820	04 + 850		x	30.00
04 + 860	04 + 940		x	80.00
04 + 960	04 + 980		x	20.00
05 + 020	05 + 080		x	60.00
05 + 080	05 + 280	x	x	400.00
05 + 280	05 + 300	x		20.00
05 + 300	05 + 360		x	60.00
05 + 360	05 + 520	x	x	320.00
05 + 540	05 + 550	x		10.00
05 + 560	05 + 570	x		10.00
05 + 570	05 + 580	x	x	20.00
05 + 580	05 + 590		x	10.00
05 + 620	05 + 640	x		20.00
05 + 640	05 + 770	x	x	260.00

05 + 770	05 + 790	x		20.00
05 + 790	06 + 240	x	x	900.00
06 + 260	06 + 270	x		10.00
06 + 300	06 + 320		x	20.00
06 + 380	06 + 440		x	60.00
06 + 440	06 + 660	x	x	440.00
06 + 660	06 + 670	x		10.00
06 + 670	07 + 120	x	x	900.00
07 + 120	07 + 170		x	50.00
07 + 200	07 + 260	x	x	120.00
07 + 330	07 + 350		x	20.00
07 + 420	07 + 430		x	10.00
07 + 430	07 + 540	x	x	220.00
07 + 540	07 + 550	x		10.00
07 + 620	07 + 660	x		40.00
07 + 660	07 + 760	x	x	200.00
07 + 760	07 + 840	x		80.00
07 + 840	07 + 860	x	x	40.00
07 + 860	07 + 880	x		20.00
07 + 880	07 + 890	x	x	20.00
07 + 890	07 + 900	x		10.00
08 + 000	08 + 010	x		10.00
08 + 010	08 + 620	x	x	1,220.00
08 + 620	08 + 640		x	20.00
08 + 720	08 + 730		x	10.00
08 + 730	09 + 000	x	x	540.00
09 + 000	09 + 040	x		40.00
09 + 040	09 + 070	x		30.00
09 + 080	09 + 100	x	x	40.00

Fuente: Propia

## **DRENAJE TRANSVERSAL**

### **ALCANTARILLAS**

El diseño hidráulico de una alcantarilla es un proceso crucial que implica varias consideraciones técnicas para asegurar un flujo eficiente y seguro del agua. Uno de los principales aspectos a considerar es la selección del diámetro del tubo, que debe estar diseñado para lograr una velocidad promedio de 1.25 m/s en condiciones normales. Esta velocidad es fundamental para asegurar que el flujo del agua se mantenga en movimiento, evitando la sedimentación y otros problemas asociados con el estancamiento. En algunos casos, puede permitirse que la velocidad de la alcantarilla coincida con la del canal, lo que ayuda a optimizar la integración entre ambas estructuras. Sin embargo, en situaciones excepcionales, se puede considerar una velocidad superior, siempre que se justifique y no comprometa la funcionalidad del sistema.

La cota de fondo de la alcantarilla se determina restando del nivel normal del agua el diámetro del tubo, además de añadir 1.5 veces la carga de velocidad del tubo o el 20% del tirante de la alcantarilla, lo que garantiza un adecuado funcionamiento del sistema. Esta consideración es vital, ya que asegura que la alcantarilla esté correctamente posicionada para manejar los caudales esperados sin causar desbordamientos o problemas de drenaje.

Además, es fundamental que la pendiente de la alcantarilla se iguale a la del canal, permitiendo así que el agua fluya de manera continua y eficiente. Esta alineación facilita un transporte adecuado del agua desde la alcantarilla hacia el sistema de drenaje principal, reduciendo el riesgo de acumulación o desbordamiento. En términos de diseño estructural, el relleno mínimo sobre la alcantarilla debe ser de 0.60 m para caminos parcelarios y de 0.9 m para cruces con la carretera panamericana. Estas especificaciones son importantes para garantizar la resistencia y durabilidad de la estructura, así como la seguridad de los vehículos que circulan por encima de ella.

Para un diseño hidráulico eficaz, también es necesario calcular las pérdidas de energía en el sistema utilizando la fórmula:  $Perd. = (Pe + Pf + Ps) (Va^2/2g)$ . Esta ecuación considera las pérdidas por energía potencial, fricción y otras pérdidas específicas del sistema, asegurando así que se tomen en cuenta todos los factores que pueden afectar el rendimiento de la alcantarilla. Al seguir estos principios, se garantiza un diseño óptimo que maximiza la funcionalidad y la seguridad del sistema de drenaje, contribuyendo a una infraestructura vial eficiente y sostenible. Donde los coeficientes de pérdida pueden ser determinadas según lo explicado anteriormente:

Pe = Pérdidas por entrada

Ps = Pérdidas por salida

Pf = Pérdidas por fricción en el tubo

Va = Velocidad en la alcantarilla

El diseño hidráulico de una alcantarilla no solo se enfoca en las dimensiones y la pendiente, sino también en el cálculo preciso de las pérdidas de energía, especialmente aquellas ocasionadas por fricción. El factor de fricción, denominado "f", es crucial en este cálculo y se puede determinar utilizando el diagrama de Moody. Este diagrama permite relacionar el factor de fricción con el número de Reynolds y la rugosidad relativa de la tubería, brindando un enfoque gráfico y práctico para ingenieros. Alternativamente, el factor "f" también se puede calcular mediante otros métodos más convenientes, dependiendo de la información disponible y la complejidad del sistema. Por ejemplo, el uso de fórmulas empíricas basadas en datos experimentales puede ofrecer valores obtenidos después de un análisis igualmente válidos en contextos específicos.

En cuanto a la clasificación de alcantarillas, estas se pueden categorizar según el tipo de flujo que experimentan en la entrada y la salida. Existen principalmente dos tipos de alcantarillas: las de flujo libre y las de flujo a presión. Las alcantarillas de flujo libre son aquellas en las que el agua fluye bajo la influencia de la gravedad y su nivel de líquido está expuesto a la atmósfera. En este tipo de alcantarillas, el caudal es determinado por el diámetro de la tubería y la pendiente del terreno, lo que permite que el agua fluya sin restricciones. Es importante que la cota de fondo se diseñe adecuadamente para evitar desbordes y asegurar que la velocidad de flujo sea óptima.

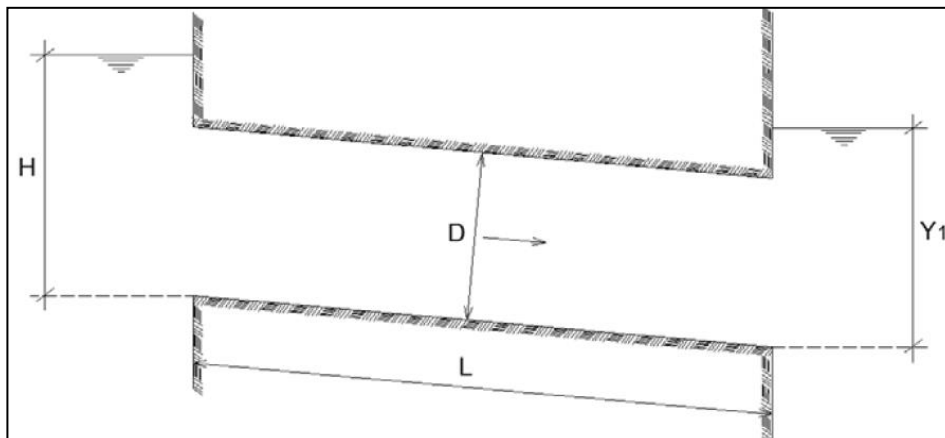


Por otro lado, las alcantarillas de flujo a presión se caracterizan porque el líquido se encuentra completamente lleno en la tubería y la presión en su interior es mayor que la atmosférica. Este tipo de alcantarilla es común en situaciones donde el terreno no permite un flujo por gravedad, y su diseño debe considerar las presiones internas y las fuerzas externas que pueden afectar su integridad. El análisis de este flujo es fundamental para evitar fallos estructurales y asegurar un rendimiento adecuado en condiciones de alta presión.

La correcta clasificación y diseño de las alcantarillas, teniendo en cuenta tanto el factor de fricción como el tipo de flujo, son fundamentales para garantizar un sistema de drenaje eficaz y duradero. Esto permite no solo optimizar el manejo del agua, sino también asegurar la seguridad de la infraestructura vial y su capacidad para enfrentar eventos climáticos adversos. Al implementar estos principios, se puede lograr un sistema de drenaje que funcione de manera eficiente en diversas condiciones operativas.

**Figura 20**

Salida sumergida



Nota: muestra la salida sumergida

El análisis hidráulico de las alcantarillas es fundamental para garantizar un adecuado funcionamiento en la recolección y transporte de aguas pluviales. Una de las condiciones críticas para clasificar el estado de una alcantarilla es la relación entre la carga hidráulica y el diámetro del tubo. En el caso donde la carga hidráulica  $H$  en la entrada es mayor que el diámetro  $D$ , y el tirante  $Y$  en la salida también es mayor que  $D$ , se establece que la alcantarilla se encuentra en un estado de llenado completo. Esta condición indica que el flujo

de agua está totalmente contenido dentro de la alcantarilla, lo que evita el riesgo de desbordamiento y garantiza un transporte eficiente del agua.

Cuando se cumplen las condiciones  $H$  estrella mayor que  $D$  y  $Y$  mayor que  $D$ , se confirma que la alcantarilla está completamente llena. En esta situación, el flujo de agua no solo se mantiene presurizado, sino que también permite un mejor control del caudal y una reducción en las pérdidas por fricción. Una alcantarilla llena es capaz de manejar flujos significativos, lo que la convierte en una opción ideal para zonas propensas a inundaciones o lluvias intensas.

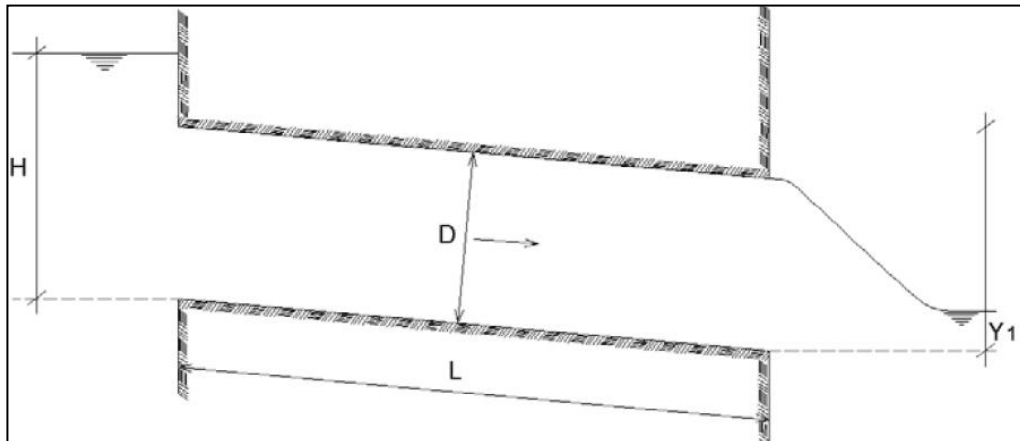
Además, es importante considerar las implicaciones de un flujo lleno en el diseño hidráulico. Los ingenieros deben asegurar que el diámetro de la alcantarilla sea el adecuado para los caudales esperados en función de las precipitaciones. Un diseño bien planificado minimiza la posibilidad de problemas relacionados con la acumulación de agua y el desbordamiento. Asimismo, es crucial calcular la energía disponible y las pérdidas asociadas al flujo, lo que implica una evaluación de los factores de fricción y las características del material de la tubería.

El control adecuado del flujo en una alcantarilla llena también tiene un impacto directo en la durabilidad de la infraestructura. Un diseño que no considera el estado de llenado puede resultar en fallos estructurales a largo plazo, como el desgaste prematuro del material o la erosión de los bordes. Por ello, la clasificación de las alcantarillas y el análisis de las condiciones hidráulicas son pasos esenciales en la ingeniería civil.

En resumen, entender las condiciones que definen una alcantarilla llena es crucial para el diseño y la planificación de sistemas de drenaje efectivos. Al garantizar que la carga hidráulica y el tirante se mantengan por encima de ciertos umbrales, los ingenieros pueden optimizar la capacidad de la alcantarilla para manejar flujos significativos, promoviendo así la seguridad y funcionalidad de la infraestructura vial.

**Figura 21**

salida no sumergida



Nota: muestra la salida sumergida

El diseño y análisis de alcantarillas requieren una comprensión precisa de las condiciones hidráulicas, que se clasifican según varios tipos basados en la relación entre la carga hidráulica  $H$ , la carga hidráulica crítica  $H$  estrella, el tirante  $Y$  sub  $t$  y el diámetro  $D$  del tubo. En este contexto, se identifican distintos tipos de alcantarillas y sus respectivos estados de llenado. Por ejemplo, una alcantarilla se considera "llena" si se cumple la condición de que  $H$  es mayor que  $H$  estrella con un rango de uno punto dos a uno punto cinco y  $Y$  sub  $t$  es menor que  $D$ . Esta situación indica que el flujo está completamente lleno y presurizado, lo que garantiza un transporte eficiente del agua.

En el caso de una "salida no sumergida", si se observa que  $H$  es mayor que  $H$  y  $Y$  sub  $t$  es menor que  $D$ , se clasifica como "parcialmente llena". Esta condición sugiere que la alcantarilla no está completamente llena, pero el flujo todavía se mantiene dentro del tubo. Las condiciones de flujo crítico y subcrítico también se analizan bajo el tipo cuatro, donde  $H$  es menor que  $H$  estrella y  $Y$  sub  $t$  es mayor que  $Y$  crítico, indicando un flujo subcrítico dentro de la alcantarilla, mientras que el tirante crítico se encuentra por encima de la altura del líquido en el tubo.

Los tipos cinco y seis describen situaciones de flujo subcrítico y supercrítico, respectivamente. En el tipo cinco, donde  $H$  es menor que  $H$  estrella y  $Y$  sub  $t$  es menor que  $Y$  crítico, se presenta un flujo subcrítico en la alcantarilla con flujo supercrítico en la salida, lo que implica que la velocidad del agua al salir del tubo es mayor que la velocidad del flujo en el interior. Por otro lado, en el tipo

seis, las condiciones de flujo supercrítico están presentes tanto en la alcantarilla como en la entrada, lo que puede presentar desafíos adicionales en términos de manejo y control del flujo.

Para simplificar el diseño en etapas preliminares, se recomienda adoptar un valor de H estrella igual a uno punto cinco veces D, lo que proporciona una referencia práctica para establecer diámetros y pendientes adecuadas. Es importante notar que los tipos uno y dos se refieren a flujos confinados en tuberías, mientras que los otros tipos están relacionados con flujos en canales abiertos, lo que requiere un enfoque distinto en el análisis y diseño. Esta clasificación no solo ayuda en la comprensión del comportamiento hidráulico de las alcantarillas, sino que también facilita la implementación de soluciones efectivas en sistemas de drenaje, garantizando la seguridad y funcionalidad de la infraestructura vial.

### CALCULO HIDRAULICO

**Figura 22**

Datos a ingresar:

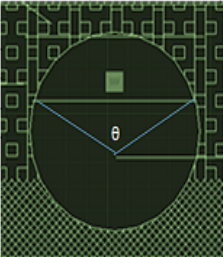
1.1. CARACTERISTICAS DEL FLUJO DE LA QUEBRADA QUE INTERCEPTA LA CARRETERA					
<b>Q (Caudal)</b>	0.200	m3/seg	<b>Cta. A=</b>	3342.908	m.s.n.m
<b>S (pendiente)</b>	0.02		<b>Cta. C=</b>	3343.078	m.s.n.m
<b>Z1 (talud)</b>	0.75				
<b>Z2 (talud)</b>	0.75				

Nota: muestra el cálculo hidráulico

**Figura 23**

Cálculo del diámetro de la tubería:

Formula de Manning:



$$\theta = 2 \arccos \left( \frac{D-2Y}{D} \right)$$

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta \text{ rad} - \text{sen } \theta)$$

$$P = \frac{D * \theta \text{ rad}}{2}$$

$$Q = \frac{1}{n} * \left( \frac{A^5}{P^2} \right)^{1/3} * S^{1/2}$$

Donde:

- Q: Caudal (m³/s)
- V: Velocidad media de flujo (m/s)
- A: Área de la sección hidráulica (m²)
- P: Perímetro mojado (m)
- R: Radio hidráulico (m)
- S: Pendiente de fondo (m/m)
- n: Coeficiente de Manning (Ver Tabla N° 9)

Variables:

Y= 0.85 D (Para una lámina al 85% del diámetro)

D= Diámetro que se busca

Q= 0.200 m³/s

n= 0.024 Para concreto Ver tabla 9

S= 0.02 Pendiente de Alcantarilla

θ= 4.69238765

A= 0.71152345 m²

P= 2.34619382 m

D (Tabulado)	Q
0.6000	0.484670439
D= 0.600	0.600 m (24")
A= 0.256	0.256 m²

Nota: muestra el cálculo de alcantarilla

El coeficiente de rugosidad de Manning, indica el resultado obtenido como n, es un parámetro crucial en el diseño y análisis de canales y sistemas de drenaje, ya que influye en la velocidad del flujo y, por ende, en la capacidad de transporte de aguas lluvias. Para los canales de metal corrugado, que son comúnmente utilizados en sistemas de drenaje debido a su durabilidad y resistencia a la corrosión, el valor del coeficiente de rugosidad de Manning se establece en n igual a 0.024. Este valor indica que los canales de metal corrugado tienen una superficie relativamente lisa, lo que favorece el flujo eficiente del agua, minimizando las pérdidas por fricción. Sin embargo, es importante considerar que el coeficiente de rugosidad puede variar según las condiciones específicas del entorno, como el grado de sedimentación o la acumulación de debris en el canal. Por lo tanto, al emplear este valor en cálculos hidráulicos, es esencial asegurarse de que sea el resultado obtenido de las condiciones reales del canal. Un correcto uso del coeficiente de Manning contribuye a la precisión en el diseño de canales de drenaje, garantizando su eficacia en la gestión de aguas pluviales y la prevención de inundaciones.

**Tabla 44**

Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n)

TIPO DE CANAL		MINIMO	NORMAL	MAXIMO
A.1. METÁLICOS	a.-Bronce Polido	0.009	0.01	0.013
	b.- Acero			
	soldado	0.01	0.012	0.014
	con remaches	0.013	0.016	0.017
	c.- Metal corrugado			
	sub - dren	0.017	0.019	0.021
	dren para aguas lluvias	0.021	0.024	0.03
A.2. NO METALICO	a.- Concreto			
	tubo recto y libre de basuras	0.01	0.011	0.013
	tubo con curvas, conexiones	0.011	0.013	0.014
	afinado	0.011	0.012	0.014
	tubo de alcantarillado con	0.013	0.015	0.017
	cámaras, entradas			
	tubo con moldaje de acero	0.012	0.013	0.014
	tubo de moldaje madera			
	cepillada	0.012	0.014	0.016
	tubo con moldaje madera en			
	bruto	0.015	0.017	0.02
	b.- Madera			
	duelas	0.01	0.012	0.014
laminada y tratada	0.015	0.017	0.02	
c.- Albañilería de piedra	0.018	0.025	0.03	

Nota: muestra los valores de coeficiente de rugosidad de maning

**Figura 24**

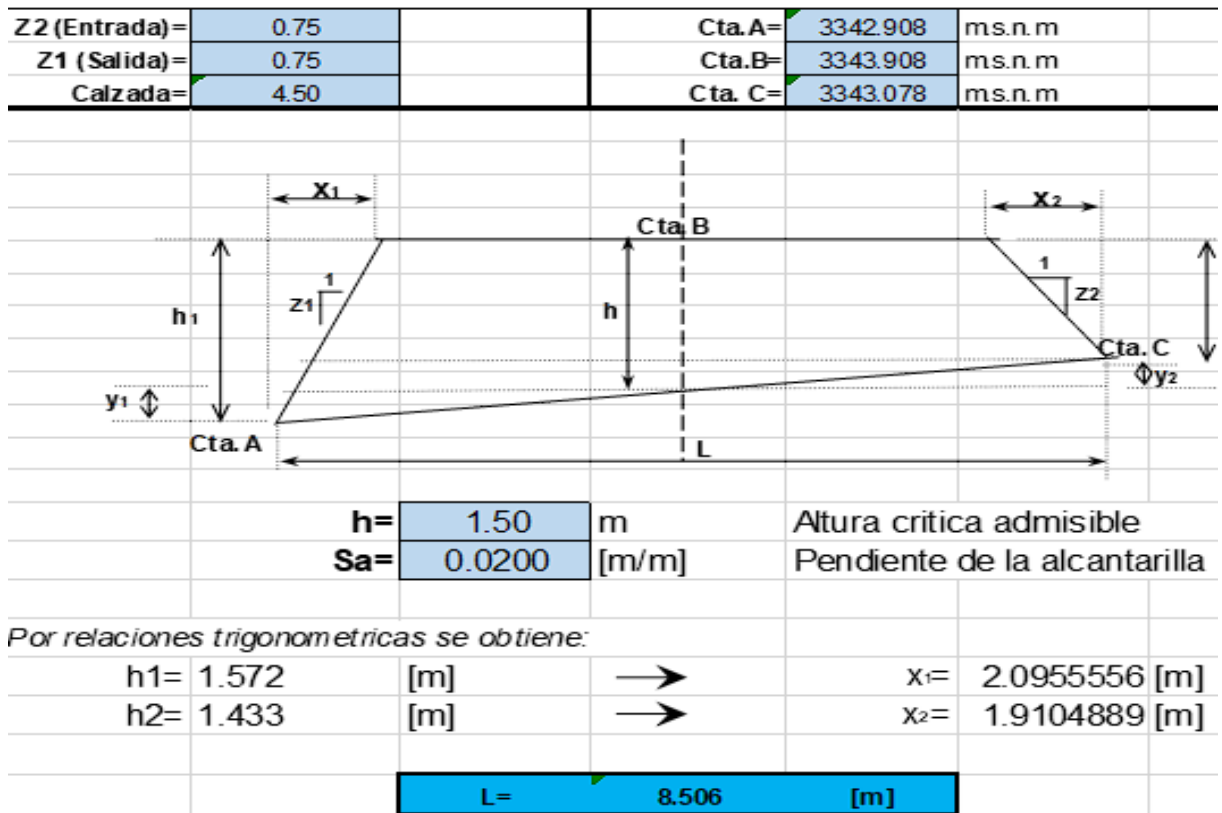
Área, velocidad y carga de velocidad.

$V = Q / A$				
Area (A)	=		0.256 m <sup>2</sup>	
Velocidad (V <sub>2</sub> )	=		0.781 m/seg	(> 0.25m/s) CONFORME
ES PROBABLE QUE NO PERMITA LA SEDIMENTACIÓN				

Nota: Muestra el cálculo de velocidades

**Figura 25**

Longitud de alcantarilla.



Nota: muestra la longitud de alcantarilla

## Figura 26

Longitud de difusor en entrada y salida.

Consideramos 3 veces el diámetro de la alcantarilla:			
		<b>Ld=</b>	<b>1.800 [m]</b>

Nota: muestra la longitud de entrada

La adecuada ubicación, alineación y pendiente de una alcantarilla son esenciales para garantizar su rendimiento hidráulico, así como para optimizar los costos de construcción y mantenimiento. Estos factores influyen directamente en la estabilidad de la corriente natural y en la seguridad vial. Una alcantarilla bien ubicada asegura un flujo eficiente, evitando problemas como el estancamiento y la erosión en las inmediaciones de la carretera. Desde el punto de vista económico, sustituir el cauce natural por uno que esté alineado con el eje del camino presenta múltiples beneficios. Esta práctica no solo reduce la longitud del conducto necesario, sino que también minimiza la necesidad de acondicionamiento adicional, como la estabilización de márgenes o la creación de estructuras de contención. Además, al mantener la alineación con el eje del camino, se disminuyen los riesgos de inundaciones y se mejora la gestión del agua pluvial, contribuyendo así a la durabilidad de la infraestructura. En conjunto, estos aspectos destacan la importancia de un diseño cuidadoso en la planificación de alcantarillas, asegurando su funcionalidad y eficiencia a largo plazo.

Las consideraciones generales para el diseño de alcantarillas son fundamentales para garantizar su eficacia y durabilidad en la gestión de aguas pluviales. En primer lugar, es crucial que la corriente cruce la carretera en la primera oportunidad disponible, lo que ayuda a prevenir derrumbes y deslizamientos de tierra. Esta estrategia no solo protege la infraestructura vial, sino que también minimiza el riesgo de accidentes. Además, la alineación de la alcantarilla en relación con el eje de la carretera debe tener en cuenta la oblicuidad del canal. Si esta oblicuidad es pequeña, la alcantarilla debe ser colocada de manera normal al eje de la carretera. Sin embargo, si la oblicuidad es considerable, se recomienda reducirla para optimizar el flujo y la estabilidad del sistema.

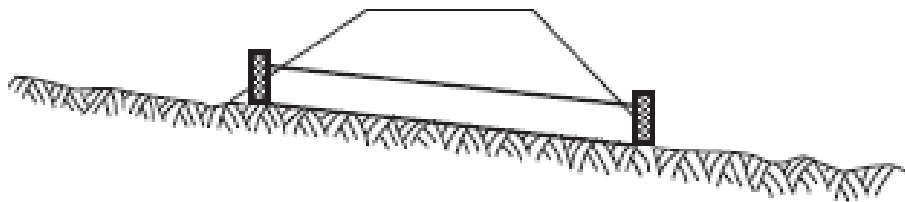


Generalmente, la mayoría de las alcantarillas se diseñan para seguir la pendiente natural del terreno, lo que permite un flujo eficiente. Sin embargo, en situaciones específicas, es posible que se necesiten modificaciones en la pendiente para reducir la erosión, inducir la sedimentación o mejorar las condiciones hidráulicas. Estas modificaciones deben ser evaluadas con detenimiento, ya que cambios inapropiados pueden resultar en efectos negativos, como el aumento de la sedimentación o la alteración de las características del flujo. Por lo tanto, es fundamental realizar un análisis exhaustivo antes de implementar cualquier ajuste en el diseño de las alcantarillas, asegurando así su funcionamiento adecuado a largo plazo.

Las formas de alcantarillas incluyen circulares, de cajón y múltiples. Las circulares son adecuadas para quebradas de caudal pequeño, mientras que las de cajón son para evacuar mayores caudales. Para caudales importantes, se pondrán alcantarillas múltiples, teniendo en cuenta la posibilidad de depósitos de sedimentos. En carreteras con alto volumen de tránsito, se adoptará una sección mínima circular de 0.90 m de diámetro, excepto en cruces de canales de riego, donde se seguirán diseños específicos.

**Figura 27**

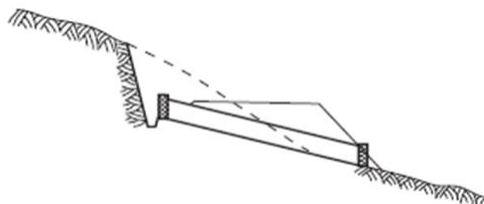
CAUCE NATURAL DE LA QUEBRADA



Nota: muestra cauce natural de la quebrada

**Figura 28**

ENTRADA BAJO LA PENDIENTE



Nota: muestra cauce natural de la quebrada

**Tabla 45**  
Ubicación de alcantarillas

N°	PROGRESIVA	TIPO	DIAMETRO	LONGITUD (M)
1	00+250	TMC	24" (0.60 M)	8.50
2	00+540	TMC	24" (0.60 M)	8.50
3	00+970	TMC	24" (0.60 M)	8.50
4	02+880	TMC	24" (0.60 M)	8.50
5	03+910	TMC	24" (0.60 M)	8.50
6	04+280	TMC	24" (0.60 M)	8.50
7	04+860	TMC	24" (0.60 M)	8.50
8	05+200	TMC	24" (0.60 M)	8.50
9	05+691	TMC	24" (0.60 M)	8.50
10	06+101	TMC	24" (0.60 M)	8.50
11	06+400	TMC	24" (0.60 M)	8.50
12	07+180	TMC	24" (0.60 M)	8.50
13	07+540	TMC	24" (0.60 M)	8.50
14	07+638	TMC	24" (0.60 M)	8.50
15	07+740	TMC	24" (0.60 M)	8.50
16	08+428	TMC	24" (0.60 M)	8.50
17	08+620	TMC	24" (0.60 M)	8.50
18	08+820	TMC	24" (0.60 M)	8.50
19	09+040	TMC	24" (0.60 M)	8.50
20	09+450	TMC	24" (0.60 M)	8.50

Nota: muestra la ubicación de alcantarillas

- **BADENES**

**Material Sólido de Arrastre**

El material de arrastre desempeña un papel fundamental en el diseño de los badenes, ya que puede afectar significativamente su eficacia y durabilidad. Para garantizar un rendimiento óptimo, se recomienda que el material de arrastre no supere el perímetro mojado del badén, ni interfiera con los lados de la carretera. Este tipo de material, que incluye lodo, palizada u objetos flotantes, puede presentar desafíos en su cuantificación, dado que su naturaleza es variable y difícil de predecir. Por lo tanto, es esencial contar con la experiencia de un especialista en el área, quien pueda interpretar adecuadamente las condiciones locales y los posibles riesgos asociados.

Además, el diseño efectivo de un badén requiere el análisis de antecedentes históricos y estudios integrales de la cuenca en la que se ubicará. Estos estudios proporcionan información valiosa sobre el comportamiento del agua en la zona, la cantidad y el tipo de material de arrastre que se ha observado en eventos anteriores, así como su impacto en la infraestructura existente. Al combinar la experiencia del especialista con datos empíricos, se puede desarrollar un diseño que minimice los riesgos de obstrucción o daño, asegurando así la funcionalidad y la seguridad del badén en el manejo de aguas pluviales. Este enfoque integral es clave para crear soluciones de drenaje efectivas y sostenibles que respondan adecuadamente a las condiciones cambiantes del entorno.

### **Protección Contra la Socavación**

La protección contra la socavación es un aspecto esencial en el diseño de badenes, ya que evita su colapso y garantiza su funcionalidad a lo largo del tiempo. Para lograr esto, se recomienda implementar diversas soluciones de protección, como enrocados, gaviones y pantallas de concreto, que deben colocarse tanto aguas arriba como aguas abajo del badén. Estas estructuras ayudan a estabilizar los márgenes y a prevenir la erosión causada por el flujo de agua, que puede debilitar la integridad del badén y, en última instancia, comprometer la seguridad vial.

Además, para reducir la energía hidráulica en la entrada y salida del badén, se sugiere la construcción de disipadores de energía. Estos dispositivos son fundamentales para mitigar el impacto del flujo de agua y evitar daños estructurales. Sin embargo, es importante diseñarlos de manera que no representen un riesgo de represamientos, lo que podría causar problemas adicionales, como el desbordamiento o el retroceso del agua.

Asimismo, se deben incluir uñas de cimentación en ambas entradas del badén, asegurándose de que estas estén asentadas sobre material resistente a la erosión. Esta medida adicional no solo contribuye a la estabilidad del badén, sino que también minimiza el riesgo de daño por socavación a lo largo del tiempo. Al implementar estas medidas de protección, se garantiza que el badén cumpla su función de manera efectiva y segura, incluso en condiciones de flujo intenso.

### **Pendiente Longitudinal del Badén**

El diseño hidráulico de un badén debe considerar cuidadosamente las pendientes longitudinales de ingreso y salida para asegurar un paso cómodo y seguro para los vehículos. Estas pendientes deben ser diseñadas de tal manera que faciliten la transición de los vehículos al cruzar el badén, evitando cualquier abrupto cambio de elevación que pudiera causar daños al vehículo o incomodidad a los ocupantes.

Una pendiente adecuada no solo mejora la experiencia del conductor, sino que también contribuye a la estabilidad del badén y a su capacidad para gestionar el flujo de agua de manera eficiente. Al adoptar pendientes suaves y graduales, se reduce el riesgo de derrapes o pérdidas de control en condiciones de lluvia, cuando la superficie puede volverse resbaladiza.

Asimismo, es fundamental que el diseño tenga en cuenta la carga máxima esperada en la carretera, asegurando que el badén pueda soportar estas cargas sin deformarse ni sufrir daños estructurales. Al integrar estas consideraciones en el diseño, se garantiza que el badén cumpla su función de manera efectiva, al tiempo que proporciona un entorno seguro y cómodo para todos los usuarios de la vía. Esto resalta la importancia de un enfoque holístico en la planificación de infraestructuras hidráulicas, donde la funcionalidad y la seguridad se convierten en prioridades esenciales.

### **Pendiente Transversal del Badén**

Para minimizar la obstrucción por material de arrastre en un badén, es recomendable incorporar una pendiente transversal del 2 al 3%. Esta inclinación permite que el agua fluya de manera más eficiente hacia los lados del badén, facilitando el desalojo de cualquier material que pueda acumularse en el centro. Al lograr que el agua se desplace rápidamente hacia los bordes, se reduce el riesgo de que lodo, palizada u otros objetos flotantes obstruyan el paso del agua, lo que podría causar el desbordamiento o el mal funcionamiento del sistema de drenaje.

Además, una pendiente transversal adecuada no solo contribuye a la eficacia del badén en la gestión del agua pluvial, sino que también mejora la

seguridad vial. Al evitar la acumulación de agua en el centro del badén, se minimizan los riesgos y se promueve una mejor adherencia de los vehículos a la superficie.

Implementar esta pendiente requiere una cuidadosa planificación y diseño para asegurar que el drenaje sea efectivo y que se mantenga la integridad del badén a lo largo del tiempo. Esto enfatiza la importancia de considerar la topografía y las condiciones del terreno en el diseño de infraestructuras hidráulicas, garantizando así un funcionamiento óptimo y duradero.

### **Borde Libre**

Es vital mantener un borde libre mínimo entre el nivel del flujo máximo y la superficie de rodadura para prevenir desbordes que puedan afectar la carretera. Este borde libre actúa como una barrera de seguridad, asegurando que en situaciones de lluvia intensa o crecidas, el agua no sobrepase el badén y cause inundaciones o daños a la infraestructura vial. Generalmente, se recomienda un borde libre que oscile entre 0.30 y 0.50 metros. Este rango proporciona un margen adecuado para gestionar variaciones en el caudal y prevenir problemas de escurrimiento.

Además, un borde libre adecuado ayuda a mejorar la seguridad vial al evitar la acumulación de agua en la superficie de la carretera, lo que podría resultar en condiciones resbaladizas y peligrosas para los vehículos. Asimismo, el borde libre actúa como una medida preventiva contra la erosión y el desgaste de la estructura del badén, al minimizar el contacto directo del flujo de agua con los bordes del camino.

Implementar este diseño en la planificación de badenes no solo asegura un flujo eficiente de las aguas pluviales, sino que también protege la integridad de la carretera y la seguridad de los conductores. En consecuencia, es crucial considerar esta recomendación en el diseño hidráulico para garantizar un rendimiento óptimo y sostenible de las infraestructuras de drenaje.

### **Diseño Hidráulico**

El badén se idealiza como un canal trapezoidal en régimen uniforme, lo que implica que las características del flujo, como la profundidad, el área de

sección transversal, la velocidad media y el gasto, se mantienen constantes a lo largo del canal. En este modelo, las pendientes de la línea de energía, el fondo del canal y la superficie del agua son paralelas, lo que simplifica el análisis y el diseño del sistema. Aunque el flujo uniforme es poco común en corrientes naturales debido a las variaciones en la topografía y otros factores, este enfoque resulta útil para aproximar el diseño del badén y establecer parámetros clave que aseguren su funcionalidad.

La velocidad media del flujo en el badén se calcula mediante la ecuación de Manning, que toma en cuenta el coeficiente de rugosidad del material del canal, así como las características geométricas del mismo. Esta ecuación es fundamental para determinar el gasto, ya que una velocidad adecuada contribuye a un flujo eficiente, evitando problemas como la sedimentación excesiva o la erosión de las paredes del canal. Al utilizar el modelo trapezoidal y la ecuación de Manning en el diseño, se pueden establecer las dimensiones y pendientes necesarias para garantizar que el badén cumpla su función de manera efectiva, gestionando adecuadamente las aguas pluviales y protegiendo la infraestructura vial de posibles daños.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

$$R = A/P$$

Donde el gasto viene dado por la siguiente relación:

$$Q = VA$$

Donde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

V: Velocidad media de flujo (m/s)

A: Área de la sección hidráulica (m<sup>2</sup>)

P: Perímetro mojado (m)

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente de fondo (m/m)

n: Coeficiente de Manning

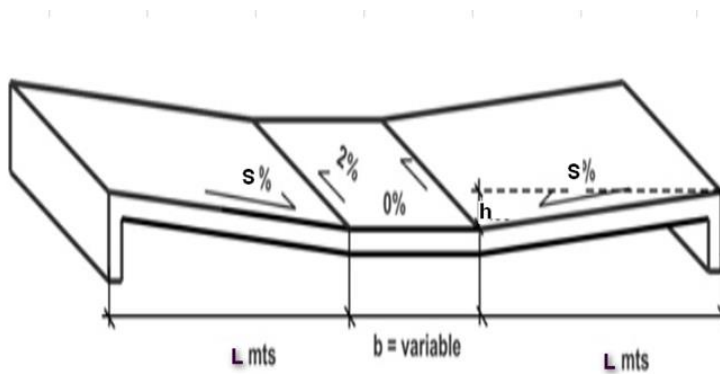
## CALCULO HIDRAULICO

**Tabla 46** Datos de ingreso

TIPO2	L=9.5m
BADEN TRAPEZOIDAL	

**Figura 29**

Sección típica



Nota: muestra la sección típica

**Figura 30**

Cálculos hidráulicos

profundidad	<b>y =</b>	0.3		
pendiente de los lados	<b>s =</b>	0.08		<b>z = 12.5</b>
pendiente del canal	<b>S0 =</b>	0.02		
ancho del trapecio	<b>b =</b>	1		
<b>n</b>				
concreto	mampsteria		<b>calculos:</b>	<b>A =</b> 1.425
0.013	0.023			<b>P =</b> 8.52
				<b>R =</b> 0.17
<b>L</b>	3.75			

Empleando la formula de Manning

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$Q_{Badén} = 2.66 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Nota: muestra los cálculos hidráulicos

**Figura 31** Cálculos hidráulicos

Datos:						
Velocidad del caudal	V =	0.8	m/s	H=	1.063	m
Caudal	Q=	0.59	m <sup>3</sup> /s			
Rugosidad de Manning	n =	0.025				
ancho del trapecio	b =	2	m			
Pendiente Transversal	S0=	2				
Pendiente Longitudinal (%)	S=	8		L=	13.2875	m
Empleando la formula de Manning						
$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$			$Q = Av$			
$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$			$S = \left( \frac{vn}{R^{2/3}} \right)^2$			

Nota: muestra los cálculos hidráulicos

Las estructuras tipo badén son soluciones efectivas cuando el nivel de la carretera coincide con el fondo del cauce que intercepta su alineamiento. Permiten el paso de flujos sólidos, especialmente durante lluvias, en situaciones donde no se puede proyectar una alcantarilla o puente. Los materiales comúnmente utilizados en su construcción son piedra y concreto. Los badenes de concreto armado son recomendados en carreteras de primer orden, aunque el tipo de material dependerá del transporte del curso natural.

Es crucial evitar la instalación de badenes sobre suelos finos susceptibles a socavación y asentamientos. El diseño debe incluir obras de protección contra socavación y uñas de cimentación en las entradas y salidas, además de losas de aproximación. Para reducir la energía hidráulica en el flujo, se sugiere construir disipadores de energía, siempre que no generen riesgos de represamientos u obstrucciones. Las protecciones deben ser adecuadas al tipo de material del curso natural y ubicarse tanto aguas arriba como aguas abajo de la estructura.



**Tabla 47**

Listado de badenes

<b>N°</b>	<b>PROGRESIVA</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>LONGITUD (M)</b>
<b>1</b>	<b>00+860</b>	<b>F'C=175 KG/CM2</b>	<b>8.5</b>
<b>2</b>	<b>04+510</b>	<b>F'C=175 KG/CM2</b>	<b>8.5</b>
<b>3</b>	<b>05+882</b>	<b>F'C=175 KG/CM2</b>	<b>8.5</b>

Nota: muestra la ubicación de los badenes

## 4.1.6. Presupuestos

### Pavimento flexible

Presupuesto	<b>0203003</b>	<b>Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascavunca y Ciudad de Rioja, San Martín.</b>		
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>		
Cliente Lugar	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO LA LIBERTAD</b>			<b>Costo al 45,553.00</b>

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/
<b>1</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>7,910.14</b>
<b>1.01</b>	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80 x 3.60 m	und	1.00	1,226.89	1,226.89
<b>1.02</b>	CONSTRUCCION DE ALMACEN DE OBRA Y GUARDIANIA	m2	75.00	89.11	6,683.25
<b>2</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>20,008.50</b>
<b>2.01</b>	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gib	1.00	6,508.52	6,508.52
<b>2.02</b>	SERVICIOS HIGIENICOS DURANTE LA CONSTRUCCION	mes	6.00	2,250.00	13,500.00
<b>3</b>	<b>PAVIMENTACION</b>				<b>11,428,007.70</b>
<b>3.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>117,659.50</b>
<b>36894</b>	TRAZO Y REPLANTEO EN PAVIMENTACION	m2	81708	1.44	117,659.52
<b>3.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				6,410,319.40
<b>36925</b>	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUB RASANTE C/MAQUINARIA	m3	16,341.60	11.85	193,647.90
<b>37290</b>	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE C/MAQUINARIA	m2	81,708.00	5.52	451,028.16
<b>37655</b>	SUB BASE HORMIGON, e=15cm	m2	81,708.00	29.11	2,378,519.80
<b>38020</b>	BASE DE AFIRMADO, e=20cm	m2	81,708.00	36.28	2,964,366.24
<b>38386</b>	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	16,341.60	25.87	422,757.19
<b>3.03</b>	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>				4,900,028.70
<b>36953</b>	BARRIDO Y LIMPIEZA P/LA CARPETA ASFALTICA	m2	81,708.00	0.42	34,317.36
<b>37318</b>	IMPRIMACION ASFALTICA con MC-30	m2	81708	12.24	1,000,105.92
<b>37683</b>	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE, e=8CM C/EQUIPO	m2	81,708.00	47.31	3,865,605.40
<b>4</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>154,535.90</b>
<b>4.01</b>	PINTURA SOBRE PAVIMENTO	m2	9,285.40	12.73	118,203.10
<b>4.02</b>	SEÑALES PREVENTIVAS 75X75 cm CON POSTE	und	80.00	454.16	36,332.80
<b>05</b>	<b>OBRAS DE ARTE</b>				<b>2,019,892.00</b>
<b>05.01</b>	<b>ALCANTARILLA TMC ( 23 UNIDADES )</b>				<b>915,582.50</b>
<b>05.01.01</b>	TRAZO Y REPLANTEO	m2	1,820.11	1.94	3,531.00
<b>05.01.02</b>	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	817.32	7.91	6,465.00
<b>05.01.03</b>	RELLENO PARA ESTRUCTURA	m3	144.80	37.23	5,390.90
<b>05.01.04</b>	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR COMPACTADO	m3	603.68	156.97	94,759.60
<b>05.01.05</b>	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	3,421.67	44.74	153,085.50
<b>05.01.06</b>	CONCRETO CLASE E (F'c=175 KG/CM2)	m3	900.62	466.70	420,319.30
<b>05.01.07</b>	TUBERIA METALICA CORRUGADA CIRCULAR D=0.60M	m	416.50	360.92	150,323.10
<b>05.01.08</b>	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	m3	473.34	172.62	81,707.90
<b>05.02</b>	<b>BADEN (05 UND)</b>				<b>326,618.60</b>
<b>05.02.01</b>	TRAZO Y REPLANTEO	m2	891.00	1.94	1,728.50
<b>05.02.02</b>	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	534.60	7.91	4,228.60
<b>05.02.03</b>	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR COMPACTADO	m3	178.20	156.97	27,972.00
<b>05.02.04</b>	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	621.00	44.74	27,783.50
<b>05.02.05</b>	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	m3	259.20	172.62	44,743.10
<b>05.02.06</b>	CONCRETO CLASE E1 (F'c=175 KG/CM2 + 30%P.M.)	m3	129.60	332.18	43,050.50
<b>05.02.07</b>	CONCRETO CLASE E (F'c=175 KG/CM2)	m3	291.60	466.70	136,089.70
<b>05.02.08</b>	JUNTAS ASFALTICAS, E=1" EN BADENES	m	405.00	101.29	41,022.40
<b>05.03</b>	<b>CUNETAS</b>				<b>777,690.90</b>
<b>05.03.01</b>	CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA DE CONCRETO	m	15,330.00	50.73	777,690.90
<b>06</b>	<b>TRANSPORTE</b>				<b>4,839,075.90</b>
<b>06.01</b>	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA	m3-km/d	9,405.80	5.18	48,722.00
<b>06.02</b>	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA	m3-km/d	2,969.41	1.07	3,177.20
<b>06.03</b>	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA	m3-km/d	267,819.07	5.27	1,411,406.50
<b>06.04</b>	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA	m3-km/d	4,116,792.81	0.82	3,375,770.10
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>18,469,430.30</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>1,846,943.00</b>
	<b>UTILIDADES (5%)</b>				<b>923,471.50</b>
	-----				
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>21,239,844.80</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>3,823,172.00</b>
	-----				
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>25,063,016.90</b>

SON : VEINTICINCO MILLONES SESENTA Y TRES MIL DIECISEIS Y 95/100 SOLES

## Pavimento rígido

Presupuesto **0203003** **Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascavunqa y Ciudad de Rioja, San Martín.**  
 Subpresupuesto **001** **PAVIMENTO RIGIDO**  
 Cliente Lugar **UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORREGO LA LIBERTAD** Costo al **18.09.2024**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>7,910.14</b>
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80 x	und	1.00	1,226.89	1,226.89
01.02	CONSTRUCCION DE ALMACEN DE OBRA Y	m2	75.00	89.11	6,683.25
<b>02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>20,008.52</b>
02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	6,508.52	6,508.52
02.02	SERVICIOS HIGIENICOS DURANTE LA CONSTRUCCION	mes	6.00	2,250.00	13,500.00
<b>03</b>	<b>PAVIMENTACION</b>				<b>14,776,526.22</b>
<b>03.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>117,659.52</b>
03.01.2001	TRAZO Y REPLANTEO EN PAVIMENTACION	m2	81,708.00	1.44	117,659.52
<b>03.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2,134,539.79</b>
03.02.2001	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	16,341.60	11.85	193,647.96
03.02.2002	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE	m2	81,708.00	5.52	451,028.16
03.02.2003	SUB BASE HORMIGON, e=15cm	m2	81,708.00	13.06	1,067,106.48
03.02.2004	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	16,341.60	25.87	422,757.19
<b>03.03</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>				<b>12,524,326.90</b>
03.03.2001	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280KG/CM2	m3	20,427.00	525.44	10,733,162.88
03.03.2002	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN JUNTAS DE	m2	6,190.00	42.14	260,846.60
03.03.2003	DOWELS D=1" EN JUNTA DE CONSTRUCCION	und	40,869.20	18.14	741,367.25
03.03.2004	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	m2	81,708.00	3.99	326,014.92
03.03.2005	PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA	m2	81,708.00	1.25	102,135.00
03.03.2006	CORTE DE JUNTAS 3mm	m	15,689.50	4.51	70,759.65
03.03.2007	SELLO DE JUNTAS CON MATERIAL ELASTOMERICO	m	15,689.50	6.30	98,843.85
03.03.2008	APLICACION DE CURADOR QUIMICO	m2	81,708.00	2.34	191,196.72
<b>04</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>154,535.94</b>
04.01	PINTURA SOBRE PAVIMENTO	m2	9,285.40	12.73	118,203.14
04.02	SEÑALES PREVENTIVAS 75X75 cm CON POSTE	und	80.00	454.16	36,332.80
<b>05</b>	<b>OBRAS DE ARTE</b>				<b>2,019,892.09</b>
<b>05.01</b>	<b>ALCANTARILLA TMC ( 23 UNIDADES )</b>				<b>915,582.57</b>
05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	1,820.11	1.94	3,531.01
05.01.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	817.32	7.91	6,465.00
05.01.03	RELLENO PARA ESTRUCTURA	m3	144.80	37.23	5,390.90
05.01.04	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR COMPACTADO	m3	603.68	156.97	94,759.65
05.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	3,421.67	44.74	153,085.52
05.01.06	CONCRETO CLASE E (F'c=175 KG/CM2)	m3	900.62	466.70	420,319.35
05.01.07	TUBERIA METALICA CORRUGADA CIRCULAR D=0.60M	m	416.50	360.92	150,323.18
05.01.08	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	m3	473.34	172.62	81,707.95
<b>05.02</b>	<b>BADEN (05 UND)</b>				<b>326,618.62</b>
05.02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	891.00	1.94	1,728.54
05.02.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	534.60	7.91	4,228.65
05.02.03	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR COMPACTADO	m3	178.20	156.97	27,972.05
05.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	621.00	44.74	27,783.54
05.02.05	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	m3	259.20	172.62	44,743.10
05.02.06	CONCRETO CLASE E1 (F'c=175 KG/CM2 + 30%P.M.)	m3	129.60	332.18	43,050.53
05.02.07	CONCRETO CLASE E (F'c=175 KG/CM2)	m3	291.60	466.70	136,089.72
05.02.08	JUNTAS ASFALTICAS, E=1" EN BADENES	m	405.00	101.29	41,022.45
<b>05.03</b>	<b>CUNETAS</b>				<b>777,690.90</b>
05.03.01	CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA DE CONCRETO	m	15,330.00	50.73	777,690.90
<b>06</b>	<b>TRANSPORTE</b>				<b>4,839,075.92</b>
06.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA	m3-km/d	9,405.80	5.18	48,722.04
06.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA	m3-km/d	2,969.41	1.07	3,177.27
06.03	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA	m3-km/d	267,819.07	5.27	1,411,406.50
06.04	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA	m3-km/d	4,116,792.81	0.82	3,375,770.10
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>21,817,948.82</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>2,181,794.88</b>
	<b>UTILIDADES (5%)</b>				<b>1,090,897.44</b>
	-----				
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>25,090,641.15</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>4,516,315.41</b>
	-----				
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>29,606,956.55</b>
	SON VEINTINUEVE MILLONES SEISCIENTOS SEIS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SEIS Y 55/100 SOLES				

El presupuesto estimado para la construcción del pavimento flexible es de S/ 25,063,016.95, mientras que el costo del pavimento rígido asciende a S/ 29,606,956.55. Aunque el pavimento rígido presenta un costo inicial más alto, ofrece numerosos beneficios que lo convierten en una opción atractiva para proyectos de infraestructura vial.

Una de las principales ventajas del pavimento rígido es su durabilidad. Este tipo de pavimento, hecho de concreto, tiene una vida útil considerablemente más larga que el pavimento flexible. Generalmente, el pavimento rígido puede durar entre 20 y 40 años, lo que significa que, aunque la inversión inicial sea mayor, los costos de mantenimiento y rehabilitación a lo largo del tiempo son significativamente menores. Esto se traduce en un menor gasto a largo plazo y una mayor eficiencia económica.

Otro beneficio del pavimento rígido es su resistencia a las deformaciones y al desgaste. El concreto es menos susceptible a las deformaciones por tráfico pesado, temperaturas extremas y ciclos de congelación y descongelación, lo que permite mantener una superficie de rodadura más uniforme y segura. Esto contribuye a una mejor experiencia de conducción y a la reducción de accidentes.

Además, el pavimento rígido tiene propiedades que contribuyen a una mejor gestión del agua. Su capacidad para drenar adecuadamente reduce la acumulación de agua en la superficie, minimizando el riesgo de hidroplaneo y mejorando la seguridad vial. Asimismo, su superficie tiende a reflejar mejor la luz, lo que puede aumentar la visibilidad durante la noche y en condiciones de baja iluminación.

Finalmente, el uso de pavimento rígido también puede ser beneficioso desde el punto de vista medioambiental. La producción de concreto puede incorporar materiales reciclados, y su larga vida útil reduce la necesidad de frecuentes reparaciones y reconstrucciones, lo que disminuye el impacto ambiental asociado con la fabricación y transporte de materiales.

En resumen, a pesar de la diferencia en costos iniciales, los beneficios del pavimento rígido en términos de durabilidad, resistencia, seguridad y sostenibilidad lo convierten en una opción valiosa para la construcción de infraestructuras viales.

## 4.2. Docimasia de hipótesis

Aunque el pavimento flexible se presenta como una opción atractiva debido a su menor costo inicial y fácil implementación, un análisis más exhaustivo de las condiciones de la zona revela que el pavimento rígido es la mejor alternativa. Esto se debe a varios factores críticos que deben considerarse al tomar una decisión sobre el tipo de pavimento a utilizar. Primero, la carga vehicular es un aspecto fundamental; en áreas donde se espera un alto tráfico de vehículos pesados, el pavimento rígido ofrece una mayor capacidad para soportar estas cargas sin deformarse, lo que reduce el riesgo de formación de baches y otros daños estructurales.

Además, las condiciones climáticas de la región también juegan un papel importante en la elección del tipo de pavimento. En zonas donde las variaciones de temperatura son significativas, el pavimento rígido muestra una mayor resistencia a la expansión y contracción, lo que se traduce en un mejor rendimiento a largo plazo. Por otro lado, el pavimento flexible puede verse afectado por estas fluctuaciones, lo que puede resultar en un deterioro más rápido y, en consecuencia, mayores costos de reparación.

Los costos de mantenimiento a largo plazo son otro factor crítico. Aunque el pavimento rígido requiere una inversión inicial más elevada, su mayor durabilidad y resistencia al desgaste, combinadas con una menor necesidad de mantenimiento, justifican esta diferencia de costo. Esto significa que, a lo largo de su vida útil, el pavimento rígido puede resultar más económico que su contraparte flexible, ya que reduce la frecuencia de las reparaciones y el tiempo de inactividad de la carretera. En consecuencia, el pavimento rígido se convierte en la opción más adecuada, ofreciendo beneficios significativos en términos de rendimiento, economía y sostenibilidad a lo largo de su vida útil, lo que lo convierte en una elección más sensata para proyectos de infraestructura vial a largo plazo.

## V. **Discusión de valores obtenidos después de un análisis**

- El análisis del volumen vehicular reveló un Índice Medio Diario de Afluencia (IMDA) de 86 vehículos, lo que indica la existencia de un tráfico moderado en la zona. En función de este nivel de tránsito, el pavimento flexible podría ser una opción viable, ya que presenta un costo inicial más bajo en comparación con otras alternativas. No obstante, es importante considerar que, si se anticipa un incremento en el flujo vehicular o la circulación de vehículos pesados en el futuro, la elección del pavimento rígido sería más aconsejable. Esto se debe a su superior durabilidad y resistencia al desgaste, así como a los menores costos de mantenimiento que implica a lo largo de su vida útil. Por lo tanto, aunque el pavimento flexible parece ser una opción atractiva a corto plazo, el pavimento rígido ofrece beneficios significativos que justifican su elección para garantizar un rendimiento óptimo a largo plazo. Así mismo en la referencia internacional (Cortez 2020); justifica que el pavimento Rígido sería la opción mas eficiente en su herramienta para el calculo de espesores de espesores en pavimentos.
- El diseño del pavimento consiste en una carpeta asfáltica de 8 cm, seguida de 20 cm de base y 20 cm de subbase, lo cual, combinado con obras de drenaje pluvial como cunetas, badenes y sistemas de alcantarillado, asegura no solo durabilidad y resistencia frente al tráfico actual, sino también un manejo eficiente del agua. Estas características son esenciales para prevenir la acumulación de agua en la superficie, que podría provocar daños al pavimento y, por ende, reducir su vida útil. Además, la implementación de un adecuado sistema de drenaje contribuye a mejorar la longevidad de la infraestructura al minimizar los riesgos de erosión y deterioro. En consecuencia, este enfoque integral en el diseño del pavimento no solo busca satisfacer las necesidades presentes, sino que también se anticipa a futuras exigencias, asegurando un rendimiento óptimo y sostenible a lo largo del tiempo.

- El pavimento flexible presenta un costo inicial de S/ 25,063,016.95, que lo hace más económico en comparación con los S/ 29,606,956.55 del pavimento rígido. No obstante, el pavimento rígido ofrece una mayor durabilidad y menores costos de mantenimiento a largo plazo, lo que justifica su inversión inicial más alta. Por lo tanto, en zonas con alta carga vehicular y condiciones climáticas extremas, el pavimento rígido se convierte en una opción más rentable y sostenible, asegurando un rendimiento óptimo a lo largo del tiempo.

Discrepando con las referencias citadas de Lara y Villanueva (2019) los cuales indican que escogerían el pavimento flexible como la opción mas adecuada.

- El estudio hidrológico revela que la precipitación anual es inferior a 500 mm, indicando una carga pluvial baja. Sin embargo, se han identificado áreas críticas que requieren un sistema de drenaje pluvial específico, que incluye badenes, cunetas y una red de alcantarillado. Estas medidas son fundamentales para garantizar un manejo adecuado del agua, evitando acumulaciones que puedan dañar el pavimento. La implementación de este sistema no solo preservará la integridad del pavimento, sino que también minimizará problemas de erosión y optimizará la durabilidad y el rendimiento de la infraestructura.
- El plan de drenaje integral abarca la instalación de cunetas a ambos lados de la carretera, badenes en las zonas más críticas y alcantarillas para desviar aguas subterráneas. Este enfoque asegura una gestión eficiente del agua pluvial y subterránea, reduciendo el riesgo de acumulaciones que puedan dañar el pavimento. Las cunetas permiten la recolección y canalización del agua superficial, mientras que los badenes se enfocan en las áreas con mayores problemas de drenaje. Las alcantarillas aseguran la evacuación adecuada de aguas subterráneas, previniendo la saturación del suelo y mejorando la durabilidad y funcionalidad del pavimento.



## Conclusiones

- El análisis del volumen vehicular, que revela un Índice Medio Diario de Afluencia (IMDA) de 86 vehículos, indica un tráfico moderado. En este contexto, el pavimento flexible sería una opción adecuada gracias a su menor costo inicial. Sin embargo, si se prevé un aumento futuro en el tráfico o la circulación de vehículos pesados, es aconsejable optar por el pavimento rígido. Esta alternativa ofrece una mayor durabilidad y menores costos de mantenimiento a largo plazo, lo que la convierte en una opción más rentable y sostenible para enfrentar las exigencias futuras de la infraestructura vial.
- En el estudio de suelos se han realizado 10 calicatas, las cuales sirvieron para realizar los diferentes estudios tales como: límite de plasticidad, CBR, Proctor, contenido de humedad, granulometría en donde al analizar los resultados que el suelo es arcilloso y contiene en promedio de contenido de humedad W (%) 4.38. así mismo los valores obtenidos en los ensayos garantizan la estabilidad para la construcción de obras viales.
- El diseño estructural del pavimento incluye una carpeta asfáltica de 8 cm, una base de 20 cm y una subbase de 20 cm, complementado con obras de drenaje como cunetas, badenes y alcantarillado. Esta propuesta ofrece una solución sólida, garantizando tanto la durabilidad del pavimento como una gestión eficiente del agua. Al implementar este sistema de drenaje, se mitigará la acumulación de agua en la superficie, lo que ayudará a prevenir daños en el pavimento y, a su vez, mejorará su vida útil. Esta estrategia integral es clave para asegurar un rendimiento óptimo de la infraestructura a largo plazo.
- El pavimento flexible tiene un costo inicial más bajo, con un total de S/ 25,063,016.95, frente a los S/ 29,606,956.55 del pavimento rígido. Sin embargo, la mayor durabilidad y los menores costos de mantenimiento asociados al pavimento rígido justifican su inversión inicial más elevada, especialmente en situaciones donde se anticipa una alta carga vehicular o se enfrentan condiciones climáticas severas. En estos escenarios, el pavimento rígido se convierte en una opción económicamente eficiente a

largo plazo, ya que garantiza un mejor rendimiento y menores gastos operativos, asegurando así una infraestructura más sostenible y rentable en el tiempo.

- El estudio hidrológico se realizó en la estación de Soritor y revela que, a pesar de que la precipitación anual es relativamente baja, con menos de 500 mm, hay áreas críticas que demandan un sistema de drenaje específico. Para abordar esta situación, es fundamental implementar badenes, cunetas y alcantarillado. Estas medidas son esenciales para prevenir acumulaciones de agua que podrían causar daños en el pavimento, asegurando su integridad y rendimiento a largo plazo. De esta manera, se garantiza una gestión adecuada del agua pluvial, contribuyendo a la durabilidad de la infraestructura vial y minimizando el riesgo de erosión o deterioro prematuro del pavimento.
  
- El plan integral de drenaje propuesto abarca cunetas de forma triangular revestidas de concreto a ambos lados de la carretera, haciendo un total de 15330 metros lineales; badenes en las áreas más vulnerables haciendo un total de 05 badenes los cuales deberán tener juntas asfálticas no mayor a 1" y 23 alcantarillas para el manejo adecuado de las aguas subterráneas. Esta estrategia garantiza una gestión eficiente tanto del agua pluvial como de la subterránea, lo que minimiza los riesgos de saturación del suelo. Al implementar este sistema, se prolonga la vida útil del pavimento, ya que se previenen problemas de erosión y acumulación de agua. De esta forma, el diseño no solo protege la infraestructura vial, sino que también asegura su funcionalidad y durabilidad a largo plazo.

### *CUADRO DE DIMENSIONES DE BADENES*

<i>BADEN</i>	<i>DIMENSIONES</i>						
PROGRESIVA	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)	Lt (m)	B (m)	e (m)
04+350	6.00	6.00	2.00	2.00	14.0	4.50	0.40
08+960	6.00	6.00	2.00	2.00	14.0	4.50	0.40
09+170	6.00	6.00	2.00	2.00	14.0	4.50	0.40

### DIMENSIONES DE LAS CUNETAS RECTANGULARES

PENDIENTE DE LA VÍA (S)	DIMENSIONES (m)	
	a	b
$0,004 < S \leq 0,006$	0,50	0,40
$0,006 < S \leq 0,009$	0,45	0,40
$S \geq 0,010$	0,45	0,35

- Finalmente podemos concluir que lo recomendable para este proyecto sería la ejecución de un pavimento rígido y también que la realización de un buen diseño tanto económico como duradero permitirá la eficiencia y vida útil de la pavimentación de la carretera entre el sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja. Siguiendo con todas las recomendaciones aquí dadas.

## **Recomendaciones**

- Se sugiere llevar a cabo un monitoreo constante del tráfico vehicular en la zona para detectar aumentos en la demanda y, en consecuencia, planificar mejoras en la infraestructura vial. Este enfoque proactivo permitirá ajustar el tipo de pavimento adecuado de acuerdo con la evolución del tráfico, lo que optimiza la inversión realizada y garantiza la durabilidad de la vía en función de las condiciones de uso futuras. Al anticipar cambios en la carga vehicular, se pueden implementar estrategias más efectivas que aseguren la sostenibilidad y el rendimiento de la infraestructura a lo largo del tiempo, evitando problemas que podrían surgir por un tráfico no contemplado en el diseño inicial.
- El estudio de suelo es un proceso fundamental en la ingeniería civil y la construcción, que consiste en la investigación y evaluación de las características del terreno donde se desarrollará un proyecto. Este estudio permite obtener información crítica sobre la composición, propiedades físicas y mecánicas del suelo, lo que es esencial para el diseño y la construcción de estructuras seguras y duraderas
- Implementar un programa de mantenimiento preventivo para el pavimento y las obras de drenaje es fundamental para extender la vida útil de la infraestructura. Este programa debe incluir inspecciones regulares para evaluar el estado del pavimento y de los sistemas de drenaje, así como la limpieza de cunetas y alcantarillas para prevenir obstrucciones. Además, es esencial llevar a cabo reparaciones oportunas que eviten el deterioro mayor de la infraestructura. De esta manera, se asegura que el sistema funcione de manera eficiente en todo momento, minimizando el riesgo de problemas significativos que puedan surgir por la falta de mantenimiento y garantizando la durabilidad y el rendimiento óptimo del pavimento a lo largo del tiempo.
- Es fundamental llevar a cabo una evaluación exhaustiva del costo del ciclo de vida del pavimento antes de decidir el tipo a utilizar. Esta evaluación debe incluir no solo los costos iniciales de construcción, sino también los gastos de mantenimiento a largo plazo y la durabilidad del pavimento bajo

diversas condiciones de tráfico y clima. Al analizar estos factores, se puede determinar cuál opción resulta más rentable en función de las necesidades específicas de la infraestructura. Considerar el costo del ciclo de vida permite a los responsables de la toma de decisiones seleccionar un pavimento que no solo sea económicamente viable en el corto plazo, sino que también garantice un rendimiento óptimo y sostenido a lo largo del tiempo, adaptándose a los cambios en las condiciones de uso y climáticas.

- Se recomienda diseñar un sistema de drenaje que no solo sea capaz de gestionar las lluvias promedio, sino que también pueda manejar eventos climáticos extremos. A pesar de que la precipitación anual en la zona sea relativamente baja, las áreas críticas identificadas demandan medidas específicas para evitar la acumulación de agua. Esta acumulación, si no se controla adecuadamente, puede deteriorar el pavimento y poner en riesgo tanto la seguridad de los usuarios como la durabilidad de la infraestructura vial. Implementar un sistema de drenaje eficaz es esencial para asegurar un rendimiento óptimo a largo plazo y prevenir problemas que puedan surgir debido a condiciones climáticas adversas. Además, un sistema de drenaje bien diseñado contribuirá a la resiliencia de la infraestructura, adaptándose a posibles cambios en los patrones de precipitación y minimizando el impacto de inundaciones en la vial.
- La capacitación del personal encargado del mantenimiento en la inspección y reparación temprana de los sistemas de drenaje es esencial para prevenir problemas mayores en la infraestructura vial. Un equipo bien formado asegurará que cunetas, badenes y alcantarillado funcionen de manera eficiente, evitando la acumulación de agua y la saturación del suelo. Si no se gestionan adecuadamente, estos problemas pueden comprometer la estructura del pavimento y su rendimiento a largo plazo. Por lo tanto, invertir en la formación del personal no solo mejora la eficacia del mantenimiento, sino que también prolonga la vida útil de la infraestructura, garantizando un servicio seguro y eficiente para los usuarios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gobierno Regional de San Martín (2023), GEROSAM asegura continuación de obras y proyectos en el 2023.
- Cortez Alfaro, C. M., (2020). "Herramienta para el cálculo de espesores de pavimentos flexible según método AASHTO 93 y pavimento rígido según suplemento AASHTO 98" [Repositorio de la Universidad De El Salvador]  
<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/22285/1/Herramienta%20para%20el%20c%C3%A1lculo%20de%20espesores%20de%20pavimentos%20flexible%20seg%C3%BAn%20m%C3%A9todo%20AASHTO%2093%20y%20pavimento%20r%C3%ADgido%20seg%C3%BAn%20suplemento%20AASHTO%2098.pdf>
- Lara Hernández, S. C., & Villanueva Muñoz, D. C. (2019). "Diseño de la Estructura de Pavimento del Tramo Comprendido Entre el K+000 al K0+100 de la Carrera 11 Bis Sur Entre Calles 20 Carrera 1 del Barrio Ricaurte del Municipio de Ibagué" [Repositorio de la Cooperativa de Colombia]  
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/8eac40ea-42fb-41cf-9450-2121d324fd72/content>
- Porrás Peña, E. A. (2022). "Diseño de la pavimentación en la urbanización Ciudad Del Chofer del distrito de Chiclayo." [Repositorio de la Universidad Señor de Sipán, Pimentel – Chiclayo]  
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/10428/Porrás%20Pe%C3%B1a%20Eswin%20Anibal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Llance Vargas, J. J., Mayta Arrieta M. A., Meza Pichardo, D. Y., & Paredes Casa, M. (2019). "Propuesta de diseño de pavimento urbano para el tramo avenida Oxapampa en Quiparacra-Pasco" [Repositorio de la Universidad San Ignacio De Loyola]  
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fe8f6ca6-0f54-46c0-a8bf-5432b06a7c80/content>

- Chávez Reyes, J. J. G., & Ruiz Rafael, G. (2021) "Diseño de la estructura del pavimento flexible, para la construcción de pistas en la Calle Real del cp. Santa Rosa, distrito de Pueblo Nuevo - Chepén - La Liberta" [Repositorio de la Universidad Privada Del Norte] [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28936/Chavez%2c%20J.%20%20J.%20G.%2c%20%26%20Ruiz%2c%20D.%20\\_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28936/Chavez%2c%20J.%20%20J.%20G.%2c%20%26%20Ruiz%2c%20D.%20_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Zambrano Zambrano, W. (2016). Diseño Estructural de Pavimentos. Ecuador: Universidad Técnica de Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6744>
- Merritt, F. S., Kenet Loftin, M., & Ricketts, J. T. (2008). Manual del Ingeniero Civil. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- Olivera Bustamante, F. (1999). Estructuración de Vías Terrestres. México: Compañía editorial continental, S. A.
- B. Mallick, R., & El-Korchi, T. (2013). Pavement Engineering: Principles and Practice (Ingeniería de Pavimentos: Principios y Práctica). CRS Press.
- Uribe García, M. A. (2016). Curso regional de geotecnia y pavimentos "diseño de pavimentos rígidos". Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres A.C
- Marín Hernández, E., & Pérez Callejas, I. (2014). Drenaje y subdrenaje en carreteras. México: Instituto Politécnico Nacional. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/15159/DRENAJE%20Y%20SUBDRENAJE%20EN%20CARRETERAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013). Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia, y pavimentos
- Peña P., Alejandro A. (2011). Glosario de Términos (Ingeniería Civil). Maracay: Instituto Universitario Politécnico. <https://es.slideshare.net/henrywhite776/glosario-ingenieria-civil>
- Ángeles Pérez, M., Menéndez, E., & De la Fuente, L. (2018). Materiales de Construcción: Propiedades, Usos y Aplicaciones. Editorial Reverte.
- Mendoza Nazar, M. A. (2010). Principios de Tratamiento de Aguas Residuales. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- M. Das, B. (2018). Principles of Geotechnical Engineering. Cengage Learning




- Gallardo Figueroa, M. P., & Pescoran Campos, M. D., (2019) "Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido para la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo" [Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego] <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5410>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collao, C., & Baptista Lucio, P. (2014). "Metodología de la investigación". Editorial : McGraw – Hill.



# 1. Instrumento de recolección de datos

## Figura 32




Datos del volumen vehicular visualizado en la zona de estudio

HORA	MINUTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONES TAXI		METRO	BUS		CAMION			TOTAL VEHIC
				PICKUP	VEHICULO COMBI		OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	
7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALS PARCIALES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Se muestra los resultados del día 1 de conteo

## Figura 33

Datos del volumen vehicular visualizado en la zona de estudio

HORA	MINUTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONES TAXI		METRO	BUS		CAMION			TOTAL VEHIC
				PICKUP	VEHICULO COMBI		OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	
7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL GENERAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALS PARCIALES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Se muestra los resultados del día 2 de conteo

**Figura 34**

Datos del volumen vehicular visualizado en la zona de estudio

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			TOTAL VEH
				PICKUP	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	
7	E			2						2		4
	O			1					1			2
8	E			1	3					2		6
	O			2	2				2	2		6
9	E				1							1
	O				1		1		1			3
10	E	1	4		1				2	1		9
	O		2		2					2		6
11	E		2									2
	O		1						2	1		4
12	E		1						2			3
	O		3						2			5
13	E						1		1	2		4
	O											0
14	E									1		1
	O	2										2
15	E			1	1				1			3
	O			1	1				1	1		4
16	E				1				2			3
	O				1							1
17	E		2	1						2		5
	O		3	1								4
18	E								2	1		3
	O		1									1
19	E		4						1	1		6
	O		4				1			2		7
TOTAL GENERAL		3	27	10	14	0	3	0	20	20	0	
TOTALES PARCIALES		E	1	11	5	7	0	1	0	11	12	0
TOTALES PARCIALES		O	2	16	5	7	0	2	0	9	8	0

Nota: Se muestra los resultados del día 3 de conteo

**Figura 35**

Datos del volumen vehicular visualizado en la zona de estudio

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			TOTAL VEH
				PICKUP	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	
7	E			2						2		4
	O			2								2
8	E			1	3				2	1		7
	O			2	2							4
9	E				1							1
	O		2		3		1		1	2		9
10	E	1	2		1							4
	O		2									2
11	E				1					1		2
	O								2			2
12	E		1									1
	O		3							2		5
13	E								2			2
	O	2										2
14	E			1	1				1			3
	O			1	1					1		3
15	E				1				2			3
	O				1					1		2
16	E											0
	O									1		1
17	E		3	1						2		6
	O		2	1								3
18	E								2			2
	O		1							1		2
19	E		6				1		2			9
	O		4									4
TOTAL GENERAL		3	36	11	16	0	2	0	16	16	0	
TOTALES PARCIALES		E	1	12	5	6	0	1	0	11	6	0
TOTALES PARCIALES		O	2	14	6	7	0	1	0	5	8	0

Nota: Se muestra los resultados del día 4 de conteo

**Figura 36**

Datos del volumen vehicular visualizado en la zona de estudio

HORA	SEN TID O	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			TOTAL VHH
				PICKUP	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	
7	8				2					2		4
	O				2					2		4
8	9				1	2						3
	O				2	2				2	1	7
9	10		2			2						4
	O		2			2	1			1		6
10	11		2			1					1	4
	O		2			2				2		6
11	12	2				1					1	4
	O									2		2
12	13		1								2	3
	O		3									3
13	14		2							2		4
	O	1									1	2
14	15					1						1
	O					1				2		3
15	16					1						1
	O					1						1
16	17		2		1							3
	O		2		1					2	1	6
17	18											0
	O		1							2	1	4
18	19		2									2
	O										2	2
19	20		1							2	1	4
	O		2				1					3
TOTAL GENERAL		3	24	9	6	0	2	0	9	0	0	
E		2	9	4	8	0	0	0	4	7	0	
DIALES PARCIAL		1	9	5	8	0	2	0	5	6	0	

Nota: Se muestra los resultados del día 5 de conteo

**Figura 37**











Datos del volumen vehicular visualizado en la zona de estudio

HORA	SEN TID O	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			TOTAL VHH
				PICKUP	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	
7	8				2							2
	O				2					2		4
8	9				1	2					2	5
	O				2	2				2		6
9	10		2								1	3
	O		1				1			1	2	5
10	11		1			2						3
	O		1			2					1	4
11	12					1						1
	O	1								1	1	3
12	13		2									2
	O		1							2	2	5
13	14					1						2
	O					2				1	1	4
14	15					1						3
	O					1						1
15	16		2		1						2	5
	O		2							1		3
16	17										1	1
	O		1									1
17	18		2							2	2	6
	O											0
18	19									1	1	2
	O		1							2	1	4
19	20										2	2
	O		2							1		3
TOTAL GENERAL		1	9	8	4	0	1	0	9	9	0	
E		0	9	4	7	0	0	0	6	11	0	
DIALES PARCIAL		1	9	4	7	0	1	0	9	8	0	

Nota: Se muestra los resultados del día 6 de conteo

**Figura 38**

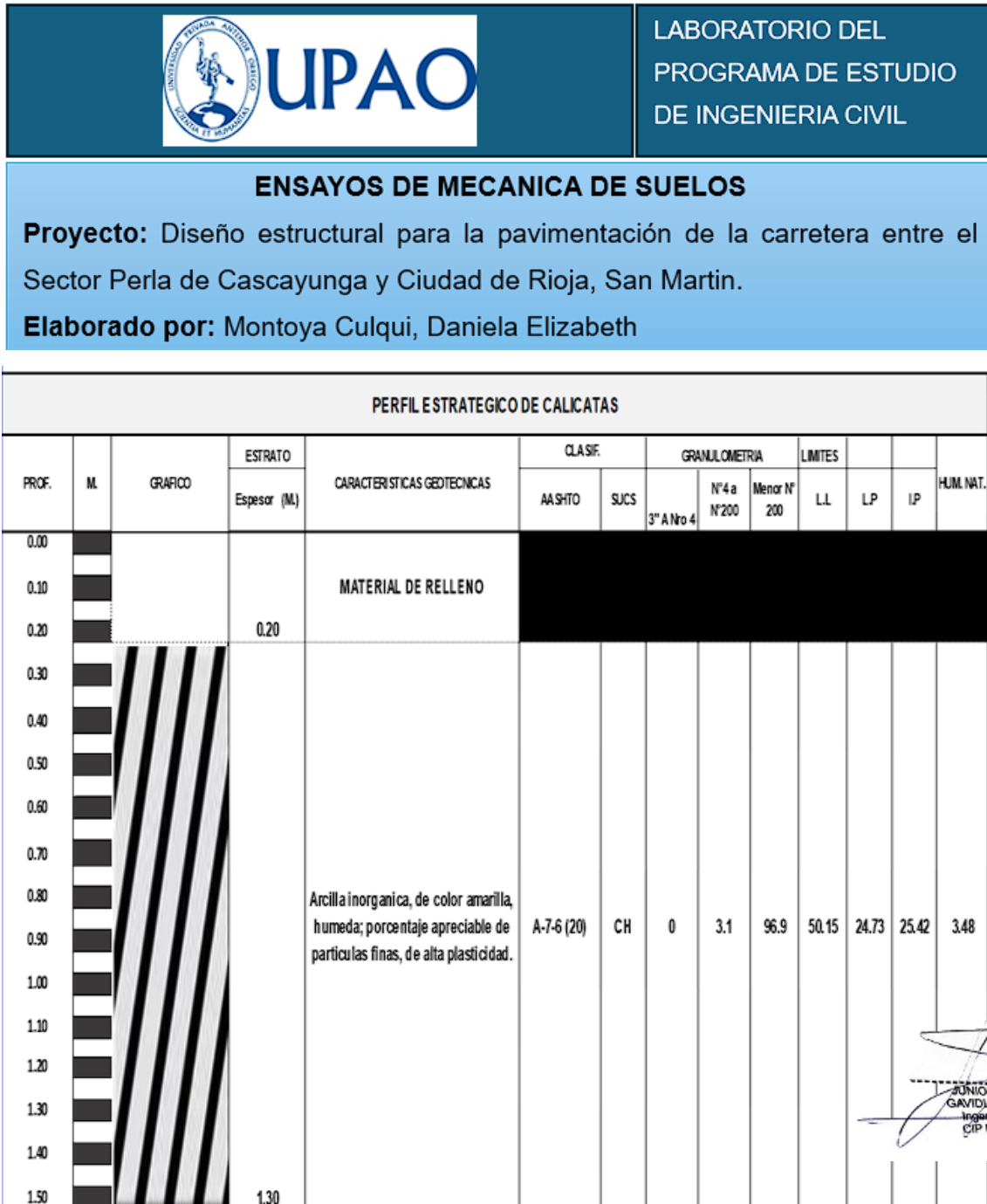
Datos del volumen vehicular visualizado en la zona de estudio

HORA	SENTIDO	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS		MICRO 	BUS		CAMIÓN			TOTAL VHM
				PICKUP 	RURAL/COMBI 		2E 	3E 	2E 	3E 	4E 	
7	8	E			1	2						3
	D				2							2
8	9	E	2	1								3
	D		1	1						2		6
9	10	E	1	2	2		1		1			7
	D		1	2	2				2	2		9
10	11	E	2		1						1	3
	D	1	1		2				1			5
11	12	E			1							1
	D											0
12	13	E	1		1				2	1		5
	D				1							1
13	14	E	1									1
	D								1			1
14	15	E		2								2
	D		1							2		3
15	16	E	2		1							3
	D		2		2					1		5
16	17	E			1				1	2		4
	D				1							1
17	18	E	2	1					2	1		6
	D		2	1						2		5
18	19	E			2				2			4
	D		1	2						1		4
19	20	E	3						1			4
	D		4						1	1		6
TOTAL GENERAL			3	27	5	17	0	2	0	5	5	0
TOTALES PARCIALES		E	2	14	7	9	0	1	0	9	4	0
		D	1	13	8	8	0	1	0	6	11	0

Nota: Se muestra los resultados del día 7 de conteo

**Figura 39**

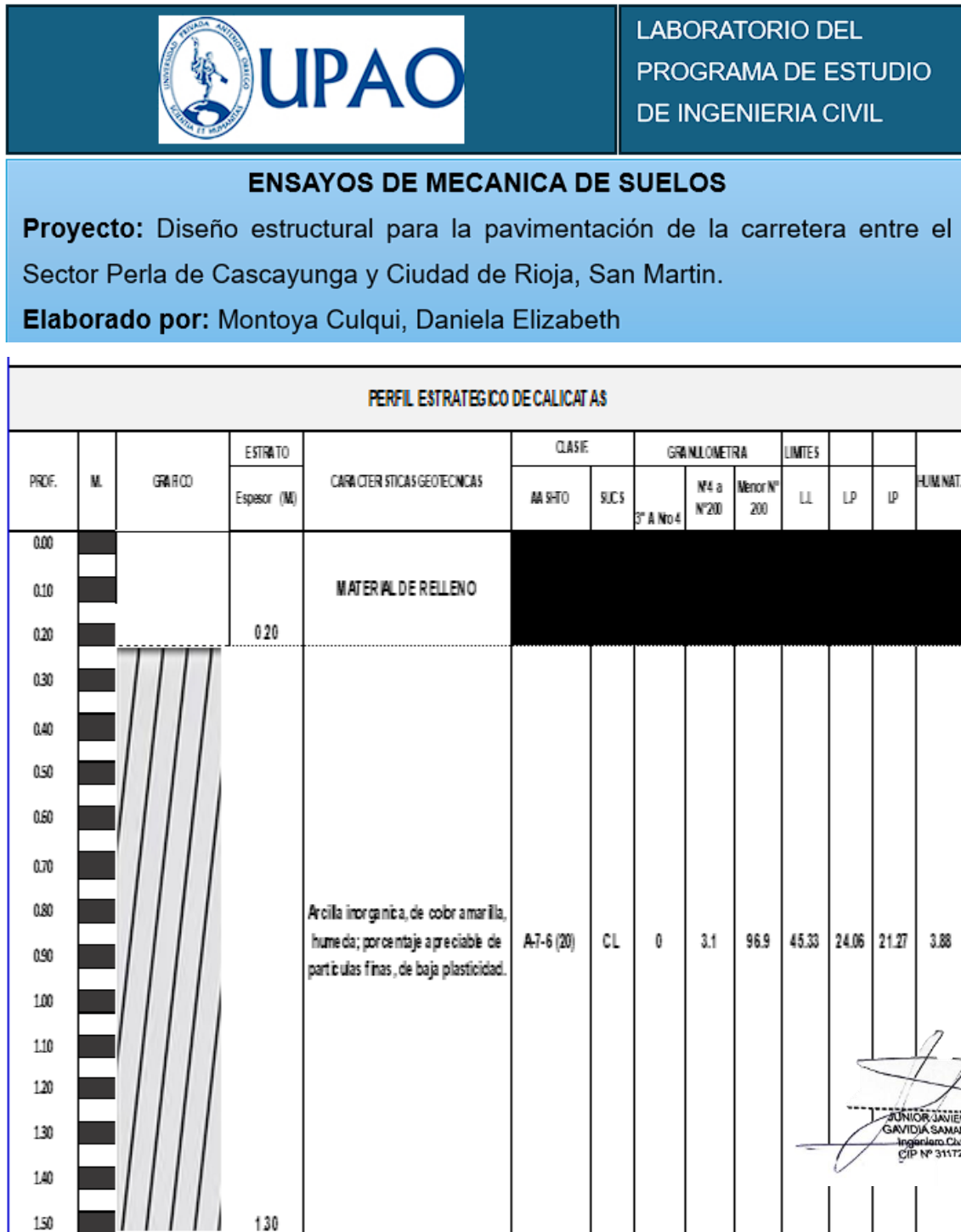
Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 40**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 41**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos


 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">UPAO</span>	LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL
---	---

ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

**Proyecto:** Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.

**Elaborado por:** Montoya Culqui, Daniela Elizabeth

PERFIL ESTRATEGICO DE CALICATAS														
PROF.	M.	GRABADO	ESTRATO	CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS	CLASIF.		GRANULOMETRIA			LIMTES			HUMIDAT.	
			Espesor (M)		AA SITO	SUC'S	Nº4 a Nº200	Menor Nº 200	LL	LP	LP			
0.00				MATERIAL DE RELLENO										
0.10			0.20											
0.20														
0.30														
0.40														
0.50														
0.60														
0.70														
0.80					Arcilla inorganica, de color amarilla, húmeda; porcentaje apreciable de partículas finas, de alta plasticidad.	A-7-6 (20)	CH	0	3.6	96.4	58.00	28.56	29.44	3.80
0.90														
1.00														
1.10														
1.20														
1.30														
1.40														
1.50			1.30											

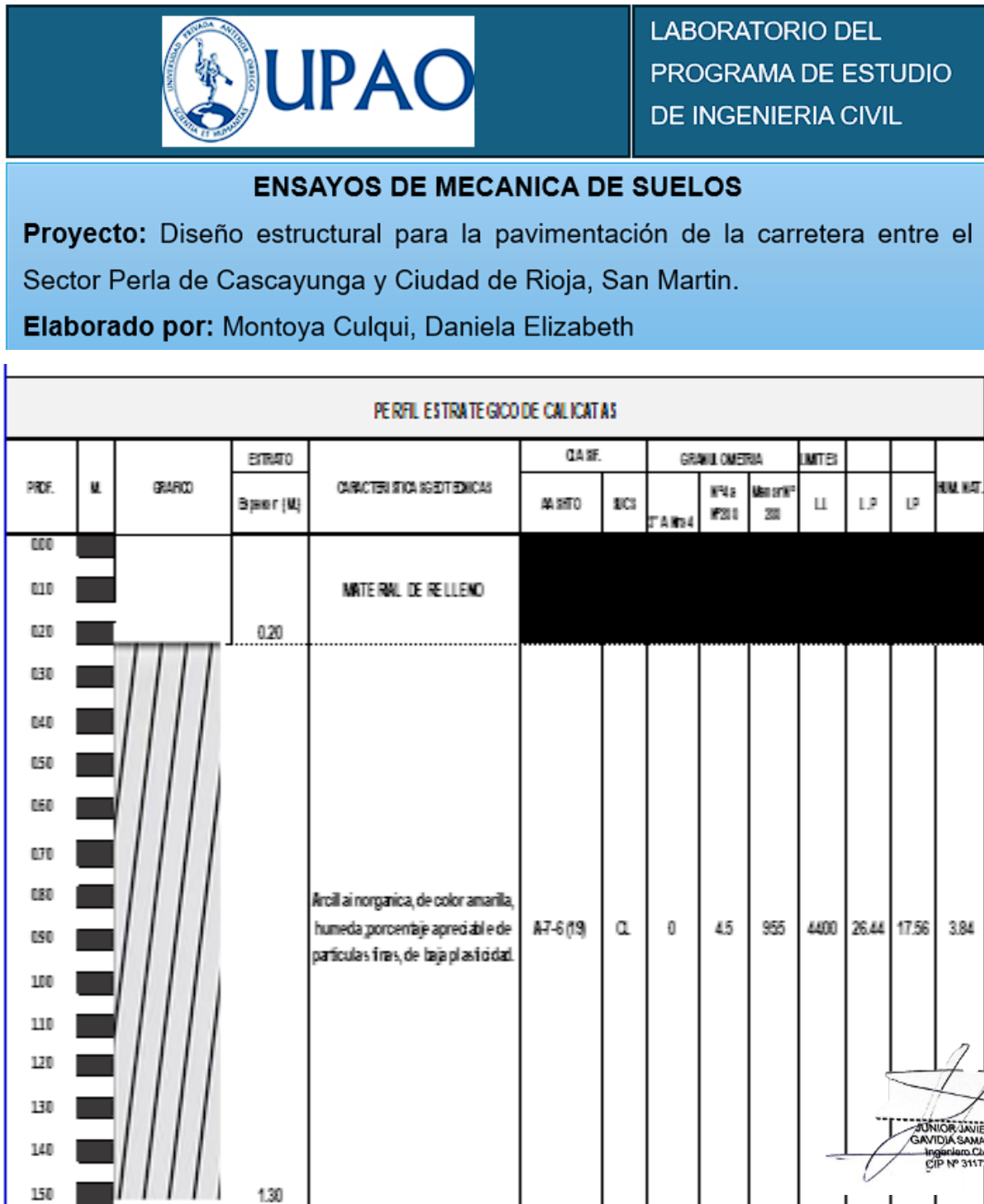


JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 311726

Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 42**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

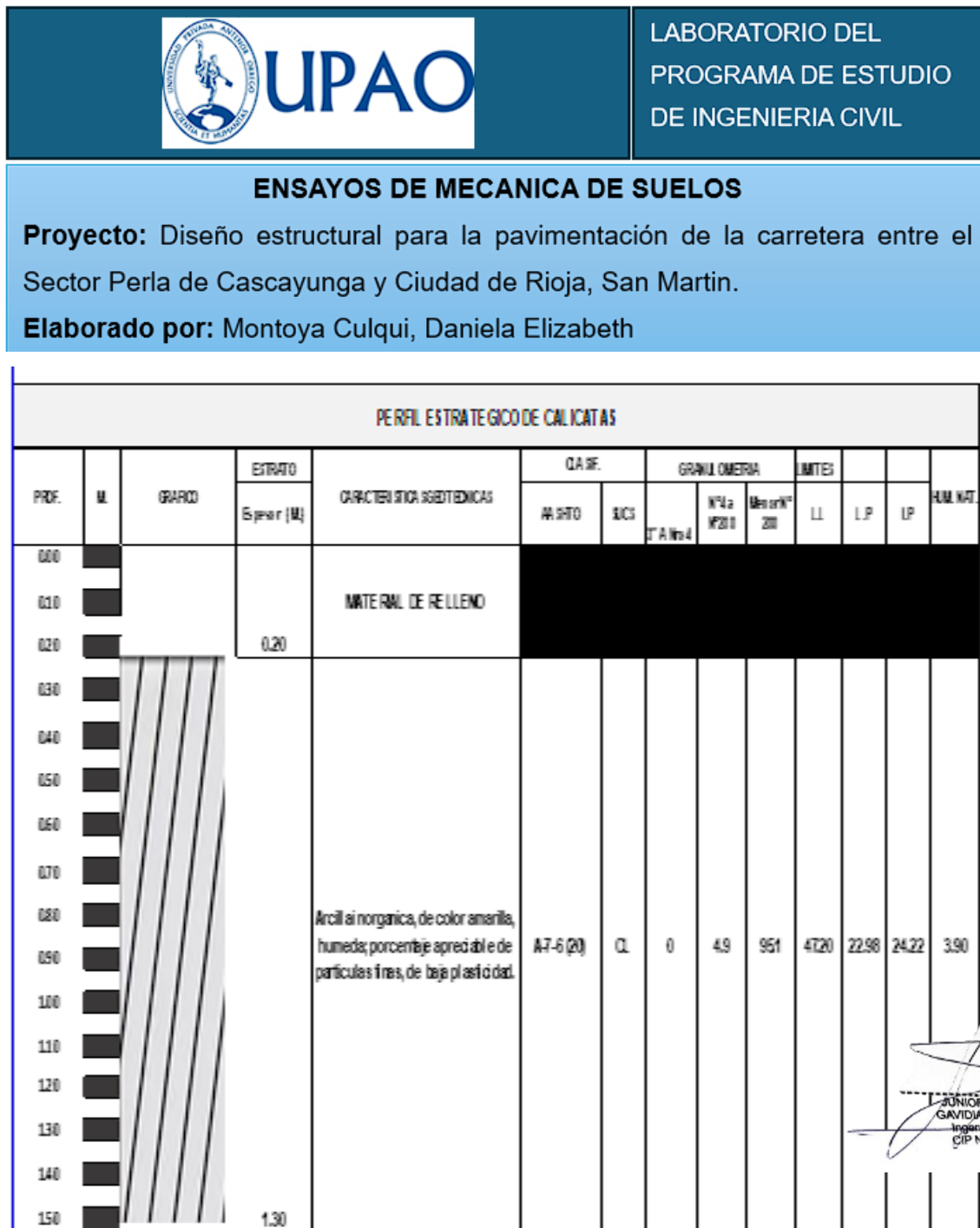


Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



**Figura 43**

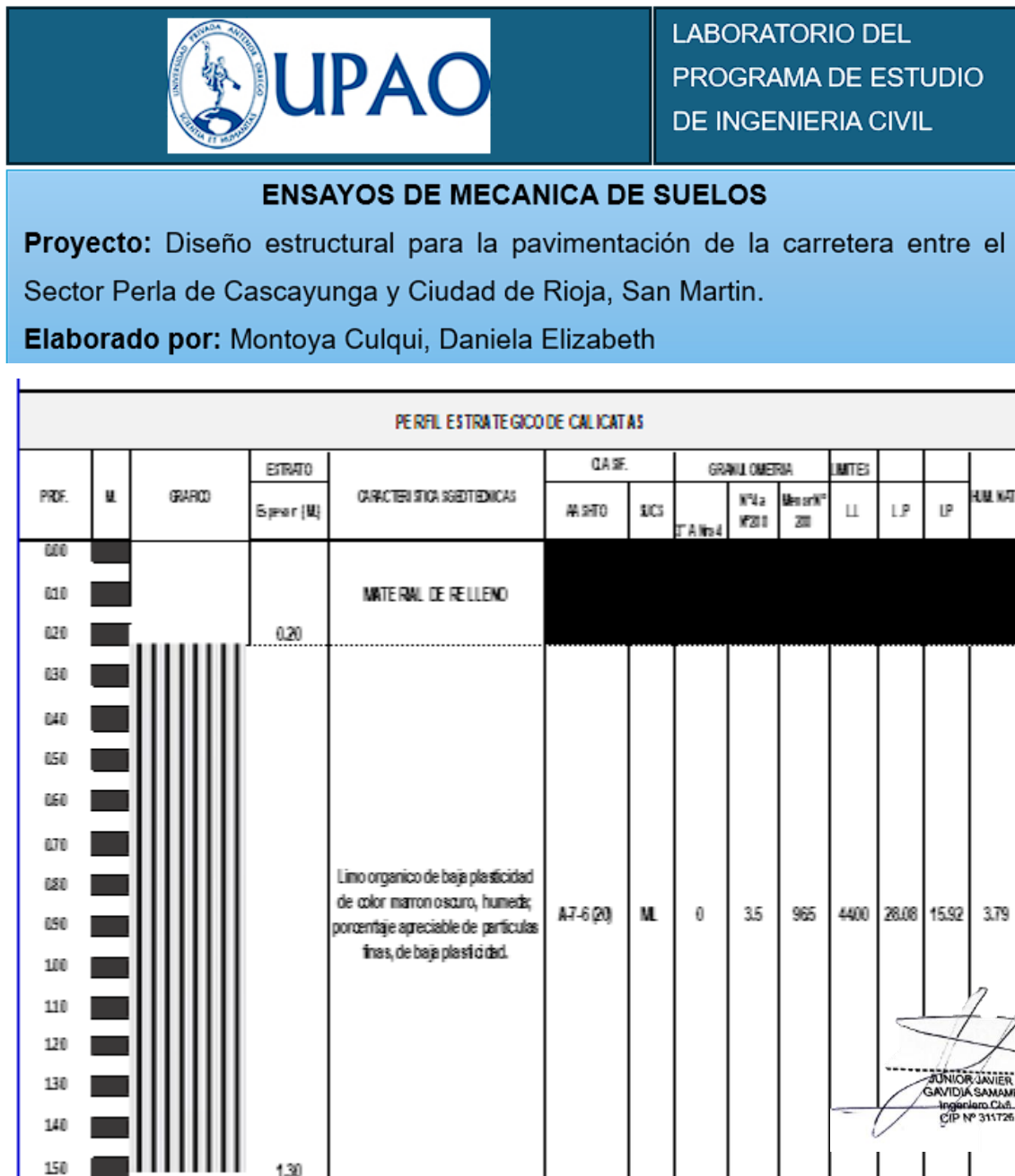
Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 44**

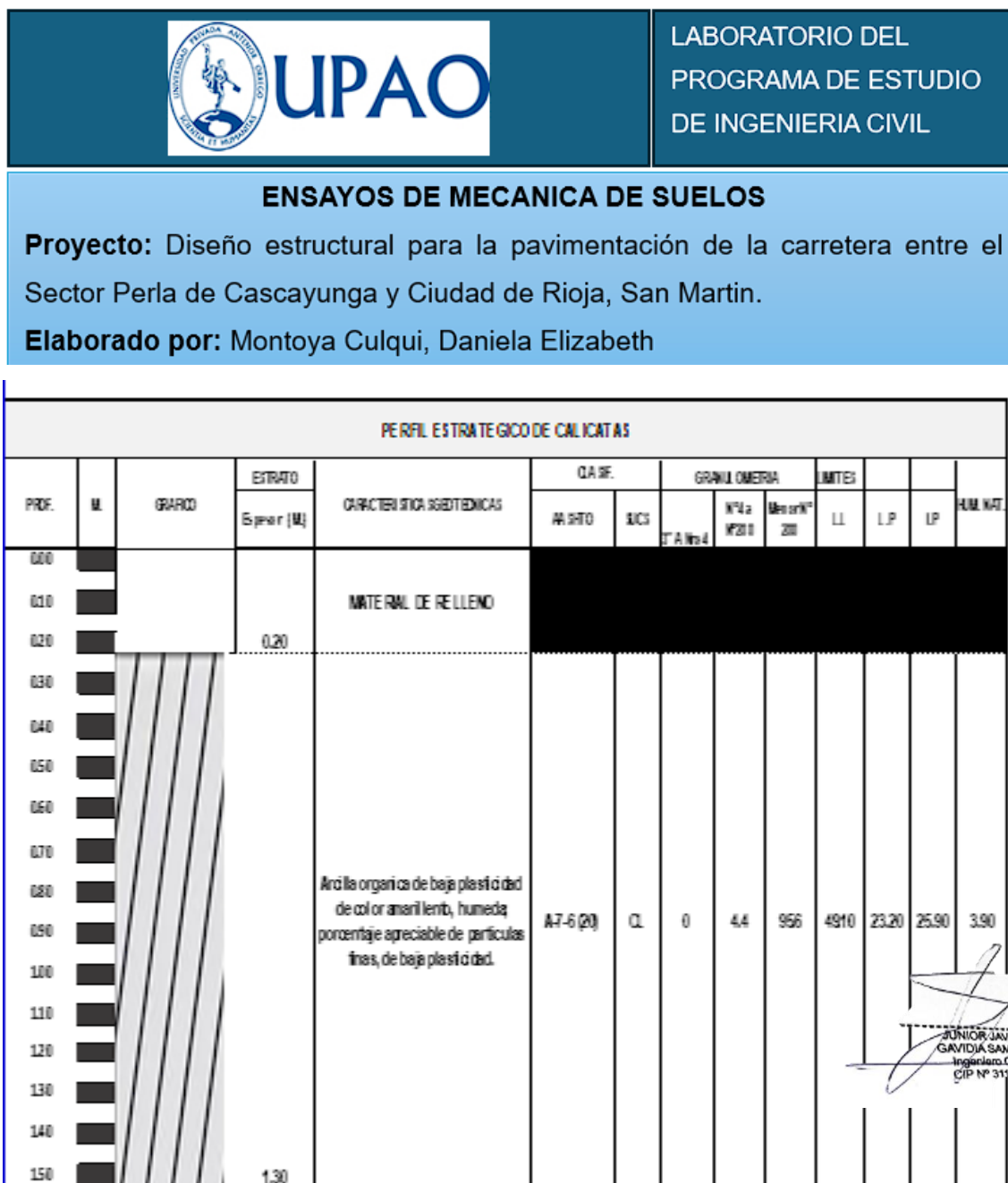
Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



Nota: Se muestra el analisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 45**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SANAME  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 311726

Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 46**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">UPAO</span>	LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL
<p><b>ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS</b></p> <p><b>Proyecto:</b> Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.</p> <p><b>Elaborado por:</b> Montoya Culqui, Daniela Elizabeth</p>	

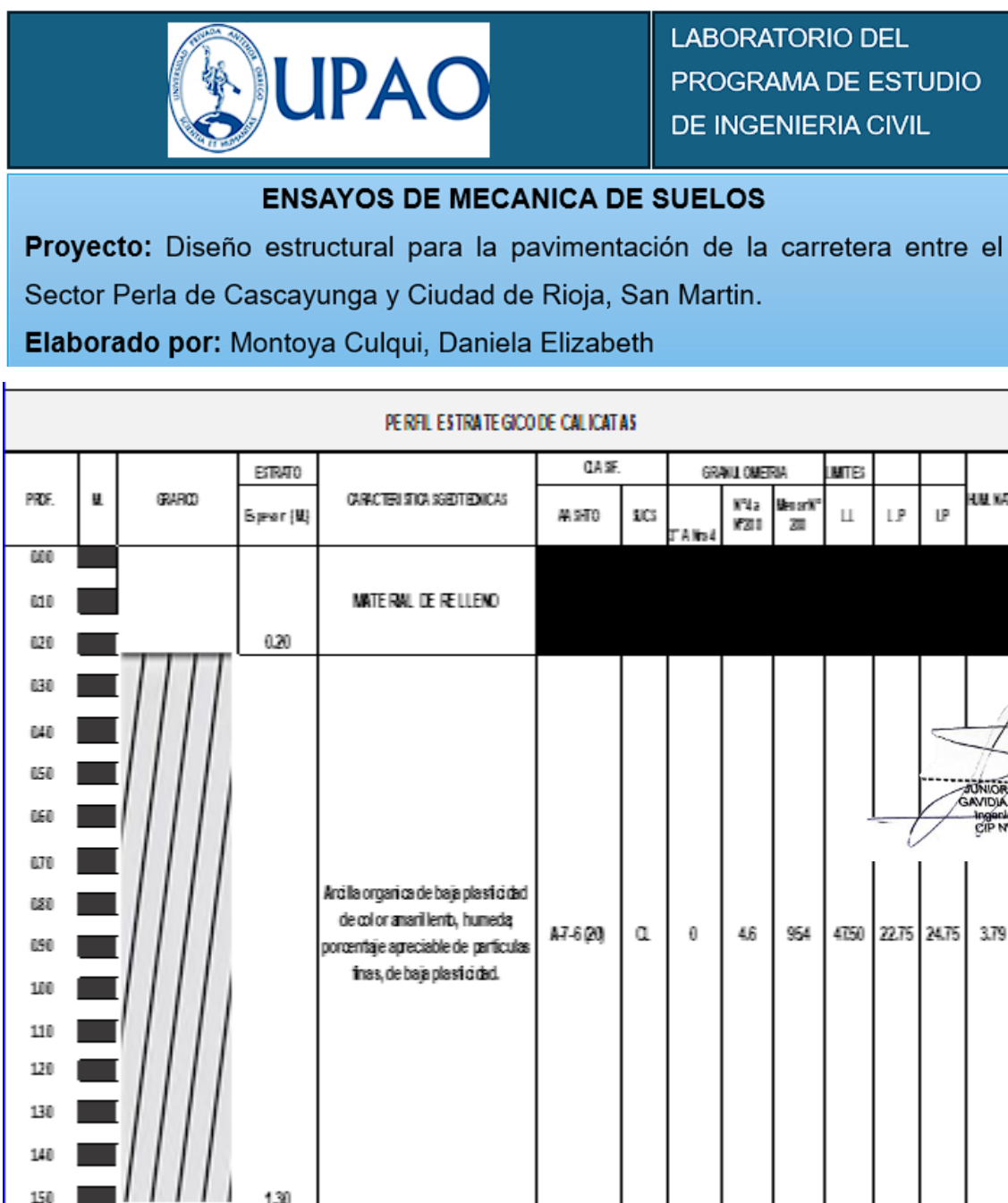
PERFIL ESTRATEGICO DE CALICATAS														
PROF.	M.	GRABCO	ESTRATO	CARACTERISTICA GEOTECNICAS	CLASE		GRANULOMETRIA			LIMITE			NUM. NAT.	
			Ejeer (M)		ASBTO	BCS	% <sub>4</sub>	% <sub>20</sub>	% <sub>60</sub>	LL	LP	LP		
0.00														
0.10														
0.20			0.20		MATERIAL DE RELLENO									
0.30														
0.40														
0.50														
0.60														
0.70														
0.80														
0.90					Arcilla organica de alta plasticidad de color amarilento, húmeda; porcentaje apreciable de partículas finas, de baja plasticidad.	A-7-6 (2)	CL	0	4.3	9.57	50.50	23.88	26.62	3.81
1.00														
1.10														
1.20														
1.30														
1.40														
1.50			1.30											

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 47**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 48**

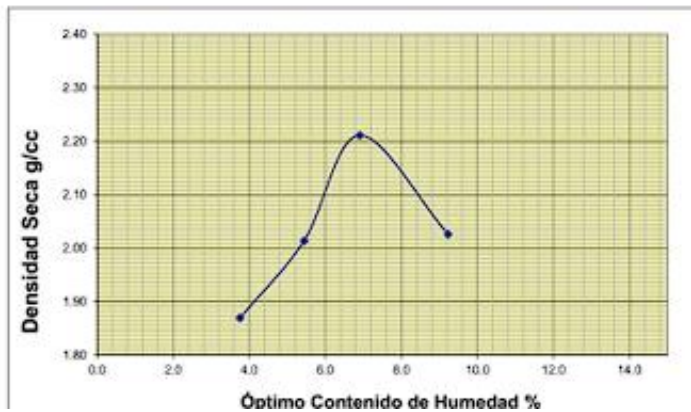
Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">UPAO</span>	<b>LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL</b>
<p><b>ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS</b></p> <p><b>Proyecto:</b> Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.</p> <p><b>Elaborado por:</b> Montoya Culqui, Daniela Elizabeth</p>	

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7510.00		7900.00		8410.00		8090.00	
Peso del Molde (g)	3390.00		3390.00		3390.00		3390.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	4120.00		4510.00		5020.00		4700.00	
Volumen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
<b>Densidad Suelo húmedo (g/cc)</b>	<b>1.940</b>		<b>2.123</b>		<b>2.363</b>		<b>2.213</b>	

Número de Tarro	1		2		3		4		5		6		7		8	
<b>Cantidad de H<sub>2</sub>O agregada</b>	<b>3%</b>		<b>5%</b>		<b>7%</b>		<b>9%</b>									
Peso Tarro	228.90		195.70		228.90		195.70		228.90		195.70		228.90		195.70	
Peso Tarro + Suelo húmedo (g)	696.80		700.20		685.70		699.10		675.40		660.40		702.90		709.60	
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	679.80		682.00		661.50		673.80		645.10		631.93		660.10		669.20	
Peso del agua	17.00		18.20		24.20		25.30		30.30		28.47		42.80		40.40	
Peso de suelo seco	450.90		486.30		432.60		478.10		416.20		436.23		431.20		473.50	
Humedad (%)	3.8		3.7		5.6		5.3		7.3		6.5		9.9		8.5	
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>3.756</b>		<b>5.443</b>		<b>6.90</b>		<b>9.229</b>									
<b>Densidad Seca (g/cc)</b>	<b>1.870</b>		<b>2.014</b>		<b>2.21</b>		<b>2.026</b>									



<b>DSM (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.21</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>6.90</b>

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 311726

Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

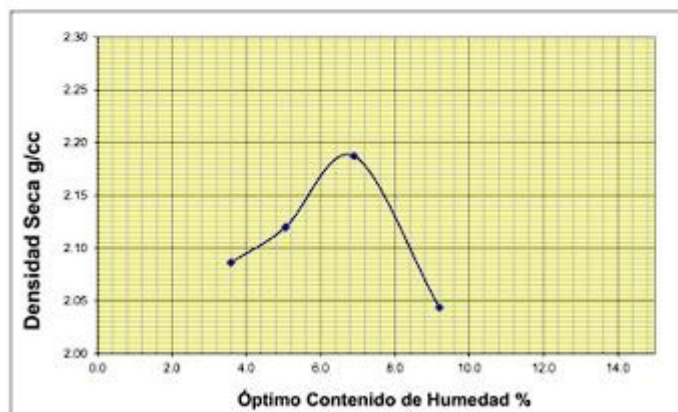


**Figura 49**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">UPAO</span>	<b>LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL</b>
<p><b>ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS</b></p> <p><b>Proyecto:</b> Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.</p> <p><b>Elaborado por:</b> Montoya Culqui, Daniela Elizabeth</p>	

N° DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7980.00		8120.00		8356.00		8130.00	
Peso del Molde (g)	3390.00		3390.00		3390.00		3390.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	4590.00		4730.00		4966.00		4740.00	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
<b>Densidad Suelo humedo (g/cc)</b>	<b>2.161</b>		<b>2.227</b>		<b>2.338</b>		<b>2.232</b>	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Cantidad de H<sub>2</sub>O agregada</b>	<b>3%</b>		<b>5%</b>		<b>7%</b>		<b>9%</b>	
Peso Tarro	135.30	154.50	167.50	162.30	152.30	164.20	132.10	167.40
Peso Tarro + Suelo humedo (g)	435.60	536.40	456.20	498.70	798.80	879.80	687.50	589.70
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	426.30	521.80	441.80	483.10	759.00	831.51	639.20	555.30
Peso del agua	9.30	14.60	14.40	15.60	39.80	48.29	48.30	34.40
Peso de suelo seco	291.00	367.30	274.30	320.80	606.70	667.31	507.10	387.90
Humedad (%)	3.2	4.0	5.2	4.9	6.6	7.2	9.5	8.9
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>3.585</b>		<b>5.056</b>		<b>6.90</b>		<b>9.197</b>	
<b>Densidad Seca (g/cc)</b>	<b>2.086</b>		<b>2.120</b>		<b>2.19</b>		<b>2.044</b>	



<b>METODO</b>	<b>A</b>
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	<b>5</b>
<b>NUMERO DE GOLPES</b>	<b>25</b>
<b>DSM (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.19</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>6.90</b>

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIOLA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 50**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

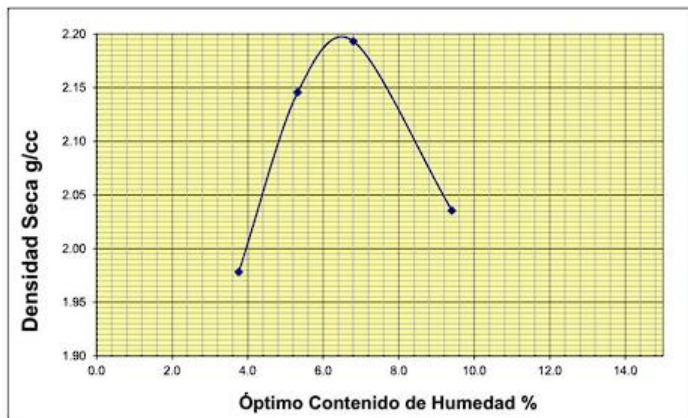
 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">UPAO</span>	LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL
---	---

**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.

**Elaborado por:** Montoya Culqui, Daniela Elizabeth

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7750.00		8190.00		8365.00		8120.00	
Peso del Molde (g)	3390.00		3390.00		3390.00		3390.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	4360.00		4800.00		4975.00		4730.00	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.053		2.260		2.342		2.227	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada	3%		5%		7%		9%	
Peso Tarro	185.30	167.40	152.30	162.30	203.10	214.50	198.30	197.30
Peso Tarro + Suelo humedo (g)	534.20	564.50	765.40	724.30	789.40	745.20	823.40	654.30
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	521.30	550.40	735.40	695.00	752.10	711.39	769.30	615.30
Peso del agua	12.90	14.10	30.00	29.30	37.30	33.81	54.10	39.00
Peso de suelo seco	336.00	383.00	583.10	532.70	549.00	496.89	571.00	418.00
Humedad (%)	3.8	3.7	5.1	5.5	6.8	6.8	9.5	9.3
Humedad promedio (%)	3.760		5.323		6.80		9.402	
Densidad Seca (g/cc)	1.978		2.146		2.19		2.036	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm <sup>3</sup> )	2.19
OCH (%)	6.80

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 311726

Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



**Figura 51**

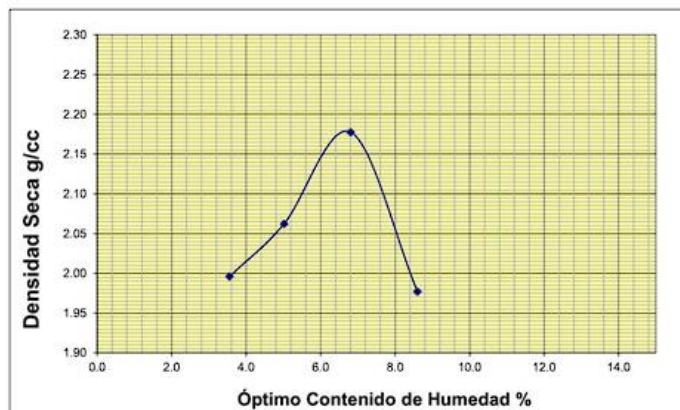
Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">UPAO</span>	LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL
<p><b>ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS</b></p> <p><b>Proyecto:</b> Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.</p> <p><b>Elaborado por:</b> Montoya Culqui, Daniela Elizabeth</p>	

N° DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7780.00		7990.00		8330.00		7950.00	
Peso del Molde (g)	3390.00		3390.00		3390.00		3390.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	4390.00		4600.00		4940.00		4560.00	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.067		2.166		2.326		2.147	

Número de Tarro	1		2		3		4		5		6		7		8	
Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada	3%				6%				7%				9%			
Peso Tarro	135.30		154.40		189.40		187.50		201.50		200.10		198.20		143.50	
Peso Tarro + Suelo humedo (g)	476.40		487.10		495.80		416.20		428.50		421.50		402.40		405.70	
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	465.30		475.10		481.40		405.10		412.30		409.12		386.50		384.60	
Peso del agua	11.10		12.00		14.40		11.10		16.20		12.38		15.90		21.10	
Peso de suelo seco	330.00		320.70		292.00		217.60		210.80		209.02		188.30		241.10	
Humedad (%)	3.4		3.7		4.9		5.1		7.7		5.9		8.4		8.8	
Humedad promedio (%)	3.553				5.016				6.80				8.598			
Densidad Seca (g/cc)	1.996				2.062				2.18				1.977			



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm <sup>3</sup> )	2.18
OCH (%)	6.80

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

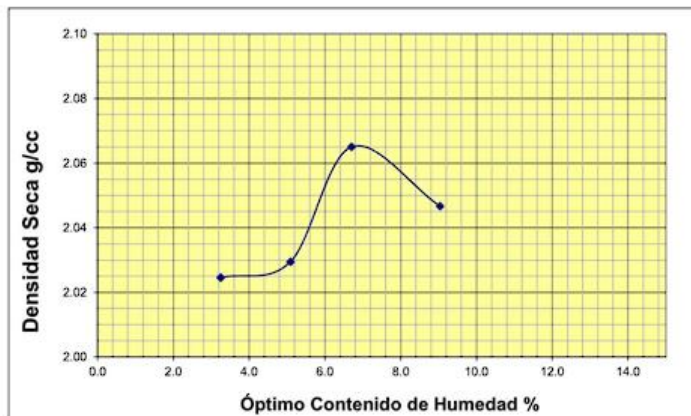
Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 52**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">UPAO</span>	<b>LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL</b>
<p><b>ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS</b></p> <p><b>Proyecto:</b> Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.</p> <p><b>Elaborado por:</b> Montoya Culqui, Daniela Elizabeth</p>	

N° DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7830.00		7920.00		8070.00		8130.00	
Peso del Molde (g)	3390.00		3390.00		3390.00		3390.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	4440.00		4530.00		4680.00		4740.00	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
<b>Densidad Suelo humedo (g/cc)</b>	<b>2.090</b>		<b>2.133</b>		<b>2.203</b>		<b>2.232</b>	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada	3%		5%		7%		9%	
Peso Tarro	198.30	154.20	152.30	165.40	163.40	192.30	187.30	190.50
Peso Tarro + Suelo humedo (g)	487.40	456.40	431.20	482.30	445.30	412.30	454.30	437.50
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	478.10	447.10	417.30	467.40	427.60	398.49	432.20	417.00
Peso del agua	9.30	9.30	13.90	14.90	17.70	13.81	22.10	20.50
Peso de suelo seco	279.80	292.90	265.00	302.00	264.20	206.19	244.90	226.50
Humedad (%)	3.3	3.2	5.2	4.9	6.7	6.7	9.0	9.1
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>3.25</b>		<b>5.09</b>		<b>6.70</b>		<b>9.04</b>	
<b>Densidad Seca (g/cc)</b>	<b>2.02</b>		<b>2.03</b>		<b>2.07</b>		<b>2.05</b>	



<b>METODO</b>	<b>A</b>
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	<b>5</b>
<b>NUMERO DE GOLPES</b>	<b>25</b>
<b>DSM (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.07</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>6.70</b>

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 311726

Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 53**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">UPAO</span>	<b>LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL</b>
---	--

ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

**Proyecto:** Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.

**Elaborado por:** Montoya Culqui, Daniela Elizabeth

Profundidad : 0.00-1.50 mts

COMPACTACION						
MOLDE N°	1		2		3	
CAPAS N°	5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°	56		25		13	
CONDICION DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	9133	12245	9011	12027	8753	11735
PESO DE MOLDE (g)	4145	7155	4135	7125	4142	7142
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4988	5090	4876	4902	4611	4593
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2116.94	2116.94	2116.94	2116.94	2116.94	2116.94
DENSIDAD HUMEDA (g/cm)	2.356	2.404	2.303	2.316	2.178	2.170
TARA (N°)						
PESO SUELO HUMEDO +TARA (g)	385.13	456.15	376.12	450.11	381.34	442.12
PESO SUELO SECO + TARA(g)	363.15	424.67	351.56	412.87	361.13	408.50
PESO DE TARA (g)	40.00	36.80	40.00	37.97	40.00	38.50
PESO DE AGUA (g)	21.98	31.48	24.56	37.24	20.21	33.62
PESO DE SUELO SECO(g)	323.15	387.87	311.56	374.90	321.13	370.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.80	8.12	7.88	9.93	6.29	9.09
DENSIDAD SECA(g/cm <sup>3</sup> )	2.206	2.224	2.135	2.106	2.049	1.989

  
 JUNIOR JAVIER  
 GARCIA SANABE  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0.00	0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
		96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND. Kg/cm <sup>2</sup>	COMP.56 GOLPES				COMP.25 GOLPES				COMP.13 GOLPES			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	libras	Libs/pul <sup>2</sup>	%	Dial (div)	libras	Libs/pul <sup>2</sup>	%	carga	libras	Libs/pul <sup>2</sup>	%
0.025		12	172.9	57.8		8	132.36	44.3		5	101.94	34.1	
0.050		20	254.0	85.0		16	213.48	71.4		9	142.5	47.7	
0.075		33	385.9	129.1		29	345.3	115.5		14	193.2	64.6	
0.100	3000	42	477.1	159.6	15.9	34	396	132.4	13.2	21	264.18	88.4	
0.150		57	629.2	210.4		49	548.1	183.3		27	325.02	108.7	
0.200	4500	66	720.5	241.0	16.0	60	659.64	220.6	14.7	36	416.28	139.2	
0.250		79	852.3	285.1		71	771.18	257.9		49	548.1	183.3	

Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 54**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

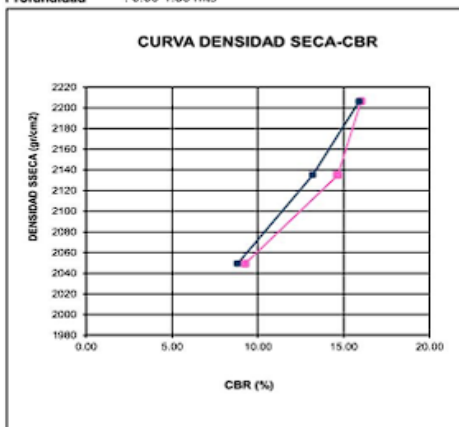
 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; vertical-align: middle;">UPAO</span>	<b>LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL</b>
--	--

**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.

**Elaborado por:** Montoya Culqui, Daniela Elizabeth

Profundidad : 0.00-1.50 mts



METODO DE COMPACTACION : ASTM-D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.206  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.0  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA(g/cm<sup>3</sup>) : 2.096

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1"	15.9	0.2"	16.0
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1"	11.6	0.2"	14.7

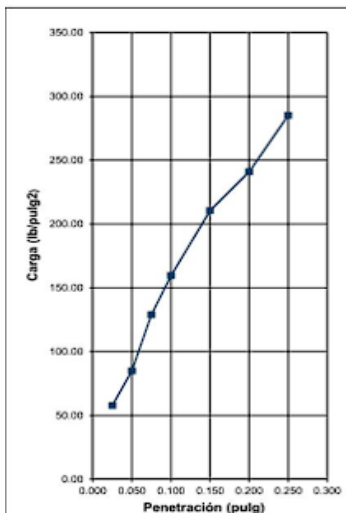
**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. : 15.9  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. : 11.6

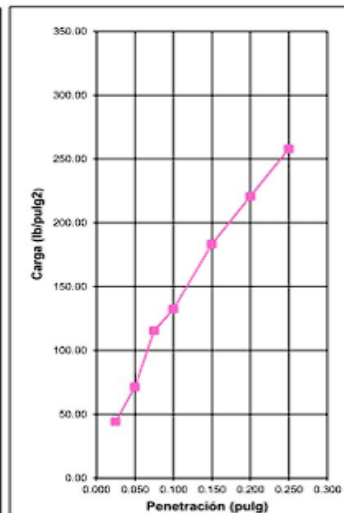
**OBSERVACIONES:**

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 311726

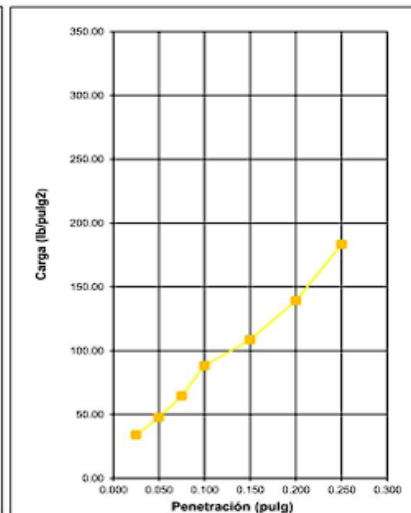
EC= 56 GOLPES



EC= 25 GOLPES



EC= 13 GOLPES



Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



**Figura 55**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">UPAO</span>	<b>LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL</b>
---	--

**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.

**Elaborado por:** Montoya Culqui, Daniela Elizabeth

  
 JUNIOR JUNIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 311726

Profundidad : 0.00-1.50 mts

COMPACTACION						
MOLDE N°	4		5		6	
CAPAS N°	5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°	56		25		13	
CONDICION DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	9124	12132	9025	12085	8753	11721
PESO DE MOLDE (g)	4175	7165	4175	7165	4175	7165
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4949	4967	4850	4920	4578	4556
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2116.94	2116.94	2116.94	2116.94	2116.94	2116.94
DENSIDAD HUMEDA (g/cm)	2.338	2.346	2.291	2.324	2.163	2.152
TARA (N°)						
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	386.20	456.26	376.28	450.26	381.24	442.19
PESO SUELO SECO + TARA(g)	364.25	425.35	352.16	413.00	361.10	408.56
PESO DE TARA (g)	40.00	36.80	40.00	37.97	40.00	38.50
PESO DE AGUA (g)	21.95	30.91	24.12	37.26	20.14	33.63
PESO DE SUELO SECO(g)	324.25	388.55	312.16	375.03	321.10	370.06
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.77	7.96	7.73	9.94	6.27	9.09
DENSIDAD SECA(g/cm3)	2.190	2.173	2.127	2.114	2.035	1.973

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0.00	0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
		96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND. Kg/cm2	COMP.56 GOLPES				COMP.25 GOLPES				COMP.13 GOLPES			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	libras	Libs/pul2	%	Dial (div)	libras	Libs/pul2	%	carga	libras	Libs/pul2	%
0.025		14	193.2	64.6		9	142.5	47.7		5	101.94	34.1	
0.050		23	284.5	95.1		17	223.62	74.8		11	162.78	54.4	
0.075		34	396.0	132.4		29	345.3	115.5		16	213.48	71.4	
0.100	3000	44	497.4	166.4	16.6	36	416.28	139.2	13.9	23	284.46	95.1	9.5
0.150		60	659.6	220.6		49	548.1	183.3		30	355.44	118.9	
0.200	4500	68	740.8	247.7	16.5	62	679.92	227.4	15.1	39	446.7	149.4	9.9
0.250		82	882.7	295.2		68	740.76	247.7		51	568.38	190.1	

Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 56**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



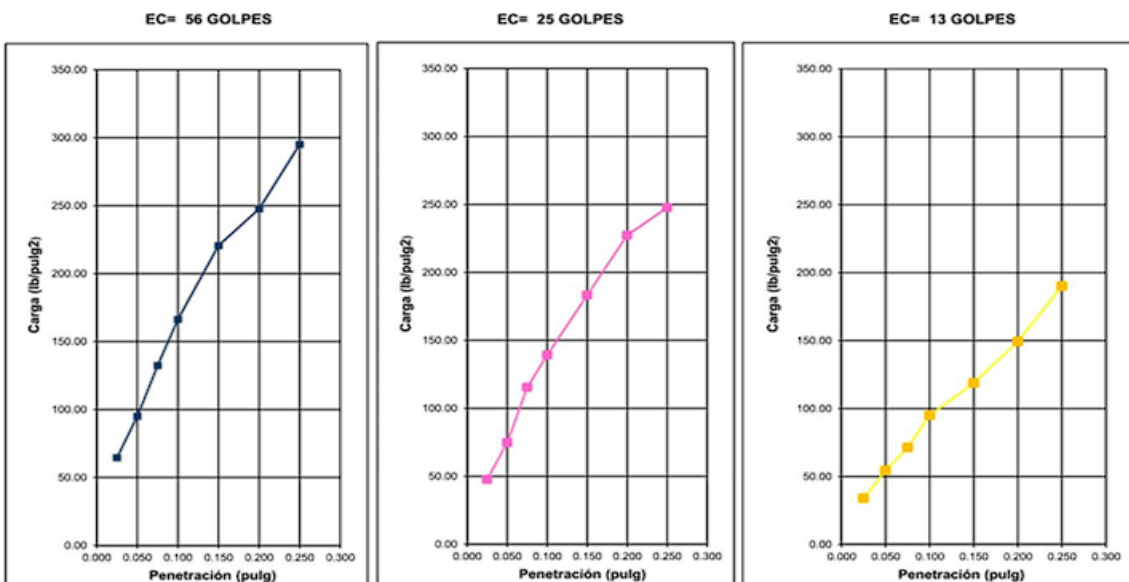
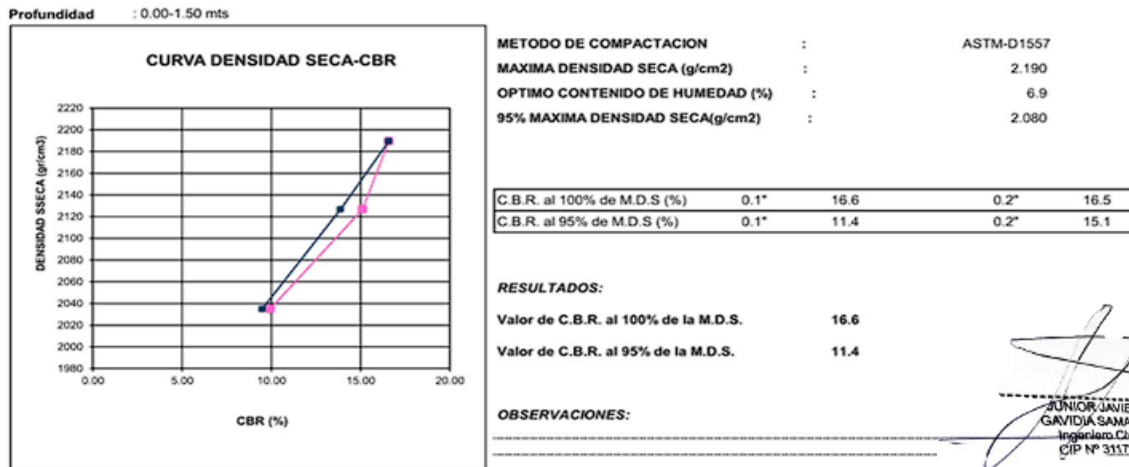
**UPAO**

LABORATORIO DEL  
PROGRAMA DE ESTUDIO  
DE INGENIERIA CIVIL

**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.

**Elaborado por:** Montoya Culqui, Daniela Elizabeth



Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 57**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">UPAO</span>	<b>LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL</b>
---	--

**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.

**Elaborado por:** Montoya Culqui, Daniela Elizabeth

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIDIA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 311726

Profundidad		: 0.00-1.50 mts											
COMPACTACION													
MOLDE N°	7			8			9						
CAPAS N°	5			5			5						
GOLPES POR CAPA N°	56			25			13						
CONDICION DE LA MUESTRA		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	9103	12124	9012	12034	8752	11527							
PESO DE MOLDE (g)	4175	7165	4175	7165	4172	7162							
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4928	4959	4837	4869	4580	4365							
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2116.94	2116.94	2116.94	2116.94	2116.94	2116.94							
DENSIDAD HUMEDA (g/cm)	2.328	2.342	2.285	2.300	2.164	2.062							
TARA (N°)													
PESO SUELO HUMEDO +TARA (g)	378.71	444.76	378.26	453.50	381.47	440.71							
PESO SUELO SECO + TARA(g)	358.08	413.16	354.67	417.42	360.50	406.33							
PESO DE TARA (g)	40.00	36.80	40.00	37.97	40.00	38.50							
PESO DE AGUA (g)	20.64	31.60	23.60	36.07	20.98	34.38							
PESO DE SUELO SECO(g)	318.08	376.36	314.67	379.45	320.50	367.83							
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.49	8.40	7.50	9.51	6.54	9.35							
DENSIDAD SECA(g/cm3)	2.186	2.161	2.126	2.100	2.031	1.886							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
		0.00	0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0		
		96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0		
PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND. Kg/cm2	COMP.56 GOLPES				COMP.25 GOLPES				COMP.13 GOLPES			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	libras	Libs/pul2	%	Dial (div)	libras	Libs/pul2	%	carga	libras	Libs/pul2	%
0.025		12	172.9	57.8		7	122.22	40.9		6	107.01	35.8	
0.050		25	302.2	101.1		19	241.37	80.7		11	162.78	54.4	
0.075		35	406.1	135.8		27	325.02	108.7		15	203.34	68.0	
0.100	3000	45	510.1	170.6	17.0	37	421.35	140.9	14.0	23	281.93	94.3	9.4
0.150		61	664.7	222.3		50	555.71	185.9		30	355.44	118.9	
0.200	4500	68	740.8	247.7	16.5	63	690.06	230.8	15.3	41	464.45	155.3	10.3
0.250		84	899.5	300.8		74	799.07	267.2		51	568.38	190.1	

Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 58**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



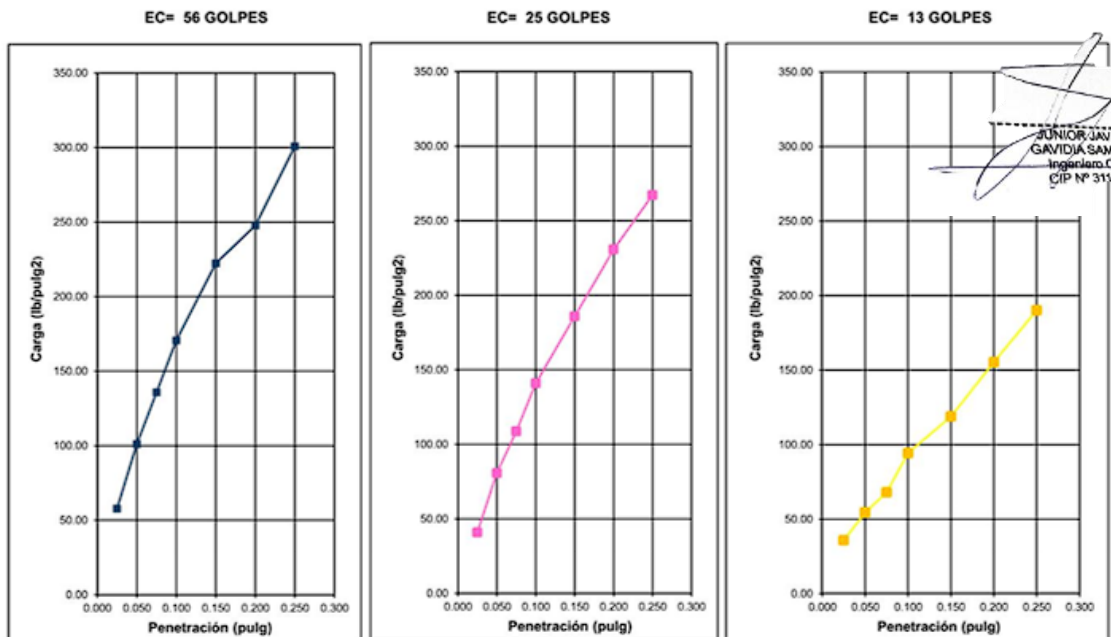
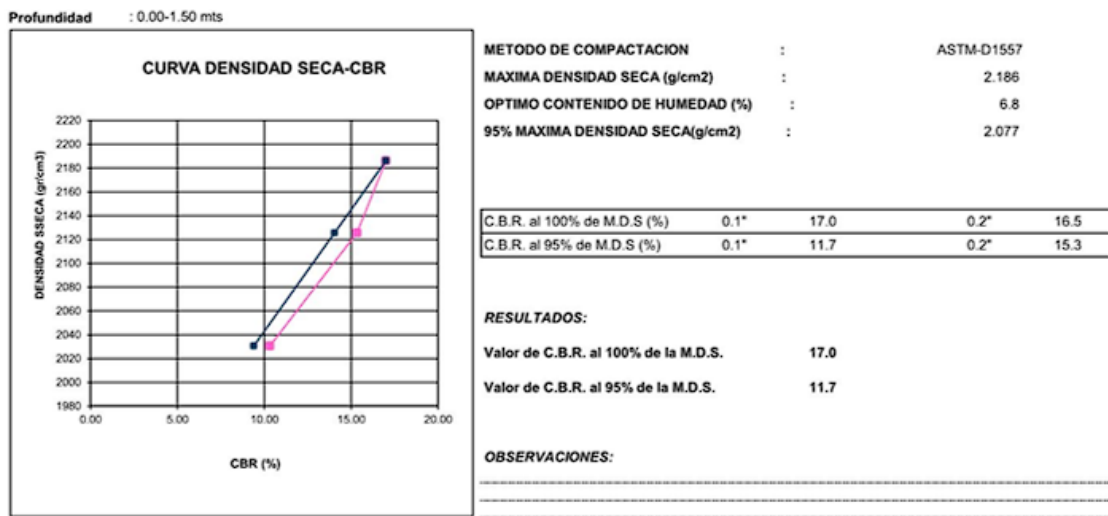
**UPAO**

LABORATORIO DEL  
PROGRAMA DE ESTUDIO  
DE INGENIERIA CIVIL

**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.

**Elaborado por:** Montoya Culqui, Daniela Elizabeth



Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



**Figura 59**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

 <b style="font-size: 2em;">UPAO</b>	<b>LABORATORIO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL</b>
---	--

**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.

**Elaborado por:** Montoya Culqui, Daniela Elizabeth

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIOLA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 311726

Profundidad : 0.00-1.50 mts

COMPACTACION													
MOLDE N°		1			2			3					
CAPAS N°		5			5			5					
GOLPES POR CAPA N°		56			25			13					
CONDICION DE LA MUESTRA		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (g)		9076		12312		8953		11961		8735		11714	
PESO DE MOLDE (g)		4175		7165		4175		7165		4172		7162	
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)		4901		5147		4778		4796		4563		4552	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)		2116.94		2116.94		2116.94		2116.94		2116.94		2116.94	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm)		2.315		2.431		2.257		2.266		2.155		2.150	
TARA (N°)													
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		371.23		433.26		380.25		456.73		381.70		439.22	
PESO SUELO SECO + TARA(g)		351.91		400.97		357.18		421.85		359.89		404.10	
PESO DE TARA (g)		40.00		36.80		40.00		37.97		40.00		38.50	
PESO DE AGUA (g)		19.32		32.29		23.07		34.89		21.81		35.12	
PESO DE SUELO SECO(g)		311.91		364.17		317.18		383.88		319.89		365.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		6.19		8.87		7.27		9.09		6.82		9.61	
DENSIDAD SECA(g/cm3)		2.180		2.233		2.104		2.077		2.018		1.962	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0.00	0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
		96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND. Kg/cm2	COMP.56 GOLPES				COMP.25 GOLPES				COMP.13 GOLPES			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	libras	Libs/pul2	%	Dial (div)	libras	Libs/pul2	%	carga	libras	Libs/pul2	%
0.025		14	193.2	64.6		10	147.57	49.4		6	112.08	37.5	
0.050		27	320.0	107.0		20	248.97	83.3		11	162.78	54.4	
0.075		37	426.4	142.6		28	335.16	112.1		18	233.76	78.2	
0.100	3000	47	522.8	174.8	17.4	37	426.42	142.6	14.2	23	279.39	93.4	9.3
0.150		61	669.8	224.0		50	553.17	185.0		32	370.65	124.0	
0.200	4500	74	796.5	266.4	17.7	61	669.78	224.0	14.9	42	472.05	157.9	10.5
0.250		86	918.2	307.1		75	806.67	269.8		55	603.87	202.0	

Nota: Se muestra el análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

**Figura 60**

Análisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos



**UPAO**

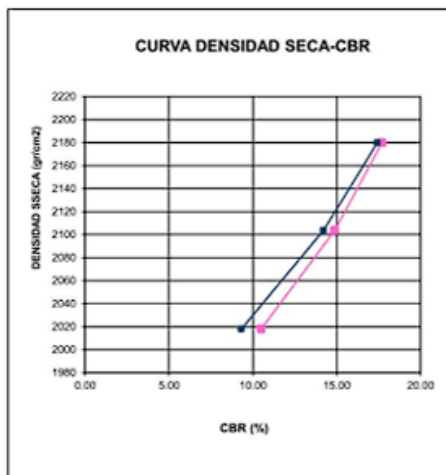
LABORATORIO DEL  
PROGRAMA DE ESTUDIO  
DE INGENIERIA CIVIL

**ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.

**Elaborado por:** Montoya Culqui, Daniela Elizabeth

Profundidad : 0.00-1.50 mts



METODO DE COMPACTACION : ASTM-D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.180  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.8  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA(g/cm<sup>3</sup>) : 2.071

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1"	17.4	0.2"	17.7
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1"	12.1	0.2"	14.9

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. : 17.4  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. : 12.1

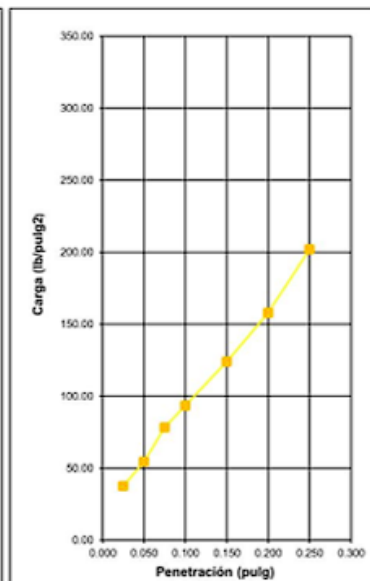
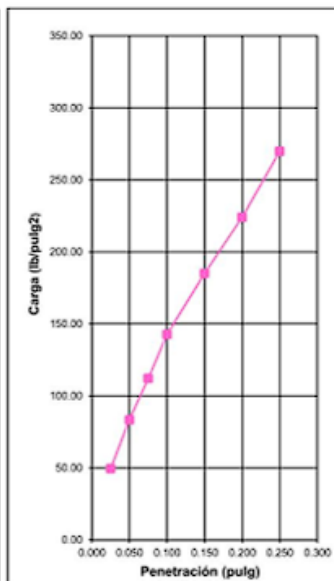
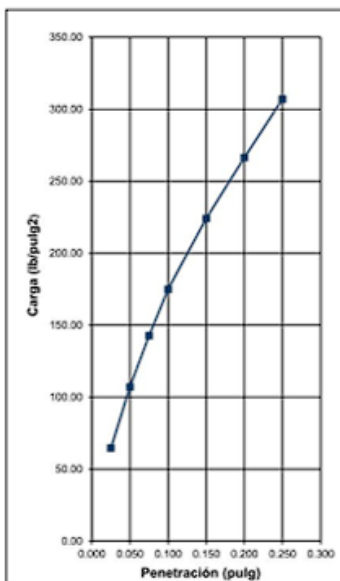
**OBSERVACIONES:**

  
 JUNIOR JAVIER  
 GAVIOLA SAMAME  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 311726

EC= 56 GOLPES

EC= 25 GOLPES

EC= 13 GOLPES

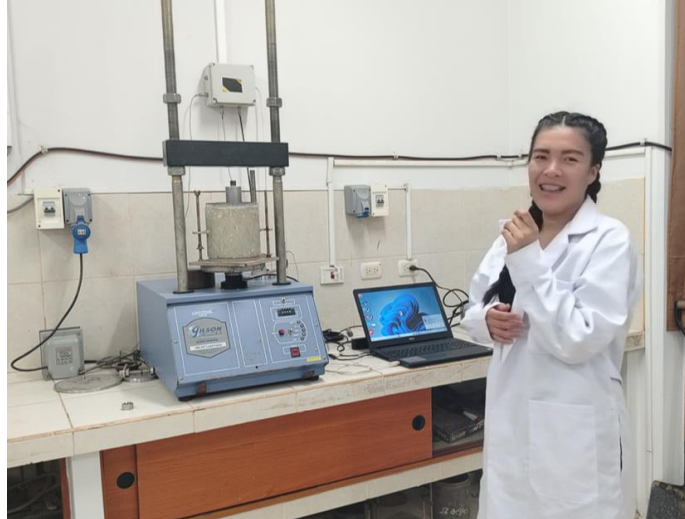


Nota: Se muestra el analisis de datos obtenidos mediante la NTP de suelos

## 2. Evidencias de la ejecución de la propuesta

### Figura 61

Análisis siguiendo las NTP de CBR



Nota: Se muestra el desarrollo del Análisis siguiendo las NTP de laboratorio

### Figura 62

Lavado por malla #200



Nota: Se muestra el desarrollo del Análisis siguiendo las NTP de laboratorio

### **Figura 63**

Análisis siguiendo las NTP de límites de consistencia



Nota: Se muestra el desarrollo del Análisis siguiendo las NTP de laboratorio

### **Figura 64**

Análisis siguiendo las NTP de Proctor modificado



Nota: Se muestra el desarrollo del Análisis siguiendo las NTP de laboratorio

### Figura 65

Análisis siguiendo las NTP de Proctor modificado



Nota: Se muestra el desarrollo del Análisis siguiendo las NTP de laboratorio

### Figura 66

Análisis siguiendo las NTP de contenido de humedad



Nota: Se muestra el desarrollo del Análisis siguiendo las NTP de laboratorio



### **Figura 67**

Análisis siguiendo las NTP de contenido de humedad



Nota: Se muestra el desarrollo del Análisis siguiendo las NTP de laboratorio

### **Figura 68**

Conteo vehicular



Nota: se muestra el conteo vehicular realizado

**Figura 69**

Conteo vehicular



Nota: se muestra el conteo vehicular realizado

**Figura 70**

Conteo vehicular



Nota: se muestra el conteo vehicular realizado

**Figura 71**

Excavación de calicatas



Nota: Se muestra la excavación de calicatas

**Figura 72**

Excavación de calicatas



Nota: Se muestra la excavación de calicatas



### Figura 73

Excavación de calicatas



Nota: Se muestra la excavación de calicatas

### Figura 74

Excavación de calicatas



Nota: Se muestra la excavación de calicatas

## Figura 75

Excavación de calicatas



Nota: Se muestra la excavación de calicatas

## Tabla 48 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 1

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.						
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO FLEXIBLE				Fecha presupuesto	01/09/2024	
Partida	01.01 CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80 x 3.60 m						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		1,226.89	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	8.0000	26.29	210.32
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	8.0000	20.68	165.44
0101010005	PEON		hh	1.0000	8.0000	18.71	149.68
							525.44
	Materiales						
0204120004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3" Y 4"		kg		1.0000	5.50	5.50
0207030002	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)		m3		0.3500	42.00	14.70
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I(42.5 kg)		bol		1.0000	27.49	27.49
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		40.0000	7.20	288.00
0292020002	GIGANTOGRAFIA DE 4.80m x 2.60m		bol		1.0000	350.00	350.00
							685.69
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	525.44	15.76
							15.76
Partida	01.02 CONSTRUCCION DE ALMACEN DE OBRA Y GUARDIANIA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		89.11	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.5000	0.2000	26.29	5.26
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.4000	20.68	8.27
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.8000	18.71	14.97
							28.50
	Materiales						
0204120004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3" Y 4"		kg		0.2000	5.50	1.10
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		3.5000	7.20	25.20
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm		pln		0.1000	110.00	11.00
0237090002	CERROJO DE 4"		und		0.1000	25.60	2.56
0237090003	CANDADO DE 40 mm		und		0.1000	35.90	3.59
0293010002	FIBRAFORTE (OPACO ONDA 100 1.83 x 1.10 e=1.20mm)		pza		0.5000	32.60	16.30
							59.75
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	28.50	0.86
							0.86
Partida	02.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS						
Rendimiento	gib/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : gib		6,508.52	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subcontratos						
0424010005	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION		gib		1.0000	6,508.52	6,508.52
							6,508.52
Partida	02.02 SERVICIOS HIGIENICOS DURANTE LA CONSTRUCCION						
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes		2,250.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0219050002	SERVICIOS HIGIENICOS DURANTE LA CONSTRUCCION		mes		3.0000	750.00	2,250.00
							2,250.00

Fecha : 02/09/2024 11:40:51

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

**Tabla 49**  
**ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN**

S10

Página : 2

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.			Fecha presupuesto	01/09/2024	
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO FLEXIBLE					
Panda	03.01.01 TRAZO Y REPLANTEO EN PAVIMENTACION					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 650.0000	EQ. 650.0000	Costo unitario directo por : m2		1.44
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0246	18.71	0.46
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0123	26.42	0.32
Materiales						
0204120005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0050	5.50	0.03
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0100	15.70	0.16
0231040001	ESTACAS DE MADERA	p2		0.0120	7.00	0.08
0292010001	CORDEL	m		0.1900	0.50	0.10
Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0123	8.00	0.10
0301000009	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0062	18.00	0.11
0301000020	MIRAS Y JALONES	hm	1.0000	0.0123	5.00	0.06
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.78	0.02
0.29						
Panda	03.02.01 CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUB RASANTE C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m3		11.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	26.29	1.17
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0889	18.71	1.66
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.83	0.14
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0444	200.00	8.88
9.02						
Panda	03.02.02 PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2		5.52
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	26.29	0.21
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0240	18.71	0.45
Materiales						
0290130021	AGUA	und		0.0600	6.00	0.36
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.66	0.02
0301100007	RODILLO LISO TANDEM VIBR AUTOP 110-135HP 12 Ton	hm	1.0000	0.0080	180.00	1.44
0301200001	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0080	200.00	1.60
0301220009	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 145-165 HP 2,000gln	hm	1.0000	0.0080	180.00	1.44
4.50						

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

**Tabla 50**  
**ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN**

S10

Página : 3

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.			Fecha presupuesto	01/09/2024	
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO FLEXIBLE					
Parida	03.02.03 SUB BASE HORMIGON, e=20cm					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2		29.11
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	26.29	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	20.68	0.55
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.1600	18.71	2.99
						4.24
	Materiales					
0207030002	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.2300	42.00	9.66
0290130021	AGUA	und		0.0200	6.00	0.12
						9.78
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.24	0.13
0301100007	RODILLO LISO TANDEM VIBR AUTOP 110-135HP 12 Ton	hm	1.0000	0.0267	180.00	4.81
0301200001	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0267	200.00	5.34
0301220009	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 145-165 HP 2,000gln	hm	1.0000	0.0267	180.00	4.81
						15.09
<b>Parida</b>	<b>03.02.04</b>	<b>BASE DE AFIRMADO, e=20cm</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 200.0000</b>	<b>EQ. 200.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>		<b>36.28</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	26.29	1.05
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	20.68	0.83
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.2400	18.71	4.49
						6.37
	Materiales					
0207030003	AFIRMADO (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1800	40.00	7.20
0290130021	AGUA	und		0.0200	6.00	0.12
						7.32
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.37	0.19
0301100007	RODILLO LISO TANDEM VIBR AUTOP 110-135HP 12 Ton	hm	1.0000	0.0400	180.00	7.20
0301200001	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0400	200.00	8.00
0301220009	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 145-165 HP 2,000gln	hm	1.0000	0.0400	180.00	7.20
						22.59
<b>Parida</b>	<b>03.02.05</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 225.0000</b>	<b>EQ. 225.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>		<b>25.87</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1422	18.71	2.66
						2.66
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.66	0.08
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0356	200.00	7.12
0301220010	CAMION VOLQUETE DE 6X4 330 HP 15 m3	hm	3.0000	0.1067	150.00	16.01
						23.21

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.



## Tabla 51 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 4

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascaiyunga y Ciudad de Rioja, San Martin.					Fecha presupuesto	01/09/2024
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO FLEXIBLE						
Partida	03.03.01 BARRIDO Y LIMPIEZA P/LA CARPETA ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			0.42
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0040	20.68	0.08
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0080	18.71	0.15
							0.23
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.23	0.01
03011400060002	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP		hm	1.0000	0.0040	45.00	0.18
							0.19
Partida	03.03.02 IMPRIMACION ASFALTICA con MC-30						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m2			12.24
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.0213	26.29	0.56
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0107	20.68	0.22
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0427	18.71	0.80
							1.58
	Materiales						
0201040002	KEROSENE INDUSTRIAL		gal		0.0800	15.00	1.20
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30		gal		0.3300	16.50	5.45
							6.65
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.58	0.05
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl		hm	1.0000	0.0107	180.00	1.93
03012500010003	GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW		hm	1.0000	0.0107	130.00	1.39
0301390009	BARREDORA CAT BA18		hm	1.0000	0.0107	60.00	0.64
							4.01
Partida	03.03.03 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE, e=8CM C/EQUIPO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m2			47.31
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.0213	26.29	0.56
0101010005	PEON		hh	8.0000	0.0853	18.71	1.60
							2.16
	Materiales						
0201050006	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		m3		0.0650	540.00	35.10
0203030002	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA		m3		0.0650	45.00	2.93
02070200010003	ARENA FINA (PUERTO EN OBRA)		m3		0.0050	40.00	0.20
							38.23
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.16	0.06
03011000040002	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100 HP 5.5 -20 ton		hm	1.0000	0.0107	180.00	1.93
0301100007	RODILLO LISO TANDEM VIBR AUTOP 110-135HP 12 Ton		hm	1.0000	0.0107	180.00	1.93
0301390010	PAVIMENTADORA DE ASFALTO 224 HP		hm	1.0000	0.0107	280.00	3.00
							6.92

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

## Tabla 52 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 5

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.			Fecha presupuesto	01/09/2024		
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO FLEXIBLE						
Partida	04.01 PINTURA SOBRE PAVIMENTO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2			12.73
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0667	26.29	1.75
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0667	20.68	1.38
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1333	18.71	2.49
							5.62
	Materiales						
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA DE TRAFICO		gal		0.0300	45.00	1.35
0240080023	PINTURA DE TRAFICO COLOR SEGUN PARTIDA		gal		0.0500	81.80	4.09
							5.44
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.62	0.17
03011400060002	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP		hm	0.5000	0.0333	45.00	1.50
							1.67
Partida	04.02 SEÑALES PREVENTIVAS 75X75 cm CON POSTE						
Rendimiento	und/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : und			454.16
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	26.29	26.29
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	2.0000	20.68	41.36
							67.65
	Materiales						
02180200010002	PERNO HEXAGONAL ROSCA CORRIENTE G-2 6" X 1/2"		und		2.0000	15.00	30.00
0263120001	POSTES DE CONCRETO PARA SEÑALES		und		1.0000	150.00	150.00
02671100040002	SEÑALES REGLAMENTARIAS 75 X 75 cm		und		1.0000	150.00	150.00
							330.00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	67.65	3.38
							3.38
	Subpartidas						
010708103102	CIMENTACION DE POSTE PARA SEÑAL		und		1.0000	53.13	53.13
							53.13
Partida	05.01 CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			1.49
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	1.9950	0.0133	18.71	0.25
							0.25
	Materiales						
0290130021	AGUA		und		0.0050	6.00	0.03
							0.03
	Equipos						
0301220009	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 145-165 HP 2,000gln		hm	1.0050	0.0067	180.00	1.21
							1.21

Fecha : 02/09/2024 11:40:51

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

**Tabla 53**  
**ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN**

S10

Página : 6

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.							
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO FLEXIBLE				Fecha presupuesto	01/09/2024		
Partida	06.01 PERFILADO Y COMPACTADO DE SUPERFICIE DE CUNETAS							
Rendimiento	m/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : m		2.44		
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010005	Mano de Obra PEON			hh	4.0000	0.1143	18.71	2.14
0301010006	Equipos HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	2.14	0.11
010703081102	Subpartidas TRANSPORTE DE AGUA			m3		0.0120	15.52	0.19
Partida	06.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CUNETAS							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2		44.76		
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	Mano de Obra OPERARIO			hh	1.0000	0.2667	26.29	7.01
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.2667	18.71	4.99
0231010001	Materiales MADERA TORNILLO			p2		4.5000	7.20	32.40
0301010006	Equipos HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	12.00	0.36
Partida	06.03 CONCRETO EN CUNETAS f'c=175 kg/cm2							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3		472.71		
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	Mano de Obra OPERARIO			hh	1.0000	0.8000	26.29	21.03
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.8000	20.68	16.54
0101010005	PEON			hh	9.0000	7.2000	18.71	134.71
02070100010002	Materiales PIEDRA CHANCADA 1/2"			m3		0.5500	45.00	24.75
02070200010002	ARENA GRUESA			m3		0.5400	45.00	24.30
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA			m3		0.1850	6.00	1.11
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I(42.5 kg)			bol		8.5000	27.49	233.67
0231010001	MADERA TORNILLO			p2		0.0833	7.20	0.60
03012100030001	Equipos WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES			hm	1.0000	0.8000	5.00	4.00
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA			día	1.0000	0.1000	40.00	4.00
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO			hm	1.0000	0.8000	10.00	8.00
								16.00

Fecha : 02/09/2024 11:40:51

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.



## Tabla 54 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 7

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.			Fecha presupuesto	01/09/2024		
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO FLEXIBLE						
Partida	06.04 JUNTA DE DILATACION EN CUNETAS						
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m			11.25
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.3200	20.68	6.62
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.1600	18.71	2.99
							9.61
	Materiales						
02100400010008	TECNOFOR DE	e = 1" 0.60 X 1.20 m	pln		0.1250	7.00	0.88
							0.88
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	9.61	0.48
							0.48
	Subpartidas						
010706080101	MORTERO ASFALTICO RC-250:ARENA		m3		0.0007	404.90	0.28
							0.28
Partida	06.05 CURADO DE CONCRETO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2			1.49
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0229	20.68	0.47
							0.47
	Materiales						
02221800010012	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO		kg		0.2000	5.00	1.00
							1.00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.47	0.02
							0.02

Fecha : 02/09/2024 11:40:51

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

## Tabla 55 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 1

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.						
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO RIGIDO				Fecha presupuesto	01/09/2024	
Partida	01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80 x 3.60 m					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		1,226.89	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	8.0000	26.29	210.32
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	8.0000	20.68	165.44
0101010005	PEON		hh	1.0000	8.0000	18.71	149.68
							525.44
	Materiales						
0204120004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3" Y 4"		kg		1.0000	5.50	5.50
0207030002	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)		m3		0.3500	42.00	14.70
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		1.0000	27.49	27.49
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		40.0000	7.20	288.00
0292020002	GIGANTOGRAFIA DE 4.80m x 2.60m		bol		1.0000	350.00	350.00
							685.69
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	525.44	15.76
							15.76
Partida	01.02	CONSTRUCCION DE ALMACEN DE OBRA Y GUARDIANIA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		89.11	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.5000	0.2000	26.29	5.26
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.4000	20.68	8.27
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.8000	18.71	14.97
							28.50
	Materiales						
0204120004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3" Y 4"		kg		0.2000	5.50	1.10
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		3.5000	7.20	25.20
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm		pln		0.1000	110.00	11.00
0237090002	CERROJO DE 4"		und		0.1000	25.60	2.56
0237090003	CANDADO DE 40 mm		und		0.1000	35.90	3.59
0293010002	FIBRAFORTE (OPACO ONDA 100 1.83 x 1.10 e=1.20mm)		pza		0.5000	32.60	16.30
							59.75
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	28.50	0.86
							0.86
Partida	02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		6,508.52	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subcontratos						
0424010005	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION		glb		1.0000	6,508.52	6,508.52
							6,508.52
Partida	02.02	SERVICIOS HIGIENICOS DURANTE LA CONSTRUCCION					
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes		2,250.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0219050002	SERVICIOS HIGIENICOS DURANTE LA CONSTRUCCION		mes		3.0000	750.00	2,250.00
							2,250.00

Fecha : 02/09/2024 11:41:13

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

## Tabla 56 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 2

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.					
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO RIGIDO				Fecha presupuesto	01/09/2024
Partida	03.01.01 TRAZO Y REPLANTEO EN PAVIMENTACION					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 650.0000	EQ. 650.0000	Costo unitario directo por : m2		1.44
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0246	18.71	0.46
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0123	26.42	0.32
	Materiales					
0204120005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0050	5.50	0.03
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0100	15.70	0.16
0231040001	ESTACAS DE MADERA	p2		0.0120	7.00	0.08
0292010001	CORDEL	m		0.1900	0.50	0.10
	Equipos					
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0123	8.00	0.10
0301000009	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0062	18.00	0.11
0301000020	MIRAS Y JALONES	hm	1.0000	0.0123	5.00	0.06
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.78	0.02
	0.29					
Partida	03.02.01 CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUB RASANTE C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m3		11.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	26.29	1.17
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0889	18.71	1.66
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.83	0.14
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0444	200.00	8.88
	9.02					
Partida	03.02.02 PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2		5.52
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	26.29	0.21
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0240	18.71	0.45
	Materiales					
0290130021	AGUA	und		0.0600	6.00	0.36
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.66	0.02
0301100007	RODILLO LISO TANDEM VIBR AUTOP 110-135HP 12 Ton	hm	1.0000	0.0080	180.00	1.44
0301200001	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0080	200.00	1.60
0301220009	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA)145-165 HP 2,000gln	hm	1.0000	0.0080	180.00	1.44
	4.50					

Fecha : 02/09/2024 11:41:13

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

## Tabla 57 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 3

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.					
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO RIGIDO				Fecha presupuesto	01/09/2024
Parida	03.02.03 SUB BASE HORMIGON, e=15cm					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2		13.06
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	26.29	0.21
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	20.68	0.17
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0480	18.71	0.90
Materiales						
0207030002	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1700	42.00	7.14
0290130021	AGUA	und		0.0200	6.00	0.12
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.28	0.04
0301100007	RODILLO LISO TANDEM VIBR AUTOP 110-135HP 12 Ton	hm	1.0000	0.0080	180.00	1.44
0301200001	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0080	200.00	1.60
0301220009	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 145-165 HP 2,000gln	hm	1.0000	0.0080	180.00	1.44
4.52						
Parida	03.02.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 225.0000	EQ. 225.0000	Costo unitario directo por : m3		25.87
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1422	18.71	2.66
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.66	0.08
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0356	200.00	7.12
0301220010	CAMION VOLQUETE DE 6X4 330 HP 15 m3	hm	3.0000	0.1067	150.00	16.01
23.21						
Parida	03.03.01 CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		525.44
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	26.29	35.05
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	20.68	13.79
0101010005	PEON	hh	6.0000	4.0000	18.71	74.84
123.68						
Materiales						
02070200010004	ARENA GRUESA (PUESTO EN OBRA)	m3		0.4700	50.00	23.50
02070200010005	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PUESTO EN OBRA)	m3		0.5400	50.00	27.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I(42.5 kg)	bol		12.0000	27.49	329.88
0290130021	AGUA	und		0.2000	6.00	1.20
381.58						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	123.68	6.18
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40'	hm	0.5000	0.3333	12.00	4.00
03012900030004	MEZCLADORA DE TROMPO 9 HP - 11 P3	hm	1.0000	0.6667	15.00	10.00
20.18						

Fecha : 02/09/2024 11:41:13

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

## Tabla 58 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 4

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.					Fecha presupuesto	01/09/2024	
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO RIGIDO							
Partida	03.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 22.0000	EQ. 22.0000			Costo unitario directo por : m2	42.14	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.3636	26.29	9.56
0101010005	PEON			hh	3.0000	1.0909	18.71	20.41
								29.97
	Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8			kg		0.0800	5.50	0.44
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		0.0060	5.50	0.03
0231010001	MADERA TORNILLO			p2		1.5000	7.20	10.80
								11.27
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	29.97	0.90
								0.90
Partida	03.03.03 DOWELS D=1" EN JUNTA DE CONSTRUCCION							
Rendimiento	und/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000			Costo unitario directo por : und	18.14	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.1000	26.29	2.63
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.1000	18.71	1.87
								4.50
	Materiales							
0201020012	GRASA			kg		0.0150	15.20	0.23
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16			kg		0.0500	5.50	0.28
0255080015	SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"			kg		0.0100	16.50	0.17
02920300010002	DOWELS D=1" x 41m @ 0.30			und		1.0000	7.05	7.05
02920300010003	SOPORTE DE 1/4" PARA ANCLAJE DE DOWELS			var		0.0680	10.00	0.68
02920300010004	GANCHOS DE 1/4" PARA ANCLAJE DE DOWELS			und		2.0000	1.50	3.00
								11.41
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	4.50	0.23
0301030011	SOLDADURA			hm	1.0000	0.1000	20.00	2.00
								2.23
Partida	03.03.04 NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 550.0000	EQ. 550.0000			Costo unitario directo por : m2	3.99	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	2.0000	0.0291	26.29	0.77
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.0145	20.68	0.30
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.0291	18.71	0.54
								1.61
	Materiales							
02920300010005	TEXTURIZADOR - ESCOBRILLA DE FIBRA			und		0.0002	1,500.00	0.30
02920300010006	FORMALETA METALICA			und		0.0020	1,000.00	2.00
								2.30
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	1.61	0.08
								0.08

Fecha : 02/09/2024 11:41:13

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

## Tabla 59 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 5

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.					Fecha presupuesto	01/09/2024
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO RIGIDO						
Partida	03.03.05 PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE DISCO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 550.0000	EQ. 550.0000			Costo unitario directo por : m2	1.25
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.0291	26.29	0.77
							0.77
	Equipos						
0301240009	ALISADORA SIMPLE C/DISCO MBW - Motor de 5.5 HP		hm	1.0000	0.0145	33.00	0.48
							0.48
Partida	03.03.06 CORTE DE JUNTAS 3mm						
Rendimiento	m/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000			Costo unitario directo por : m	4.51
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	26.29	0.84
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0320	18.71	0.60
							1.44
	Materiales						
0276020077	DISCO DE 8" DE 3mm PARA SOFF - CUT		und		0.0025	700.00	1.75
							1.75
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.44	0.04
0301330008	CORTADORA DE CONCRETO DE 27 HP (SOFF - CUT)		hm	1.0000	0.0320	40.00	1.28
							1.32
Partida	03.03.07 SELLO DE JUNTAS CON MATERIAL ELASTOMERICO						
Rendimiento	m/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000			Costo unitario directo por : m	6.30
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	4.0000	0.1067	26.29	2.81
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0533	18.71	1.00
							3.81
	Materiales						
0240150005	IMPRIMANTE PARA SELLANTES DE JUNTAS		gal		0.0002	229.30	0.05
0240150006	SELLADOR DE POLIURETANO		gal		0.0003	164.50	0.05
0255100007	CORDON DE RESPALDO PARA SELLADO - POLIURETANO		m		1.0000	1.00	1.00
							1.10
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	3.81	0.19
03011400060002	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP		hm	1.0000	0.0267	45.00	1.20
							1.39
Partida	03.03.08 APLICACION DE CURADOR QUIMICO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000			Costo unitario directo por : m2	2.34
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0800	26.29	2.10
							2.10
	Materiales						
02221800010015	CURADOR QUIMICO (Balde 20 Kg)		bal		0.0150	8.90	0.13
							0.13
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	2.10	0.11
							0.11

Fecha : 02/09/2024 11:41:13

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

## Tabla 60 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 6

Análisis de precios unitarios						
Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.					
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO RIGIDO				Fecha presupuesto	01/09/2024
Partida	04.01 PINTURA SOBRE PAVIMENTO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		12.73
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	26.29	1.75
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	20.68	1.38
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	18.71	2.49
Materiales						
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0300	45.00	1.35
0240080023	PINTURA DE TRAFICO COLOR SEGUN PARTIDA	gal		0.0500	81.80	4.09
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.62	0.17
0301140006002	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP	hm	0.5000	0.0333	45.00	1.50
SEÑALES PREVENTIVAS 75X75 cm CON POSTE						
Rendimiento	und/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : und		454.16
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	26.29	26.29
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	2.0000	20.68	41.36
Materiales						
02180200010002	PERNO HEXAGONAL ROSCA CORRIENTE G-2 6" X 1/2"	und		2.0000	15.00	30.00
0263120001	POSTES DE CONCRETO PARA SEÑALES	und		1.0000	150.00	150.00
02671100040002	SEÑALES REGLAMENTARIAS 75 X 75 cm	und		1.0000	150.00	150.00
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	67.65	3.38
Subpartidas						
010708103102	CIMENTACION DE POSTE PARA SEÑAL	und		1.0000	53.13	53.13
CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2		1.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.9950	0.0133	18.71	0.25
Materiales						
0290130021	AGUA	und		0.0050	6.00	0.03
Equipos						
0301220009	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 145-165 HP 2,000gn	hm	1.0050	0.0067	180.00	1.21

Fecha : 02/09/2024 11:41:13

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

## Tabla 61 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 7

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.						
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO RIGIDO				Fecha presupuesto	01/09/2024	
Partida	06.01 PERFILADO Y COMPACTADO DE SUPERFICIE DE CUNETAS						
Rendimiento	m/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : m		2.44	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.1143	18.71	2.14
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	2.14	0.11
	Subpartidas						
010703081102	TRANSPORTE DE AGUA		m3		0.0120	15.52	0.19
							0.19
Partida	06.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CUNETAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2		44.76	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	26.29	7.01
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.2667	18.71	4.99
	Materiales						
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		4.5000	7.20	32.40
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	12.00	0.36
							0.36
Partida	06.03 CONCRETO EN CUNETAS f'c=175 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3		472.71	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	26.29	21.03
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	20.68	16.54
0101010005	PEON		hh	9.0000	7.2000	18.71	134.71
	Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.5500	45.00	24.75
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.5400	45.00	24.30
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.1850	6.00	1.11
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I(42.5 kg)		bol		8.5000	27.49	233.67
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.0833	7.20	0.60
	Equipos						
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES		hm	1.0000	0.8000	5.00	4.00
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA		día	1.0000	0.1000	40.00	4.00
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm	1.0000	0.8000	10.00	8.00
							16.00

Fecha : 02/09/2024 11:41:13

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.



## Tabla 62 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

S10

Página : 8

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203003 Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martin.							
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO RIGIDO			Fecha presupuesto	01/09/2024			
Partida	06.04 JUNTA DE DILATACION EN CUNETA							
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m		11.25		
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL			hh	2.0000	0.3200	20.68	6.62
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.1600	18.71	2.99
								9.61
	Materiales							
02100400010008	TECNOPOR DE	e = 1" 0.60	X 1.20 m	pln		0.1250	7.00	0.88
								0.88
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS	MANUALES		%mo		5.0000	9.61	0.48
								0.48
	Subpartidas							
010706080101	MORTERO ASFALTICO	RC-250:ARENA		m3		0.0007	404.90	0.28
								0.28
Partida	06.05 CURADO DE CONCRETO							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2		1.49		
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.0229	20.68	0.47
								0.47
	Materiales							
02221800010012	ADITIVO CURADOR	DE CONCRETO		kg		0.2000	5.00	1.00
								1.00
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS	MANUALES		%mo		5.0000	0.47	0.02
								0.02

Fecha : 02/09/2024 11:41:13

Nota: Se muestra los ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN utilizados en la investigación.

**Figura 76**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Casayunga y Ciudad de Inga, San Martín.															
METRADO DE ALCAÑAPILLAS DE PASE															
N° Progresiva	UNO.	TIPO	Long.(m)	Diametro (m)	ALTURA (m)	Volumen de Excavación		Ancho prom. Entrada (m)	Ancho prom. Salida (m)	Excavación para Estructuras en material suelto (m³)	Volumen de Relleno	Relleno para Estructuras (m³)			
						trazo y replanteo (m²)	zona CALA ó ALA (m³)								
1	01-250	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
2	01-540	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
3	01-970	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
4	01-880	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
5	01-910	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
6	01-280	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
7	01-660	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
8	01-200	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
9	01-691	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
10	01-101	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
11	01-400	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
12	01-180	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
13	01-540	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
14	01-638	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
15	01-740	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
16	01-428	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
17	01-620	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
18	01-820	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
19	01-040	1	TMC	850	0,80	150	37,15	598	5,95	475	4,37	4,37	16,68	296	296
							<b>705,75</b>						<b>316,92</b>		<b>56,15</b>

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 77**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

			5.01.06		5.01.05	5.01.07	5.01.08		5.01.09	5.01.04			
Nº Progresiva	Concreto 175 en Caja	Concreto 175 en Alas y Cabezal v.Dbord solid o Muro	Volumen Concreto f'c=175 kg/cm2 (m3)	Encofrado en Caja o Ala y Cabezal	Encofrado en Ala y Cabezal o Muro	Encofrado y Desencofrado (m2)	Tubería Métrica Corrugada D=0.90m (m)	Tubería Métrica Corrugada D=1.50m (m)	Tipo de Salida de Emboquillaado	Emboquillaado de Piedra f'c=175kg/cm2 +Pw(f'c"tam. max) (m3)	Materia granular compactado (m3)	Materia excendente de corla (m3)	
1	00-250	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
2	00-540	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
3	00-970	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
4	02-880	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
5	04-280	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
6	04-510	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
7	04-860	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
8	05-691	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
9	06-101	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
10	06-200	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
11	06-400	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
12	07-180	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
13	07-540	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
14	07-638	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
15	07-740	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
16	08-428	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
17	08-620	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
18	08-820	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
19	09-040	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
20	09-450	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
21	09-520	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
22	09-788	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
23	09-878	8.33	10.05	38.40	31.43	69.83	-	8.50	6	9.66	12.32	17.16	
						4227.4		1.606.09	0.00	#REF!	222.18	283.36	#REF!

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 78**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Parla de Casapunga y Ciudad de Roca, San Martín.

METRADO DE OBREROS																					
Proyector	Longitud del eje				Ancho prom.	Espesor		Ítemes concreto $C=10\%3\%2\%$ (m <sup>2</sup> )	Ítemes concreto $F\%7\%5$ (volumen)	Cantidad Junta longitudinal (m)	Estrado y replanteo (m <sup>2</sup> )	Ejecución para estructuras (m <sup>3</sup> )	Relevo con Mat. Granular en Bobinas $\phi=20\%$ (m <sup>3</sup> )	Estructuras (m <sup>2</sup> )	Área pavimento Estructurado (m <sup>2</sup> )	Área pavimento Sifra Bobas Estructurado (m <sup>2</sup> )	Estructurado de Fierro (m <sup>2</sup> )	Mantenimiento de Asfalto (m <sup>2</sup> )	Mantenimiento de Asfalto (m <sup>2</sup> )	Junta en Bobinas (m)	Eliminación de Excesos (m)
	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)		L1 (m)	L2 (m)														
04-680	3.75	3.75	1.00	1.00	8.50	4.50	0.40	0.29	29.87	4	98.63	36.78	11.93	4800	11.25	11.25	900	7.20	20.25	26.00	44.72
04-510	3.75	3.75	1.00	1.00	8.50	4.50	0.40	0.29	29.87	4	98.63	36.78	11.93	4800	11.25	11.25	900	7.20	20.25	26.00	44.72
05-882	3.75	3.75	1.00	1.00	8.50	4.50	0.40	0.29	29.87	4	98.63	36.78	11.93	4800	11.25	11.25	900	7.20	20.25	26.00	44.72
06-200	3.75	3.75	1.00	1.00	8.50	4.50	0.40	0.29	29.87	4	98.63	36.78	11.93	4800	11.25	11.25	900	7.20	20.25	26.00	44.72
08-010	3.75	3.75	1.00	1.00	8.50	4.50	0.40	0.29	29.87	4	98.63	36.78	11.93	4800	11.25	11.25	900	7.20	20.25	26.00	44.72
<b>TOTALES</b>											231.13	173.88	89.61	240.00			45.00	36.00	98.25	133.00	223.28

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 79**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.				
LISTADO DE CUNETAS				
Progresiva		Lado		Longitud
Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	m
00+000	00+070	x		70.00
00+110	00+120	x		10.00
00+220	00+270	x		50.00
00+280	00+420	x	x	280.00
00+500	00+520		x	20.00
00+540	00+560	x	x	40.00
00+570	00+580		x	10.00
00+590	00+810	x	x	440.00
00+820	00+830		x	10.00
00+840	00+930	x	x	180.00
00+940	00+960		x	20.00
00+960	00+970	x	x	20.00
00+980	00+990		x	10.00
01+000	01+020	x	x	40.00
01+080	01+370	x	x	580.00
01+380	01+390	x		10.00
01+500	01+520		x	20.00
01+540	01+880	x	x	680.00
01+940	02+000		x	60.00
02+000	02+020	x		20.00
02+060	02+100		x	40.00
02+120	02+360	x	x	480.00
02+380	02+420		x	40.00
02+430	02+460	x	x	60.00
02+480	02+540		x	60.00
02+570	02+580		x	10.00
02+660	02+670		x	10.00
02+670	02+720	x	x	100.00
02+740	02+750	x	x	20.00
02+780	02+800		x	20.00
02+820	02+860		x	40.00
02+880	02+900		x	20.00
02+900	02+920	x	x	40.00
02+920	02+930		x	10.00
02+930	02+960	x	x	60.00

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 80**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

03-020	03-080	x	x	120.00
03-120	03-140	x	x	40.00
03-150	03-160		x	10.00
03-170	03-180		x	10.00
03-240	03-320	x	x	160.00
03-340	03-360		x	20.00
03-380	03-390		x	10.00
03-390	03-460	x	x	140.00
03-470	03-480		x	10.00
03-540	03-580	x	x	80.00
03-600	03-620		x	20.00
03-710	03-720	x		10.00
03-920	03-940		x	20.00
03-940	04-080	x	x	280.00
04-090	04-100	x		10.00
04-310	04-360	x		50.00
04-400	04-420		x	20.00
04-500	04-520		x	20.00
04-520	04-580	x	x	120.00
04-580	04-640		x	60.00
04-680	04-700		x	20.00
04-700	04-770	x	x	140.00
04-770	04-810		x	40.00
04-810	04-820	x	x	20.00
04-820	04-850		x	30.00
04-860	04-940		x	80.00
04-960	04-980		x	20.00
05-020	05-080		x	60.00
05-080	05-280	x	x	400.00
05-280	05-300	x		20.00
05-300	05-360		x	60.00
05-360	05-520	x	x	320.00
05-540	05-550	x		10.00
05-560	05-570	x		10.00
05-570	05-580	x	x	20.00
05-580	05-590		x	10.00
05-620	05-640	x		20.00
05-640	05-770	x	x	260.00
05-770	05-790	x		20.00
05-790	06-240	x	x	900.00
06-260	06-270	x		10.00
06-300	06-320		x	20.00
06-380	06-440		x	60.00
06-440	06-660	x	x	440.00

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 81**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

06 + 660	06 + 670	x		10.00
06 + 670	07 + 120	x	x	900.00
07 + 120	07 + 170		x	50.00
07 + 200	07 + 260	x	x	120.00
07 + 330	07 + 350		x	20.00
07 + 420	07 + 430		x	10.00
07 + 430	07 + 540	x	x	220.00
07 + 540	07 + 550	x		10.00
07 + 620	07 + 660	x		40.00
07 + 660	07 + 760	x	x	200.00
07 + 760	07 + 840	x		80.00
07 + 840	07 + 860	x	x	40.00
07 + 860	07 + 880	x		20.00
07 + 880	07 + 890	x	x	20.00
07 + 890	07 + 900	x		10.00
08 + 000	08 + 010	x		10.00
08 + 010	08 + 620	x	x	1,220.00
08 + 620	08 + 640		x	20.00
08 + 720	08 + 730		x	10.00
08 + 730	09 + 000	x	x	540.00
09 + 000	09 + 040	x		40.00
09 + 040	09 + 070	x		30.00
09 + 080	09 + 100	x	x	40.00
<b>TOTAL</b>				<b>11,440.000</b>

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 82**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

<b>Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.</b>			
<b>SUSTENTO DE METRADOS DE OBRAS PROMSIONALES</b>			
<b>01.01.00</b>	<b>CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE</b>		
<b>Km</b>	<b>km</b>	<b>Longitud (M)</b>	<b>und</b>
00+000.00	-	-	1.00
<b>01.02.00</b>	<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVLIZACIÓN DE EQUIPOS</b>		
<b>Km</b>	<b>km</b>	<b>Longitud (M)</b>	<b>glb</b>
			1.00
<b>01.03.00</b>	<b>TRAZO Y REPLANTEO INICIAL</b>		
<b>Km</b>	<b>km</b>	<b>Longitud (M)</b>	<b>km</b>
00 +000.00	09 +000.00	9,000.00	9.000
<b>01.04.00</b>	<b>MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL</b>		
<b>Km</b>	<b>km</b>	<b>Longitud (M)</b>	<b>glb</b>
00 +000.00	09 +000.00	9,000.00	1.00

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.



**Figura 83**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Casayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.											
TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO PLAZOLETAS											
		03.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (AFIRMADO)						06.01	05.02	
Progresiva	Long. (m)	Vol. Afirmado (m <sup>3</sup> )	Vol. Afirmado (m <sup>3</sup> )	Ubic. A Cant. (Km)	Acc. A la cant. (Km)	Dist. AL C.G. (km)	Dist. Libre Pago	Dist. De Pago Transp.	< 1 KM (m <sup>3</sup> -Km)	> 1 KM (m <sup>3</sup> -Km)	
00-420	00-440	20.00	8.40	8.40	01-560	0.00	1.13	0.12	1.01	8.40	0.08
01-050	01-070	20.00	8.40	8.40	01-560	0.00	0.50	0.12	0.38	3.19	0.00
01-520	01-540	20.00	8.40	8.40	01-560	0.00	0.03	0.12	0.09	0.76	0.00
01-980	02-000	20.00	0.00	0.00	01-560	0.00	0.43	0.12	0.31	0.00	0.00
02-500	02-520	20.00	8.40	8.40	01-560	0.00	0.95	0.12	0.83	6.97	0.00
03-000	03-020	20.00	8.40	8.40	03-720	0.00	0.71	0.12	0.59	4.96	0.00
03-480	03-500	20.00	8.40	8.40	03-720	0.00	0.23	0.12	0.11	0.92	0.00
04-020	04-040	20.00	8.40	8.40	03-720	0.00	0.31	0.12	0.19	1.60	0.00
04-620	04-640	20.00	8.40	8.40	03-720	0.00	0.91	0.12	0.79	6.64	0.00
04-980	05-000	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	0.43	0.12	0.31	2.60	0.00
05-480	05-500	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	0.07	0.12	0.05	0.42	0.00
05-900	05-920	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	0.49	0.12	0.37	3.11	0.00
06-420	06-440	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	1.01	0.12	0.89	7.48	0.00
06-970	06-990	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	1.56	0.12	1.44	8.40	3.70
07-580	07-580	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	2.15	0.12	2.03	8.40	8.65
<b>TOTAL</b>		<b>300.00</b>	<b>117.60</b>	<b>117.60</b>						<b>63.84</b>	<b>12.43</b>

TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO TRAMO KM 00+000 - KM 9+000											
		06.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (AFIRMADO)						06.01	05.02	
Progresiva	Long. (m)	Vol. Afirmado (m <sup>3</sup> )	Vol. Afirmado (m <sup>3</sup> )	Ubic. A Cant. (Km)	Acc. A la cant. (Km)	Dist. AL C.G. (km)	Dist. Libre Pago	Dist. De Pago Transp.	< 1 KM (m <sup>3</sup> -Km)	> 1 KM (m <sup>3</sup> -Km)	
00+000	02+000	2,000.00	1,890.00	1,890.00	01-560	0.00	0.56	0.12	0.44	831.60	0.00
02+000	04+000	2,000.00	1,890.00	1,890.00	01-560	0.00	1.44	0.12	1.32	1890.00	604.80
04+000	06+000	2,000.00	1,890.00	1,890.00	03-720	0.00	1.28	0.12	1.16	1890.00	302.40
06+000	08+000	2,000.00	3,780.00	3,780.00	05-420	0.00	1.58	0.12	1.46	3780.00	1738.80
08+000	10+000	2,000.00	1,890.00	1,890.00							
<b>TOTAL</b>		<b>10,000.00</b>	<b>11,340.00</b>	<b>11,340.00</b>						<b>8,391.60</b>	<b>2,646.00</b>

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 84**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

TRANSPORTE MATERIAL AFIRMADO ALCANTARILLAS DE PASE										
		5.01.04	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (AFIRMADO)						05.01	05.02
Nº	Progresiva	Material granular compactado (m3)	Vol Afirmado (m3)	Ubic. A Cant. (Km)	Acc. A la cant. (Km)	Dist. AL C.G. (km)	Dist. Libre Pago	Dist. De Pago Transp.	< 1 KM (m3-Km)	> 1 KM (m3-Km)
1	00-250	12.32	12.32	01-560	0.00	1.31	0.12	1.19	12.32	2.34
2	00-540	12.32	12.32	01-560	0.00	1.02	0.12	0.90	11.09	0.00
3	00-970	12.32	12.32	01-560	0.00	0.59	0.12	0.47	5.79	0.00
4	02-880	12.32	12.32	03-720	0.00	0.84	0.12	0.72	8.87	0.00
5	04-280	12.32	12.32	03-720	0.00	0.56	0.12	0.44	5.42	0.00
6	04-510	12.32	12.32	05-420	0.00	0.91	0.12	0.79	9.73	0.00
7	04-860	12.32	12.32	05-420	0.00	0.56	0.12	0.44	5.42	0.00
8	05-691	12.32	12.32	05-420	0.00	0.27	0.12	0.15	1.86	0.00
9	06-101	12.32	12.32	05-420	0.00	0.68	0.12	0.56	6.91	0.00
10	06-200	12.32	12.32	05-420	0.00	0.78	0.12	0.66	8.13	0.00
11	06-400	12.32	12.32	05-420	0.00	0.98	0.12	0.86	10.60	0.00
12	07-180	12.32	12.32							
13	07-540	12.32	12.32							
14	07-638	12.32	12.32							
15	07-740	12.32	12.32							
16	08-428	12.32	12.32							
17	08-620	12.32	12.32							
18	08-820	12.32	12.32							
19	09-040	12.32	12.32							
		<b>234.08</b>							<b>86.14</b>	<b>2.34</b>

Diseño estructural para la pavimentación de la carretera entre el Sector Perla de Cascayunga y Ciudad de Rioja, San Martín.

TRANSPORTE MATERIAL AFIRMADO BADEN										
		4.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (AFIRMADO)						05.01	05.02
Nº	Progresiva	Material granular compactado (m3)	Vol Afirmado (m3)	Ubic. A Cant. (Km)	Acc. A la cant. (Km)	Dist. AL C.G. (km)	Dist. Libre Pago	Dist. De Pago Transp.	< 1 KM (m3-Km)	> 1 KM (m3-Km)
1	00-860	11.93	11.93	01-560	0.00	0.70	0.12	0.58	6.92	0.00
2	03-910	11.93	11.93	03-720	0.00	0.79	0.12	0.07	0.84	0.00
3	05-200	11.93	11.93	05-420	0.00	0.22	0.12	0.10	1.19	0.00
4	05-882	11.93	11.93	05-420	0.00	0.45	0.12	0.34	4.08	0.00
5	08-010	11.93	11.93							
		<b>59.65</b>							<b>13.03</b>	<b>0.00</b>

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 85**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

N°	Progresiva	Eliminación de mat. excedente (m³)	ELIMINACION A BOTADERO							
			Vol. Excedente de Corte (m³)	Destino	Acoso (Km)	Distancia Media (Km)	Dist Libre Pago (Km)	Dist Media Pago (Km)	Transporte material, hasta 1Km	Transporte material, después de 1Km
1	00+250	17.16	17.16	09+040	0.00	8.79	0.12	8.07	17.16	131.02
2	00+540	17.16	17.16	09+040	0.00	8.50	0.12	8.38	17.16	125.04
3	00+970	17.16	17.16	09+040	0.00	8.07	0.12	7.95	17.16	119.26
4	02+880	17.16	17.16	09+040	0.00	6.16	0.12	6.04	17.16	85.49
5	04+280	17.16	17.16	09+040	0.00	4.76	0.12	4.64	17.16	62.46
6	04+510	17.16	17.16	09+040	0.00	4.53	0.12	4.41	17.16	58.52
7	04+800	17.16	17.16	09+040	0.00	4.18	0.12	4.06	17.16	52.51
8	05+921	17.16	17.16	09+040	0.00	3.35	0.12	3.23	17.16	38.25
9	06+101	17.16	17.16	09+040	0.00	2.94	0.12	2.82	17.16	31.21
10	06+200	17.16	17.16	09+040	0.00	2.84	0.12	2.72	17.16	29.52
11	06+400	17.16	17.16	09+040	0.00	2.64	0.12	2.52	17.16	26.08
12	07+180	17.16	17.16	09+040	0.00	1.86	0.12	1.74	17.16	12.70
13	07+540	17.16	17.16	09+040	0.00	1.50	0.12	1.38	17.16	6.52
14	07+638	17.16	17.16	09+040	0.00	1.40	0.12	1.28	17.16	4.84
15	07+740	17.16	17.16	09+040	0.00	1.30	0.12	1.18	17.16	3.09
16	08+428	17.16	17.16	09+040	0.00	0.61	0.12	0.49	8.44	0.00
17	08+620	17.16	17.16	09+040	0.00	0.42	0.12	0.30	5.15	0.00
18	08+820	17.16	17.16	09+040	0.00	0.22	0.12	0.10	1.72	0.00
19	09+040	17.16	17.16	09+040	0.00	0.00	0.12	0.12	2.06	0.00
		<b>328.04</b>	<b>328.04</b>						<b>274.77</b>	<b>789.79</b>

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 86**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

PLAZOLETA					4.01	4.02	4.03
Progresiva		Espesor Afirmado	S/A	Longitud	Volumen Afirmado	Imprimación Reforzada / Área de Afirmado	SELLO ASFALTICO CON EMULSIÓN ASFALTICA (SLURRY SEAL)
EJE		(m)	(m)	(m)	(m3)	(m2)	m2
00+420	00+440	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
01+050	01+070	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
01+520	01+540	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
01+980	02+000	0.20	2.00		0.00	0.00	0.00
02+500	02+520	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
03+000	03+020	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
03+480	03+500	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
04+020	04+040	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
04+620	04+640	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
04+980	05+000	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
05+480	05+500	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
05+900	05+920	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
06+420	06+440	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
06+970	06+990	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
07+560	07+580	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
08+140	08+160	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
08+600	08+620	0.20	2.00	20.00	8.40	40.00	40.00
<b>TOTAL</b>					<b>134.40</b>	<b>640.00</b>	<b>640.00</b>

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 87**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

		03.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR / AFIRMADO						06.01	06.02	
Progresiva	Long. (m)	Vol. Afirmado (m <sup>3</sup> )	Vol Afirmado (m <sup>3</sup> )	Ubic. A Cant. (Km)	Acc. A la cant. (Km)	Dist. AL C.G. (km)	Dist. Libre Pago	Dist. De Pago Transp.	< 1 KM (m <sup>3</sup> /Km)	> 1 KM (m <sup>3</sup> /Km)	
00-420	00-440	20.00	8.40	8.40	01-560	0.00	1.13	0.12	1.01	8.40	0.08
01-050	01-070	20.00	8.40	8.40	01-560	0.00	0.50	0.12	0.38	3.19	0.00
01-520	01-540	20.00	8.40	8.40	01-560	0.00	0.03	0.12	0.09	0.76	0.00
01-980	02-000	20.00	0.00	0.00	01-560	0.00	0.43	0.12	0.31	0.00	0.00
02-500	02-520	20.00	8.40	8.40	01-560	0.00	0.95	0.12	0.83	6.97	0.00
03-000	03-020	20.00	8.40	8.40	03-720	0.00	0.71	0.12	0.59	4.96	0.00
03-480	03-500	20.00	8.40	8.40	03-720	0.00	0.23	0.12	0.11	0.92	0.00
04-020	04-040	20.00	8.40	8.40	03-720	0.00	0.31	0.12	0.19	1.60	0.00
04-620	04-640	20.00	8.40	8.40	03-720	0.00	0.91	0.12	0.79	6.64	0.00
04-980	05-000	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	0.43	0.12	0.31	2.60	0.00
05-480	05-500	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	0.07	0.12	0.05	0.42	0.00
05-900	05-920	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	0.49	0.12	0.37	3.11	0.00
06-420	06-440	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	1.01	0.12	0.89	7.48	0.00
06-970	06-990	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	1.56	0.12	1.44	8.40	3.70
07-560	07-580	20.00	8.40	8.40	05-420	0.00	2.15	0.12	2.03	8.40	8.65
08-140	08-160	20.00	8.40	8.40	09-300	0.00	1.15	0.12	1.03	8.40	0.25
08-600	08-620	20.00	8.40	8.40	09-300	0.00	0.69	0.12	0.57	4.79	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>340.00</b>	<b>134.40</b>	<b>134.40</b>						<b>77.03</b>	<b>12.63</b>

Nota: Se muestra los medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 88**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

		5.01.04	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (AFIRMADO)						06.01	06.02
Nº	Progresiva	Material granular compactado (m3)	Vol Afirmado (m3)	Ubic. A Cant. (Km)	Acc. A la cant. (Km)	Dist. AL C.G. (km)	Dist Libre Pago	Dist. De Pago Transp.	< 1 KM (m3-Km)	> 1 KM (m3-Km)
1	00+250	12.32	12.32	01+560	0.00	1.31	0.12	1.19	12.32	2.34
2	00+540	12.32	12.32	01+560	0.00	1.02	0.12	0.90	11.09	0.00
3	00+970	12.32	12.32	01+560	0.00	0.59	0.12	0.47	5.79	0.00
4	02+880	12.32	12.32	03+720	0.00	0.84	0.12	0.72	8.87	0.00
5	04+280	12.32	12.32	03+720	0.00	0.56	0.12	0.44	5.42	0.00
6	04+510	12.32	12.32	05+420	0.00	0.91	0.12	0.79	9.73	0.00
7	04+860	12.32	12.32	05+420	0.00	0.56	0.12	0.44	5.42	0.00
8	05+691	12.32	12.32	05+420	0.00	0.27	0.12	0.15	1.86	0.00
9	06+101	12.32	12.32	05+420	0.00	0.68	0.12	0.56	6.91	0.00
10	06+200	12.32	12.32	05+420	0.00	0.78	0.12	0.66	8.13	0.00
11	06+400	12.32	12.32	05+420	0.00	0.98	0.12	0.86	10.60	0.00
12	07+180	12.32	12.32	09+300	0.00	2.12	0.12	2.00	12.32	12.32
13	07+540	12.32	12.32	09+300	0.00	1.76	0.12	1.64	12.32	7.88
14	07+638	12.32	12.32	09+300	0.00	1.66	0.12	1.54	12.32	6.68
15	07+740	12.32	12.32	09+300	0.00	1.56	0.12	1.44	12.32	5.42
16	08+428	12.32	12.32	09+300	0.00	0.87	0.12	0.75	9.26	0.00
17	08+620	12.32	12.32	09+300	0.00	0.68	0.12	0.56	6.90	0.00
18	08+820	12.32	12.32	09+300	0.00	0.48	0.12	0.36	4.44	0.00
19	09+040	12.32	12.32	09+300	0.00	0.26	0.12	0.14	1.72	0.00
		<b>234.08</b>							<b>157.75</b>	<b>34.64</b>

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

**Figura 89**

Medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción

		4.01	TRANSPORTE DE MATATERIAL GRANULAR (AFIRMADO)						06.01	06.02
Nº	Progresiva	Material granular compactado (m3)	Vol Afirmado (m3)	Ubic. A Cant. (Km)	Acc. A la cant. (Km)	Dist. AL C.G. (km)	Dist Libre Pago	Dist. De Pago Transp.	< 1 KM (m3-Km)	> 1 KM (m3-Km)
1	00+860	11.93	11.93	01+560	0.00	0.70	0.12	0.58	6.92	0.00
2	03+910	11.93	11.93	03+720	0.00	0.19	0.12	0.07	0.84	0.00
3	05+200	11.93	11.93	05+420	0.00	0.22	0.12	0.10	1.19	0.00
4	05+882	11.93	11.93	05+420	0.00	0.46	0.12	0.34	4.08	0.00
5	08+010	11.93	11.93	09+300	0.00	1.29	0.12	1.17	11.93	2.03
		<b>59.65</b>							<b>24.96</b>	<b>2.03</b>

Nota: Se muestra la medición de los distintos elementos que conforman un proyecto de construcción realizados en la investigación.

### 3. R.D. que aprueba el proyecto de investigación



**UPAO** | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 28 de mayo de 2024

#### **RESOLUCIÓN N° 0956-2024-FI-UPAO**

**VISTO**, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado: "**DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA ENTRE EL SECTOR PERLA DE CASCAYUNGA Y CIUDAD DE RIOJA, SAN MARTIN**", del Bachiller: **MONTOYA CULQUI, DANIELA ELIZABETH**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y;

#### **CONSIDERANDO:**

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Ms. TITO BURGOS SARMIENTO**, Presidente; **Ms. CARMEN SANCHEZ MALPICA**, Secretario; **Ms. CARLOS RAMIREZ MUÑOZ**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

#### **SE RESUELVE:**

**PRIMERO: APROBAR** la modalidad de titulación solicitada por el Bachiller: **MONTOYA CULQUI, DANIELA ELIZABETH**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**SEGUNDO: APROBAR y DISPONER** la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: titulado: "**DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA ENTRE EL SECTOR PERLA DE CASCAYUNGA Y CIUDAD DE RIOJA, SAN MARTIN**".

**TERCERO: COMUNICAR** al Bachiller que tiene un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar y presentar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.**



*[Firma manuscrita]*  
Dr. Ángel Alandoca Quenta  
DECANO

C. Copia  
 Archivo  
 Programa de Estudio de Ingeniería Civil  
 Interesador  
 A.A.Q./<sup>o</sup> Kato



#### 4. Constancia de la Institución u organización donde se ha desarrollado la propuesta de investigación



LABORATORIOS DEL PROGRAMA  
DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL

#### **CONSTANCIA DE USO DE LOS LABORATORIOS**

El que suscribe Ing. Gavidia Samame Junior Javier en calidad de Técnico de laboratorio, por la presente hace constar que:

El bachiller Montoya Culqui, Daniela Elizabeth ha realizado sus ensayos correspondientes en el Laboratorio de Mecánica de Suelos II de la Universidad de Privada Antenor Orrego (UPAO), ubicado en el semi sótano del pabellón "G"

Durante su estadía en el laboratorio, los bachilleres han demostrado compromiso, responsabilidad y habilidades técnicas necesarias para la realización de los ensayos programados, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad establecidos.

La presente constancia se expide a solicitud de los interesados, para los fines que estime conveniente.

Ing. Gavidia Samame Junior Javier

Técnico de laboratorio

Laboratorio de Mecánica de Suelos II

Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO)



JUNIOR JAVIER  
GAVIDIA SAMAME  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 311726





LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA  
CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AMC-0107-2024



EXP: 3A20197

Pág. 1 de 3

Fecha de emisión: 2024-03-06

- 1. Solicitante** : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- 2. Dirección** : Av. America Sur N° 3145 - Urb. Monserrate - Trujillo - Trujillo - La Libertad
- 3. Instrumento calibrado** : BALANZA
- Clasificación : No automática
  - Marca / Fabricante : AND
  - Modelo : GP-61K
  - Número de serie : 14725851
  - Procedencia : Japón
  - Tipo : Electrónica
  - Identificación : 46694
  - Capacidad máxima : 61 000 g
  - Capacidad mínima : 5 g
  - Div. de escala (d) : 0,1 g
  - Div. de verificación (e) : 1 g
  - Clase de exactitud : No indica
  - Ubic. del instrumento : Laboratorio GSS-108
- 4. Lugar de calibración** : Instalaciones de UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- 5. Fecha de calibración** : 2024-03-04
- 6. Método de calibración**

Comparación directa de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-011: 4ª Ed., "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II" del INDECOPI-SNM.

**7. Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

1AICM-0019 / IM-1156 con Certificado de Calibración LM-C-440-2023 del INACAL-DM  
IM-729 / 1AIM-0001 con Certificado de Calibración LM-C-180-2023 del INACAL-DM  
1AICM-0006 / IM-499 con Certificado de Calibración 1AM-0934-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0005 / IM-498 con Certificado de Calibración 1AM-0940-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0014 / IM-1127 con Certificado de Calibración 1AM-0030-2024 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0008 / IM-1074 con Certificado de Calibración 1AM-0611-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0013 / IM-1126 con Certificado de Calibración 1AM-0029-2024 de METROIL S.A.C.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

**OLENKA V. RAMÍREZ MUCHA**  
Laboratorio de Calibración

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-8656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe

8. Resultados

**Inspección Visual**

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO APLICA
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO APLICA
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO APLICA		

**Ensayo de Repetibilidad**

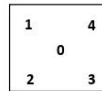
	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26,1	26,2

	Inicial	Final
Humedad Relativa (%)	67	67

Carga 30 000,0 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
30 000,0	60	-0,01
30 000,0	70	-0,02
30 000,0	70	-0,02
29 999,9	70	-0,12
30 000,0	50	0,00
29 999,9	50	-0,10
30 000,0	70	-0,02
29 999,9	70	-0,12
30 000,0	50	0,00
30 000,0	70	-0,02
Diferencia Máxima		0,12
Error Máximo Permisible (±)		3,0

Carga 60 000,0 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
60 000,0	70	-0,02
60 000,0	70	-0,02
59 999,9	70	-0,12
60 000,0	60	-0,01
59 999,9	70	-0,12
60 000,0	80	-0,03
59 999,9	80	-0,13
59 999,9	70	-0,12
60 000,0	70	-0,02
60 000,0	70	-0,02
Diferencia Máxima		0,12
Error Máximo Permisible (±)		3,0

**Ensayo de Excentricidad de la Carga**



← Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26,2	26,1

	Inicial	Final
Humedad Relativa (%)	67	66

Posición de la carga	Determinación de E <sub>o</sub>				Determinación del error corregido E <sub>c</sub>				
	Carga Min. (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
0		1,0	60	-0,01		20 000,0	70	-0,02	-0,01
1		1,0	70	-0,02		20 000,0	70	-0,02	0,00
2	1,0	1,0	60	-0,01	20 000,0	20 000,0	70	-0,02	-0,01
3		1,0	60	-0,01		20 000,0	70	-0,02	-0,01
4		1,0	60	-0,01		20 000,0	70	-0,02	-0,01
Error Máximo Permisible (±)									2,0

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
 Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
 Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
 Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



**Ensayo de Pesaje**

Temperatura (°C)		Inicial	Final	Humedad Relativa (%)		Inicial	Final
		26,1	26,3			66	67

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				Error Máximo Permisible ± (g)
	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
E <sub>0</sub> 1,0	1,0	50	0,00						
5,0	5,0	50	0,00	0,00	5,0	50	0,00	0,00	1,0
6 000,0	6 000,0	60	-0,01	-0,01	5 999,9	60	-0,11	-0,11	2,0
12 000,0	12 000,0	70	-0,02	-0,02	11 999,9	80	-0,13	-0,13	2,0
15 000,0	15 000,0	70	-0,02	-0,02	14 999,9	80	-0,13	-0,13	2,0
20 000,0	20 000,0	70	-0,02	-0,02	19 999,9	70	-0,12	-0,12	2,0
25 000,0	25 000,0	70	-0,02	-0,02	24 999,9	70	-0,12	-0,12	3,0
30 000,0	30 000,0	60	-0,01	-0,01	29 999,9	80	-0,13	-0,13	3,0
35 000,0	35 000,0	60	-0,01	-0,01	34 999,9	70	-0,12	-0,12	3,0
50 000,0	49 999,9	70	-0,12	-0,12	49 999,9	70	-0,12	-0,12	3,0
60 000,0	59 999,9	80	-0,13	-0,13	59 999,9	80	-0,13	-0,13	3,0

L : Carga puesta sobre la balanza      E<sub>0</sub> : Error en cero  
I<sub>L</sub> : Lectura de la balanza                E<sub>c</sub> : Error corregido  
E : Error encontrado                        ΔL : Carga incrementada

**LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA E INCERTIDUMBRE DE LA PESADA**

Alcance de indicación (0 g a 61 000 g)

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDICIÓN	U <sub>R</sub> =	2	√	5,70E-03	+	8,68E-10 x R <sup>2</sup>	g
-------------------------------------	------------------	---	---	----------	---	---------------------------	---

LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA ( g )	R corregida = R	+	1,09E-06 x R
---------------------------------------	-----------------	---	--------------

R = Lectura de la balanza después de la calibración ( g )

La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k = 2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

**9. Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° 3AMB-00498
- Antes del ajuste la balanza indicaba 59997,6 g para una carga de 60000 g
- El intervalo de variación de temperatura (ΔT) en el lugar de ubicación de la balanza es de 18 °C a 35 °C , información proporcionada por el cliente.
- Se recomienda al cliente tener pesas patrones de clase F1 para el ajuste de su balanza.
- En el caso de ser necesario, ajustar el nivel de la balanza y la indicación en cero antes de cada medición.
- La balanza corresponde a la clase de exactitud **II**

FIN DEL DOCUMENTO

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

N° 012-24 DPC

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

TITULO : Calibración de Sistema Digital para Prensa de Concreto

### PRENSA

Marca : ELE  
Capacidad : 100 TN  
Modelo : ---  
Serie : ---

### INDICADOR

Marca : LONDON  
Modelo : ---  
Serie : ---

### TRANSDUCTOR

Marca : WIKA  
Modelo : A-10  
Serie : 1A01E7Y6D2E

Fecha de Calibración: 16/05/2024

Proxima Calibración: 16/11/2024

FECHA : Huachipa, 16 de Mayo del 2024.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
  
Ing. Luis Taboada Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 5052

Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15, Lurigancho | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989  
laboratorio@orionrcp.com | areatecnica@orionrcp.com | ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 012-24 DPC

**INFORMACIÓN DEL EQUIPO****1. GENERALIDADES**

A solicitud de UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO se procedió a verificar el comportamiento del Sistema Digital de Prensa de Concreto. La Calibración se realizó el 16 de Mayo del 2024.

**2. DEL SISTEMA A VERIFICAR**

Prensa : ELE  
Indicador : LONDON  
Transductor : WIKA

**3. DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN**

**Dispositivo** : Celda de Carga  
Fabricante : AEP TRANSDUCER  
Tipo : C2S  
N° Serie : 926414  
Carga Nominal : 100,000 kg  
Modalidad : Compresión  
**Indicador** : MP10 plus N°6625

Calibración realizada en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. – Expediente: INF-LE N° 120-23 (A)

**4. PROCEDIMIENTO**

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

**5. RESULTADOS**

En la Tabla N° 1 se muestran las tres series de carga y la serie promedio correspondiente.  
En el Gráfico N°1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
Ing. Luis Taborda Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 5645



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 012-24 DPC  
TABLA N° 1

**CALIBRACION DE DE PRENSA DIGITAL MARCA ELE**  
**Indicador Marca LONDON, Mod: ---, SN: --**  
**Transductor WIKA, SN: 1A01E7Y6D2E.**

SISTEMA DIGITAL "A" KG	SERIES DE VERIFICACION (KG)				PROMEDIO "B" KG	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10,000	10,060	10,075	-0.60	-0.75	10,068	-0.68	0.11
20,000	20,075	20,082	-0.38	-0.41	20,079	-0.39	0.02
30,000	30,075	30,265	-0.25	-0.88	30,170	-0.57	0.45
40,000	40,080	40,115	-0.20	-0.29	40,098	-0.24	0.06
50,000	50,175	50,182	-0.35	-0.36	50,179	-0.36	0.01
60,000	60,225	60,250	-0.38	-0.42	60,238	-0.40	0.03
70,000	69,935	69,950	0.09	0.07	69,943	0.08	0.02
80,000	79,950	80,023	0.06	-0.03	79,987	0.02	0.06

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-01

2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

Coefficiente Correlación:

$$R^2 = 1$$

$$y = 0.9989x + 146.43$$

Ecuación de ajuste:

Donde:

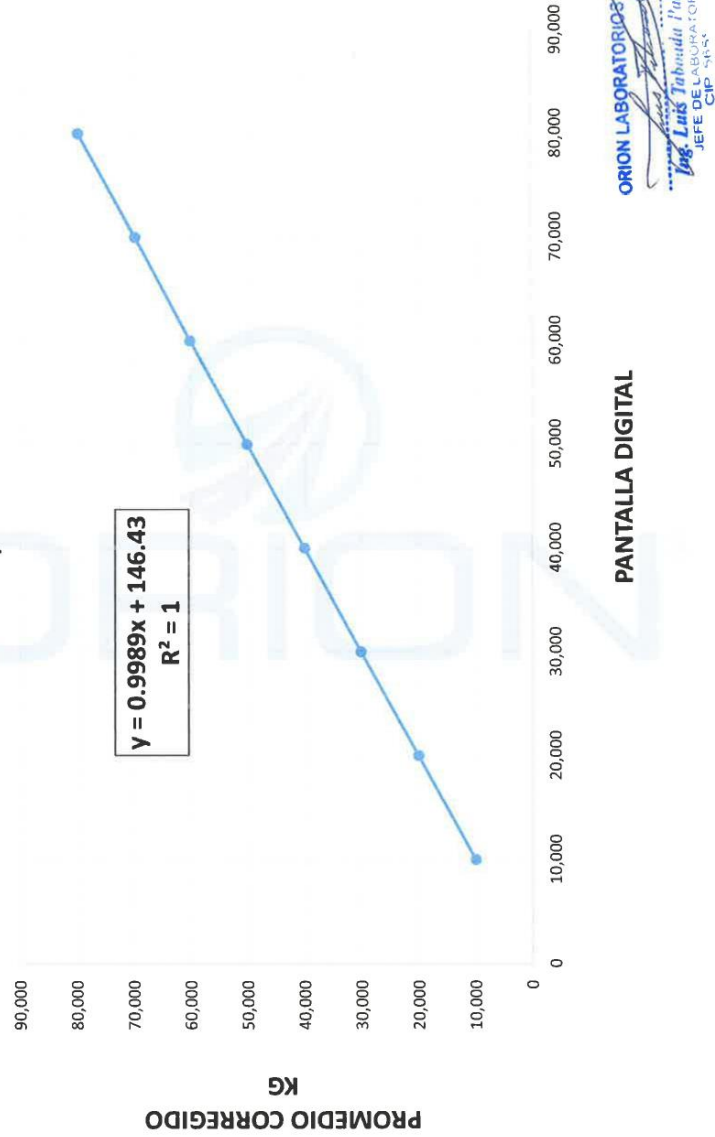
X : Lectura de la pantalla

Y : fuerza promedio ( Kg )

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
*Ing. Luis Tabares Polanco*  
JEFE DE LA SECCION  
CIP: 56357

**GRAFICO N°1**  
**CALIBRACION DE DE PRENSA DIGITAL MARCA ELE**  
 Indicador Marca LONDON, Mod: ---, SN: --  
 Transductor WIKA, SN: 1A01E7Y6D2E.

INFORME N° 012-24 DPC





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AMC-0114-2024



EXP: 3A20197

Pág. 1 de 3

Fecha de emisión: 2024-03-08

- 1. Solicitante** : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- 2. Dirección** : Av. America Sur N° 3145 - Urb. Monserrate - Trujillo - Trujillo - La Libertad
- 3. Instrumento calibrado** : BALANZA
- Clasificación : No automática
  - Marca / Fabricante : AND
  - Modelo : GP-32K
  - Número de serie : 14725907
  - Procedencia : Japón
  - Tipo : Electrónica
  - Identificación : 46693
  - Capacidad máxima : 6 100 g / 31 000 g
  - Capacidad mínima : 5 g
  - Div. de escala (d) : 0,1 g / 1 g
  - Div. de verificación (e) : 1 g
  - Clase de exactitud : No indica
  - Ubic. del instrumento : Laboratorio GSS-110
- 4. Lugar de calibración** : Instalaciones de UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- 5. Fecha de calibración** : 2024-03-05
- 6. Método de calibración**

Comparación directa de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-011: 4ª Ed., "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II" del INDECOPI-SNM.

**7. Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

1AICM-0019 / IM-1156 con Certificado de Calibración LM-C-440-2023 del INDECOPI-SNM  
1AICM-0006 / IM-499 con Certificado de Calibración 1AM-0934-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0005 / IM-498 con Certificado de Calibración 1AM-0940-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0014 / IM-1127 con Certificado de Calibración 1AM-0030-2024 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0008 / IM-1074 con Certificado de Calibración 1AM-0611-2023 de METROIL S.A.C.  
1AGCM-0012 /IM-862 con Certificado de Calibración 1AM-0395-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0015 / IM-1128 con Certificado de Calibración 1AM-0031-2024 de METROIL S.A.C.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

  
**HENRY J. LEÓN MASGO**  
Laboratorio de Calibración

### METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



8. Resultados

**Inspección Visual**

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO APLICA
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO APLICA
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO APLICA		

**Ensayo de Repetibilidad**

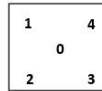
	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26,1	26,1

	Inicial	Final
Humedad Relativa (%)	66	66

Carga 6 100,0 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
6 100,0	70	0,43
6 100,0	80	0,42
6 100,0	70	0,43
6 100,0	70	0,43
6 100,0	70	0,43
6 100,0	70	0,43
6 100,0	80	0,42
6 100,0	80	0,42
6 100,0	80	0,42
6 100,0	70	0,43
6 100,0	70	0,43
Diferencia Máxima		0,01
Error Máximo Permissible (±)		2

Carga 31 000,0 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
31 000,0	700	-0,20
31 000,0	600	-0,10
31 000,0	700	-0,20
31 000,0	700	-0,20
31 000,0	600	-0,10
31 000,0	600	-0,10
31 000,0	600	-0,10
31 000,0	600	-0,10
31 000,0	600	-0,10
31 000,0	700	-0,20
31 000,0	600	-0,10
Diferencia Máxima		0,10
Error Máximo Permissible (±)		3

**Ensayo de Excentricidad de la Carga**



← Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	25,9	25,9

	Inicial	Final
Humedad Relativa (%)	67	68

Posición de la carga	Determinación de E <sub>o</sub>				Determinación del error corregido E <sub>c</sub>				
	Carga Min. (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
0		1,0	60	-0,01		10 300,0	600	-0,10	-0,09
1		1,0	60	-0,01		10 300,0	500	0,00	0,01
2	1,0	1,0	60	-0,01	10 300,0	10 300,0	600	-0,10	-0,09
3		1,0	60	-0,01		10 300,0	500	0,00	0,01
4		1,0	60	-0,01		10 300,0	600	-0,10	-0,09
Error Máximo Permissible (±)									2

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
 Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
 Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
 Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



**Ensayo de Pesaje**

Temperatura (°C)		Inicial	Final	Humedad Relativa (%)		Inicial	Final
		26,1	26,4			66	65

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				Error Máximo Permisible ± (g)
	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
E <sub>0</sub> 1,0	1,0	50	0,00						
5,0	5,0	20	0,03	0,03	5,0	20	0,03	0,03	1
600,0	600,1	70	0,08	0,08	600,0	70	-0,02	-0,02	1
1 200,0	1 200,1	70	0,08	0,08	1 200,0	70	-0,02	-0,02	1
1 500,0	1 500,1	70	0,08	0,08	1 500,0	70	-0,02	-0,02	1
2 000,0	2 000,1	70	0,08	0,08	2 000,0	70	-0,02	-0,02	1
2 500,0	2 500,0	50	0,00	0,00	2 500,0	50	0,00	0,00	1
3 050,0	3 050,1	50	0,10	0,10	3 049,9	50	-0,10	-0,10	1
3 700,0	3 700,1	70	0,08	0,08	3 700,0	70	-0,02	-0,02	1
5 000,0	5 000,1	70	0,08	0,08	5 000,0	70	-0,02	-0,02	1
6 100,0	6 100,1	70	0,53	0,53	6 100,1	70	0,53	0,53	2
7 700,0	7 700,0	600	-0,10	-0,10	7 700,0	700	-0,20	-0,20	2
10 300,0	10 300,0	500	0,00	0,00	10 300,0	900	-0,40	-0,40	2
12 500,0	12 500,0	700	-0,20	-0,20	12 500,0	900	-0,40	-0,40	2
15 500,0	15 500,0	700	-0,20	-0,20	15 500,0	900	-0,40	-0,40	2
18 500,0	18 500,0	700	-0,20	-0,20	18 500,0	900	-0,40	-0,40	2
25 000,0	25 000,0	800	-0,30	-0,30	25 000,0	900	-0,40	-0,40	3
31 000,0	31 000,0	700	-0,20	-0,20	31 000,0	700	-0,20	-0,20	3

L : Carga puesta sobre la balanza      E<sub>0</sub> : Error en cero  
I<sub>L</sub> : Lectura de la balanza                E<sub>c</sub> : Error corregido  
E : Error encontrado                        ΔL : Carga incrementada

**LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA E INCERTIDUMBRE DE LA PESADA**

Alcance de indicación (0 g a 6 100 g)

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDICIÓN	$U_R = 2 \sqrt{1,77E-02 + 1,21E-09 \times R^2}$ g
LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA ( g )	R corregida = R + 1,00E-05 x R

R = Lectura de la balanza después de la calibración ( g )

Alcance de indicación (6100 g a 31000 g)

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDICIÓN	$U_R = 2 \sqrt{1,0E-01 + 1,2E-09 \times R^2}$ g
LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA ( g )	R corregida = R + 1,0E-05 x R

R = Lectura de la balanza después de la calibración ( g )

La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k = 2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

**9. Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° 3AMB-00521
- Antes del ajuste la balanza indicaba 30996 g para una carga de 31000 g
- El intervalo de variación de temperatura (ΔT) en el lugar de ubicación de la balanza es de 18 °C a 30 °C , información proporcionada por el cliente.
- Se recomienda al cliente tener pesas patrones de clase F1 para el ajuste de su balanza.
- En el caso de ser necesario, ajustar el nivel de la balanza y la indicación en cero antes de cada medición.
- La balanza corresponde a la clase de exactitud **II**

FIN DEL DOCUMENTO

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



Ensayo de Pesaje

Temperatura (°C)		Inicial	Final	Humedad Relativa (%)		Inicial	Final
		26,1	26,2			66	67

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				Error Máximo Permisible ± (g)
	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
E <sub>0</sub>	0,10	0,10	9	-0,004					
5,00	5,00	5	0,000	0,004	5,00	5	0,000	0,004	0,10
60,00	59,99	5	-0,010	-0,006	60,01	5	0,010	0,014	0,10
120,00	119,99	5	-0,010	-0,006	120,01	5	0,010	0,014	0,10
150,00	149,99	5	-0,010	-0,006	150,01	7	0,008	0,012	0,10
200,00	200,00	5	0,000	0,004	200,01	5	0,010	0,014	0,10
250,00	250,00	9	-0,004	0,000	250,02	5	0,020	0,024	0,10
300,00	300,01	5	0,010	0,014	300,02	5	0,020	0,024	0,10
350,00	350,02	5	0,020	0,024	350,02	7	0,018	0,022	0,10
500,00	500,02	5	0,020	0,024	500,02	5	0,020	0,024	0,10
600,00	600,02	5	0,020	0,024	600,02	5	0,020	0,024	0,20

L : Carga puesta sobre la balanza  
I<sub>L</sub> : Lectura de la balanza  
E : Error encontrado  
E<sub>0</sub> : Error en cero  
E<sub>c</sub> : Error corregido  
ΔL : Carga incrementada

LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA E INCERTIDUMBRE DE LA PESADA

Alcance de indicación (0 g a 600 g)

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDICIÓN	U <sub>R</sub> =	2	√	1,85E-04	+	1,02E-08 x R <sup>2</sup>	g
-------------------------------------	------------------	---	---	----------	---	---------------------------	---

LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA ( g )	R corregida = R	-	2,43E-05 x R
---------------------------------------	-----------------	---	--------------

R = Lectura de la balanza después de la calibración ( g )

La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k = 2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

9. Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° 3AMB-00497
- Antes del ajuste la balanza indicaba 5999,98 g para una carga de 600 g
- El intervalo de variación de temperatura (ΔT) en el lugar de ubicación de la balanza es de 18 °C a 35 °C , información proporcionada por el cliente.
- Se recomienda al cliente tener pesas patrones de clase F1 para el ajuste de su balanza.
- En el caso de ser necesario, ajustar el nivel de la balanza y la indicación en cero antes de cada medición.
- La balanza corresponde a la clase de exactitud **II**
- La capacidad mínima para esta clase de balanza, según la norma NMP-003-2009, es de 5 g.

FIN DEL DOCUMENTO

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA  
CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AMC-0104-2024



EXP: 3A20197

Pág. 1 de 3

Fecha de emisión: 2024-03-06

- 1. Solicitante** : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- 2. Dirección** : Av. America Sur N° 3145 - Urb. Monserrate - Trujillo - Trujillo - La Libertad
- 3. Instrumento calibrado** : BALANZA
- Clasificación : No automática
  - Marca / Fabricante : AND
  - Modelo : EK-610i
  - Número de serie : 6A4434247
  - Procedencia : Japón
  - Tipo : Electrónica
  - Identificación : 57382
  - Capacidad máxima : 600 g
  - Capacidad mínima : No indica
  - Div. de escala (d) : 0,01 g
  - Div. de verificación (e) : 0,1 g
  - Clase de exactitud : No indica
  - Ubic. del instrumento : Laboratorio GSS-110
- 4. Lugar de calibración** : Instalaciones de UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- 5. Fecha de calibración** : 2024-03-04
- 6. Método de calibración**

Comparación directa de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-011: 4ª Ed., "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II" del INDECOPI-SNM.

**7. Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

1AGCM-0012 /IM-862 con Certificado de Calibración 1AM-0395-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0016 / IM-1129 con Certificado de Calibración 1AM-0032-2024 de METROIL S.A.C.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.



**OLENKA V. RAMÍREZ MUCHA**  
Laboratorio de Calibración

### METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe

8. Resultados

**Inspección Visual**

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO APLICA
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO APLICA
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO APLICA		

**Ensayo de Repetibilidad**

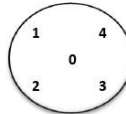
	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26,1	26,1

	Inicial	Final
Humedad Relativa (%)	67	67

Carga 300,00 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
300,01	5	0,010
300,00	5	0,000
300,00	5	0,000
300,00	5	0,000
300,00	5	0,000
300,00	5	0,000
300,00	7	-0,002
299,99	5	-0,010
299,99	5	-0,010
300,00	5	0,000
300,00	5	0,000
Diferencia Máxima		0,020
Error Máximo Permisible (±)		0,10

Carga 600,00 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
600,00	5	0,000
600,01	5	0,010
599,99	5	-0,010
599,99	5	-0,010
600,02	7	0,018
600,00	7	-0,002
600,02	7	0,018
600,00	5	0,000
600,00	5	0,000
599,99	7	-0,012
Diferencia Máxima		0,030
Error Máximo Permisible (±)		0,20

**Ensayo de Excentricidad de la Carga**



← Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26,1	26,1

	Inicial	Final
Humedad Relativa (%)	67	66

Posición de la carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del error corregido E <sub>c</sub>				
	Carga Min. (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
0		0,10	5	0,000		200,00	5	0,000	0,000
1		0,10	7	-0,002		200,00	5	0,000	0,002
2	0,10	0,10	9	-0,004	200,00	200,01	7	0,008	0,012
3		0,10	9	-0,004		200,01	5	0,010	0,014
4		0,09	7	-0,012		200,00	7	-0,002	0,010
<b>Error Máximo Permisible (±)</b>									<b>0,10</b>

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
 Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
 Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
 Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe





**Ensayo de Pesaje**

Temperatura (°C)		Inicial	Final	Humedad Relativa (%)		Inicial	Final
		26,1	26,2			66	67

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				Error Máximo Permisible ± (g)
	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
E <sub>0</sub>	0,10	0,10	9	-0,004					
5,00	5,00	5	0,000	0,004	5,00	5	0,000	0,004	0,10
60,00	59,99	5	-0,010	-0,006	60,01	5	0,010	0,014	0,10
120,00	119,99	5	-0,010	-0,006	120,01	5	0,010	0,014	0,10
150,00	149,99	5	-0,010	-0,006	150,01	7	0,008	0,012	0,10
200,00	200,00	5	0,000	0,004	200,01	5	0,010	0,014	0,10
250,00	250,00	9	-0,004	0,000	250,02	5	0,020	0,024	0,10
300,00	300,01	5	0,010	0,014	300,02	5	0,020	0,024	0,10
350,00	350,02	5	0,020	0,024	350,02	7	0,018	0,022	0,10
500,00	500,02	5	0,020	0,024	500,02	5	0,020	0,024	0,10
600,00	600,02	5	0,020	0,024	600,02	5	0,020	0,024	0,20

L : Carga puesta sobre la balanza  
 I<sub>L</sub> : Lectura de la balanza  
 E : Error encontrado  
 E<sub>0</sub> : Error en cero  
 E<sub>c</sub> : Error corregido  
 ΔL : Carga incrementada

**LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA E INCERTIDUMBRE DE LA PESADA**

Alcance de indicación (0 g a 600 g)

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDICIÓN	U <sub>R</sub> =	2	√	1,85E-04	+	1,02E-08 x R <sup>2</sup>	g
-------------------------------------	------------------	---	---	----------	---	---------------------------	---

LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA ( g )	R corregida = R	-	2,43E-05 x R
---------------------------------------	-----------------	---	--------------

R = Lectura de la balanza después de la calibración ( g )

La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k = 2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

**9. Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° 3AMB-00497
- Antes del ajuste la balanza indicaba 5999,98 g para una carga de 600 g
- El intervalo de variación de temperatura (ΔT) en el lugar de ubicación de la balanza es de 18 °C a 35 °C , información proporcionada por el cliente.
- Se recomienda al cliente tener pesas patrones de clase F1 para el ajuste de su balanza.
- En el caso de ser necesario, ajustar el nivel de la balanza y la indicación en cero antes de cada medición.
- La balanza corresponde a la clase de exactitud **II**
- La capacidad mínima para esta clase de balanza, según la norma NMP-003-2009, es de 5 g.

FIN DEL DOCUMENTO

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
 Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
 Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
 Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA  
CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AMC-0104-2024



EXP: 3A20197

Pág. 1 de 3

Fecha de emisión: 2024-03-06

- 1. Solicitante** : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- 2. Dirección** : Av. America Sur N° 3145 - Urb. Monserrate - Trujillo - Trujillo - La Libertad
- 3. Instrumento calibrado** : BALANZA
- Clasificación : No automática
  - Marca / Fabricante : AND
  - Modelo : EK-610i
  - Número de serie : 6A4434247
  - Procedencia : Japón
  - Tipo : Electrónica
  - Identificación : 57382
  - Capacidad máxima : 600 g
  - Capacidad mínima : No indica
  - Div. de escala (d) : 0,01 g
  - Div. de verificación (e) : 0,1 g
  - Clase de exactitud : No indica
  - Ubic. del instrumento : Laboratorio GSS-110
- 4. Lugar de calibración** : Instalaciones de UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- 5. Fecha de calibración** : 2024-03-04
- 6. Método de calibración**

Comparación directa de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-011: 4ª Ed., "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II" del INDECOPI-SNM.

**7. Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

1AGCM-0012 /IM-862 con Certificado de Calibración 1AM-0395-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0016 / IM-1129 con Certificado de Calibración 1AM-0032-2024 de METROIL S.A.C.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

**OLENKA V. RAMÍREZ MUCHA**  
Laboratorio de Calibración

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe

8. Resultados

**Inspección Visual**

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO APLICA
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO APLICA
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO APLICA		

**Ensayo de Repetibilidad**

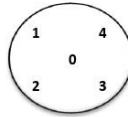
	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26,1	26,1

	Inicial	Final
Humedad Relativa (%)	67	67

Carga 300,00 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
300,01	5	0,010
300,00	5	0,000
300,00	5	0,000
300,00	5	0,000
300,00	5	0,000
300,00	5	0,000
300,00	7	-0,002
299,99	5	-0,010
299,99	5	-0,010
300,00	5	0,000
300,00	5	0,000
Diferencia Máxima		0,020
Error Máximo Permisible (±)		0,10

Carga 600,00 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
600,00	5	0,000
600,01	5	0,010
599,99	5	-0,010
599,99	5	-0,010
600,02	7	0,018
600,00	7	-0,002
600,02	7	0,018
600,00	5	0,000
600,00	5	0,000
599,99	7	-0,012
Diferencia Máxima		0,030
Error Máximo Permisible (±)		0,20

**Ensayo de Excentricidad de la Carga**



← Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26,1	26,1

	Inicial	Final
Humedad Relativa (%)	67	66

Posición de la carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del error corregido E <sub>c</sub>				
	Carga Min. (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
0		0,10	5	0,000		200,00	5	0,000	0,000
1		0,10	7	-0,002		200,00	5	0,000	0,002
2	0,10	0,10	9	-0,004	200,00	200,01	7	0,008	0,012
3		0,10	9	-0,004		200,01	5	0,010	0,014
4		0,09	7	-0,012		200,00	7	-0,002	0,010
<b>Error Máximo Permisible (±)</b>									<b>0,10</b>

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
 Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
 Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
 Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe





LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA  
CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AMC-0106-2024



EXP: 3A20197

Pág. 1 de 3

Fecha de emisión: 2024-03-06

- 1. Solicitante** : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- 2. Dirección** : Av. America Sur N° 3145 - Urb. Monserrate - Trujillo - Trujillo - La Libertad
- 3. Instrumento calibrado** : BALANZA
- Clasificación : No automática
  - Marca / Fabricante : AND
  - Modelo : EK-1200i
  - Número de serie : DP 18501952
  - Procedencia : Japón
  - Tipo : Electrónica
  - Identificación : 57383
  - Capacidad máxima : 1 200 g
  - Capacidad mínima : No indica
  - Div. de escala (d) : 0,1 g
  - Div. de verificación (e) : 0,1 g (\*)
  - Clase de exactitud : II
  - Ubic. del instrumento : Laboratorio GSS-110
- 4. Lugar de calibración** : Instalaciones de UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- 5. Fecha de calibración** : 2024-03-04
- 6. Método de calibración**

Comparación directa de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-011: 4ª Ed., "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II" del INDECOPI-SNM.

### 7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

1AGCM-0012 /IM-862 con Certificado de Calibración 1AM-0395-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0016 / IM-1129 con Certificado de Calibración 1AM-0032-2024 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0008 / IM-1074 con Certificado de Calibración 1AM-0611-2023 de METROIL S.A.C.

(\*) El valor de división de verificación (e) se escogió de acuerdo a la consideración del PC-011: 4ª Ed., Item 10.2

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.



**OLENKA V. RAMÍREZ MUCHA**  
Laboratorio de Calibración

### METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



8. Resultados

**Inspección Visual**

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO APLICA
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO APLICA
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO APLICA		

**Ensayo de Repetibilidad**

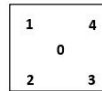
	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>
Temperatura (°C)	25,9	25,8

	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>
Humedad Relativa (%)	69	69

Carga 600,0 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
600,0	70	-0,02
600,0	50	0,00
600,0	70	-0,02
600,0	70	-0,02
600,0	70	-0,02
600,0	70	-0,02
600,0	50	0,00
600,0	70	-0,02
600,0	70	-0,02
600,0	70	-0,02
600,0	50	0,00
Diferencia Máxima		0,02
Error Máximo Permisible (±)		0,2

Carga 1 200,0 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
1 200,0	70	-0,02
1 200,0	70	-0,02
1 199,9	50	-0,10
1 200,0	70	-0,02
1 200,0	80	-0,03
1 199,9	80	-0,13
1 199,9	80	-0,13
1 199,9	70	-0,12
1 199,9	70	-0,12
1 199,9	80	-0,13
Diferencia Máxima		0,11
Error Máximo Permisible (±)		0,2

**Ensayo de Excentricidad de la Carga**



← Posición de las cargas

	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>
Temperatura (°C)	26,0	26,1

	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>
Humedad Relativa (%)	69	68

Posición de la carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del error corregido E <sub>c</sub>				
	Carga Min. (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
0		1,0	50	0,00		400,0	50	0,00	0,00
1		1,0	50	0,00		400,0	50	0,00	0,00
2	1,0	1,0	20	0,03	400,0	400,0	70	-0,02	-0,05
3		1,0	20	0,03		400,0	70	-0,02	-0,05
4		1,0	20	0,03		400,0	80	-0,03	-0,06
Error Máximo Permisible (±)									0,1

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**



**Ensayo de Pesaje**

Temperatura (°C)		Inicial	Final	Humedad Relativa (%)		Inicial	Final
		26,1	26,1			68	68

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				Error Máximo Permisible ± (g)
	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	Ec (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	Ec (g)	
E <sub>0</sub> 1,0	1,0	50	0,00						
5,0	5,0	50	0,00	0,00	5,0	50	0,00	0,00	0,1
120,0	120,0	60	-0,01	-0,01	120,0	70	-0,02	-0,02	0,1
250,0	250,0	70	-0,02	-0,02	250,0	70	-0,02	-0,02	0,1
300,0	300,0	80	-0,03	-0,03	300,0	80	-0,03	-0,03	0,1
400,0	400,0	70	-0,02	-0,02	400,0	80	-0,03	-0,03	0,1
500,0	500,0	70	-0,02	-0,02	500,0	80	-0,03	-0,03	0,1
600,0	600,0	80	-0,03	-0,03	600,0	70	-0,02	-0,02	0,2
700,0	700,0	70	-0,02	-0,02	699,9	80	-0,13	-0,13	0,2
1 000,0	1 000,0	70	-0,02	-0,02	1 000,0	80	-0,03	-0,03	0,2
1 200,0	1 200,0	80	-0,03	-0,03	1 200,0	80	-0,03	-0,03	0,2

L : Carga puesta sobre la balanza      E<sub>0</sub> : Error en cero  
I<sub>L</sub> : Lectura de la balanza                E<sub>c</sub> : Error corregido  
E : Error encontrado                        ΔL : Carga incrementada

**LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA E INCERTIDUMBRE DE LA PESADA**

Alcance de indicación (0 g a 1 200 g)

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDICIÓN	U <sub>R</sub> =	2	√	5,38E-03	+	1,27E-08 x R <sup>2</sup>	g
-------------------------------------	------------------	---	---	----------	---	---------------------------	---

LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA ( g )	R corregida = R	+	3,89E-05 x R
---------------------------------------	-----------------	---	--------------

R = Lectura de la balanza después de la calibración ( g )

La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k = 2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

**9. Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° 3AMB-00496
- Antes de la calibración no se realizó ningún ajuste al instrumento de medición.
- El intervalo de variación de temperatura (ΔT) en el lugar de ubicación de la balanza es de 18 °C a 35 °C , información proporcionada por el cliente.
- Se recomienda al cliente tener pesas patrones de clase F1 para el ajuste de su balanza.
- En el caso de ser necesario, ajustar el nivel de la balanza y la indicación en cero antes de cada medición.
- La capacidad mínima para esta clase de balanza, según la norma NMP-003-2009, es de 5 g .

FIN DEL DOCUMENTO

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AMC-0113-2024



EXP: 3A20197

Pág. 1 de 3

Fecha de emisión: 2024-03-07

- Solicitante** : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- Dirección** : Av. America Sur N° 3145 - Urb. Monserrate - Trujillo - Trujillo - La Libertad
- Instrumento calibrado** : BALANZA
  - Clasificación** : No automática
  - Marca / Fabricante** : ADAM
  - Modelo** : EBL 32001e
  - Número de serie** : AEA2V90
  - Procedencia** : No indica
  - Tipo** : Electrónica
  - Identificación** : 64873
  - Capacidad máxima** : 32 000 g
  - Capacidad mínima** : No indica
  - Div. de escala (d)** : 0,1 g
  - Div. de verificación (e)** : 1 g (\*)
  - Clase de exactitud** : No indica
  - Ubic. del instrumento** : Laboratorio Tecnología de Concreto
- Lugar de calibración** : Instalaciones de UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
- Fecha de calibración** : 2024-03-05
- Método de calibración**

Comparación directa de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-011: 4ª Ed., "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II" del INDECOPI-SNM.

### 7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

1AICM-0019 / IM-1156 con Certificado de Calibración LM-C-440-2023 del INACAL-DM  
1AICM-0006 / IM-499 con Certificado de Calibración 1AM-0934-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0005 / IM-498 con Certificado de Calibración 1AM-0940-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0014 / IM-1127 con Certificado de Calibración 1AM-0030-2024 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0001 / IM-112 con Certificado de Calibración 1AM-0612-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0008 / IM-1074 con Certificado de Calibración 1AM-0611-2023 de METROIL S.A.C.  
1AICM-0015 / IM-1128 con Certificado de Calibración 1AM-0031-2024 de METROIL S.A.C.  
1AGCM-0012 / IM-862 con Certificado de Calibración 1AM-0395-2023 de METROIL S.A.C.  
(\* ) El valor de división de verificación (e) se escogió de acuerdo a la consideración del PC-011: 4ª Ed.; ítem 10.2

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

  
**HENRY J. LEÓN MASGO**  
Laboratorio de Calibración

### METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



8. Resultados

**Inspección Visual**

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO APLICA
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO APLICA
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO APLICA		

**Ensayo de Repetibilidad**

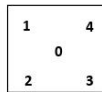
	Inicial	Final
Temperatura (°C)	29,9	30,0

	Inicial	Final
Humedad Relativa (%)	53	53

Carga 15 000,0 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
14 999,5	60	-0,51
14 999,6	60	-0,41
14 999,5	50	-0,50
14 999,5	60	-0,51
14 999,5	60	-0,51
14 999,6	60	-0,41
14 999,5	60	-0,51
14 999,6	60	-0,41
14 999,6	50	-0,40
14 999,5	60	-0,51
Diferencia Máxima		0,11
Error Máximo Permisible (±)		2

Carga 30 000,0 g		
I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)
30 000,1	50	0,10
30 000,3	60	0,29
30 000,3	60	0,29
30 000,4	50	0,40
30 000,4	50	0,40
30 000,3	50	0,30
30 000,4	60	0,39
30 000,4	50	0,40
30 000,3	60	0,29
30 000,4	50	0,40
Diferencia Máxima		0,30
Error Máximo Permisible (±)		3

**Ensayo de Excentricidad de la Carga**



← Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	29,9	29,9

	Inicial	Final
Humedad Relativa (%)	53	53

Posición de la carga	Determinación de E <sub>o</sub>				Determinación del error corregido E <sub>c</sub>				
	Carga Min. (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	I <sub>L</sub> (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
0		0,9	60	-0,11		10 000,2	70	0,18	0,29
1		0,9	70	-0,12		10 000,6	70	0,58	0,70
2	1,0	0,9	60	-0,11	10 000,0	10 001,2	70	1,18	1,29
3		0,9	60	-0,11		10 000,6	70	0,58	0,69
4		0,9	60	-0,11		10 000,5	70	0,48	0,59
<b>Error Máximo Permisible (±)</b>									<b>2</b>

**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
 Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
 Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
 Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe



**Ensayo de Pesaje**

Temperatura (°C)	Inicial		Final		Humedad Relativa (%)	Inicial		Final		Error Máximo Permissible ± (g)
	29,9	30,0				52	52			
Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				Error Máximo Permissible ± (g)	
$E_0$	$I_L$ (g)	$\Delta L$ (mg)	E (g)	$E_c$ (g)	$I_L$ (g)	$\Delta L$ (mg)	E (g)	$E_c$ (g)		
1,0	0,9	60	-0,11							
50,0	49,9	70	-0,12	-0,01	49,9	60	-0,11	0,00		1
3 200,0	3 199,9	70	-0,12	-0,01	3 200,1	60	0,09	0,20		1
6 500,0	6 499,7	60	-0,31	-0,20	6 500,4	70	0,38	0,49		2
8 000,0	7 999,9	60	-0,11	0,00	8 000,7	70	0,68	0,79		2
10 000,0	10 000,1	60	0,09	0,20	10 000,7	60	0,69	0,80		2
13 000,0	13 000,1	70	0,08	0,19	13 001,0	60	0,99	1,10		2
15 000,0	15 000,4	70	0,38	0,49	15 001,0	70	0,98	1,09		2
19 000,0	19 000,8	60	0,79	0,90	19 001,5	70	1,48	1,59		2
26 000,0	26 000,5	60	0,49	0,60	26 001,3	60	1,29	1,40		3
32 000,0	32 002,0	60	1,99	2,10	32 002,0	70	1,98	2,09		3

L : Carga puesta sobre la balanza  $E_0$  : Error en cero  
 $I_L$  : Lectura de la balanza  $E_c$  : Error corregido  
E : Error encontrado  $\Delta L$  : Carga incrementada

**LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA E INCERTIDUMBRE DE LA PESADA**

Alcance de indicación (0 g a 32 000 g)

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDICIÓN	$U_R =$	2	$\sqrt{7,97E-02}$	+	$3,64E-09 \times R^2$	g
-------------------------------------	---------	---	-------------------	---	-----------------------	---

LECTURA CORREGIDA DE LA BALANZA ( g )	R corregida = R	-	$2,20E-05 \times R$
---------------------------------------	-----------------	---	---------------------

R = Lectura de la balanza después de la calibración ( g )

La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

**9. Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° 3AMB-00522
- Antes del ajuste la balanza indicaba 31996,6 g para una carga de 32000 g
- El intervalo de variación de temperatura ( $\Delta T$ ) en el lugar de ubicación de la balanza es de 20 °C a 38 °C , información proporcionada por el cliente.
- Se recomienda al cliente tener pesas patrones de clase F1 para el ajuste de su balanza.
- En el caso de ser necesario, ajustar el nivel de la balanza y la indicación en cero antes de cada medición.
- La balanza corresponde a la clase de exactitud **II**
- La capacidad mínima para esta clase de balanza, según la norma NMP-003-2009, es de 50 g.

FIN DEL DOCUMENTO


**METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.**

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739  
Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181  
Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843  
Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe

## 5. Constancia del asesor(a)

**UPAO**  
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Programa de Estudio de Ingeniería Civil



**Informe Final de Asesoramiento**

Señor : Ms. Jorge A. Vega Benites  
Director del Programa de Estudio de Ingeniería Civil

Asunto : Informe Final de Asesoramiento de Tesis

Fecha : <Trujillo> o <Piura>, 27 de SEPTIEMBRE del 2024

De conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la Resolución de Facultad N° 0866-2024....., el suscrito, docente asesor de la Tesis titulada:

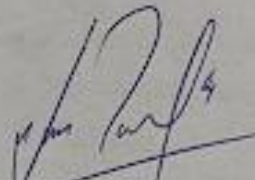
DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA.....  
ENTRÉ EL SECTOR PERLA DE CASAYUNGA 7, CANTÓN DE PICOA, SAN.....  
MARCOS.....

del bachiller MONICA GUSMA, DANIELA ELIZABETH....., cumplo con informar lo siguiente:

El Informe de Tesis cumple con el cronograma y proceso de investigación de acuerdo al proyecto de tesis, asimismo informo que la tesis reúne la calidad académica exigida por el Programa de Estudio de Ingeniería Civil.

Asimismo, adjunto al presente el reporte de coincidencias generado con el software Anti plagio Turnitin firmado por el suscrito, precisando que no supera el 20%.

Atentamente,



DOCENTE ASESOR  
Ms. o Dr. Jorge A. Vega Benites  
Registro CIP: 118101