



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Mejoramiento del drenaje pluvial para lograr la vida útil del pavimento flexible de la Av. Leopoldo Krause - Villa Rica - 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORA:**

Carhuas Mallqui, Joseline Mairyd

**ASESORA:**

Mg. Ing. Arriola Moscoso, Cecilia

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

2018

## PÁGINA DEL JURADO

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 2
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

..... Joseline Mairyd Carhuas Mallqui .....

cuyo título es:

..... Mejoramiento del drenaje Pluvial para lograr la .....

..... vida útil del pavimento flexible de la Av. .....

..... Leopoldo Krause - Villa Rica 2018 .....

..... " .....

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

..... 15 ..... (número) ..... QUINCE ..... (letras).

Lugar y fecha..... Los Olivos, 15 de Diciembre del 2018 .....

  
 .....  
**PRESIDENTE**  
Dr. Ing. Abel A. Muñoz Paucoroyta  
 Grado y nombre

  
 .....  
**SECRETARIO**  
Ing. Luis Torres Corredor  
 Grado y nombre

  
 .....  
**VOCAL**  
Ms. Cecilia Arellano Moreno  
 Grado y nombre

**NOTA:** En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mi madre, quien es mi admiración y mi motivo más grande. A mis hermanos, y en especial dedico este trabajo a mi padre, mi querido ser, que desde el cielo me ve.

A aquellas personas que contribuyeron en mi desarrollo profesional, a mis tíos, abuelos, sobrinos y docentes de la Universidad César Vallejo por su eficiente enseñanza durante este recorrer de la carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento como parte principal de mi vida es a Dios, a mi madrecita por ser mi mejor sueño de vida, a mis hermanos y a mi padre amado (QEPD).

A los Ingenieros José Luis Benites Zúñiga y Ricardo Padilla Pichen por sus enseñanzas y consejos.

A mi asesora Cecilia Arriola Moscoso por el seguimiento constante en el desarrollo de esta investigación.

Un agradecimiento especial a la Universidad César Vallejo por la oportunidad de estudiar y poder realizarnos como profesionales.

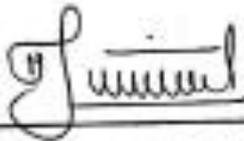
## DECLARATORIA DE AUTENCIDAD

YO, Joseline Mairyd Carhuas Mallqui con DNI N° 72495920, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 15 de Diciembre del 2018



---

**Joseline Mairyd Carhuas Mallqui**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento a las normas establecidas en el Reglamentos de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, para optar el grado de Ingeniero Civil, pongo a vuestra consideración la Tesis titulada “Mejoramiento del drenaje pluvial para lograr la vida útil normativa del pavimento flexible de la Av. Leopoldo Krause-Villa Rica, Oxapampa-2018”.

Los capítulos y contenidos que se desarrollan son los siguientes:

- I. Introducción: Este capítulo contiene la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, así también la hipótesis y los objetivos los cuales permiten la verificación e información sobre el tema.
- II. Método: Este capítulo corresponde el diseño de la investigación, las variables y su operacionalización, población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y los métodos de análisis de datos.
- III. Resultados: Este capítulo contiene los resultados de la investigación, los cuales permiten la determinación de la correlación de las variables y sus dimensiones.
- IV. Discusión: Corresponde a la comparación de resultados con los antecedentes que glosaron la tesis.
- V. Conclusiones: Corresponde a las conclusiones que se llegaron después de la evaluación y análisis de datos.
- VI. Recomendaciones: Comprende las recomendaciones que se desprenden de las conclusiones.
- VII. Referencias: En este capítulo se encuentran las fuentes de investigación que fueron usadas para el desarrollo de la tesis.
- VIII. Anexos

Espero Señores Miembros del Jurado que la presente investigación cumpla con las exigencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo y merezca su aprobación.

**El Autor**

## ÍNDICE

<b>PÁGINA DEL JURADO.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>DECLARATORIA DE AUTENCIDAD.....</b>	<b>v</b>
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Realidad Problemática .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Trabajos Previos .....</b>	<b>19</b>
1.2.1 Antecedentes internacionales .....	19
1.2.2 Antecedentes Nacionales .....	20
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema .....</b>	<b>22</b>
1.3.1 Drenaje pluvial.....	22
1.3.2 Vida útil del pavimento flexible .....	39
<b>1.4 Formulación del problema.....</b>	<b>48</b>
1.4.1 Problema General.....	48
1.4.2 Problemas específicos .....	48
<b>1.5 Justificación del estudio .....</b>	<b>48</b>
1.5.1 Justificación Práctica .....	48
1.5.2 Justificación Metodológica .....	49
<b>1.6 Objetivos.....</b>	<b>49</b>
1.6.1 Objetivo General .....	49
1.6.2 Objetivos específicos .....	49
<b>1.7 Hipótesis .....</b>	<b>50</b>
1.7.1 Hipótesis General .....	50
1.7.2 Hipótesis específicas.....	50
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>51</b>
<b>2.1 Diseño de investigación .....</b>	<b>52</b>

2.1.1 Tipo de investigación.....	52
2.1.2 Nivel de investigación.....	52
2.1.3 Enfoque de investigación .....	53
<b>2.2 Variables y Operacionalización.....</b>	<b>53</b>
2.2.1 Variables.....	53
2.2.2 Operacionalización de variables .....	53
<b>2.3 Población y Muestra.....</b>	<b>54</b>
2.3.1 Población.....	54
2.3.2 Muestra .....	55
<b>2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ...</b>	<b>55</b>
2.4.1 Técnicas de recolección de datos .....	55
2.4.2 Instrumentos de recolección de datos .....	55
2.4.3 Validez.....	56
2.4.4 Confiabilidad.....	56
<b>2.5 Métodos de análisis de datos.....</b>	<b>57</b>
<b>2.6 Aspectos éticos.....</b>	<b>57</b>
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
<b>3.1 Análisis de resultado.....</b>	<b>59</b>
3.1.1 Estudio hidrológico de Villa Rica.....	59
<b>3.2 Contrastación De Hipótesis.....</b>	<b>113</b>
3.2.1 Relación entre las variables “mejoramiento del drenaje pluvial” y la “vida útil del pavimento flexible” .....	113
3.2.2 Relación entre la dimensión “aspecto hidrológico” y la variable “vida útil del pavimento flexible” .....	113
3.2.3 Relación entre la dimensión “componentes del drenaje” y la variable “vida útil del pavimento flexible” .....	114
3.2.4 Relación entre la dimensión “captación zona vehicular - pista” y la variable “vida útil del pavimento flexible” .....	114
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>115</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>119</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>123</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>128</b>
<b>ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA .....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO 2. FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO 3. CERTIFICACIÓN DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>133</b>

<b>1. EXPEDIENTE TÉCNICO .....</b>	<b>133</b>
<b>2. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA MUNICIPALIDAD DE VILLA RICA .....</b>	<b>134</b>
<b>3. DATOS DE PRECIPITACIÓN SENAMHI.....</b>	<b>135</b>
<b>ANEXO 4. MEMÓRIA DE CÁLCULOS .....</b>	<b>139</b>
<b>ANEXO 5. PLANOS.....</b>	<b>152</b>
<b>ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>158</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Objetivos del diseño del drenaje urbano .....	25
<b>Figura 2.</b> Sistema de drenaje pluvial .....	27
<b>Figura 3.</b> Sistema de drenaje combinado.....	27
<b>Figura 4.</b> Ciclo hidrológico del agua .....	30
<b>Figura 5.</b> Pluviómetro y Pluviógrafo .....	32
<b>Figura 6.</b> Fórmula Racional.....	35
<b>Figura 7.</b> Secciones de cunetas según Manning .....	38
<b>Figura 8.</b> Estructura del Pavimento Flexible .....	40
<b>Figura 9.</b> Progresiva 0+000 a 0+100 de Oeste a Este y de Este a Oeste .....	69
<b>Figura 10.</b> Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste .....	70
<b>Figura 11.</b> Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste .....	71
<b>Figura 12.</b> Agregados pulidos .....	72
<b>Figura 13.</b> Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste .....	73
<b>Figura 14.</b> Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste .....	73
<b>Figura 15.</b> Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste .....	74
<b>Figura 16.</b> Progresiva 0+200 a 0+300 de Oeste a Este .....	74
<b>Figura 17.</b> Progresiva 0+200 a 0+300 de Oeste a Este .....	75
<b>Figura 18.</b> Progresiva 0+200 a 0+300 de Este a Oeste .....	75
<b>Figura 19.</b> Progresiva 0+300 a 0+400 de Este a Oeste .....	76
<b>Figura 20.</b> Progresiva 0+400 a 0+500 de Este a Oeste .....	76
<b>Figura 21.</b> Progresiva 0+400 a 0+500 de Este a Oeste .....	77
<b>Figura 22.</b> Progresiva 0+400 a 0+500 de Este a Oeste .....	77
<b>Figura 23.</b> Progresiva 0+500 a 0+600 de Este a Oeste .....	78
<b>Figura 24.</b> Progresiva 0+000 a 0+100 de Oeste a Este .....	78
<b>Figura 25.</b> Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste .....	79
<b>Figura 26.</b> Progresiva 0+000 a 0+100 de Oeste a Este .....	79
<b>Figura 27.</b> Aplicación de Metodología PCI.....	82
<b>Figura 28.</b> Porcentaje de fallas encontradas .....	83
<b>Figura 29.</b> Porcentaje de cada falla encontrada .....	83
<b>Figura 30.</b> Porcentaje del nivel de severidad .....	84
<b>Figura 31.</b> Porcentaje de condición del pavimento.....	85
<b>Figura 32.</b> Inspección visual de cuneta.....	86

<b>Figura 33.</b> Progresiva 0+000 .....	87
<b>Figura 34.</b> Medidas de cunetas .....	87
<b>Figura 35.</b> Medida de cuneta .....	88
<b>Figura 36.</b> Progresiva 0+100 de Este a Oeste .....	89
<b>Figura 37.</b> Progresiva 0+100 de Oeste a Este .....	89
<b>Figura 38.</b> Progresiva 0+100 de Este a Oeste .....	90
<b>Figura 39.</b> Progresiva 0+200 .....	90
<b>Figura 40.</b> Medida de cuneta de la progresiva 0+200 de Oeste a Este .....	91
<b>Figura 41.</b> Medida de cuneta en la progresiva 0+200 de Este a Oeste .....	91
<b>Figura 42.</b> Inspección visual de cuneta en la progresiva 0+300.....	92
<b>Figura 43.</b> Medida de cuneta en la progresiva 0+300 de Oeste a Este .....	92
<b>Figura 44.</b> Medida de cuneta en la progresiva 0+300 de Este a Oeste .....	93
<b>Figura 45.</b> Inspección visual de cuneta en la progresiva 0+400.....	94
<b>Figura 46.</b> Medida de cuneta en la progresiva 0+400 de Oeste a Este .....	94
<b>Figura 47.</b> Medida de cuneta 0+400 de Este a Oeste .....	95
<b>Figura 48.</b> Inspección visual de cuneta en la progresiva 0+500.....	95
<b>Figura 49.</b> Medida de cuneta en la progresiva 0+500 de Este a Oeste .....	96
<b>Figura 50.</b> Inspección visual de cuneta en la progresiva 0+600.....	96
<b>Figura 51.</b> Inspección visual de cuneta en la progresiva 0+680.91.....	97
<b>Figura 52.</b> Medida de cuneta en la progresiva 0+600 y 0+680.91 de Oeste a Este .....	97
<b>Figura 53.</b> Medida de cuneta en la progresiva 0+600 a 0+680.91 de Este a Oeste .....	98
<b>Figura 54.</b> Progresiva 0+000 a 0+100 de Oeste a Este .....	99
<b>Figura 55.</b> Progresiva 0+100 a 0+200 .....	100
<b>Figura 56.</b> Progresiva 0+100 a 0+200 .....	100
<b>Figura 57.</b> Progresiva 0+200 de Este a Oeste .....	101
<b>Figura 58.</b> Progresiva 0+200 a 0+300 de Este a Oeste .....	102
<b>Figura 59.</b> Progresiva 0+200 a 0+300 de Este a Oeste .....	102
<b>Figura 60.</b> Progresiva 0+400 de Oeste a Este .....	103
<b>Figura 61.</b> Inspección visual de alcantarilla .....	104
<b>Figura 62.</b> Inspección visual de alcantarilla .....	104
<b>Figura 63.</b> Diseño de cuneta .....	106
<b>Figura 64.</b> Diseño de alcantarilla de alivio MC 1.00m x 1.00m .....	107
<b>Figura 65.</b> Diseño de alcantarilla de cruce.....	108
<b>Figura 66.</b> Porcentaje de cada tipo de falla encontrado .....	109
<b>Figura 67.</b> Porcentaje de nivel de severidad en cunetas.....	110

<b>Figura 68.</b> Sección de cuneta.....	111
<b>Figura 69.</b> Inspección visual de cuneta.....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Coeficientes de duración de lluvias entre 48 horas y 1 hora .....	33
<b>Tabla 2.</b> Coeficientes de escorrentía utilizados para el Método Racional .....	34
<b>Tabla 3.</b> Coeficiente de rugosidad según Manning .....	38
<b>Tabla 4.</b> Índice de serviciabilidad final.....	43
<b>Tabla 5.</b> Escala de calificación de serviciabilidad según ASSHTO .....	43
<b>Tabla 6.</b> Escala de clasificación PCI.....	47
<b>Tabla 7.</b> Operacionalización de variables .....	54
<b>Tabla 8.</b> Parámetros de validez para el instrumento .....	56
<b>Tabla 9.</b> Parámetros de confiabilidad para el instrumento .....	56
<b>Tabla 10.</b> Cálculo de caudales .....	68
<b>Tabla 11.</b> Cuadro de nivel de severidad para huecos .....	72
<b>Tabla 12.</b> Unidad de muestra.....	108
<b>Tabla 13.</b> Tipos de fallas encontrados en las cunetas.....	109
<b>Tabla 14.</b> Sección de cuneta .....	111
<b>Tabla 15.</b> Revestimiento de cuneta.....	111

## RESUMEN

En esta tesis, se desarrolló el tema del “Mejoramiento del drenaje pluvial para lograr la vida útil del pavimento flexible”, a través de una inspección visual in situ para determinar la relación del drenaje con el pavimento en el distrito de Villa Rica y la influencia que tiene con la estructura del pavimento flexible para que éste pueda llegar a cumplir su tiempo de vida útil por la que fue diseñada. Para ello, se realizó el estudio de las variables, e indicadores junto con sus dimensiones, donde se ha podido identificar que existe relación entre la vida útil del pavimento flexible con el drenaje.

Ésta investigación se hizo a través del método científico, es tipo aplicada, nivel descriptivo, con un diseño no experimental de sección transversal, teniendo como población las avenidas del distrito de Villa Rica y como muestra la avenida principal que viene a ser la Av. Leopoldo Krause en un tramo de 0+680.91 ml.

En esta investigación se toman como factores dos variables que son: Mejoramiento del drenaje pluvial y la vida útil del pavimento flexible. Cada una de estas variables será estudiada independientemente.

Se llegó a la comprobación por el método del PCI que el estado del pavimento es MALO, que el tipo de falla encontrado “HUECO” en su mayoría, se debe a la presencia de aguas pluviales.

Se concluye que la precipitación, la escorrentía, los componentes del drenaje influyen en la conservación de la estructura del pavimento y que para el diseño de ésta se deben tomar en cuenta también del diseño de un sistema de drenaje de aguas lluvias.

Palabras Claves: Supresiones del flujo, incidencia y drenaje pluvial.

## **ABSTRACT**

In this thesis, the theme of "Improvement of the pluvial drainage to achieve the useful life of the flexible pavement" was developed, through a visual inspection in situ to determine the relation of the drainage with the pavement in the district of Villa Rica and the influence it has on a flexible pavement structure so that it can reach its useful life for which it was designed. To do this, the variables and indicators were studied together with their dimensions, where it was possible to identify that there is a relationship between the useful life of the flexible pavement and the drainage.

This research was done through the scientific method, is applied type, descriptive level, with a non-experimental design of cross section, having as a population the avenues of the district of Villa Rica and as it shows the main avenue that comes to be the Av. Leopoldo Krause in a stretch of 0 + 680.91 ml.

In this investigation, two factors are taken as factors: Improvement of the pluvial drainage and the useful life of the flexible pavement.

Each of these variables will be studied independently. It was checked by the PCI method that the condition of the pavement is BAD, that the type of fault found "HUECO" in its majority, is due to the presence of rainwater.

It is concluded that precipitation, runoff, drainage components influence the conservation of the pavement structure and that the design of a rainwater drainage system must also be taken into account for the design of the pavement.

**Key Words:** Flow suppression, incidence and storm drain.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad Problemática**

Durante muchos años se ha visto que diversos países se enfocan más en la construcción o rehabilitación del pavimento más no en su mantenimiento o conservación, dejándolos en abandono y haciendo que éstas se destruyan sin antes haber cumplido su tiempo de vida útil. La construcción de estas vías ha sido muy importante en la vida del hombre y en el desarrollo de un país ya que este permite cubrir necesidades de la sociedad.

Los diseños comunes de los pavimentos no proporcionan suficiente drenaje, debido a que el enfoque que ha alcanzado tener en muchos años se ha basado en los esfuerzos de su estructura.

El drenaje pluvial tiene como finalidad el captar, conducir y disponer del agua de las lluvias, para evitar daños ya sea a personas, materiales o propiedades, garantizando el adecuado desenvolvimiento de las actividades diarias de sus habitantes, permitiendo la evacuación del agua, que son recogidas en una cuneta y direccionadas por su gravedad.

Actualmente se observa que muchas ciudades de nuestro país especialmente aquellas que se ubican en la sierra y selva, frecuentan problemas con las intensas lluvias, teniendo como consecuencia inundaciones, acumulación de sedimentos, etc. Este problema viene relacionado también con el mal estado en el que se encuentran las pavimentaciones de nuestro país, que muchas veces son generados por la falta de importancia que se les dan a estas obras viales o por una que es deficiente.

Según el director del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Orizon Pérez, mencionó que “Los gobiernos locales y regionales deben iniciar coordinaciones para la construcción de drenaje pluvial” (Diario la República 23 de Enero del 2017).

En este proyecto de investigación se da énfasis al mejoramiento del sistema de drenaje pluvial, el cual siendo esto uno de los factores más importantes en el diseño de un pavimento, permitirá la conservación de este último dando lugar al cumplimiento de su tiempo de vida útil por la que fue diseñada, siendo no solo un beneficio social sino económico.

El distrito de Villa Rica es el lugar de estudio de este proyecto de investigación, se encuentra ubicada al Sur – Este del distrito de Oxapampa, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, a una altitud de 1484 m.s.n.m, tiene una población de 20 051

habitantes (\*Población estimada INEI al 2014), cuenta con un clima húmedo, está enmarcado dentro de la micro cuenca del Río Entaz que conforma la cuenca del Río Paucartambo donde se alberga a 60 centros poblados.

Las calles pavimentadas presentan un mal estado, esto debido a diversos factores como son: la carga vehicular, el cambio climático, la falta de canalizaciones, etc., ocasionando diversas fallas que ocurren tanto en la superficie como en la estructura del pavimento ya que la degradación de éstas muchas veces no son atendidas en su debido momento, no se recurre a ellas de manera inmediata, dejándolas que con el transcurrir del tiempo lleguen a convertirse en una severa falla estructural, generando pérdida económica, inseguridad en los usuarios, accidentes e incluso hasta pérdidas de vidas.

Para un buen funcionamiento de estos sistemas, es importante mantener limpias las cunetas, evitar arrojar residuos, y con ello evitaremos también el anegamiento y deterioro del pavimento, mejorando la calidad de la vía urbana.

Según la Ley General de Drenaje Pluvial, Decreto Legislativo N° 1356, publicada el sábado 21 de julio de 2018 en el diario oficial El Peruano.

Se debe contar obligatoriamente con una infraestructura de drenaje pluvial para toda habilitación urbana o edificación, que tenga la capacidad de asegurar el escurrimiento de las aguas pluviales, permitiendo la adecuada evacuación, con el fin de prevenir desastres. Este sistema debe estar conforme con los planes de desarrollo y un enfoque de gestión de riesgos para desastres.

La conservación que presenta un pavimento refleja la calidad de serviciabilidad y durabilidad que brinda, logrando alcanzar su periodo de servicio por la cual fue diseñada, sin ocasionar con el tiempo posibles riesgos que no sólo llegan a ser accidentes sino también pérdidas materiales, vidas humanas y altas sumas de dinero.

La implementación de métodos, estrategias y nuevas tecnologías, permitirá que un pavimento pueda presentar una mejor conservación, dando así un fácil, cómodo y seguro tránsito a los usuarios, e incluso mejorando el ahorro de inversiones que se dan en su ejecución.

## 1.2 Trabajos Previos

### 1.2.1 Antecedentes internacionales

En Ecuador, Carrión y Orellana (2016) en su tesis *titulada: Estudio del sistema de drenaje para la vía Molleturo - Tres Marías - La Iberia, en la provincia del Azuay*, tuvieron como **objetivo**: estudiar y dar una alternativa de resultado frente al problema del sistema de drenaje que corresponde a la vía de 28.2 Km, en la parroquia Molleturo, que se encuentra entre las comunidades Tres Marías y La Iberia, provincia de Azuay. Diseñaron también un sistema de drenaje, calcularon las dimensiones de las obras que se implanto en el trazado vial, propusieron alternativas que permita tener un buen proceso constructivo del sistema de drenaje proyectado. El estudio empleó una **metodología**: tipo descriptiva no experimental. En su estudio se desarrolló un análisis hidrológico e hidráulico, que fueron realizadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología quienes estudian las precipitaciones máximas de lluvias intensas, todo esto permitiendo el resultado del diseño de la estructura del drenaje proyectado. Los autores **concluyeron** que la vía que se estudió es parte de una red de proyectos viales a construir, el sistema de drenaje diseñado parte de la metodología de Manning, se concluyó también que el lugar donde se realizó el proyecto, no contaba con estaciones pluviométricas monitoreada, el cual los llevó a realizar un análisis comparativo con las estaciones de características similares. Finalmente se determinó las cantidades de materiales a utilizar en dicha obra.

En España, García (2015) en su tesis *titulada: Diseño y evaluación de un nuevo sistema de drenaje en las obras lineales*, estudió la viabilidad de un nuevo sistema de drenajes que permita el mejoramiento de la conservación de las obras lineales, teniendo como **objetivos**: revisar fuentes bibliográficas para su recolección de datos y que aporten información sobre el drenaje y así poder realizar el diseño de una nueva red de drenaje, etc. En sus estudios se realizaron ensayos en maquetas para confirmar la velocidad del fluido, el tiempo que circulará por el drenaje. El estudio empleó una **metodología**: tipo descriptiva experimental ya que fue necesario el uso de laboratorios para realizar los ensayos de fluidos. El autor **concluyó**: que la búsqueda de revistas bibliografías dieron mayor información sobre los drenajes y que aportaron para la obtención de buenos

resultados en los ensayos que se realizaron, se logró diseñar una nueva red de drenaje gracias a la comparación de 3 alternativas distintas siendo el drenaje ramificado por el cual se optó, se evaluó el funcionamiento del sistema de drenaje y por último se estimó la vida útil de dicho sistema y su viabilidad económica.

En México, Marín y Pérez (2014) en su tesis *titulada: Drenaje y subdrenaje en carreteras*, tuvieron como **objetivo:** determinar la importancia que tiene el drenaje en los caminos, como la reducción y evacuación del agua pluvial que cae sobre la superficie del pavimento, describieron alternativas que influyen en el buen funcionamiento del drenaje, evaluaron los factores importantes del drenaje, mostraron cuán importante es construir o diseñar un sistema de drenaje de acuerdo a las condiciones requeridas. El estudio empleó una **metodología:** descriptiva de tipo no experimental. La **población** estudiada fue general ya que el trabajo de investigación trata de manera general el funcionamiento del drenaje y subdrenaje las carreteras. Las técnicas y procedimientos que se realizaron en esta investigación permitieron la recolección de información de diversas fuentes, aportando con el conocimiento sobre las características, condiciones y métodos que se aplican en la construcción del drenaje y subdrenaje. Se analizaron estudios y teorías sobre el mejoramiento y estabilidad del drenaje. El autor **concluyó** que las obras de drenaje y subdrenaje son muy necesarias en los proyectos de carreteras ya que esto ayuda a preservar el estado de las carreteras, y que influyen para su ejecución es aspecto económico y social. El diseño del sistema de drenaje necesita de estudios básicos ya sea del clima, hidrológico, etc., cuyo fin es la disminución del impacto que se puede dar tanto ambiental como de la seguridad vial.

### 1.2.2 Antecedentes Nacionales

Humpiri y Rojas (2016) en su tesis *titulada: Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del Software SWMM*, cuyo **objetivo** fue evaluar el expediente existente de la ciudad de Juliaca el cual fue paralizado, para determinar cuáles fueron los factores que conllevaron a que la obra no siga su ejecución. Planteó un nuevo diseño de sistema de drenaje pluvial aplicando el software SWMM, determino los parámetros hidrológicos e hidráulicos, determino el

aporte del SWMM, y comparó los resultados con los datos existentes. El estudio empleó una **metodología** descriptiva experimental, el cual permitió efectuar el diseño de un nuevo sistema de drenaje pluvial y la comparación de los resultados existentes. Los distintos métodos e instrumentos empleados para la obtención de resultados permitieron identificar los factores por el cual el expediente existente no se concluyó con su ejecución, como también los métodos aportaron en el nuevo diseño del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca. El estudio **concluyó** que los estudios básicos que fueron desarrollados en el expediente técnico eran deficientes, y que el proyecto realizado fue dividido en cuatro cuencas aplicando el SWMM el cual permitió optimizar los parámetros hidráulicos del diseño del sistema de drenaje pluvial, por tal el autor recomendó que es primordial seguir las condiciones de acuerdo a las normas establecidas del RNE y el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Juliaca.

Acosta (2014) en su tesis **titulada:** *Diseño a nivel de ingeniería y su impacto ambiental para la construcción del canal de coronación en la evacuación de aguas pluviales de la localidad de Levanto - Chachapoyas*, tuvo como **objetivo** diseñar un canal de Coronación para evacuar las aguas pluviales de la localidad de Levanto, realizó los respectivos estudios básicos en la zona de estudio, como es, el levantamiento topográfico, el estudio hidrológico, cálculos de caudales y diagrama de flujos de lluvias, y se estudió el impacto ambiental. El estudio empleó una **metodología** tipo experimental. Su **población** a estudiar fue la localidad de Levanto, teniendo como muestra el Jr. Amazonas y carretera al Mayno. Las técnicas e instrumentos utilizados aportaron en la búsqueda de información sobre el lugar de estudio, el cual permitió comparar los resultados obtenidos, se utilizaron instrumentos topográficos para la medición de las distancias, los ángulos tanto horizontales como verticales, también se hicieron ensayos para determinar el tipo del suelo en el cual se va a trabajar. El autor **concluyó** que la zona estudiada mostraba una topografía con pendientes mínimas, el canal de Coronación permitirá incrementar el nivel de vida y las condiciones de salud de los pobladores, es importante realizar el estudio de impacto ambiental para ser dadas medidas de mitigación. Para el desarrollo de una obra de evacuación de agua es importante realizar los estudios que estén basados en los parámetros, cumpliéndolo estrictamente en el diseño y en las especificaciones técnicas.

Yañez (2014) en su tesis *titulada: Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa*, tuvo como **objetivo** determinar la eficiencia del estado actual del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, como también determinó en que condición se encontraba dicho sistema y analizó si el diseño hidráulico cumplía con los requisitos mínimos para su debido funcionamiento, cuya finalidad fue identificar los factores que determinan la insuficiencia del sistema de drenaje. El estudio empleó una **metodología** descriptiva-correlacional, el cual le permitió llegar a conocer diversas situaciones que predominan en el proceso del desarrollo de la investigación. Su **población** a estudio fue el Sector 6 – Barrio Chontapaccha de Cajamarca, teniendo como muestra la intersección del Jr. Sata Rosa y la Av. Angamos. Las técnicas y procedimientos de recolección de datos fueron de utilidad para lograr determinar la eficiencia en la que se encontraba el sistema de drenaje pluvial de dicha zona, los instrumentos utilizados facilitaron la obtención de resultados de las precipitaciones y así lograr un buen diseño de sistema de drenaje. El estudio **concluyó** el diseño Hidráulico de la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, no era correcto, lo cual afectaba su funcionamiento y la eficiencia del drenaje pluvial, se analizó que la conducción de los caudales no era la indicada para dichas secciones existentes. El estudio hidrológico y un buen diseño permitirá que el sistema de drenaje tenga un eficiente funcionamiento, la aplicación de nuevas tecnologías, software están disponibles en el mercado y que aportan en los diseños de las obras hidráulicas.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Drenaje pluvial**

Según Especialistas de la Comisión Nacional del Agua, en el manual de Drenaje Pluvial Urbano (2015) señalan que, “*El objetivo de un sistema de drenaje pluvial es el desalojo de las aguas de lluvia; disminuyendo daños, molestias, peligros que afecten o perjudiquen a la población, medio ambiente y la infraestructura propia*” (p. XI).

Asimismo, señalan que, “*Un sistema de drenaje está constituido por una red de conductos e instalaciones complementarias, el cual permite el desalojo de las aguas de lluvias y que se requieren de su mantenimiento para su correcta operación*” (p.1).

Según Rodríguez, H. sostiene que:

Un sistema de drenaje urbano busca, por medio del transporte, la captación y conducción adecuada de las aguas lluvias, dos objetivos fundamentales: evitar al máximo posible daños, a personas, propiedades e incluso la estructura misma de la vía urbana, provocado por el agua lluvia, garantizando así que el desarrollo de las actividades de la vida cotidiana de la población urbana, se lleven a cabo con normalidad durante un evento de precipitación. (2013, p.155).

De los autores mencionados puedo comentar que, el sistema de drenaje se encarga de evacuar rápidamente las aguas de las lluvias para dar un mejor desenvolvimiento de las actividades diarias de los habitantes de la zona y poder conservar la estructura del pavimento. Para el funcionamiento de un sistema de drenaje es importante mantenerlas en buen estado, es decir mantener limpias los conductos, evitar arrojar desechos o residuos.

De acuerdo a Villón, M. define que:

La palabra drenaje, tiene como significado, descarga o remoción de excesos de agua y que ésta puede presentarse en diversos casos, es por ello que el agua es descargada con muchos fines: ya sea para el drenaje de una casa, de una urbanización, de una carretera, drenaje de un campo de agricultura, deportivo o de un aeropuerto. (2005).

Puedo comentar entonces que el drenaje es un sistema muy importante ya que permite la evacuación del agua conduciéndola hasta un punto de salida donde es desfogada.

Según Especialistas del Ministerio de Transporte en el Manual de Suelos y Pavimentos (2014) redactaron que *“El drenaje superficial se encarga de controlar esencialmente el agua de la lluvia que cae sobre la plataforma del camino”* (p.84).

Se puede decir entonces que el drenaje en carreteras es un medio por donde fluye el agua, alejándola del pavimento y que ésta no sufra daños de deterioro.

De acuerdo a Trapote, A. (2013) *“Las infraestructuras de drenaje urbano están encaminadas a corregir los efectos negativos que son provocados por la urbanización, es decir a disminuir los caudales”* (p. 34).

También señala que:

El drenaje superficial forma parte de la red vial urbana, teniendo como objetivo conservarla mediante la conducción de las aguas lluvias, evacuándolas hasta una red de saneamiento para ser desembocada (2013, p.41).

Según Pérez, R. define que:

En las carreteras, el sistema de drenaje son estructuras que facilitan el manejo adecuado de los fluidos. Los procesos de captación, evacuación y disposición de las aguas lluvias son precisas e indispensables. Las características geomecánicas de una carretera, la transferencia de cargas, presiones de poros, presiones hidrostáticas, supresiones del flujo, sufren cambios volumétricos y la estructura del pavimento degradaciones, por la falta del control del agua u otros fluidos (2015, p.371).

Puedo decir entonces respecto a los autores que el drenaje da mucho aporte a la ingeniería ya que es un factor importante a considerar para los diseños de las carreteras, es un sistema de conducción de aguas que permite que el agua no se concentre en la pavimentación y que esta no se degrade en poco tiempo, logrando que éste alcance su periodo de tiempo de vida útil.

Según Pérez, R., señala que:

El sistema de drenaje es pieza importante, ya que su objetivo el conducir las aguas de escorrentías, evitando la erosión en taludes, a la vez trabaja como una protección para la estructura del pavimento y la seguridad de los usuarios. Es por tal motivo que este sistema es uno de los factores más importantes en el diseño de carreteras (2015, p.371).

Asimismo, señala que, deben de estudiarse tres problemas:

1. La reducción del agua superficial de la vía
2. El cruce de arroyos o de canales artificiales
3. Alejamiento y ajuste del agua subterránea.

En una carretera el agua es un factor que puede crear peligros en el tránsito, pudiendo infiltrarse en las capas del pavimento flexible conllevando a la degradación de la estructura y así generando considerables gastos económicos en su mantenimiento o rehabilitación.

Para el análisis del efecto del drenaje es importante que el ingeniero realice diversos estudios en la zona en donde se va a ejecutar la obra, tomando en cuenta el impacto ambiental que pueda producirse, la topografía, el clima, etc.

### a. Planeación del sistema de drenaje

“La implementación del drenaje es obligatoria para toda habitación urbana”, así lo establece el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). El drenaje es un componente fundamental en el diseño de carreteras y, en general de redes de tránsito terrestres, éste diseño debe de realizarse de tal manera que garantice la seguridad y capacidad de los habitantes, minimizando posibles riesgos y/o daños, como también evacuando la escorrentía de las precipitaciones. Para cumplir con un buen diseño y funcionamiento es importante tener una planeación del sistema de drenaje.

### b. Objetivos de diseño

Según Rodríguez, H. (2013) señala que, “El objetivo del diseño de drenaje de una vía (para un evento dado) es permitir el paso seguro de los vehículos durante la presencia y paso de la tormenta de diseño” (p.11).

Para minimizar los impactos negativos, el flujo o escorrentía debe ser conducida y descargada en puntos adecuados, es por ello que se debe diseñar el sistema de drenaje, teniendo en cuenta la climatología de la zona en la que se encuentra.



**Figura 1:** *Objetivos del diseño del drenaje urbano*  
Fuente: Elaboración Propia, 2018

Finalmente se puede decir que este sistema provee la eficiencia de la estructura del pavimento flexible permitiendo conservar sus características físicas, evacuando el agua de las lluvias hasta los puntos de descargas.

### **c. Consideraciones sobre el diseño del drenaje y sus obras**

Según Rodríguez, H. (2013) señala que, “*El diseño de los sistemas de drenaje para el manejo de los eventos extraordinarios es un proceso incluido en el desarrollo de los diseños de una vía*” (p.12).

Se deben considerar los siguientes componentes para el proceso del diseño de drenaje:

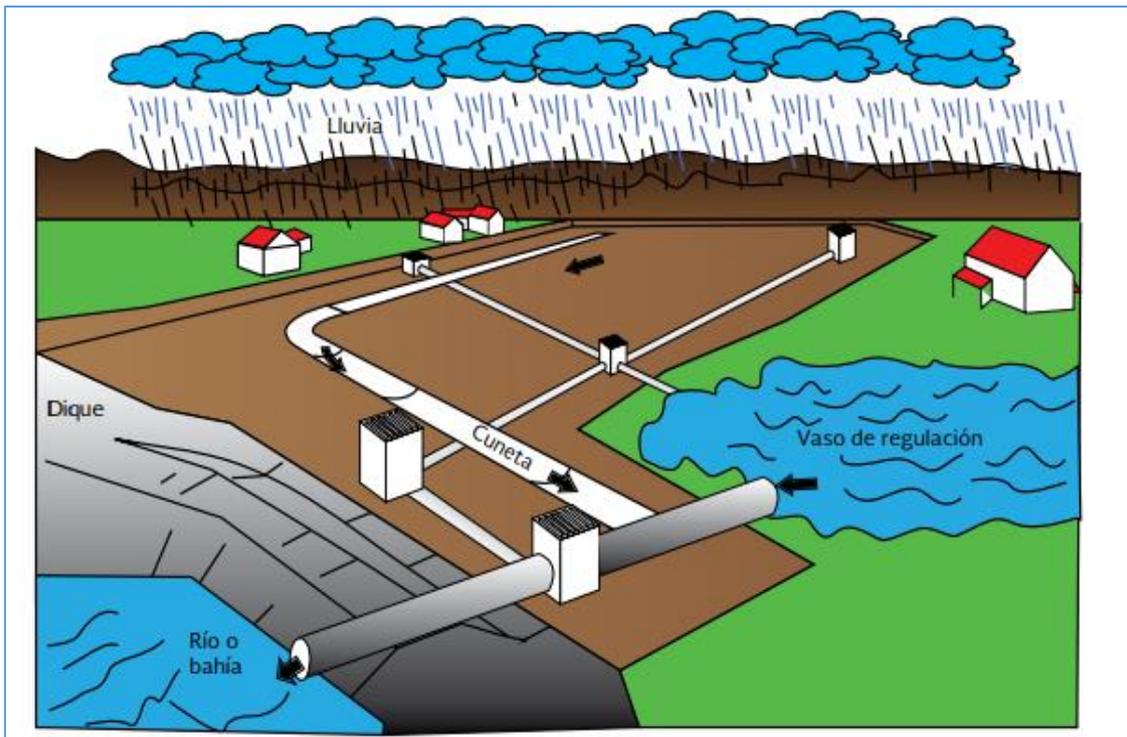
Recolección de información (p.12).

- Planos y mapas (topográficos, cuencas, redes de drenaje, construcciones, etc.).
- Fotografías aéreas
- Historia sobre crecientes y marcas de niveles máximos presentados
- Descripción de drenajes existentes (tamaño, secciones, materiales, edad, estado, etc.).
- Datos de diseño y funcionamiento de los sistemas de drenaje existentes
- Proyectos de utilidad pública y descripción
- Información sobre derechos de vía o servidumbre y legislación.
- Normas locales, departamentales y nacionales.

### **d. Tipos de sistemas de drenaje**

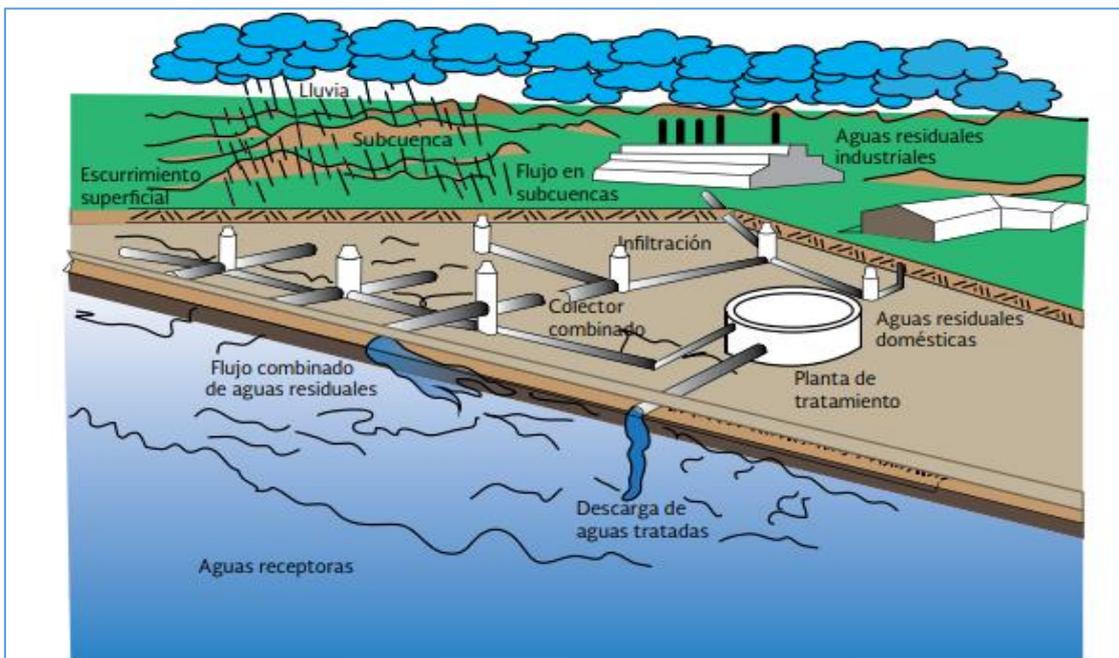
Según Especialistas de la Comisión Nacional del Agua, en el manual de Drenaje Pluvial Urbano, mencionan que:

Los sistemas de drenaje se clasifican como sanitarios: como cuando conducen solo las aguas cuya calidad fue afectada, mejor conocida como aguas residuales; pluviales: cuando se transportan sólo las aguas que son productos del escurrimiento superficial del agua de lluvia (Figura 1.2) y combinados cuando desalojan los dos tipos de aguas (Figura 1.3). Se debe tener en claro que los problemas a resolver entre el alcantarillado sanitario y el drenaje pluvial urbano son distintos, siendo este último un sistema de desalojo del escurrimiento pluvial, el cual puede poner en riesgo a la población y la infraestructura de la comunidad. (2015, p.3).



**Figura 2.** Sistema de drenaje pluvial

Fuente: Manual de drenaje Urbano (adaptado de Chow et al., 1994)



**Figura 3.** Sistema de drenaje combinado

Fuente: Manual de drenaje Urbano (adaptado de Kibler, 1982)

- **Drenaje de agua superficial**

Según Especialistas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) señalan que, *“El drenaje de aguas superficiales permite la fluidez del agua, principalmente de la lluvia que cae sobre la carpeta asfáltica, el cual es controlado por este sistema”* (p.63).

- **Drenaje de aguas subterráneas**

Este drenaje es empleado cuando las carreteras se encuentran en terrenos con napa freática, su diseño es necesario ya que permite deprimir su nivel, evitando que el agua desestabilice la plataforma y las explanaciones, estas situaciones ocurren muchas veces cuando las proyecciones del camino están ubicadas cerca de depósitos naturales de agua o corrientes subterráneas, es por ello que su diseño es muy importante.

En el drenaje subterráneo se diseña el dren “tipo francés”

### **1.3.1.1 Aspectos Hidrológicos**

#### **1.3.1.1.1 Hidrología**

Según Villón M. define que:

La hidrología es la relación de la superficie con el medio ambiente, en la cual se estudia las propiedades físicas y químicas del agua, de cómo es el comportamiento que ésta presenta, su ocurrencia, su distribución en la superficie, y su efecto en los seres vivos. (2011, p.15).

Asimismo, Linsley R, Kohler M. y Paulhus J. mencionaron que:

La hidrología abarca el dominio del agua sobre la superficie terrestre, su partición y existencia, sus características físicas y químicas, y la influencia que ésta llega a alcanzar sobre el medio ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos. (1984, p.1).

De los autores puedo comprender que la hidrología se encarga del estudio del agua, y el impacto que tiene en el medio ambiente y la relación con los seres vivos, comprendo también que la hidrología es muy importante para el ingeniero o hidrólogo ya que nos proporciona procedimientos para brindar respuestas a los problemas que se producen durante el diseño, planeación y operación de estructuras hidráulicas.

De acuerdo a Villón M. (2011) entre estos problemas se pueden mencionar:

**a) Determinación de volumen para:**

- El aprovisionamiento de agua potable de una población
- El abastecimiento a una industria de agua potable.
- Solventar la demanda de un proyecto de irrigación
- Satisfacer la demanda de un proyecto de generación de energía eléctrica
- Permitir la navegación

**b) Definición de la capacidad de diseño de obras:**

- Puentes
- Estructuras para el control de avenidas
- Presas
- Vertedores
- Sistemas de Drenaje
- Alcantarillas
  - Agrícolas
  - Poblaciones
  - Carreteras
  - Aeropuertos

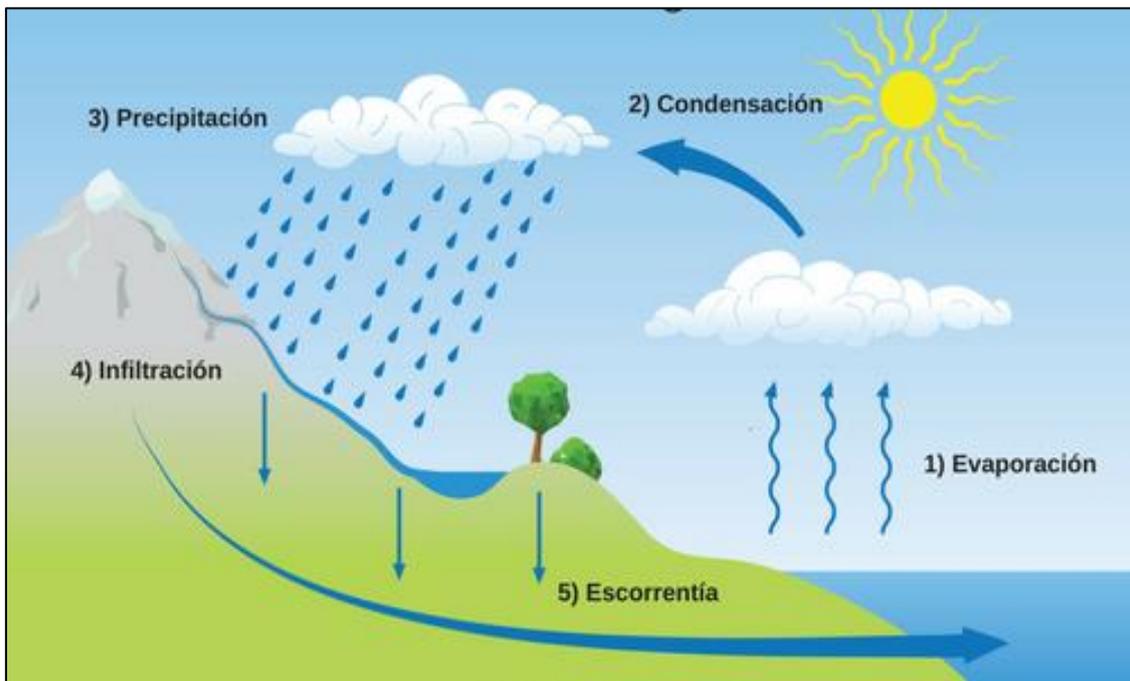
**A. Ciclo Hidrológico**

Menciona Villón, M. (2011) que, “*El ciclo hidrológico es el conjunto de cambios que tiende a experimentar el agua en la superficie terrestre, en sus diferentes estados (sólido, líquido y gaseoso), y en su forma (superficial, subterránea, etc.)*” (pág.16).

Asimismo, Linsley R., Kohler M. y Paulhus J. (1984) definen que, “*Se da el inicio del ciclo del agua cuando el agua empieza por los cambios de estados, dando comienzo a la evaporación del agua de los océanos. El vapor del agua resultante es conducida por las masas móviles de aire*” (p.1).

De acuerdo a los autores se comprende que el ciclo hidrológico son los distintos cambios por el cual atraviesa en agua y que éste empieza con la evaporación de los océanos, formando nubes del vapor condensado, las cuales llegan a convertirse en precipitación que cae sobre la tierra, dispersándose por todas partes. Estas gotas de agua en su mayoría

son retenidas por el suelo, regresando eventualmente a la atmosfera por la evaporación y transpiración de las plantas. La otra parte del agua precipitada viaja sobre la superficie hasta llegar a canales de corrientes. La parte restante es la que se infiltra sobre el suelo más profundo formando parte del agua subterránea.



*Figura 4. Ciclo hidrológico del agua*  
Fuente: Significados.com.

#### 1.3.1.1.2 Caudal

Los caudales máximos permiten el diseño de:

- La capacidad de un cauce
- Sistemas de drenaje
- Muros de encauzamiento para proteger ciudades y plantaciones
- Alcantarillas
- Vertedores de demasías
- Luz en puentes

Según Villon M. (2011) señala que, “*El caudal depende de la significación de la obra y su vida útil que ésta tiende alcanzar, su función se relaciona al periodo de retorno que se le asigne, para hallar la magnitud del caudal de diseño*” (p. 242).

Según la Norma OS. 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (2015) señala que, “*Los caudales de escurrimiento serán calculados por lo menos según el método racional o las técnicas de hidrogramas*” (p. 176).

Puedo comprender que el caudal viene a ser la cantidad de líquido que circula por un ducto, es el volumen que pasa por un área determinada.

#### **1.3.1.1.3 Precipitación e Intensidad**

Según Linsley R., Kohler M. y Paulhus J. (1984) señalaron que, “*la precipitación que cae sobre áreas continentales en un 25 % es regresada directamente al mar como escorrentía directa o flujo de agua subterránea*” (p.45).

Asimismo, Villón M. (2011) menciona que, “*La precipitación, da su origen en las nubes, por la acumulación de toda forma de humedad y la cual llega hasta la superficie del suelo*” (p. 69).

También menciona que la precipitación se manifiesta de las siguientes formas:

- Lluvias
- Granizadas
- Garuas
- Nevadas

La precipitación es la formación de pequeñísimas gotas de aguas que están concentradas en las nubes, que al aumentar ese tamaño caen sobre la superficie terrestre.

## A. Medición de la precipitación

Según Villón M. (2011) indica que, “La precipitación es evaluada en términos de altura de lámina de agua (hp), y se expresa comúnmente en milímetros” (p. 73).

También señala que, “los aparatos utilizados para la medición se agrupan de acuerdo con el registro de las precipitaciones en pluviómetro y pluviógrafos” (p. 73).

### ▪ Pluviómetro

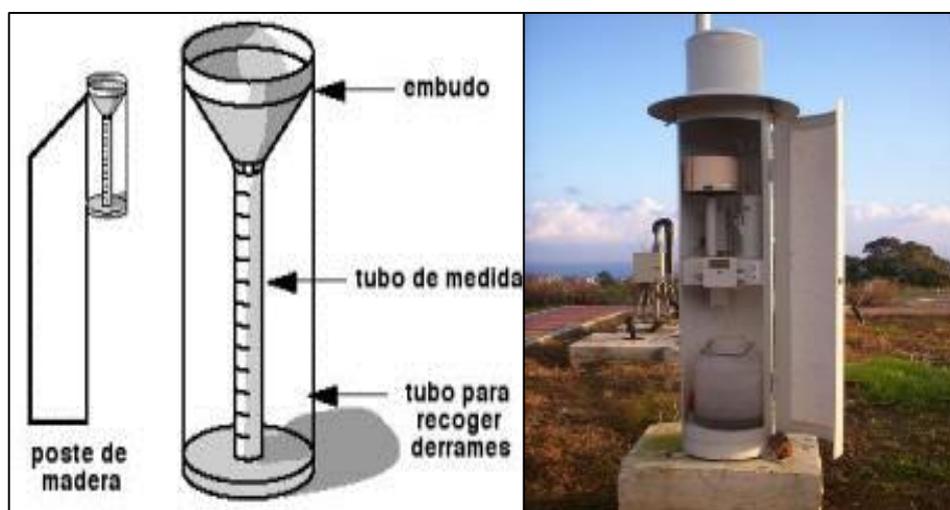
Consiste en un recipiente de forma cilíndrica, aprox. 20 cm de diámetro y 60 cm de alto. La tapa de éste elemento es un embudo receptor el cual se conecta con una probeta de sección 10 veces menor que la de la tapa.

El pluviómetro facilita la medición de la altura de la lluvia mediante una en una probeta.

### ▪ Pluviógrafo

Instrumento que es utilizado para el registro de la altura de la lluvia en relación al tiempo, el cual posibilita el cálculo la intensidad de la precipitación, siendo este una información importante para el diseño de estructuras hidráulicas.

El pluviógrafo permite medir la altura, cantidad y el tiempo en que cae la lluvia.



**Figura 5.** *Pluviómetro y Pluviógrafo*

Fuente: Villon M.

**Tabla 1.** *Coefficientes de duración de lluvias entre 48 horas y 1 hora*

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

### **B. Intensidad de la lluvia**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) indica que:

La intensidad de la lluvia es determinada desde un punto del sistema de drenaje, mediante el promedio de duración de la lluvia que es igual al tiempo de concentración del área que se drena hasta un punto, donde el periodo de retorno va ser igual al del diseño de la obra de drenaje. (2011, p.176).

Del autor puedo comprender que la intensidad de la lluvia es determinada según el tiempo en que llegue a concentrarse en una cuenca, y que la frecuencia de ésta es el periodo de retorno.

### **C. Evaporación y transpiración**

Según Linsley R., Kohler M. y Paulhus J. (1984) señalan que, “*La descripción hidrológica de evaporación está restringida a la tasa neta de transporte de vapor hacia la atmosfera*” (p.123).

- **Factores importantes en el proceso de evaporación**

Según Linsley R., Kohler M. y Paulhus J. (1984) indican que, “La tasa de evaporación se diversifica dependiendo de factores meteorológicos y de la naturaleza de la superficie evaporante” (p. 123).

- **Factores meteorológicos:** se considera al proceso de intercambio de energía, como es de ejemplo por la radiación solar, determinada como *evaporación solar*. Este proceso está relacionado con el tiempo, es decir a la velocidad del viento con el grado de presión de vapor de la capa de aire.
- **Superficie de evaporación:** es toda superficie expuesta a la precipitación

#### 1.3.1.1.4 Escorrentía

Según Linsley R., Kohler M. y Paulhus J. (1984) mencionan que “Se realiza de acuerdo al uso de la tierra, es decir depende al tipo de cobertura” (p. 178).

Estos valores se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Coeficientes de escorrentía utilizados para el Método Racional

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>AREAS NO DESARROLLADAS</b>							
<b>Área de Cultivos</b>							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<b>Pastizales</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Bosques</b>							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Según Rodríguez, H. señala que:

Para el cálculo del caudal pico de cuencas con áreas pequeñas, se utiliza la ecuación del método racional ya que es la más común y muy fácil de aplicar. Éste es un balance de masas donde se considera válida para las áreas inferiores a 0.8 km<sup>2</sup>. (2013, p.58).

### A. Método Racional

Para el cálculo del caudal de drenaje se utilizará este método, ya que esta ecuación es la más utilizada por su simplicidad. Se aplica a áreas de drenaje no mayores a 13 km<sup>2</sup>.

Según la Norma OS. 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) indica que: *“Para las zonas urbanas, donde el área de drenaje está constituida por subáreas o subcuencas de distintas características, el caudal pico proporcionado por el método racional viene expresado por la siguiente fórmula:*

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

**Figura 6. Fórmula Racional**  
Fuente: Elaboración Propia

Donde:

Q = caudal (m<sup>3</sup>/s).

C = coeficiente de escorrentía, volumen de flujo/lluvia caída, adimensional.

I = intensidad de lluvia (mm/h).

A = área de drenaje (km<sup>2</sup>).

- **Área de Drenaje:** *“Su origen está dado por la infraestructura urbana, su desarrollo, vías y tipo de edificaciones. Esta área se define de acuerdo al recorrido de la escorrentía”* (p. 59).

### **1.3.1.2 Componentes del Drenaje**

Según Especialistas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013) describen tres aspectos del drenaje:

#### **1.3.1.2.1 Bombeo**

*“Es una característica geométrica del camino, tiene una inclinación transversal, el cual permite llevar el agua que cae sobre la plataforma hacia los lados de las carreteras según sea su diseño, mitigando el flujo longitudinal hasta llegar al subsuelo”* (p.63).

#### **1.3.1.2.2 Cuneta**

Según Especialistas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones mencionan que:

Son canales abiertos que están contruidos a los costados de las carreteras con el objetivo de captar el agua de escorrentía, siguiendo la pendiente de la rasante, para ser llevada a una caja de recolección, donde es percibida y llevada hacia una red natural, mediante una tubería denominada alcantarilla, para que el agua no se rebalse. (2013, p.63).

#### **1.3.1.2.3 Alcantarillas**

*“Son ductos por donde el agua es conducida atravesando el camino por debajo de la superficie, el cual es canalizado hacia cursos de agua existentes”*. (p.63).

El sistema de drenaje evita la desestabilización o disgregación de los materiales que conforma un pavimento, permite la evacuación de las aguas limitando a que los elementos de la infraestructura protejan el pavimento.

#### **1.3.1.3 Captación en zona vehicular – pista**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (2015) menciona, *“Para la evacuación de las aguas pluviales en calzadas, veredas y las que provienen de viviendas, se considerará la orientación de flujo, captación y transporte de aguas pluviales de calzada y aceras”* (p. 123).

#### **1.3.1.3.1 Orientación del flujo**

A fin de posibilitar la concentración de agua que cae sobre el pavimento, se deben prever pendientes tanto longitudinales (S) como transversales (S), para poder llevar el agua hacia los extremos o bordes de la calzada.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (2015) menciona que las pendientes a considerar son:

- Pendiente Longitudinal (S) > 0,5%
- Pendiente Transversal (S) de 2% a 4%

#### **1.3.1.3.2 Captación y transporte de aguas pluviales de calzada y aceras**

Para el transporte de agua que discurre sobre el pavimento se realizará cunetas para su debida evacuación. Estas serán conducidas hacia las zonas bajas donde serán captadas por sumideros en dirección a las alcantarillas pluviales de la ciudad.

Las cunetas que serán construidas deberán tener las siguientes secciones transversales:

- Sección Circular
- Sección Triangular
- Sección Trapezoidal
- Sección Compuesta
- Sección en V.

La capacidad de las cunetas depende del tipo de la sección transversal, pendiente y rugosidad del material con el que es construido.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (2015) define que:

“El ancho máximo T de la superficie del agua sobre la pista será:

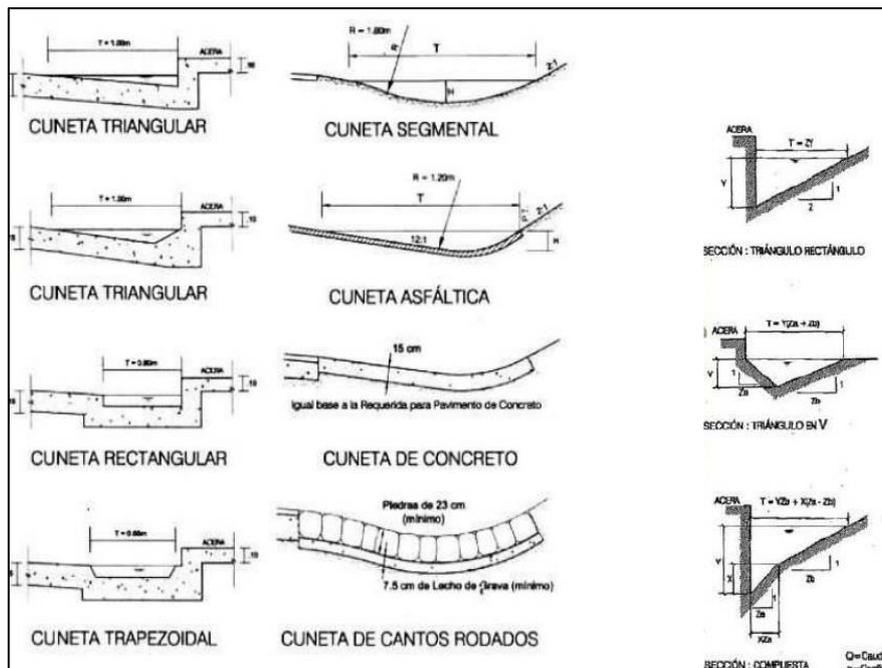
- En vías principales de alto tránsito: igual al ancho de la berma.
- En vías secundarias de bajo tránsito: igual a la mitad de la calzada.

Coeficiente de Rugosidad de Manning para los diferentes acabados de material de las cunetas de las calles y berma central.

**Tabla 3. Coeficiente de rugosidad según Manning**

Cunetas de las Calles	Coeficiente de Rugosidad $N$
<b>a. Cuneta de Concreto con acabado paleteado</b>	0,012
<b>b. Pavimento Asfáltico</b>	
1) Textura Lisa	0,013
2) Textura Rugosa	0,016
<b>c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico</b>	
1) Liso	0,013
2) Rugoso	0,015
<b>d. Pavimento de Concreto</b>	
1) Acabado con llano de Madera	0,014
2) Acabado escobillado	0,016
<b>e. Ladrillo</b>	0,016
<b>f. Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de <math>n</math>, en:</b>	0,002

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones



**Figura 7. Secciones de cunetas según Manning**

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

### **1.3.2 Vida útil del pavimento flexible**

Según Especialistas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones en el Manual de Suelos y Pavimentos (2014) señalan que; *“El periodo de Diseño de un pavimento flexible será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseño por dos etapas de 10 años y por una etapa de 20 años”* (p.131).

De lo mencionado puedo decir que el diseño de una carretera depende al volumen de tránsito, y al proceso constructivo según sea el estudio. La construcción inicial del pavimento es más económica, dependiendo el lugar donde se ejecute. Se entiende que toda estructura tiene un proceso de deterioro a lo largo de los años, pero muchas veces la construcción de los pavimentos no alcanza ese tiempo de serviciabilidad que debe brindar, por lo que según se entiende en las normas son de 10 a 20 años.

#### **1.3.2.1 Pavimento Flexible**

Según Montejo, A. (2014) define que, *“Los pavimentos flexibles está estructurado por una carpeta bituminosa apoyada naturalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase”* (p.2).

Según el Manual de Carreteras (2014) señala que, *“El pavimento flexible está estructurada por capas granulares (subbase, base) y una carpeta de rodadura constituida de material bituminoso como aglomerantes, agregados, y en algunos casos aditivos”* (p.18).

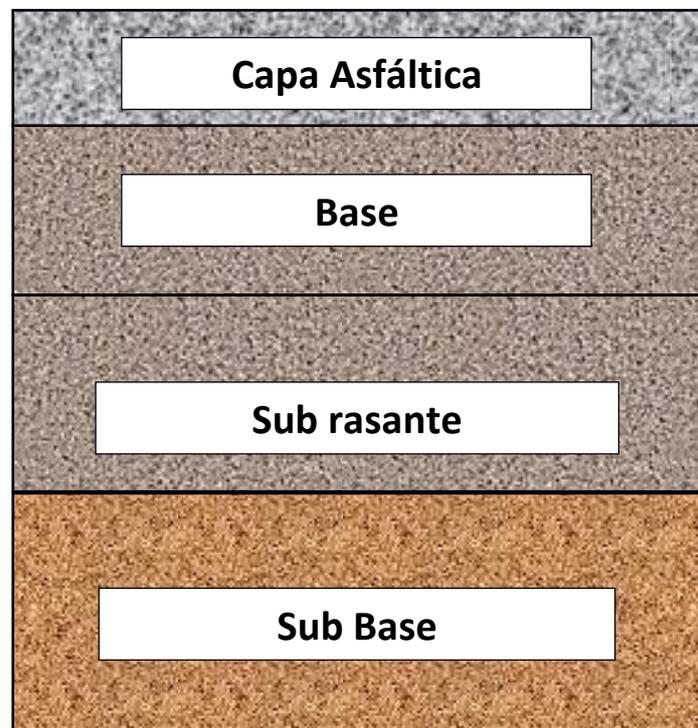
Según Rondón, H. y Reyes, F., definen que:

La estructura del pavimento flexible es parte de la estructura vial, y que se encuentra conformada por una carpeta asfáltica que va sobre dos capas que tienen una composición de materiales granulares no tratados o ligados que vienen a ser la base, subbase, y en algunos casos subrasante mejorada o material de conformación), y que a su vez se soportan sobre el terreno natural o subrasante (2015, p.27).

De los autores puedo mencionar entonces que cuando hablamos de pavimentos flexibles nos estamos refiriendo a la conformación de capas granulares y una carpeta asfáltica los cuales son diseñados para el soporte de cargas que son transmitidas por vehículos livianos o pesados.

Esta estructura se defleca o flexiona dependiendo de la capacidad de carga que transitan sobre él, estas cargas transmitidas deben de distribuirse de tal forma que no sobrepase la resistencia de la subrasante.

Es de suma importancia poder estudiar perfectamente el tipo de material que se va a aplicar en la construcción de un pavimento, estos materiales se utilizan dependiendo la capacidad de carga de las capas, debido a que los esfuerzos que ingresan por la estructura se van disipando conforme a la profundidad. La distribución de capas que se diseña en un pavimento obedece a un factor económico, ya que la determinación de espesor para cada una de estas capas tendrá el objetivo de minimizar los esfuerzos sobre la capa inferior de forma inmediata.



**Figura 8.** *Estructura del Pavimento Flexible*  
Fuente: Morales P.

#### **1.3.2.1.1 Factores a considerar en el diseño del pavimento**

Existen diversos factores que se deben de tomar en cuenta al realizar el diseño del pavimento, tales como:

#### **a. El tránsito**

Según Montejo, A. (2014) menciona que, *“El tránsito es de interés para dimensionar los pavimentos, se debe cuantificar los vehículos y el tipo de éstos para hallar las cargas, con el cual se determinará la estructura del pavimento, durante el periodo de diseño adoptado”* (p.8).

La frecuencia de transitabilidad de los vehículos generan deformaciones en el pavimento es por ello que para su diseño es uno de los factores tomados en cuenta.

#### **b. La subrasante**

Según Montejo, A. (2014) señala que, *“El grosor de la estructura del pavimento dependerá de la calidad de la subrasante. Para determinar la deformación que sufre esta capa se empleara como parámetro de evaluación la capacidad de soporte por esfuerzo cortante bajo las cargas de tránsito”* (p.9).

#### **c. El clima**

El clima es uno de los factores que más afecta a la estructura del pavimento.

Según Montejo, A. (2014) señala que, *“En nuestro medio, las lluvias y los cambios de temperaturas son las que más afectan a un pavimento. Éstos debido a su acción directa influyen en la disminución de las características funcionales y en la construcción de las pavimentaciones”* (p.9).

#### **d. Los materiales disponibles**

Los materiales que se emplearan tendrán que pasar por una selección, cumpliendo con los parámetros de diseño, en caso de los agregados se debe considerar que sean de buena calidad, homogéneas, de fácil extracción y explotación.

### **1.3.2.1.2 Partes que integran un pavimento flexible**

- a. Subrasante:** es la que se soporta las cargas que transmite el tránsito vehicular, también se encarga de evitar la contaminación hacia el pavimento.

- b. Subbase:** esta capa está situada entre la subrasante y la base, el material empleado en esta capa debe ser muy bien seleccionado que estén libres de arcilla y material orgánico, debe cumplir con las especificaciones contempladas en la norma. Esta capa permite prevenir la intrusión de los finos, minimizar daños y soportar a las capas estructurales siguientes.
- c. Base:** es una capa de material selecto y procesado, compuesta por agregados y colocada entre la parte superior de la subrasante, la subbase y la carpeta de rodadura. Esta capa es indispensable ya que proporciona un sustento adecuado para la carpeta asfáltica.
- d. Carpeta asfáltica:** es una capa conformada por material pétreo cementado con asfalto que se coloca sobre la base.

#### **1.3.2.2 Serviciabilidad – Regularidad superficial**

Según el Manual de Carreteras (2014) menciona que, “*Se manifiesta en la calidad y comodidad experimentan los usuarios cuando éstos se encuentran circulando sobre la superficie de rodadura*” (p.118).

Respecto al autor puedo definir entonces que la serviciabilidad, es la impresión que tiene los usuarios al interactuar o entrar en contacto mediante la circulación del vehículo con la pavimentación.

##### **a. Índice de serviciabilidad presente (PSI)**

Según el Manual de Carreteras (2014) define que, “El Índice de Serviciabilidad Presente es la comodidad de circulación que la estructura del pavimento ofrece al usuario. Su valor varía de 0 a 5, reflejando según el orden la escala de peor a mejor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro el PSI también refleja el decrecimiento” (p. 118).

##### **1.3.2.2.1 Serviciabilidad Inicial (Pi)**

Esto se da cuando se construye una vía recientemente.

### 1.3.2.2.2 Serviciabilidad Final o Terminal (PT)

Es la condición que ha alcanzado una vía hasta darse una reconstrucción o una rehabilitación.

**Tabla 4. Índice de serviciabilidad final**

Pt	Clasificación
3.00	Autopistas
2.50	Colectores
2.25	Calles comerciales e industriales
2.00	Calles residenciales y estacionamientos

Fuente: AASHTO 93

**Tabla 5. Escala de calificación de serviciabilidad según ASSHTO**

CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
NUMÉRICA	VERBAL	
5.0 – 4.0	Muy buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en sus categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 – 3.0	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los "Muy Buenos", entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3.0 – 2.0	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0 – 1.0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0 – 0.0	Muy mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Fuente: AASHTO 1962

### **1.3.2.3 Tipos de conservación**

#### **1.3.2.3.1 Conservación vial**

Según Especialistas del Ministerio De Transporte, señalaron que:

La conservación vial, también conocida como mantenimiento vial, es realizada de forma limitada tanto en cobertura como en la efectividad de los trabajos. En muchas ocasiones los recursos destinados para estas actividades viales correspondientes al mantenimiento son muy escasos por diversas causas, la práctica tradicional de atención a las infraestructuras viales, en general en los países desarrollados, limitan los presupuestos para la ejecución de obras en construcciones nuevas, ya sean mejoramientos, rehabilitaciones u otras reconstrucciones, haciendo que estos recursos sean insuficientes y que solo se haga algunas reparaciones puntuales de urgencia. (2013, p.172).

Puedo comprender entonces que la conservación vial es la búsqueda de mejoramiento tanto económico como social a través de diversas actividades, pero que muchos países no lo priorizan, sino que buscan hacer nuevas construcciones dando recursos insuficientes a estos mantenimientos.

Según Rama, F. sostiene que:

La conservación de la red vial urbana, es el conjunto de reparaciones imprescindibles para mantener una pavimentación en buen estado, tanto para la seguridad vial, para los usuarios, el tráfico como para las características estructurales de la red, utilizando los recursos de la mejor manera para cumplir con los siguientes objetivos: asegurar una circulación segura, cómoda y fluida manteniendo su adecuada resistencia al desplazamiento y una regularidad superficial con las características de la vía, asegurar una resistencia estructural suficiente para el tráfico que va a soportar las distintas vías, controlar y defender la red viaria urbana frente a las actuaciones de terceros y preservar el valor patrimonial de las mismas. (2013, p.172).

De lo mencionado puedo decir que la conservación vial es un conjunto de actividades que aporta al mantenimiento de una vía, haciendo que esta no pueda sufrir mayores daños tanto estructural como superficial.

Asimismo, Rama, F. aseguró que:

La conservación de la red viaria urbana es una necesidad en las obras viales ya que con ella, se puede retardar el deterioro de la misma por diversos factores como son: la acción del tráfico, del uso, de la climatología, etc., prolongando así su tiempo de vida útil, mantener el patrimonio vial, conseguir además la seguridad del usuario con la consiguiente deducción del número de accidentes, mejorar la textura disminuyendo el ruido de rodadura, deslizamiento,

etc., así como reforzar la vía antes de que por el aumento de tráfico se produzca un agotamiento estructural, y sea necesaria su reconstrucción. Por lo tanto, se debe asignar el presupuesto suficiente para poder conseguir una conservación adecuada para cada caso. Por otra parte, es también muy importante el disponer de criterios lo más objetivos posibles, para que, una vez realizadas las observaciones precisas por los técnicos de conservaciones, se puedan analizar y programar las actuaciones necesarias, así como establecer los niveles apropiados de actuación en la red viaria urbana para mantener en buenas condiciones de servicio y no disminuir su valor patrimonial. (2013, p.172).

La conservación de la red viaria urbana es muy importante, puesto que es el proceso que puede alargar la vida útil de los pavimentos si son atendidos en su debido tiempo.

Se debe tener en cuenta las situaciones que se presentan para realizar un mantenimiento del pavimento, ya sea económico o el estado del pavimento, es por ello que antes de su ejecución se debe hacer un análisis previo para su conservación.

Rama, F. señaló tres tipos de conservación:

**a. Conservación preventiva**

Se denomina conservación preventiva al conjunto de operaciones que no modifican sustancialmente los distintos elementos de la vía de coste reducido si se actúa a tiempo es decir, si se aplica la técnica o el procedimiento adecuado corrigiendo en cuanto aparezcan los primeros síntomas de algún deterioro, evitando sin duda la degradación progresiva de la vía prolongando su vida útil, y así poder mantener una mejor condición y prestación de servicio en cuanto a la seguridad y comodidad de los usuarios. Se refiere así como a la estructura del firme para el tráfico que soporta. (2013, p.173).

**b. Conservación renovadora o rehabilitación**

Se denomina así a las operaciones que se realizan cada cierto periodo con el fin de poder recuperar los niveles de la vía que se fueron perdiendo en el transcurrir del tiempo, debido al aumento de cargas vehiculares, altas precipitaciones, cambio climático, etc. Esta operación permite la conservación de las características iniciales del pavimento, evitando su deterioro progresivo, corrección de fallas en la construcción, etc., y también las operaciones que se realizan para homogenizar la red viaria. (2013, p.173).

**c. Conservación curativa**

Está formada por el conjunto de operaciones de reparación de fallos localizados que se producen en la vía, debido a diversas causas y que deben repararse rápidamente bien por el peligro que pueden presentar a la circulación peatonal o rodada, o bien para que no avancen de manera acelerada estos deterioros, que obligarían a costosos trabajos de reconstrucción (p.173).

#### **1.3.2.4 Análisis de conservación**

Según Rama (2013) nos dice que; “*el análisis previo de la conservación de un pavimento consiste en realizar un examen visual, aforos y ver la estructura existente*” (p.174).

##### **1.3.2.4.1 Exámen Visual**

Se debe realizar un examen visual del pavimento (aceras y calzadas) así como de todos los factores que puedan influir en su estado, como son el drenaje, regularidad superficial, agrietamientos, hundimientos, etc.

**a. Estructura Firme:** En el caso de no disponer de este dato, se deben realizarse calas, toma de muestras, etc. Para poder determinarla.

##### **b. Evaluación del estado del pavimento**

Según Samaniego (2001) señala que, “*el estudio de la condición del pavimento permite determinar cuándo es necesario o se requiere de una rehabilitación. En esta evaluación se incorpora la medición de la resistencia al deslizamiento, la calidad de recorrido, la capacidad estructural y fallas superficiales*” (p.130).

Según el autor mencionado puedo decir que la evaluación del estado del pavimento permitirá identificar en qué grado de severidad se encuentra la estructura logrando así dar un resultado de solución.

##### **▪ Método del índice de condición del pavimento (PCI)**

Este método es utilizado para la obtención del valor de la irregularidad superficial y condición que presenta un pavimento, calificándolo en una la escala según muestra la **Tabla 16.**, con la cual se determina la condición del pavimento.

**Tabla 6.** *Escala de clasificación PCI*

PCI	Clasificación
85 – 100	Excelente
70 – 85	Muy Bueno
55 – 70	Bueno
40 – 55	Regular
25 – 40	Malo
10 – 25	Muy Malo
0 – 10	Fallado

Fuente: Procedimiento estándar PCI según ASTM D 6433-03

Para determinar la condición del pavimento se realiza una inspección visual, identificación los tipos de fallas, el nivel de severidad y la cantidad encontrada.

Se selecciona el tramo del pavimento para ser examinado.

#### **1.3.2.4.2 Aforos**

*“Se deben practicar los aforos necesarios, para determinar el tipo más frecuente de tráfico que circula por la vía y así poder evaluar las acciones del tráfico como causa de los deterioros”* (p.174).

#### **1.3.2.4.3 Fallas Del Pavimento**

Este término se utiliza cuando un pavimento presenta colapsos o deterioro, pueden fallar debido a diversas causas como son: la mala estructuración, efectos ambientales, etc., estos factores hacen que el pavimento sufra daños y pierda sus propiedades físicas.

Según Montejo, A. (2002) los pavimentos presentan dos tipos de fallas:

- **Fallas funcionales:** *“Abarca los defectos de la superficie de rodamiento y no existe un vínculo con la estructura de la calzada”* (p. 506).

De acuerdo al autor puedo mencionar que las fallas superficiales son aquellos defectos que ocurren en la carpeta asfáltica sin dañar las demás partes de la estructura del pavimento.

- **Fallas estructurales:** “*Comprende las imperfecciones de la superficie de rodamiento, cuyo origen se da en la estructura del pavimento*” (p.506).

De lo mencionado por el autor se define que se dice falla estructural a los defectos que empiezan o dan origen a una o más capas de la estructura del pavimento, debilitando la distribución de cargas, ocasionando colapsos, roturas, etc.

También se comprende que toda estructura a lo largo de su servicio presenta fallas, debido a que se encuentran expuestas a diversos factores. Por ello una buena rehabilitación, un proceso constructivo adecuado, un buen estudio, permitirán mejorar la vida útil de las estructuras, brindando una mejor seguridad, comodidad y economía.

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema General**

¿De qué manera el mejoramiento del drenaje pluvial incide en el logro de la vida útil del pavimento flexible de la Avenida Leopoldo Krause - Villa Rica – Oxapampa 2018?

### **1.4.2 Problemas específicos**

- ¿Cómo incide el aspecto hidrológico en la vida útil del pavimento flexible?
- ¿Existe relación entre los componentes del drenaje pluvial con la vida útil del pavimento flexible?
- ¿De qué manera la captación en zona vehicular - pista se relaciona con la vida útil del pavimento flexible?

## **1.5 Justificación del estudio**

### **1.5.1 Justificación Práctica**

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de detallar la importancia que tiene el drenaje pluvial en la conservación del pavimento flexible, de cómo incide en la

vida útil, que actualmente es uno de los problemas más grandes dentro de la infraestructura vial.

### **1.5.2 Justificación Metodológica**

Para llegar a la mejora del drenaje pluvial y lograr alcanzar la vida útil del pavimento flexible, se opta por recoger información de la realidad y la necesidad, la investigación toma un enfoque cuantitativo con la obtención de resultados de cálculos, siendo de tipo no experimental y de corte transversal.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo General**

Evaluar la incidencia del drenaje pluvial con el logro de la vida útil del pavimento flexible de la Avenida Leopoldo Krause - Villa Rica – Oxapampa 2018.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- Analizar si el aspecto hidrológico incide en la vida útil del pavimento flexible.
- Determinar si existe relación entre los componentes del drenaje pluvial y la vida útil del pavimento flexible.
- Determinar de qué manera la captación en zona vehicular – pista se relaciona con la vida útil del pavimento flexible.

## **1.7 Hipótesis**

### **1.7.1 Hipótesis General**

El mejoramiento del drenaje pluvial incide en el logro de la vida útil del pavimento flexible de la Avenida Leopoldo Krause - Villa Rica – Oxapampa 2018.

### **1.7.2 Hipótesis específicas**

- El aspecto hidrológico incide en el logro de la vida útil del pavimento flexible.
- Los componentes del drenaje pluvial se relacionan con la vida útil del pavimento flexible.
- La captación en zona vehicular – pista se relaciona con la vida útil del pavimento flexible.

## **II. MÉTODO**

## 2.1 Diseño de investigación

Según Palella y Martins, señalaron que:

El diseño no experimental es aquella situación existente que es observada de los hechos en su contexto real y en un tiempo determinado, en el cual se realiza sin maniobrar de forma deliberada alguna de las variables, el investigador nunca sustituye de manera intencional las variables independientes (2012, p.87).

Puedo decir entonces que esta investigación es de tipo **no experimental**.

### 2.1.1 Tipo de investigación

Según Juárez (2012) menciona que, “La investigación aplicada consiste en construir, modificar, alterar, mejorar y dar solución a diversas necesidades de la sociedad. Los proyectos de ingeniería civil se ubican dentro del tipo de investigación aplicada, ya que busca solucionar alguna realidad problemática”.

Basado en el autor, la presente investigación es de tipo **aplicada** debido a que por medio de la identificación de la realidad problemática que surgen en nuestro país sobre el deterioro de los pavimentos flexibles se busca dar una solución que aporte con el cumplimiento del tiempo de vida útil normativa según dicta el MTC.

### 2.1.2 Nivel de investigación

De acuerdo con Fidias G. (2016), define a la investigación descriptiva como “*la interpretación de un evento, objeto, individuo o grupo, con la finalidad de fijar su estructura o comportamiento, obteniendo como resultado de este tipo de investigación, un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos*” (p.24).

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) manifiestan que: “La investigación correlacional asocia a las variables por medio de patrón predecible para un grupo o población.” (pg. 81)

De acuerdo a los autores, el proyecto de investigación es de nivel **descriptiva correlacional**, descriptiva debido a que la información recolectada es analizado, y correlacional, porque se pretende responder la relación existente entre las variables.

### 2.1.3 Enfoque de investigación

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que, “*El enfoque cuantitativo manifiesta un conjunto de procesos secuencial y probatorio. [...] usa recopilación de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías*” (p. 4).

De acuerdo a los autores puedo mencionar que esta investigación tiene un enfoque **cuantitativo**, ya que se comprueba la hipótesis, mediante recolección de datos existentes.

## 2.2 Variables y Operacionalización

### 2.2.1 Variables

Para Bernal, C. (2010) menciona que, “*Existen tres tipos de variables: independientes, dependientes e intervinientes. Estos mismos tipos pueden estar presentes en las hipótesis cuando se explica la correlación*” (p.139).

#### 2.2.1.1 Variable Independiente

Según Bernal, C. (2010) señala que, “*Es considerada como la “causa de” una relación de variables referente a todo aquel aspecto, hecho y situación, rasgo, etc.*” (p. 139).

Se puede mencionar que en esta investigación la variable independiente es el **drenaje pluvial**.

#### 2.2.1.2 Variable dependiente

Según Bernal, C. (2010) menciona que, “*Se conoce como variable dependiente al “resultado” o “efecto” producido por la acción de la variable independiente*” (p.139).

Puedo definir entonces que la variable dependiente de esta investigación es la **vida útil del pavimento flexible**.

### 2.2.2 Operacionalización de variables

Según Torres, C. (2007) define que, “*La operacionalización es la simbolización de propiedades concretas (X, Y, Z...n) y el grado más elevado de los referentes empíricos, siendo una condición necesaria para el establecimiento de conceptos teóricos, categorías científicas, definidas por la observación, experimentación o cuantificación*” (p.147).

Puedo mencionar que la operacionalización es un proceso de determinación de las variables llevándolas a un fin de medición.

**Tabla 7. Operacionalización de variables**

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
VI. VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	SERVICIABILIDAD	SERVICIABILIDAD INICIAL	Es el tiempo que se le da a la estructura al momento de su diseño	Periodo en que debe durar la estructura del pavimento.	CÁLCULO DEL PSI CÁLCULO DEL PCI
		SERVIC. FINAL O TERMINAL			
	TIPO DE CONSERVACIÓN	PREVENTIVAS			
		RENOVADORAS			
		CURATIVAS			
	ANÁLISIS DE CONSERVACIÓN	EXÁMEN VISUAL AFORO			
		FALLAS DEL PAVIMENTO			
V2. MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL	ASPECTO HIDROLÓGICO	CAUDAL MÁXIMO	Es un sistema que permite la evacuación de las aguas lluvias alejándolas del pavimento y que ésta no sufra daños.	Es el medio por donde se evacúa el agua y se conduce hacia un punto de desfogue.	CÁLCULO DEL CAUDAL POR EL MÉTODO RACIONAL  INSPECCIÓN VISUAL DE LA CUNETAS EXISTENTE
		PRECIPITACIÓN			
		ESCORRENTIA			
	COMPONENTES DEL DRENAJE PLUVIAL	BOMBEO			
		CUNETAS			
		ALCANTARILLAS			
	CAPTACIÓN EN ZONA VEHICULAR - PISTA	ORIENTACIÓN DEL FLUJO			
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE					

Fuente: Elaboración Propia, 2018

## 2.3 Población y Muestra

### 2.3.1 Población

Según Carrasco, S. (2006) señala que, “La población es el conjunto de todos los elementos ya sean finitos o infinitos, que pertenecen al ámbito espacial donde se va a desarrollar el trabajo de investigación” (p.236).

Entonces puedo identificar como población en esta investigación **todas las avenidas de la ciudad de Villa Rica.**

### 2.3.2 Muestra

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014) expresan que, “La muestra es un pequeño grupo extraído de la población representativa, con el cual se recolectaran datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión [...]” (p.200).

La muestra es una porción representativa de la población:

Entonces la muestra de esta investigación vendría a ser la **Av. Leopoldo Krause pavimentada con 680.91 ml** desde el cruce con el Jr. Adolfo Aranda hasta la Plaza de Armas de la ciudad de Villa Rica. (**Ver Anexo 5**). La muestra es no probabilística.

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1 Técnicas de recolección de datos

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) definen que, “*La recolección de datos implica la elaboración de un plan detallado de procedimientos que conduzca a la adquisición de datos con un propósito específico*” (p.198).

En el presente proyecto se empleará la **observación**, dándose la visita a la Av. Leopoldo Krause del Distrito de Villa Rica, donde se efectúa procesos como la extracción de muestras que serán plasmadas en formatos de estudios que luego pasarán a ser analizados.

### 2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se realizó lo siguiente:

- a. Para la obtención de datos se indagó y utilizó instrumentos de medición.
- b. Se realizó una evaluación del estado del pavimento a través de los métodos del PSI y PCI con formatos establecidos, para determinar el grado de severidad que muestra el pavimento existente.
- c. Se realizó el estudio vehicular, a través de formatos establecidos en el MTC, con el fin de determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA).
- d. Se evaluó a través de Inspección Visual el sistema de drenaje pluvial existente de la zona.
- e. Se calculó el caudal que es conducido según el MÉTODO RACIONAL.

- f. Se indagó sobre datos de precipitación proporcionadas por SENAMHI.
- g. Se indagó en datos existentes como el EXPEDIENTE TECNICO de la obra ejecutada para comparar y analizar resultados.

### 2.4.3 Validez

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicaron que: “*la validez es el grado que un instrumento mide realmente la variable que se requiere ser analizada*” (p.200).

El instrumento escogido en esta investigación ya tiene validez porque es un instrumento estandarizado.

**Tabla 8.** *Parámetros de validez para el instrumento*

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

Fuente: según Oseda (2011)

### 2.4.4 Confiabilidad

Respecto a la confiabilidad del instrumento, Ramírez, T. (2007) mencionó que; “La confiabilidad está dada por el hecho de que en las mismas condiciones el instrumento debe arrojar similares resultados”.

**Tabla 9.** *Parámetros de confiabilidad para el instrumento*

0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy Confiable
0.72 a 0.99	Excelente Confiabilidad
1.00	Confiabilidad perfecta

Fuente: según Herrera (1998)

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

Se realiza mediante el siguiente procedimiento:

- a. Determinar el lugar de estudio
- b. Realizar una inspección visual
- c. Determinar el estado en que se encuentra el sistema de drenaje pluvial existente.
- d. Determinar el estado en que se encuentra el pavimento flexible existente.

## **2.6 Aspectos éticos**

En este aspecto de toma en cuenta que las identidades de los profesionales, quienes participan en el estudio serán reveladas con los datos necesarios que se requiera. Se tomará en cuenta también, la responsabilidad jurídica, política y ética, el respeto por el medio ambiente, las convicciones políticas, religiosas y morales, el respeto por la propiedad intelectual, la veracidad que muestran nuestros resultados.

### **III. RESULTADOS**

### **3.1 Análisis de resultado**

#### **3.1.1 Estudio hidrológico de Villa Rica**

Se realizó el análisis hidrológico y la estimación de caudal en base a los datos de información que fueron obtenidos de SENAMHI.

Geográficamente, la zona en estudio que es el Distrito de Villa Rica tiene las siguientes coordenadas geográficas: 75°,16',10" de longitud Oeste y 10°,43',10" de Latitud Sur, con una altitud comprendida sobre los 1 484 m.s.n.m. aprox.

Villa Rica está ubicada al Sur - Este de Oxapampa, Provincia de Oxapampa, este distrito alberga a 60 centros poblados, teniendo como acceso las siguientes rutas: la vía nacional denominada Carretera Central hasta la Oroya, llegando a un punto de separación: una con dirección a Cerro de Pasco y la otra que sigue a la Merced Chanchamayo, se recorre a la ruta de la merced hasta encontrarse en un punto del Puente Reiter, siguiendo el margen izquierdo llegando a Puente Paucartambo donde se encuentra el punto de integración con la Provincia de Oxapampa, donde parten dos ramales tomando la segunda que corresponde a la carretera afirmada tipo nacional Puente Paucartambo – Villa Rica.

Para la presente investigación se ha trabajado con 680.91 ml de la vía pavimentada de la Av. Leopoldo Krause – hasta la Plaza de Armas del Distrito.

#### **Datos obtenidos:**

##### **3.1.1.1 Análisis del aspecto hidrológico y su incidencia en la vida útil del pavimento flexible**

Se realizó el cálculo del caudal por el Método Racional con los siguientes datos:

$$Q = C * I * A / 3,6$$

Donde:

- Q = Escurrimiento o caudal máximo (m<sup>3</sup>/s);
- C = Coeficiente de escurrimiento de 0,1 a 1, de acuerdo a las características propias de la cuenca.
- I = Intensidad de la lluvia para una frecuencia o período de retorno dado (mm/h).

- $A = \text{Área de cuenca (km}^2\text{)}$ ; El coeficiente  $1/3.6$ , corresponde a la transformación de unidades.

### 3.1.1.1.1 Intensidad pluvial

De acuerdo al Manual de carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2011, p. 25) indica lo siguiente:

#### a. Vida útil considerado (n)

- Puentes y defensas ribereñas  $n = 40$  años.
- Alcantarillas de quebradas importantes  $n = 25$  años.
- Alcantarillas de quebradas menores  $n = 15$  años.
- Drenaje de plataforma y Sub-drenes  $n = 15$  años.

Según lo mencionado por el MTC la vida útil del drenaje es de **15** años.

#### b. Riesgo admisible

Para selección del riesgo admisible se presenta la siguiente tabla:

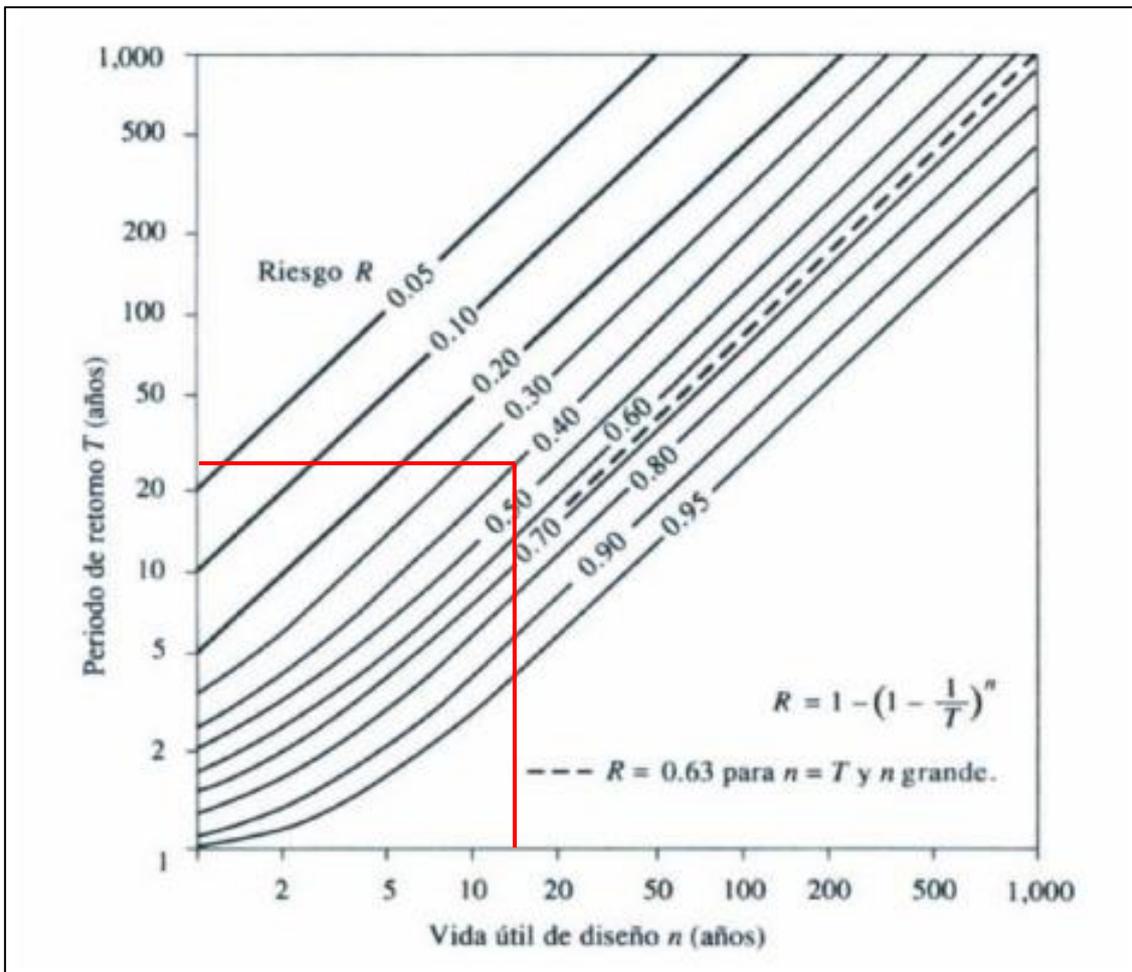
**Tabla 10.** Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Fuente: Manual de carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje MTC (2011, p.25)

Según la tabla 10. el riesgo admisible es de **40 %**.

Entonces según los datos encontrados determinamos el Periodo de retorno en años mediante el siguiente ábaco.



**Figura 9.** *Periodo de retorno en años*  
Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow).

El periodo de retorno en años según la Figura 9. es de **25 años**.

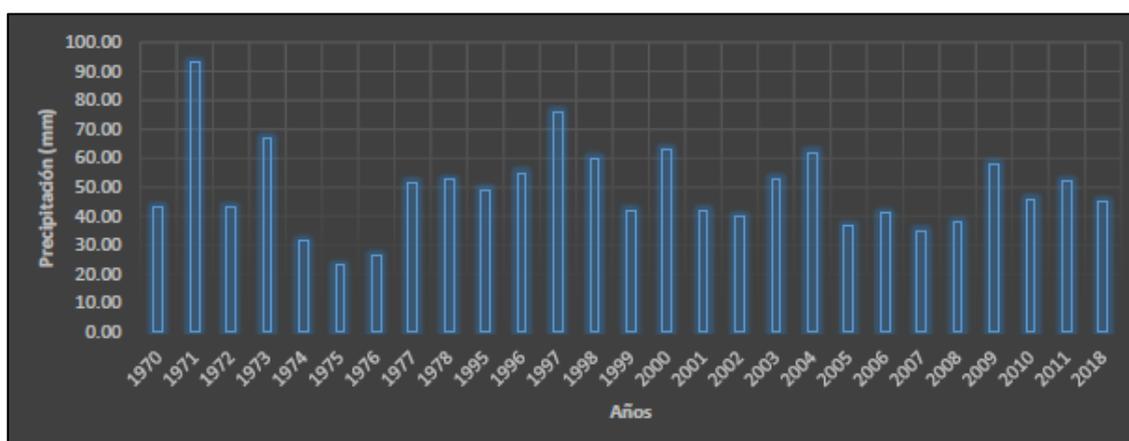
### c. Información pluviométrica

La red de estaciones meteorológicas en el área del Proyecto es relativamente escasa, habiéndose identificado la **estación Oxapampa** como la más representativa y más cercana con influencia directa en todo el ámbito del proyecto.

**Tabla 11.** Registro histórico de las precipitaciones máximas diarias

ESTACION: Oxapampa													
ALTITUD: 1850 msnm													
AÑO	MES												Max
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1970	20.9	37.6	21.0	24.2	24.8	14.8	13.4	12.4	27.0	17.6	25.4	43.2	43.20
1971	61.8	22.0	34.8	93.0	16.8	15.4	21.3	16.2	8.6	11.6	26.8	43.2	93.00
1972	14.6	28.8	39.2	19.6	10.8	18.6	23.2	26.4	43.2	18.8	22.2	38.6	43.20
1973	66.8	53.8	10.2	11.0	S/D	15.8	16.4	17.8	12.6	25.0	24.0	33.6	66.80
1974	22.0	31.6	23.4	12.2	5.0	5.0	7.8	9.8	14.2	20.7	16.0	8.6	31.60
1975	12.6	20.8	21.2	12.8	20.0	14.0	7.2	15.4	13.0	23.2	9.0	20.8	23.20
1976	26.6	14.2	9.4	16.4	13.2	11.4	22.7	12.4	8.6	10.0	22.2	24.5	26.60
1977	24.3	51.7	10.2	9.5	4.4	5.2	9.2	9.1	12.3	6.2	20.6	21.0	51.70
1978	49.2	24.5	52.5	23.5	11.4	17.5	15.0	4.5	17.5	32.0	19.0	28.5	52.50
1995	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	15.4	16.0	13.0	16.0	16.0	20.0	41.0	49.10
1996	49.0	21.7	34.0	37.5	35.0	6.0	14.0	16.0	7.0	55.0	28.9	21.0	55.00
1997	35.5	37.0	32.5	20.0	31.0	16.0	17.0	26.0	28.5	31.0	27.0	76.0	76.00
1998	20.0	60.0	46.0	14.0	37.0	11.0	8.0	21.5	18.0	16.5	32.0	26.5	60.00
1999	34.0	33.0	34.5	33.5	25.5	8.0	11.0	18.5	S/D	17.0	42.0	34.5	42.00
2000	63.0	27.5	31.5	34.0	5.0	15.0	17.5	12.0	17.5	17.0	33.5	39.5	63.00
2001	39.5	30.0	42.0	39.0	11.0	6.0	8.5	14.0	42.0	28.0	18.5	42.0	42.00
2002	40.0	34.0	33.0	13.5	14.0	14.0	16.5	20.0	16.0	32.0	34.0	36.0	40.00
2003	31.5	27.0	53.0	17.0	14.0	6.0	4.5	28.0	17.5	15.0	19.0	30.5	53.00
2004	62.0	27.0	40.0	22.5	18.0	12.0	24.0	17.0	23.0	31.0	36.0	30.5	62.00
2005	20.0	37.0	27.0	14.0	8.0	6.0	18.0	14.0	17.0	26.5	10.0	18.0	37.00
2006	41.0	30.0	41.0	35.0	9.5	15.0	10.0	19.0	7.0	24.0	37.0	40.0	41.00
2007	33.0	35.0	32.0	13.0	16.0	7.0	8.0	27.0	14.0	22.0	35.0	28.0	35.00
2008	23.0	38.0	24.0	27.0	11.0	14.0	11.0	15.5	19.0	26.5	30.0	32.0	38.00
2009	39.0	33.0	24.0	58.0	21.0	17.0	16.5	10.0	10.0	30.0	30.0	34.0	58.00
2010	22.0	31.0	34.5	26.0	15.0	7.0	16.0	1.0	14.0	17.5	20.0	46.0	46.00
2011	30.0	38.0	52.0	45.0	25.0	13.5	40.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	52.00
2018	35.5	45.0	33.4	37.2	15.0	26.5	21.9	8.0	S/D	S/D	S/D	S/D	45.00
PROMEDIO	35.26	33.43	32.17	27.25	16.70	12.34	15.36	15.56	17.65	22.80	25.52	33.50	49.11
DESV EST.	15.51	10.44	12.18	18.12	8.92	5.21	7.34	6.74	9.44	9.81	8.38	12.80	15.06
MÍNIMO	12.60	14.20	9.40	9.50	4.40	5.00	4.50	1.00	7.00	6.20	9.00	8.60	23.20
MÁXIMO	66.80	60.00	53.00	93.00	37.00	26.50	40.00	28.00	43.20	55.00	42.00	76.00	93.00

Fuente: SENAMHI



**Figura 10.** Precipitación máxima diaria, estación Oxapampa

Fuente: Propia

Debido a la escasa cantidad de información pluviográfica con que se cuenta en nuestro país, difícilmente pueden elaborarse las curvas IDF, por lo que el valor se estimará a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración; en la Tabla 10, se muestran coeficientes de duración, entre 1 hora y 48 horas, los mismos que podrán usarse, con criterio y cautela para el cálculo de la intensidad, cuando no se disponga de mejor información.

**Tabla 12.** *Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y una hora*

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64

LA N° 04: Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y una hora

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Para la transformación de precipitación máxima se realiza lo siguiente:

- a. Seleccionar las lluvias mayores para diferentes tiempos de duración.
- b. Ordenar de mayor a menor.
- c. Asignar a cada valor ordenado una probabilidad empírica.
- d. Calcular el tiempo de retorno de cada valor.
- e. Graficar la curva intensidad-frecuencia-duración.

A partir de la precipitación máxima de 24 horas se ha determinado la precipitación máxima instantánea para un periodo de duraciones de 10, 15, 30, 60, 120, 180 y 240 minutos a través de DYCK PESCHKE y WEIBULL, la cual fue sometida a un análisis de ajuste de frecuencia de las funciones de distribución para eventos extremos máximos por: Normal, Log normal-2P, Log normal-3P, Pearson-III, Logpearson-III y Gumbel, lo cual es seleccionado por el método analítico del error cuadrático mínimo.

**Tabla 13.** Transformación precipitación máxima diaria a diferentes periodos duración, por Dyck Peschke

Lluvias Máximas de la Estación Oxapampa(mm)								
Año	P.Max 24 horas	Duración en minutos						
		10	15	30	60	120	180	240
1964	40.00	11.5	12.8	15.2	18.1	21.5	23.8	25.6
1965	45.50	13.1	14.5	17.3	20.6	24.4	27.1	29.1
1966	47.00	13.6	15.0	17.9	21.2	25.3	27.9	30.0
1969	36.00	10.4	11.5	13.7	16.3	19.3	21.4	23.0
1970	43.20	12.5	13.8	16.4	19.5	23.2	25.7	27.6
1971	93.00	26.8	29.7	35.3	42.0	50.0	55.3	59.4
1972	43.20	12.5	13.8	16.4	19.5	23.2	25.7	27.6
1973	66.80	19.3	21.3	25.4	30.2	35.9	39.7	42.7
1974	31.60	9.1	10.1	12.0	14.3	17.0	18.8	20.2
1975	23.20	6.7	7.4	8.8	10.5	12.5	13.8	14.8
1976	26.60	7.7	8.5	10.1	12.0	14.3	15.8	17.0
1977	51.70	14.9	16.5	19.6	23.4	27.8	30.7	33.0
1978	52.50	15.2	16.8	19.9	23.7	28.2	31.2	33.5
1995	49.10	14.2	15.7	18.7	22.2	26.4	29.2	31.4
1996	55.00	15.9	17.6	20.9	24.8	29.6	32.7	35.1
1997	76.00	21.9	24.3	28.9	34.3	40.8	45.2	48.6
1998	60.00	17.3	19.2	22.8	27.1	32.2	35.7	38.3
1999	42.00	12.1	13.4	16.0	19.0	22.6	25.0	26.8
2000	63.00	18.2	20.1	23.9	28.5	33.8	37.5	40.3
2001	42.00	12.1	13.4	16.0	19.0	22.6	25.0	26.8
2002	40.00	11.5	12.8	15.2	18.1	21.5	23.8	25.6
2003	53.00	15.3	16.9	20.1	23.9	28.5	31.5	33.9
2004	62.00	17.9	19.8	23.6	28.0	33.3	36.9	39.6
2005	37.00	10.7	11.8	14.1	16.7	19.9	22.0	23.6
2006	41.00	11.8	13.1	15.6	18.5	22.0	24.4	26.2
2007	35.00	10.1	11.2	13.3	15.8	18.8	20.8	22.4
2008	38.00	11.0	12.1	14.4	17.2	20.4	22.6	24.3
2009	58.00	16.7	18.5	22.0	26.2	31.2	34.5	37.1
2010	46.00	13.3	14.7	17.5	20.8	24.7	27.4	29.4
2011	52.00	15.0	16.6	19.8	23.5	27.9	30.9	33.2

Fuente: Elaboración Propia (2018)

**Tabla 14.** *Precipitación a diferentes periodos duración, por Weibull*

Lluvia máxima aplicado a Weimbull(mm)								
N° orden	T (años)	Duración en minutos						
		10	15	30	60	120	180	240
1	31.00	26.85	29.71	35.33	42.02	49.97	55.30	59.42
2	15.50	21.94	24.28	28.87	34.34	40.83	45.19	48.56
3	10.33	19.28	21.34	25.38	30.18	35.89	39.72	42.68
4	7.75	18.19	20.13	23.93	28.46	33.85	37.46	40.25
5	6.20	17.90	19.81	23.55	28.01	33.31	36.87	39.61
6	5.17	17.32	19.17	22.80	27.11	32.24	35.68	38.34
7	4.43	16.74	18.53	22.04	26.20	31.16	34.49	37.06
8	3.88	15.88	17.57	20.90	24.85	29.55	32.70	35.14
9	3.44	15.30	16.93	20.14	23.95	28.48	31.51	33.86
10	3.10	15.16	16.77	19.95	23.72	28.21	31.22	33.54
11	2.82	15.01	16.61	19.76	23.49	27.94	30.92	33.23
12	2.58	14.92	16.52	19.64	23.36	27.78	30.74	33.03
13	2.38	14.17	15.69	18.65	22.18	26.38	29.20	31.37
14	2.21	13.57	15.02	17.86	21.23	25.25	27.95	30.03
15	2.07	13.28	14.70	17.48	20.78	24.72	27.35	29.39
16	1.94	13.13	14.54	17.29	20.56	24.45	27.05	29.07
17	1.82	12.47	13.80	16.41	19.52	23.21	25.69	27.60
18	1.72	12.47	13.80	16.41	19.52	23.21	25.69	27.60
19	1.63	12.12	13.42	15.96	18.98	22.57	24.97	26.84
20	1.55	12.12	13.42	15.96	18.98	22.57	24.97	26.84
21	1.48	11.84	13.10	15.58	18.52	22.03	24.38	26.20
22	1.41	11.55	12.78	15.20	18.07	21.49	23.78	25.56
23	1.35	11.55	12.78	15.20	18.07	21.49	23.78	25.56
24	1.29	10.97	12.14	14.44	17.17	20.42	22.59	24.28
25	1.24	10.68	11.82	14.06	16.72	19.88	22.00	23.64
26	1.19	10.39	11.50	13.68	16.26	19.34	21.41	23.00
27	1.15	10.10	11.18	13.30	15.81	18.80	20.81	22.36
28	1.11	9.12	10.10	12.01	14.28	16.98	18.79	20.19
29	1.07	7.68	8.50	10.11	12.02	14.29	15.82	17.00
30	1.03	6.70	7.41	8.81	10.48	12.47	13.79	14.82

Fuente: Elaboración propia (2018)

Una vez que se ha asignado el periodo de retorno para cada año de lluvia máxima anual de registro, se procedió a buscar la función de distribución de probabilidad teórica de mejor ajuste a los datos de la información, la cual es seleccionada a través del método analítico del error cuadrático mínimo.

**Tabla 15. Selección de la Distribución**

Elección de la función de distribución por método de error cuadrático mínimo														
Orden	Weibull	Ppmáx.24h $\chi_{e_i}$ (mm)	Normal		Log-Normal-2P		Log-Normal-3P		Gumbel		Pearson-III		Log-Pearson-III	
			$\chi_{o_i}$ (mm)	$(\chi_{e_i} - \chi_{o_i})^2$										
1	0.032	23.20	21.05	4.62	26.53	11.09	26.68	12.11	27.16	15.68	29.86	44.36	27.23	16.24
2	0.065	26.60	25.88	0.52	29.27	7.13	29.37	7.67	29.82	10.37	31.39	22.94	29.84	10.50
3	0.097	31.60	29.06	6.45	31.23	0.14	31.30	0.09	31.71	0.01	32.63	1.06	31.71	0.01
4	0.129	35.00	31.53	12.04	32.84	4.67	32.89	4.45	33.26	3.03	33.73	1.61	33.25	3.06
5	0.161	36.00	33.60	5.76	34.26	3.03	34.29	2.92	34.62	1.90	34.76	1.54	34.60	1.96
6	0.194	37.00	35.42	2.50	35.55	2.10	35.57	2.04	35.86	1.30	35.74	1.59	35.84	1.35
7	0.226	38.00	37.06	0.88	36.75	1.56	36.76	1.54	37.03	0.94	36.69	1.72	37.00	1.00
8	0.258	40.00	38.57	2.04	37.90	4.41	37.90	4.41	38.13	3.50	37.63	5.62	38.10	3.61
9	0.290	40.00	39.98	0.00	39.01	0.98	39.00	1.00	39.21	0.62	38.56	2.07	39.17	0.69
10	0.323	41.00	41.33	0.11	40.09	0.83	40.07	0.86	40.26	0.55	39.48	2.31	40.21	0.62
11	0.355	42.00	42.61	0.37	41.16	0.71	41.13	0.76	41.30	0.49	40.42	2.50	41.24	0.58
12	0.387	42.00	43.86	3.46	42.22	0.05	42.18	0.03	42.33	0.11	41.37	0.40	42.26	0.07
13	0.419	43.20	45.08	3.53	43.27	0.00	43.24	0.00	43.37	0.03	42.33	0.76	43.28	0.01
14	0.452	43.20	46.27	9.42	44.34	1.30	44.30	1.21	44.42	1.49	43.32	0.01	44.31	1.23
15	0.484	45.50	47.45	3.80	45.42	0.01	45.37	0.02	45.50	0.00	44.34	1.35	45.36	0.02
16	0.516	46.00	48.63	6.92	46.52	0.27	46.47	0.22	46.59	0.35	45.40	0.36	46.43	0.18
17	0.548	47.00	49.81	7.90	47.66	0.44	47.60	0.36	47.73	0.53	46.51	0.24	47.53	0.28
18	0.581	49.10	51.01	3.65	48.83	0.07	48.77	0.11	48.91	0.04	47.66	2.07	48.68	0.18
19	0.613	51.70	52.23	0.28	50.05	2.72	49.99	2.92	50.14	2.43	48.89	7.90	49.87	3.35
20	0.645	52.00	53.47	2.16	51.34	0.44	51.28	0.52	51.45	0.30	50.19	3.28	51.13	0.76
21	0.677	52.50	54.76	5.11	52.70	0.04	52.64	0.02	52.84	0.12	51.59	0.83	52.46	0.00
22	0.710	53.00	56.10	9.61	54.16	1.35	54.10	1.21	54.34	1.80	53.11	0.01	53.89	0.79
23	0.742	55.00	57.52	6.35	55.75	0.56	55.69	0.48	55.98	0.96	54.78	0.05	55.45	0.20
24	0.774	58.00	59.03	1.06	57.49	0.26	57.43	0.32	57.80	0.04	56.64	1.85	57.16	0.71
25	0.806	60.00	60.67	0.45	59.44	0.31	59.39	0.37	59.85	0.02	58.74	1.59	59.09	0.83
26	0.839	62.00	62.49	0.24	61.68	0.10	61.64	0.13	62.22	0.05	61.18	0.67	61.31	0.48
27	0.871	63.00	64.56	2.43	64.34	1.80	64.31	1.72	65.07	4.28	64.12	1.25	63.94	0.88
28	0.903	66.80	67.03	0.05	67.66	0.74	67.65	0.72	68.68	3.53	67.84	1.08	67.25	0.20
29	0.935	76.00	70.21	33.52	72.18	14.59	72.21	14.36	73.67	5.43	72.97	9.18	71.79	17.72
30	0.968	93.00	75.04	322.56	79.64	178.49	79.74	175.83	82.04	120.12	81.56	130.87	79.33	186.87
$\sum_{i=1}^n (\chi_{e_i} - \chi_{o_i})^2$			457.81		240.17		238.42		<b>180.02</b>		251.06		254.38	
$C = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\chi_{e_i} - \chi_{o_i})^2}$			21.40		15.50		15.44		<b>13.42</b>		15.84		15.95	

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Tabla 16. Intensidades máximas**

Intensidades máximas (mm/h)						
	$I =$	$\frac{KT^m}{t^n}$				
		$t^n$				
	$K =$	333.31				
	$m =$	0.32				
	$n =$	0.75				
Duración (t) (minutos)	Período de Retorno (T) en años					
	10	25	30	35	50	100
70	28.78	38.58	40.9	42.97	48.16	60.12
66	30.07	40.32	42.74	44.9	50.33	62.83
60	32.3	43.31	45.91	48.23	54.06	67.49
52	35.96	48.22	51.11	53.7	60.19	75.14
47	38.92	52.18	55.31	58.11	65.14	81.31
43	41.69	55.89	59.25	62.25	69.77	87.10
37	46.14	61.86	65.58	68.89	77.22	96.4
34	50.01	67.05	71.08	74.67	83.7	104.49
31	53.39	71.59	75.89	79.73	89.36	111.56
29	56.01	75.1	79.61	83.64	93.75	117.03
25	63.04	84.53	89.6	94.13	105.52	131.72
21	71.76	96.21	101.99	107.15	120.1	149.92
18	80.36	107.74	114.21	119.99	134.49	167.89
14	96.22	129	136.75	143.67	161.04	201.03
11	119.39	160.07	169.68	178.26	199.81	249.43
10	123.84	166.03	176.01	184.91	207.26	258.73
5	208.27	279.23	296.01	310.97	348.57	435.13
2	414.07	555.16	588.51	618.27	693.02	865.12

Fuente: Elaboración propia (2018)

### 3.1.1.1.2 Coeficiente de Escorrentía

En este caso según el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma OS.060, se toma el coeficiente de escorrentía según el retorno en años de 0.86.

Entonces:

$$Q = 0.30 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$C = 0.89$  (para una superficie de concreto y para un periodo de recurrencia de mayor de 25 años)

$I = 184.91$  mm/hr (para tiempo de concentración de 10 min y periodo recurrencia de 35 años de la transformación de la profundidad de diseño de la precipitación)

$A = 0.0068$  Km<sup>2</sup>; (considerando las áreas de influencia de la plaza y parte del techo de media agua). El coeficiente 1/3,6, corresponde a la transformación de unidades. Para el caso en que el área se expresara en Km<sup>2</sup>).

**Tabla 10. Cálculo de caudales**

Orden	Nombre	Area	Desnivel	Longitud del cauce	Pendiente	Tiempo concentr.		Precipitación Máx.			Coeficiente Escurrent			Caudal Máximo			
						Tc		(mm)			C			Q (máx.)			
						(horas)	(min)	Tr=25	Tr=35	Tr=50	Tr=25	Tr=35	Tr=50	Tr=25	Tr=35	Tr=50	
		A (km2)	H (m.)	L (m.)	S (m/m)												
1	Cuneta_Av.Leopoldo Krause	0.0065	1.70	113.50	0.015	0.17	10.00	166.0	184.9	207.3	0.86	0.89	0.90	0.26	0.30	0.34	
2	Alcantarilla_MC	4.440	305.00	2,468.00	0.124	0.86	51.60	48.2	53.7	60.2	0.40	0.43	0.44	23.79	28.48	32.66	

Fuente: Elaboración propia (2018)

El caudal para el periodo de retorno en años es de:

Para 25 años: 0.26 m<sup>3</sup>/s

Para 35 años: 0.30 m<sup>3</sup>/s

Para 50 años: 0.34 m<sup>3</sup>/s

### 3.1.1.1.1 Índice de serviciabilidad presente

Para la determinación de la serviciabilidad del pavimento se utilizó la **Tabla 5**. (Escala de calificación de Serviciabilidad según AASHO), considerando la evaluación del PCI que según las fallas se considera que el pavimento estudiado muestra un Índice de Serviciabilidad Presente: **MALA**.

### 3.1.1.1.2 Índice de condición del pavimento

1. **PIEL DE COCODRILO:** también llamadas grietas de fatiga, se dan en la capa de rodadura a consecuencia de la acción repetida de cargas de tránsito.



**Figura 11.** Progresiva 0+000 a 0+100 de Oeste a Este y de Este a Oeste  
Fuente: Propia

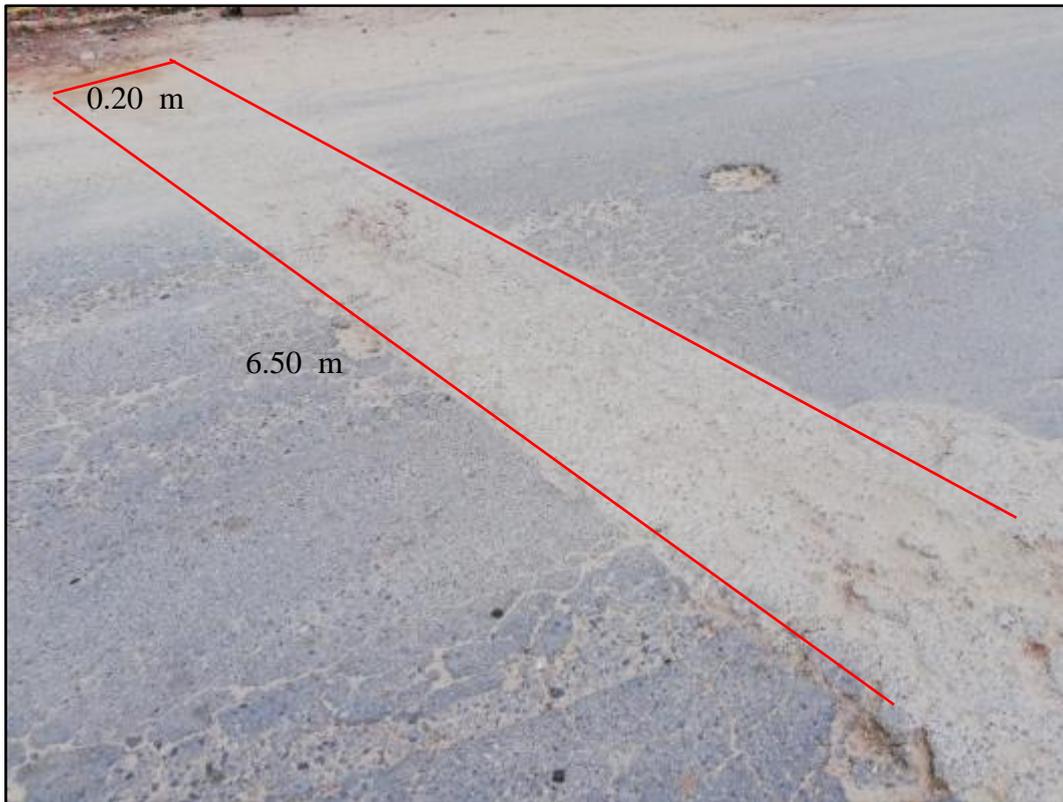
Este tipo de falla de la **Figura 9.**, se ubica en la progresiva 0+000 a 0+100, presentando lo siguiente:

- SEVERIDAD: **MEDIO (MÉDIUM)** – Cuando las grietas se dan en mayor proporción y tienden a estar expuestas a descascararse.
- MEDICIÓN: Su medición se da en **metros cuadrados** del área afectada.

Este tipo de falla de la **Figura 9.**, se ubica en la progresiva 0+000 a 0+100, presentando lo siguiente:

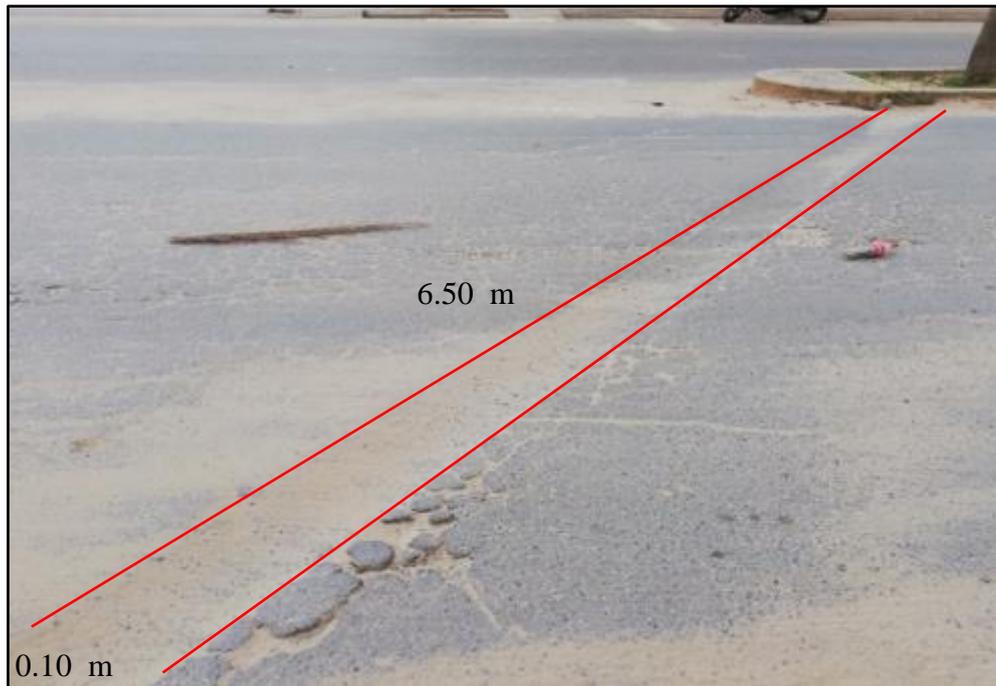
- SEVERIDAD: **ALTO (HIGH)** – Cuando las grietas han evolucionado, de modo que se encuentran bien enmarcados, expuestos a que los pedazos puedan moverse bajo el tránsito.
- MEDICIÓN: Su medición se da en **metros cuadrados** del área afectada.

2. **BACHEOS Y ZANJAS:** son las áreas del pavimento que han sido reparadas o reemplazadas con algún material nuevo. Por ello es considerada como un deterioro ya que por lo general provoca incomodidad o cierta irregularidad en el tránsito.



**Figura 9.** *Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste*  
Fuente: Propia

SEVERIDAD: **ALTO (HIGH)** – Cuando se encuentra muy deteriorado.



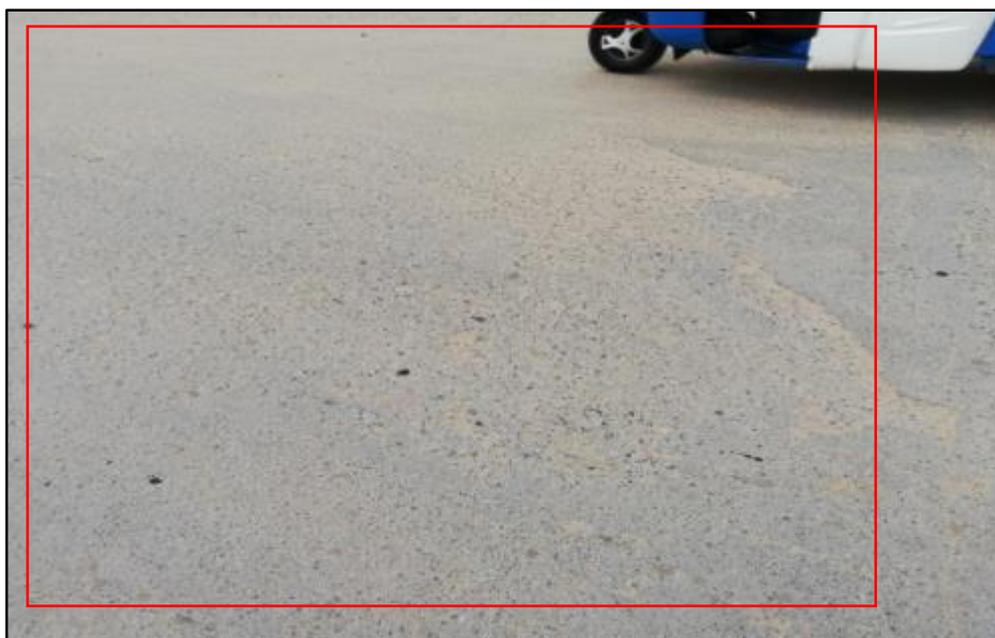
**Figura 10.** Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste  
Fuente: Propia

SEVERIDAD: **BAJO (LOW)** – cuando se encuentra en buena condición sin obstrucción al tránsito.

MEDICIÓN: Su medición se da en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) del área afectada.

**3. AGREGADOS PULIDOS:** Se da por causa de la carga repetida de tránsito. En este tipo de Falla no se cuenta con un nivel de severidad, a lo que se tiende es a una reparación de tratamiento superficial.

- MEDICIÓN: Su medición se da en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) del área afectada. En este caso según la Inspección realizada **toda la capa de rodadura** del pavimento muestra este tipo de deterioro.



**Figura 11.** *Agregados pulidos*  
Fuente: Propia

4. **HUECOS:** Son superficies desprendidas del pavimento tomando la forma de un tazón, usualmente tienen un diámetro de 0.90m, éstas conforme pasa el tiempo y por la acumulación de agua va aumentando su crecimiento. Los huecos llegan a ser un daño estructural, ya que permite el paso del agua a toda la estructura del pavimento haciendo que ésta se desprenda.

SEVERIDAD: Para los niveles de severidad de los huecos se presenta el siguiente cuadro:

**Tabla 11.** *Cuadro de nivel de severidad para huecos*

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

MEDICIÓN: Su medición se da en la cantidad de huecos existentes.



**Figura 12.** Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste  
Fuente: Propia

SEVERIDAD: **BAJO** (LOW)



**Figura 13.** Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste  
Fuente: Propia

SEVERIDAD: **BAJO** (LOW)



**Figura 14.** *Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste*  
Fuente: Propia

SEVERIDAD: ALTO (HIGH)



**Figura 15.** *Progresiva 0+200 a 0+300 de Oeste a Este*  
Fuente: Propia

SEVERIDAD: ALTO (HIGH)



**Figura 16.** *Progresiva 0+200 a 0+300 de Oeste a Este*

Fuente: Propia

SEVERIDAD: **ALTO** (HIGH)



**Figura 17.** *Progresiva 0+200 a 0+300 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

SEVERIDAD: **MEDIO** (MEDIUM)



**Figura 18.** *Progresiva 0+300 a 0+400 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

SEVERIDAD: **BAJO** (LOW)



**Figura 19.** *Progresiva 0+400 a 0+500 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

SEVERIDAD: **BAJO** (LOW)



**Figura 20.** *Progresiva 0+400 a 0+500 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

SEVERIDAD: **BAJO** (LOW)



**Figura 21.** *Progresiva 0+400 a 0+500 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

SEVERIDAD: **MEDIO** (MEDIUM)



**Figura 22.** *Progresiva 0+500 a 0+600 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

SEVERIDAD: **ALTO (HIGH)**

5. **DISGREGACIÓN O DESINTEGRACIÓN:** Es la pérdida de superficie del pavimento a consecuencia del endurecimiento de la carpeta asfáltica, por el tránsito pesado.



**Figura 23.** *Progresiva 0+000 a 0+100 de Oeste a Este*

Fuente: Propia

SEVERIDAD: **BAJO (LOW)** – Cuando se nota la aparición de los agregados en la superficie.



**Figura 24.** *Progresiva 0+000 a 0+100 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

- **SEVERIDAD: ALTO (HIGH)** – Cuando se nota la pérdida de los agregados en la superficie del pavimento, dando lugar a una superficie de textura rugosa.



**Figura 25.** *Progresiva 0+000 a 0+100 de Oeste a Este*

Fuente: Propia

**SEVERIDAD: ALTO (HIGH)**

**MEDICIÓN:** Su medición se da en **metros cuadrados** (m<sup>2</sup>) del área afectada.

Según los datos recogidos se llegan al análisis que la condición del pavimento flexible presenta lo siguiente:

**A. Se identificó 5 tipos de fallas en el pavimento flexible, los cuales fueron:**

- Piel de cocodrilo
- Baches y zanjas reparadas
- Agregados pulidos
- Huecos
- Disgregación y desintegración

**B. El nivel de severidad encontrado en las fallas fueron:**

En la progresiva de **0+000 a 0+100** ambos sentidos

- BAJO (LOW): 0.650 m<sup>2</sup> de Baches y zanjas reparadas, 0.0072 m<sup>2</sup> de Huecos y 0.50 m<sup>2</sup> de Disgregación y desintegración.
- MEDIO (MEDIUM): 3.20 m<sup>2</sup> de Piel de cocodrilo, 650.00 m<sup>2</sup> de Agregados Pulidos y 0.020 m<sup>2</sup> de Huecos.
- ALTO (HIGH): 4.55 m<sup>2</sup> de Piel de cocodrilo, 1.30 m<sup>2</sup> de Baches y zanjas reparadas, 650.00 m<sup>2</sup> de Agregados pulidos y 12.50 m<sup>2</sup> de Disgregación y desintegración.

En la progresiva de **0+100 a 0+200** ambos sentidos

- MEDIO (MEDIUM): 1300.00 m<sup>2</sup> de Agregados Pulidos.

En la progresiva de **0+200 a 0+300** ambos sentidos

- BAJO (LOW): 0.004 m<sup>2</sup> de Huecos.
- MEDIO (MEDIUM): 1300.00 m<sup>2</sup> de Agregados Pulidos y 0.006 m<sup>2</sup> de Huecos.
- ALTO (HIGH): 0.06 m<sup>2</sup> de Huecos.

En la progresiva de **0+300 a 0+400** ambos sentidos

- BAJO (LOW): 0.002 m<sup>2</sup> de Huecos.
- MEDIO (MEDIUM): 650.00 m<sup>2</sup> de Agregados Pulidos.
- ALTO (HIGH): 650.00 m<sup>2</sup> de Agregados pulidos.

En la progresiva de **0+400 a 0+500** ambos sentidos

- BAJO (LOW): 0.0013 m2 de Huecos.
- MEDIO (MEDIUM): 650.00 m2 de Agregados Pulidos.
- ALTO (HIGH): 650.00 m2 de Agregados pulidos.

En la progresiva de **0+500 a 0+600** ambos sentidos

- BAJO (LOW): 0.014 m2 de Huecos.
- MEDIO (MEDIUM): 1300.00 m2 de Agregados Pulidos.
- ALTO (HIGH): 0.03 m2 de Huecos.

En la progresiva de **0+600 a 0+680.91** ambos sentidos

- BAJO (LOW): 1051.83 m2 de Agregados pulidos.

**C. Extensión de área evaluada:**

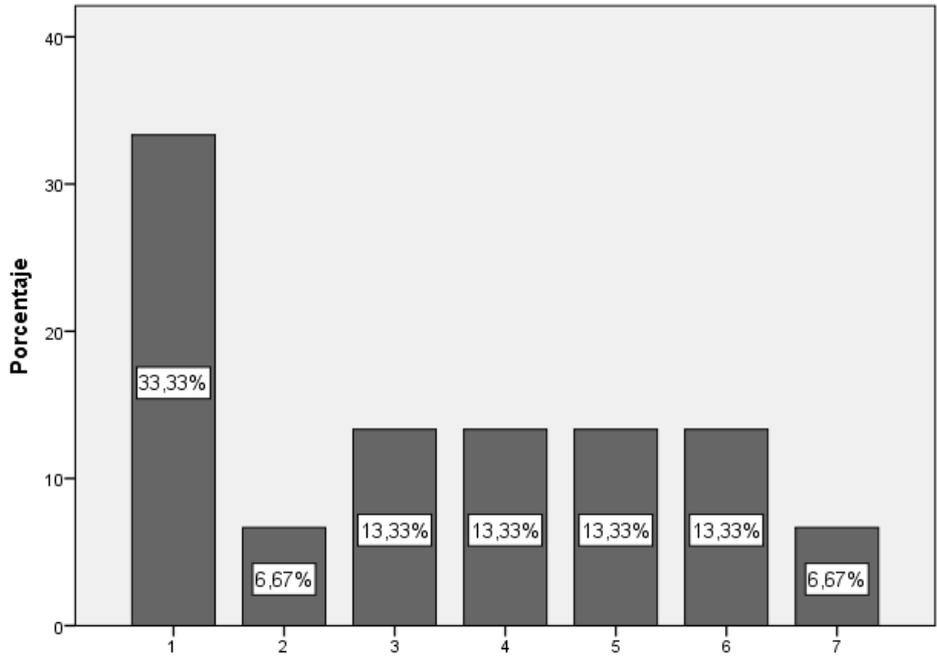
- LONGITUD: 680.81.
- ANCHO DE VÍA: 14 m.
- ÁREA: 9531.34 m2.

FICHA DE DATOS																	
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>																	
DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN																	
"MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL NORMATIVA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAUSE - VILLA RICA - 2018"																	
DATOS GENERALES																	
EVALUADOR : CARHUAS MALLQUI JOSELINE				FECHA :		24 DE SETIEMBRE DEL 2018											
DISTRITO : VILLA RICA				ALTITUD :		1 484 m.s.n.m											
PROVINCIA : OXAPAMPA				LATITUD :		10°43'10"											
REGION : PASCO				LONGITUD :		75°16'10"											
DATOS COMPLEMENTARIOS																	
ZONA:		AV. LEOPOLDO KRAUSE															
CÓDIGO DE VÍA:		0+000 a 0+680.91															
ANCHO DE LA VÍA:		14 M															
NUM. DE DIRECCIONES:		2															
ANÁLISIS DE CONSERVACIÓN (PCI)																	
Nº	TIPOS DE FALLAS	SEVER.	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL (A)	DENSIDAD % ((A)/ÁREA DE MUESTRA*100)	VALOR DEDUCIDO (VD)		
1	GRIETA PIEL DE COCODRILO	L													3.20	0.03	1.50
		M	3.200														
11	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	L													0.650	0.01	1.00
		M	0.650														
12	AGRIGADOS PULVIDOS	L													1091.830	11.02	4.90
		M	650.000	1300.00	1300.00	650.00	650.00	1300.00									
13	HUECOS	L													2.000	0.30	7.00
		M	2.000	2.000	5.000	18.000	2.000										
19	DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN	L													1.000	0.07	2.00
		M	0.000	5.000	0.00	9.00	4.00										
		L													0.50	0.01	1.00
		M	0.50														
													TOTAL		101.60		
Números de valores deducidos > 2 (n) :			6														
Valor deducido más alto (HVD) :			65.00														
Números máximo de valores deducidos (mi) :			6														
													VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)				
Nº	VALORES DEDUCIDOS										VDT	e	VDC				
1	47.20	13.90	13.00	7.20	7.00	4.90	2.00	1.90	1.50	1.00	1.00	101.60	6	49.00			
2	47.20	13.90	13.00	7.20	7.00	2.00	2.00	1.90	1.50	1.00	1.00	98.70	5	46.00			
3	47.20	13.90	13.00	7.20	2.00	1.50	2.00	1.90	1.50	1.00	1.00	93.20	4	52.00			
4	47.20	13.90	13.00	2.00	1.90	1.50	2.00	1.90	1.50	1.00	1.00	87.90	3	56.00			
5	47.20	13.90	2.00	2.00	1.90	1.50	2.00	1.90	1.50	1.00	1.00	76.90	2	56.00			
6	47.20	2.00	2.00	2.00	1.90	1.50	2.00	1.90	1.50	1.00	1.00	65.00	1	65.00			
													Máx. VDC		65.00		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) :													PCI = 100 - (Máx. VDC o Total VD)				
													35				
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :													MALO				

Figura 26. Aplicación de Metodología PCI

Fuente: Elaboración propia

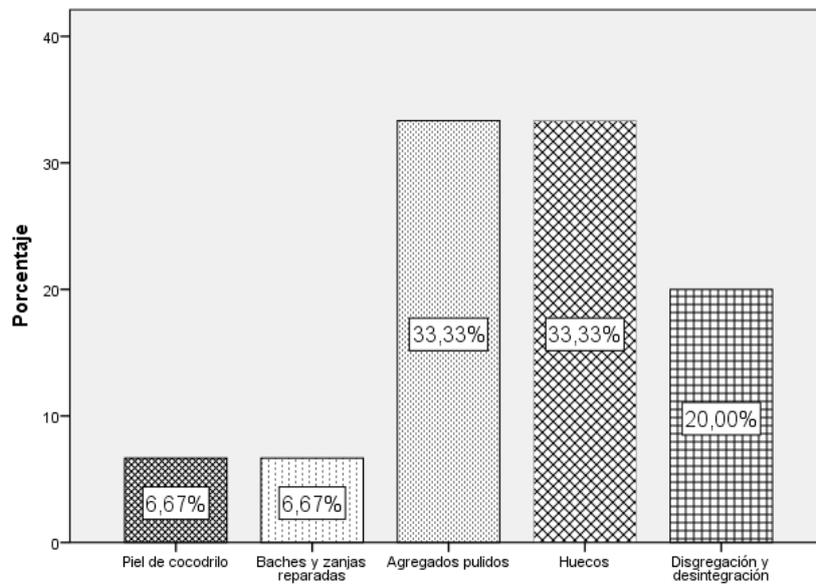
Según muestra la **Fig. 27**. La condición que presenta el estado del pavimento es MUY MALO, por lo tanto se deben tomar las medidas preventivas, en este caso una Rehabilitación o reconstrucción.



**Figura 27.** Porcentaje de fallas encontradas

Fuente: Elaboración propia

Según se muestra en la **Fig. 28** el mayor número de fallas encontrados fue en el tramo 1 que viene a ser la progresiva 0+000 a 0+100 con un porcentaje de 33.33 %, en el tramo 2 un porcentaje de 6.67%, en el tramo 3, 4, 5 y 6 un porcentaje de 13.33% y en el tramo 7 un 6.67%.

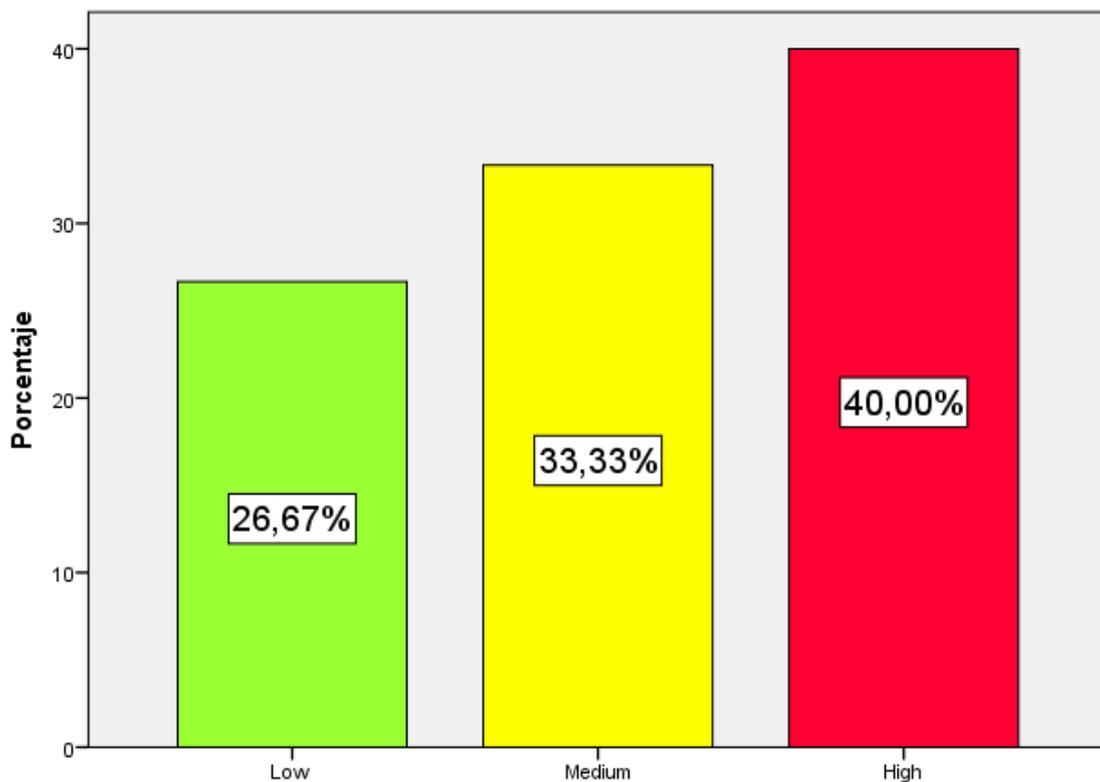


**Figura 28.** Porcentaje de cada falla encontrada

Fuente: Elaboración propia

Según la **Fig. 29** se observa que se encontraron 5 tipos de fallas: PIEL DE COCODRILO, BACHES Y ZANJAS REPARADAS, AGREGADOS PULIDOS, HUECOS Y DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN, que en general el pavimento presentaba un mayor número de Agregado pulido y Huecos con un porcentaje de 33.33%.

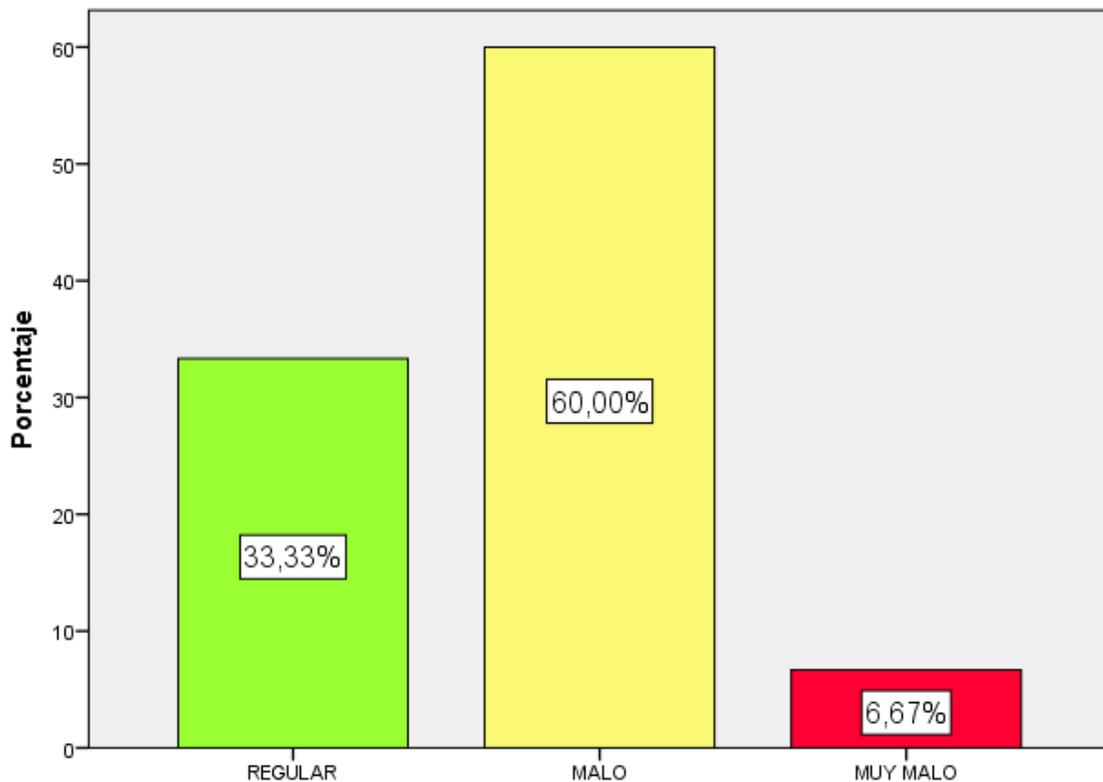
**Los Huecos:** es un tipo de falla del pavimento flexible que se da en su mayoría por la presencia de lluvia.



**Figura 29.** *Porcentaje del nivel de severidad*

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la **Fig. 30** el nivel de severidad encontrado con un porcentaje de 40.00% es el **HIGH**.



**Figura 30.** *Porcentaje de condición del pavimento*

Fuente: Elaboración Propia

En la **Fig. 31** se muestra un resumen de clasificación que presenta el pavimento, observando que el 60 % se encuentra en un estado MALO, el 33.33% un estado REGULAR y el 6,67 % un estado MUY MALO. Este resultado nos determina que se tienen que tomar medidas de solución ante este problema.

#### **A. Interpretación de resultados:**

En base a los resultados se comprueba que para el diseño de una carretera es muy importante tomar en cuenta los datos hidrológicos como la precipitación, la escorrentía y el caudal, ya que estos factores favorecen un buen diseño de las cunetas y la capacidad que tendrá para la evacuación las aguas lluvias, también se observa que la precipitación pluvial genera diversas patologías en el pavimento, es por ello que mediante estos resultados podemos afirmar que la vida útil de un pavimento se relaciona con el drenaje pluvial. En la **Fig. 31** se muestra un resumen de clasificación que presenta el pavimento, observando que el 60 % se encuentra en un estado MALO, el 33.33% un estado REGULAR y el 6,67 % un estado MUY MALO.

### 3.1.1.2 Determinación de la relación entre los componentes del drenaje y la vida útil del pavimento flexible

#### 3.1.1.2.1 Bombeo

Según el expediente técnico “Pavimentación de la Av. Leopoldo Krause y Av. Puerto Bermúdez” del año 2007 – 2010, detalla que el sistema de drenaje pluvial cuenta con una pendiente de 3% a 4.6%. Entonces quiere decir que muestra una pendiente Favorable para la conducción del agua pluvial.



**Figura 31.** *Inspección visual de cuneta*

Fuente: Propia

### 3.1.1.2.2 Cunetas

#### A. Dimensión de cunetas

En este contexto se describirá las medidas de las cunetas, según Inspección visual:



**Figura 32.** *Progresiva 0+000*  
Fuente: propia



**Figura 33.** *Medidas de cunetas*

Fuente: Propia

Se tomaron las medidas de la cuneta en la progresiva 0+000 que empiezan entre el cruce de la Av. Leopoldo Krause con el Jr. Adolfo Aranda en el sentido de Oeste a Este como se muestra en la **Fig. 34** siendo de 40 cm de ancho y 22 cm de alto.



**Figura 34.** *Medida de cuneta*

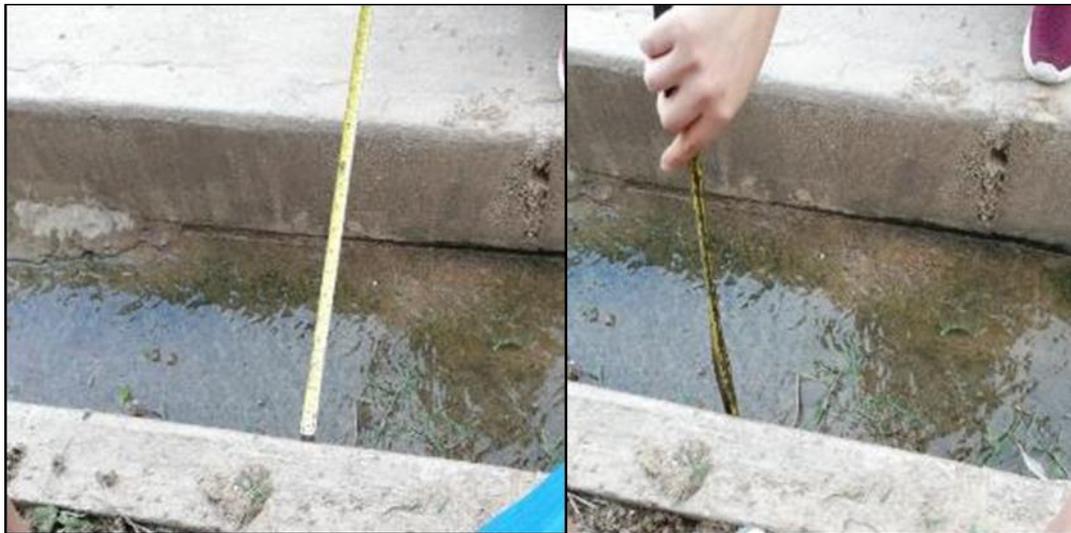
Fuente: Propia

En la **Fig. 35** Se muestra que en este sentido de Este a Oeste de la progresiva 0+000, las cunetas están en reconstrucción. Por tal motivo se desconoce la medida que tomará.



**Figura 35.** Progresiva 0+100 de Este a Oeste

Fuente: propia



**Figura 36.** Progresiva 0+100 de Oeste a Este

Fuente: Propia

Las medidas obtenidas de la cuneta en la progresiva 0+100 del sentido de Oeste a Este la cual se encuentra entre en la Av. Leopoldo Krause con el cruce del Jr. Valentín Cueva siendo de: 0.40 m x 0.28 m.



**Figura 37.** *Progresiva 0+100 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

Las medidas obtenidas de la cuneta en la progresiva 0+100 del sentido de Este a Oeste la cual se encuentra entre en la Av. Leopoldo Krause con el cruce del Jr. Valentín Cueva fue de: 0.40 m x 0.28 m.



**Figura 38.** *Progresiva 0+200*

Fuente: propia



**Figura 39.** *Medida de cuneta de la progresiva 0+200 de Oeste a Este*

Fuente: Propia

Las medidas obtenidas de la cuneta en la progresiva 0+200 del sentido de Oeste a Este la cual empieza entre el cruce de la Av. Leopoldo Krause con el Jr. Andrés EGG fue de: 0.40 m x 0.25 m.



**Figura 40.** *Medida de cuneta en la progresiva 0+200 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

Las medidas obtenidas de la cuneta en la progresiva 0+200 del sentido de Este a Oeste la cual empieza entre el cruce de la Av. Leopoldo Krause con el Jr. Andrés EGG fue de: 0.40 m x 0.25 m.



**Figura 41.** Inspección visual de cuneta en la progresiva 0+300

Fuente: propia



**Figura 42.** Medida de cuneta en la progresiva 0+300 de Oeste a Este

Fuente: Propia

Las medidas obtenidas de la cuneta en la progresiva 0+300 del sentido de Oeste a Este la cual empieza entre el cruce de la Av. Leopoldo Krause con el Jr. Marcos Cánepa fue de: 0.40 m x 0.25 m.



**Figura 43.** *Medida de cuneta en la progresiva 0+300 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

Las medidas obtenidas de la cuneta en la progresiva 0+300 del sentido de Este a Oeste la cual empieza entre el cruce de la Av. Leopoldo Krause con el Jr. Marcos Cánepa fue de: 0.40 m x 0.25 m.



**Figura 44.** Inspección visual de cuneta en la progresiva 0+400

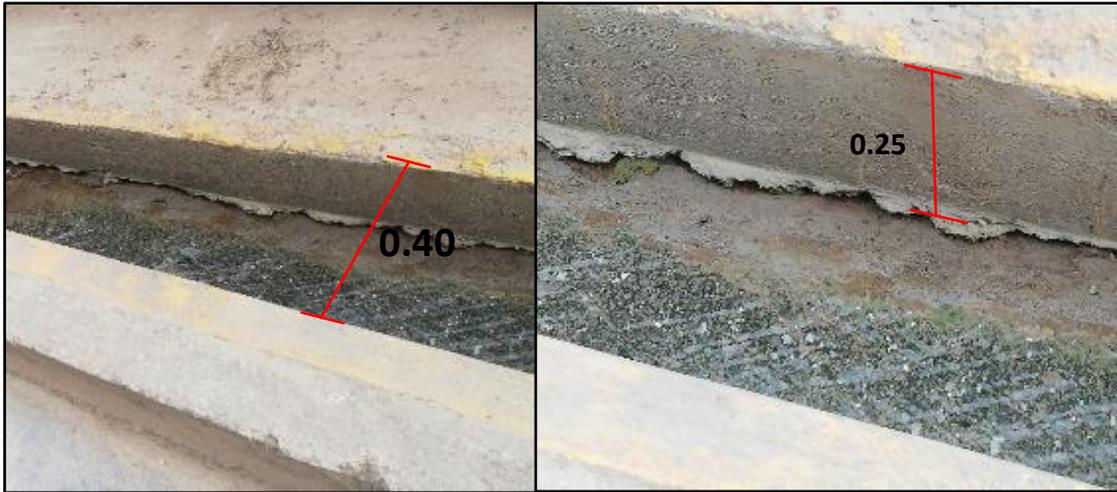
Fuente: propia



**Figura 45.** Medida de cuneta en la progresiva 0+400 de Oeste a Este

Fuente: Propia

Las medidas obtenidas de la cuneta en la progresiva 0+400 del sentido de Oeste a Este la cual empieza entre el cruce de la Av. Leopoldo Krause con el Jr. Carlos Moali fue de: 0.40 m x 0.25 m.



**Figura 46.** Medida de cuneta 0+400 de Este a Oeste

Fuente: Propia

Las medidas obtenidas de la cuneta en la progresiva 0+400 del sentido de Este a Oeste la cual empieza entre el cruce de la Av. Leopoldo Krause con el Jr. Carlos Moali fue de: 0.40 m x 0.25 m.



**Figura 47.** Inspección visual de cuneta en la progresiva 0+500

Fuente: propia



**Figura 48.** *Medida de cuneta en la progresiva 0+500 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

Las medidas obtenidas de la cuneta en la progresiva 0+400 del sentido de Este a Oeste la cual empieza entre el cruce de la Av. Leopoldo Krause con el Jr. Pozuzo fue de: 0.40 m x 0.22 m.



**Figura 49.** *Inspección visual de cuneta en la progresiva 0+600*

Fuente: propia



**Figura 50.** Inspección visual de cuneta en la progresiva 0+680.91

Fuente: propia



**Figura 51.** Medida de cuneta en la progresiva 0+600 y 0+680.91 de Oeste a Este

Fuente: Propia

Las medidas obtenidas de la cuneta en la progresiva 0+600 – 0+680.91 del sentido de Oeste a Este la cual empieza entre el cruce de la Av. Leopoldo Krause con el Jr. Cooperativa fue de: 0.40 m x 0.25 m.



**Figura 52.** Medida de cuneta en la progresiva 0+600 a 0+680.91 de Este a Oeste

Fuente: Propia

Las medidas obtenidas de la cuneta en la progresiva 0+600 – 0+680.91 del sentido de Este a Oeste la cual empieza entre el cruce de la Av. Leopoldo Krause con el Jr. Cooperativa fue de: 0.50 m x 0.30 m.

### **B. Identificación de los tipos de fallas y grado de severidad**

Para la identificación de las fallas y análisis del nivel de severidad se hizo un recorrido en la zona de estudio que viene hacer la Av. Leopoldo Krause, efectuando un registro de todo lo observado.

- **DESGASTE (DSU):** Este tipo de falla corresponde al deterioro de la superficie, ya sea a casusa de la mala calidad de los materiales empleados, o a causa de las altas velocidades del flujo por la cual es conducida, y que mayormente se dan en las épocas de lluvias intensas.

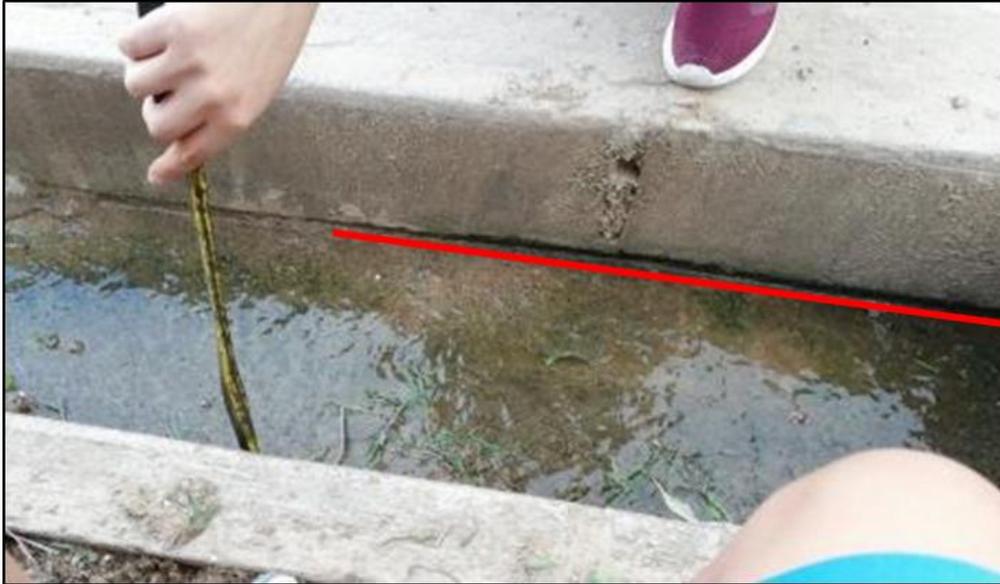


**Figura 53.** Progresiva 0+000 a 0+100 de Oeste a Este

Fuente: Propia

Este tipo de falla se encuentra entre las progresivas 0+000 a 0+100 donde el área afectada es de 200 cm<sup>2</sup>.

- **SEVERIDAD: MEDIA** – se nota claramente en la **Fig. 54** que la pérdida de las partículas del concreto es leve. Ésta comprende un área de 0.10 m x 0.20 m = 0.02 m<sup>2</sup>.
- **GRIETAS (GR):** esto se dan debido a la carga que soporta la estructura del pavimento, al material utilizado, o al defecto constructivo.



**Figura 54.** *Progresiva 0+100 a 0+200*  
Fuente: Propia

Este tipo de falla se encuentra entre las progresivas 0+100 a 0+200 donde el área afectada es de 50 cml.

- SEVERIDAD: **BAJA** – ya que según la evaluación la grieta no permite la filtración profunda del agua a la estructura, tiene como abertura (g) menor de 3 mm.

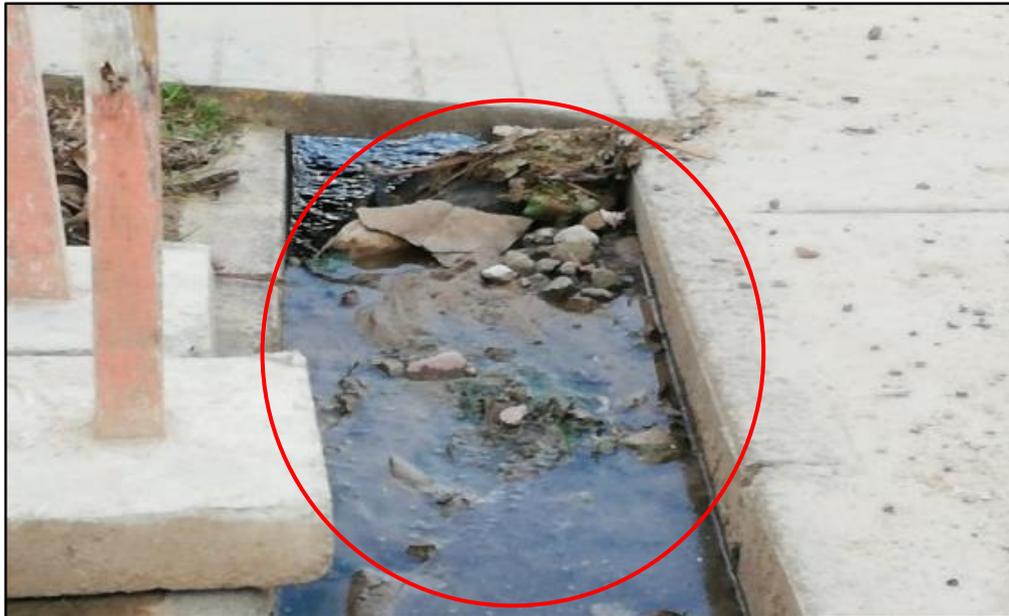


**Figura 55.** *Progresiva 0+100 a 0+200*

Fuente: Propia

En este caso la grieta muestra una severidad tipo **ALTA** ya que la abertura es mayor a 10 mm.

- **OBSTRUCCIÓN:** se da mediante la acumulación de sedimentos en las cunetas, a consecuencia de diversas causas como: baja velocidad del flujo, arrojado de desperdicios en las cunetas, etc.



**Figura 56.** *Progresiva 0+200 de Este a Oeste*

Fuente: Propia

Este tipo de falla se encuentra entre las progresivas 0+100 a 0+200 donde el área afectada es de 0.52m<sup>2</sup> (1.30 m x 0.40m).

- **SEVERIDAD:** ALTA – más del 30% de la sección de la cuneta se encuentra obstruida.

- **ESCALONAMIENTO:** cuando parte de la estructura presenta un desnivel.



**Figura 57.** Progresiva 0+200 a 0+300 de Este a Oeste

Fuente: Propia

- SEVERIDAD: **MEDIA** – Cuando el desnivel es  $6.0 < e < 25.0$  mm.



**Figura 58.** Progresiva 0+200 a 0+300 de Este a Oeste

Fuente: Propia

- SEVERIDAD: **ALTA** – Cuando el desnivel es  $e > 25.0$  mm.
- **FRACTURAMIENTO DE LA ESTRUCTURA:** Cuando la cuenta presenta agrietamiento en bloques de más de 0.30 m x 0.30 m.



**Figura 59.** *Progresiva 0+400 de Oeste a Este*

Fuente: Propia

- SEVERIDAD: **MEDIA** – Cuando los agrietamientos presentan una abertura entre 3mm y 10mm con desplazamiento sin hundimiento.

### 3.1.1.2.3 Inspección de alcantarilla



**Figura 60.** *Inspección visual de alcantarilla*

Fuente: Propia



**Figura 61.** *Inspección visual de alcantarilla*

Fuente: Propia

De las figuras podemos observar que las alcantarillas presentan ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS, un tipo de severidad MEDIA debido a que no obstruye el paso del agua en mayor porcentaje.

Según los datos anteriores sobre el cálculo del caudal se realizó el dimensionamiento de la sección de la cuneta y alcantarillado obteniendo lo siguiente:

## **AV. LEOPOLDO KRAUSE**

Para el diseño se ha considerado una manzana de menor pendiente longitudinal para ser más conservador en el diseño y cuya área de influencia  $L \times A$  m<sup>2</sup>, donde  $L$ = longitud de una manzana y  $A=L/2$  (la mitad de la manzana transversal). El área de influencia está conformada por los techos de las viviendas, las veredas y la carpeta asfáltica desde el medio del ancho de calzada ya que esta se divide ambos lados por bombeo de la pista cuyos resultados se indican como sigue:

### **a. Para la sección propuesta:**

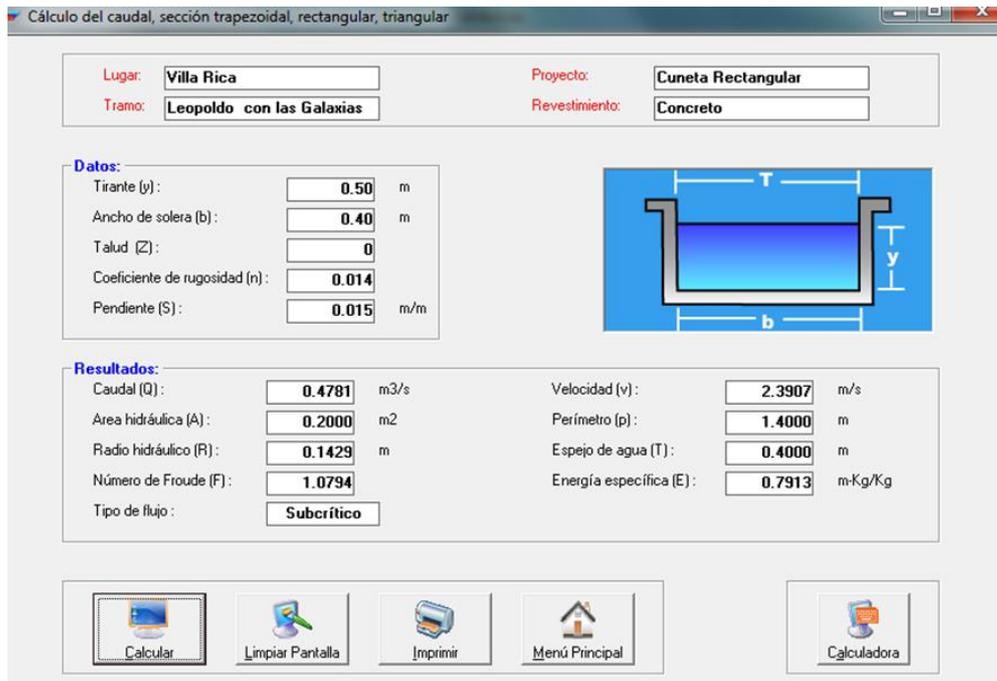
$H = 0.50$  m y  $B=0.40$  m, es decir sección rectangular, se tendría la capacidad de conducción suficiente.

### **b. Pendiente longitudinal de la cuneta**

La pendiente longitudinal MAS CRITICA y conservador para la estimación de la cuneta en la Av. Leopoldo Krause es  $0.0149$  m/m, la cual más conservador para el diseño.

### **c. Rugosidad de cuneta**

Debido a las consideraciones adoptadas, es necesario controlar el efecto erosivo que pueda presentar por la velocidad con que discurren las aguas dentro de la cuneta. Dicho control se podría prever mejorando la calidad de concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 62. Diseño de cuneta**

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la condición es:  $Q_{hidraul} > Q_{hidrolog} \dots \dots \dots \text{Ok!}$

**Alcantarilla de alivio MC 1.00 mX1.00 m.**

Son alcantarillas de marco de concreto MC de sección rectangular de 1.00 m de base por 1.00 m de altura, que sirven para evacuar las aguas provenientes de las cunetas en épocas de avenida, que están ubicadas al final de cada manzana, y las aguas provenientes de las prolongaciones de cunetas.

El caudal de diseño hidrológico es  $Q = 2Q_{cuneta} = 2 * 0.300 = 0.600 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Diseño hidráulico, utilizando el Software HCANALES, resulta: 1.00 m x1.00 m con borde libre 0.30m y tirante 0.70m, pendiente 2%, y coeficiente de rugosidad Manning 0.014.

El caudal calculado es 3.1 m<sup>3</sup>/s siendo este mayor a 0.60 m<sup>3</sup>/s

Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **VILLA RICA** Proyecto:

Tramo: **MCA 1.00 X 1.00** Revestimiento: **CONCRETO**

**Datos:**

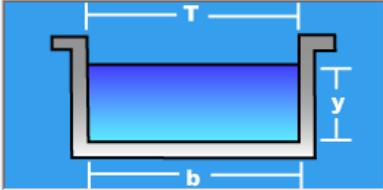
Tirante (y):  m

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Coefficiente de rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

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

Area hidráulica (A):  m<sup>2</sup>

Radio hidráulico (R):  m

Número de Froude (F):

Tipo de flujo: **Subcrítico**

Velocidad (v):  m/s

Perímetro (p):  m

Espejo de agua (T):  m

Energía específica (E):  m-Kg/Kg

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

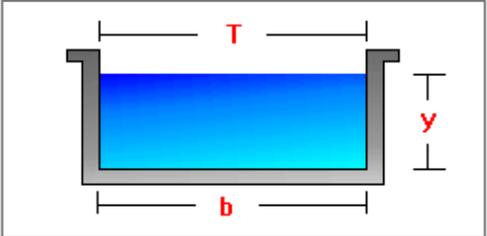
**Figura 63.** *Diseño de alcantarilla de alivio MC 1.00m x 1.00m*

Fuente: Propia

### Alcantarilla de cruce MCA 4x2.5

La alcantarilla de cruce, es una estructura hidráulica que sirve para pasar un río y/o quebrada de caudal no muy alto, en nuestro caso es de marco de concreto armado, de una sección base B= 4m y alto de H=2.50 m, considerando una pendiente máxima de 2 % para evitar la erosión en la losa por la velocidad.

El cálculo del caudal de diseño hidrológico es 32.60 m<sup>3</sup>/s, se ha desarrollado por el método RACIONAL debido a que el área de escorrentía es pequeño; es decir, menor a 5 km<sup>2</sup>. El procedimiento y el resultado se indican en la fig. 3.8. Y el diseño hidráulico se presenta a continuación a través del SOFTWARE HCANALES.

<b>Lugar:</b> <input type="text" value="Villa Rica"/>	<b>Proyecto:</b> <input type="text" value="Alcantarilla Cruce"/>	 Calculadora
<b>Tramo:</b> <input type="text" value="Av. Leopoldo"/>	<b>Revestimiento:</b> <input type="text" value="Concreto"/>	
<b>Datos:</b>		
Caudal (Q): <input type="text" value="32.6"/> m <sup>3</sup> /s		
Ancho de solera (b): <input type="text" value="4.00"/> m		
Talud (Z): <input type="text"/>		
Rugosidad (n): <input type="text" value="0.014"/>		
Pendiente (S): <input type="text" value="0.02"/> m/m		
<b>Resultados:</b>		
Tirante normal (y): <input type="text" value="1.0394"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="6.0787"/> m	
Area hidráulica (A): <input type="text" value="4.1574"/> m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.6839"/> m	
Espejo de agua (T): <input type="text" value="4.0000"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="7.8414"/> m/s	
Número de Froude (F): <input type="text" value="2.4557"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="4.1733"/> m-Kg/Kg	
Tipo de flujo: <input type="text" value="Supercrítico"/>		

**Figura 64.** *Diseño de alcantarilla de cruce*

Fuente: Propia

Sin embargo, para el diseño de la estructura se considera 4m de base por 2.50 m de altura, como mínimo, por lo que la altura y la base puede variar de acuerdo a la topografía.

**Tabla 12.** *Unidad de muestra*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	1	14,3	14,3	14,3
	2	1	14,3	14,3	28,6
	3	1	14,3	14,3	42,9
	4	1	14,3	14,3	57,1
	5	1	14,3	14,3	71,4
	6	1	14,3	14,3	85,7
	7	1	14,3	14,3	100,0
	<b>Total</b>	7	100,0	100,0	

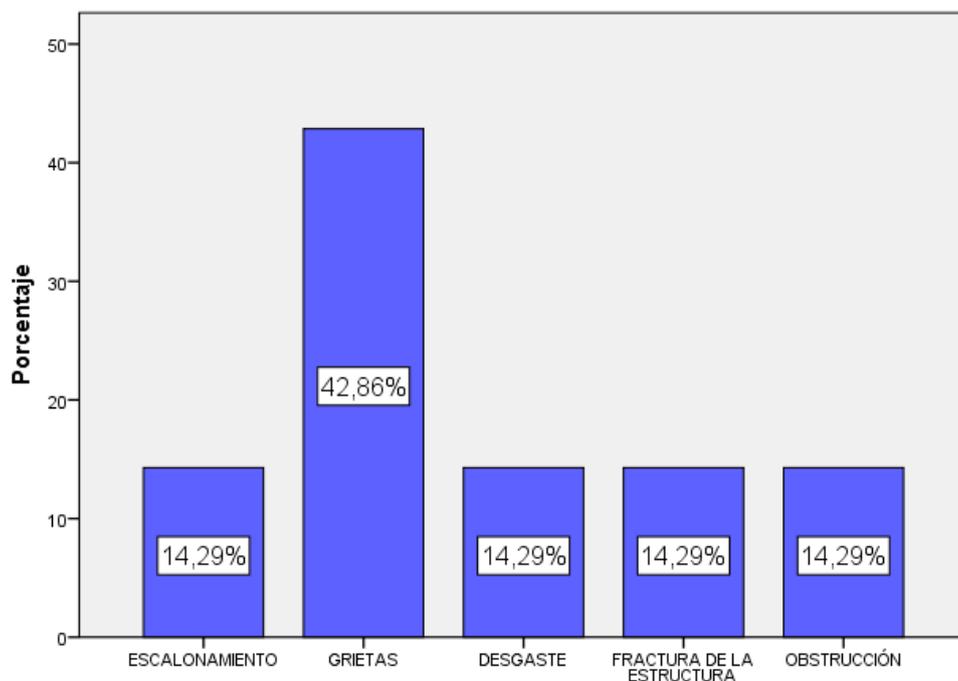
Fuente: Propia

Según la **Tabla 12**, se analizaron 7 unidades de muestra que vienen a ser las siguientes progresivas: 0+000 a 0+100, 0+100 a 0+200, 0+200 a 0+300, 0+300 a 0+400, 0+400 a 0+500, 0+500 a 0+600 y 0+600 a 0+680.91.

**Tabla 13.** *Tipos de fallas encontrados en las cunetas*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	ESCALONAMIENTO	1	14,3	14,3	14,3
	GRIETAS	3	42,9	42,9	57,1
	DESGASTE	1	14,3	14,3	71,4
	FRACTURA DE LA ESTRUCTURA	1	14,3	14,3	85,7
	OBSTRUCCIÓN	1	14,3	14,3	100,0
	Total	7	100,0	100,0	

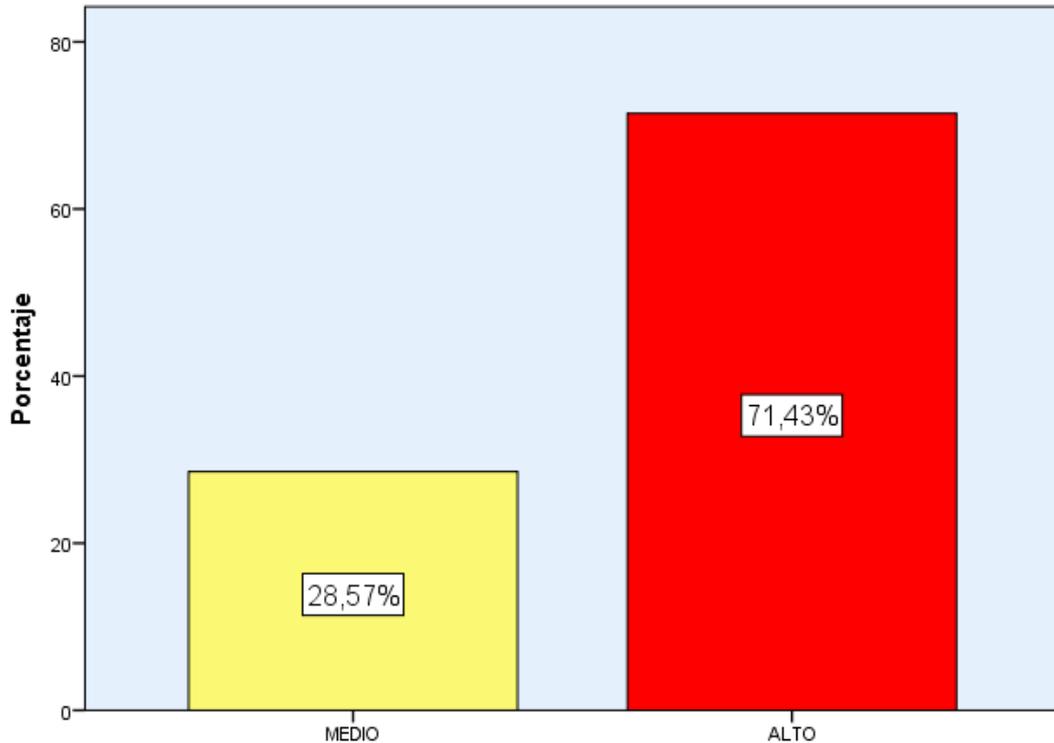
Fuente: Propia



**Figura 65.** *Porcentaje de cada tipo de falla encontrado*

Fuente: Elaboración propia

Según la **Figura 66** y la **Tabla 13** se encontraron **5 tipos de fallas** con el siguiente porcentaje: GRIETAS en un 42,86%, ESCALONAMIENTO, DESGASTE, FRACTURAMIENTO DE LA ESTRUCTURA Y OBSTRUCCIÓN en un 14,29%.



**Figura 66.** *Porcentaje de nivel de severidad en cunetas*

Fuente: Elaboración propia

Según la **Fig. 67** la estructura de la cuneta presenta un nivel de severidad **ALTO** con un 71,43%.

#### **A. Interpretación de Resultados**

Se puede observar que los componentes del drenaje se relacionan con la vida útil del pavimento flexible ya que estos permiten la evacuación y conducción del agua que cae sobre la plataforma y evita que la estructura del pavimento flexible sufra una degradación extrema por la intensidad de las lluvias. En la **Figura 65** y la **Tabla 12** se encontraron **5 tipos de fallas**, resaltando a las GRIETAS en un 42,86%. Por tanto mantener en buen estado el sistema de drenaje implica también la conservación del pavimento flexible.

### 3.1.1.3 Determinación de la relación entre la captación en zona vehicular - pista

#### 3.1.1.3.1 Sección de cuneta



**Figura 67.** Sección de cuneta

Fuente: Propia

**Tabla 14.** Sección de cuneta

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	RECTANGULAR	7	100,0	100,0	100,0

Fuente: Propia

Según la **Tabla 14.**, se observa que la cuneta en estudio tiene una sección RECTANGULAR en su 100%.

**Tabla 15.** Revestimiento de cuneta

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	CONCRETO SIMPLE	7	100,0	100,0	100,0

Fuente: Propia

De acuerdo a la **Tabla 15.** La cuneta tiene un revestimiento de CONCRETO SIMPLE.

### 3.1.1.3.2 Orientación del flujo

Según el expediente técnico “Pavimentación de la Av. Leopoldo Krause y Av. Puerto Bermúdez” del año 2007 – 2010, detalla que el sistema de drenaje pluvial cuenta con una pendiente de 3% a 4.6%. Entonces quiere decir que muestra una pendiente Favorable para la conducción del agua pluvial, sin embargo a pesar de tener una buena pendiente el diseño de la estructura del pavimento no muestra un bombeo adecuado debido a que el agua que discurre sobre la plataforma del pavimento no es evacuada de manera inmediata hacia las cunetas, sino que toda la escorrentía va sobre la plataforma haciendo que esta empiece a sufrir disgregación del material asfáltico.



**Figura 68.** *Inspección visual de cuneta*

Fuente: Propia

#### **A. Interpretación de resultados**

En la **Tabla 14.**, se observa que la cuneta en estudio tiene una sección RECTANGULAR en su 100%, la orientación del flujo tiene una pendiente longitudinal favorable, sin embargo la pendiente transversal (bombeo) del pavimento flexible no es adecuada. Por tanto se afirma que la captación en zona vehicular – pista se relaciona con la vida útil del pavimento flexible, ya que para la evacuación del agua que cae sobre la plataforma del pavimento flexible es importante la pendiente y sección con la que se diseñan las cunetas.

## 3.2 Contrastación De Hipótesis

### 3.2.1 Relación entre las variables “mejoramiento del drenaje pluvial” y la “vida útil del pavimento flexible”.

Ho: No existe relación entre la variable mejoramiento del drenaje pluvial con la vida útil del pavimento flexible.

H1: Existe relación entre la variable mejoramiento del drenaje pluvial con la vida útil del pavimento flexible.

Según la **Fig. 67** la estructura de la cuneta presenta un nivel de severidad **ALTO** con un 71,43%, en la **Fig. 30** el nivel de severidad encontrado en el pavimento es **HIGH** con un porcentaje de 40.00% y en la **Fig. 31** se muestra un resumen de clasificación que presenta el pavimento, observando que el 60 % se encuentra en un estado **MALO**. Entonces se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa, afirmando que el diseño de un sistema de drenaje es muy importante en toda estructura de habilitación urbana, ya que ésta es parte de la conservación del pavimento flexible.

### 3.2.2 Relación entre la dimensión “aspecto hidrológico” y la variable “vida útil del pavimento flexible”

Ho: No existe relación entre el aspecto hidrológico con la vida útil del pavimento flexible.

H1: Existe relación entre el aspecto hidrológico con la vida útil del pavimento flexible.

Según los resultados de la **Fig. 29** se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa debido a las fallas que se encontraron en el tramo estudiado, con mayor porcentaje fueron los **HUECOS**, afirmando que éstas se deben mayormente a la presencia de lluvias (precipitación).

### **3.2.3 Relación entre la dimensión “componentes del drenaje” y la variable “vida útil del pavimento flexible”**

Ho: No existe relación entre los componentes del drenaje pluvial con la vida útil del pavimento flexible.

H1: Existe relación entre los componentes del drenaje pluvial con la vida útil del pavimento flexible.

En la **Figura 66** y la **Tabla 13** se encontraron **5 tipos de fallas**, resaltando a las GRIETAS en un 42,86%. Por tanto se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa, ya que mantener en buen estado el sistema de drenaje implica también la conservación del pavimento flexible.

### **3.2.4 Relación entre la dimensión “captación zona vehicular - pista” y la variable “vida útil del pavimento flexible”**

Ho: No existe relación entre la captación zona vehicular-pista con la vida útil del pavimento flexible.

H1: Existe relación entre la captación zona vehicular-pista con la vida útil del pavimento flexible.

En la **Tabla 14.**, se observa que la cuneta en estudio tiene una sección RECTANGULAR en su 100%, la orientación del flujo tiene una pendiente longitudinal favorable, sin embargo la pendiente transversal (bombeo) del pavimento flexible no es adecuada. Por tanto se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa, ya que para la evacuación del agua que cae sobre la plataforma del pavimento flexible es importante la pendiente y sección con la que se diseñan las cunetas.

## **IV. DISCUSIÓN**

En base a los resultados se comprueba que para el diseño de una carretera es muy importante tomar en cuenta los datos hidrológicos como la precipitación, la escorrentía y el caudal, ya que estos factores favorecen un buen diseño de las cunetas y la capacidad que tendrá para la evacuación las aguas lluvias, también se observa que la precipitación pluvial genera diversas patologías en el pavimento, es por ello que mediante estos resultados podemos afirmar que la vida útil de un pavimento se relaciona con el drenaje pluvial. En la **Fig. 31** se muestra un resumen de clasificación que presenta el pavimento, observando que el 60 % se encuentra en un estado MALO, el 33.33% un estado REGULAR y el 6,67 % un estado MUY MALO.

Carrión y Orellana (2016) estudiaron el sistema de drenaje de la vía Molleturo en la provincia de Azuay en el cuál desarrollaron un análisis hidrológico e hidráulico que fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, esta información les permitió dar resultado al diseño del sistema de drenaje.

Marín y Pérez (2014) en su tesis estudiaron la importancia que tiene el drenaje para la evacuación del agua pluvial que cae sobre la plataforma del pavimento, evaluando los factores importantes que influyen en el diseño de este sistema, siendo muy necesaria para preservar o permitir la conservación de las obras viales. Su estudio se basa en el clima, cambio de temperatura, etc.

Como se puede observar los resultados obtenidos coinciden con los antecedentes ya que los autores mencionan que es importante determinar la ubicación, precipitación, el clima de la zona de estudio y se pudo concluir que el aspecto hidrológico incide en la conservación de la vida útil del pavimento flexible.

Se puede observar que los componentes del drenaje se relacionan con la vida útil del pavimento flexible ya que estos permiten la evacuación y conducción del agua que cae sobre la plataforma y evita que la estructura del pavimento flexible sufra una degradación extrema por la intensidad de las lluvias. En la **Figura 66** y la **Tabla 13** se encontraron **5 tipos de fallas**, resaltando a las GRIETAS en un 42,86%. Por tanto mantener en buen estado el sistema de drenaje implica también la conservación del pavimento flexible.

Humpiri y Rojas (2016) al evaluar el expediente existente de la ciudad de Juliaca el cual fue paralizado, ya que los estudios básicos que fueron desarrollados en el expediente técnico eran deficientes, y que no se siguió las condiciones de acuerdo a las normas establecidas del RNE y el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Juliaca.

Yañez (2014) determinó la eficiencia y el estado del drenaje de la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, dando como resultado que el diseño hidráulico no era adecuado, que las secciones de las cunetas no eran la indicada.

Por lo tanto se puede observar que los resultados coinciden con los antecedentes ya que en la evaluación del expediente técnico del sistema del drenaje y diseño del pavimento flexible de la Av. Leopoldo Krause en el Distrito de Villa Rica se determinó que no se cumplió con lo establecido, alterando las secciones de las cunetas del diseño del drenaje.

En la **Tabla 14.**, se observa que la cuneta en estudio tiene una sección RECTANGULAR en su 100%, la orientación del flujo tiene una pendiente longitudinal favorable, sin embargo la pendiente transversal (bombeo) del pavimento flexible no es adecuada. Por tanto se afirma que la captación en zona vehicular – pista se relaciona con la vida útil del pavimento flexible, ya que para la evacuación del agua que cae sobre la plataforma del pavimento flexible es importante la pendiente y sección con la que se diseñan las cunetas.

García (2015) en su tesis analizó la viabilidad de un nuevo sistema de drenajes que permita el mejoramiento de la conservación de las obras lineales mediante recolección de datos que aporten información sobre el drenaje y así poder realizar el diseño de una nueva red de drenaje, etc. Para ello evaluó la velocidad del fluido y la dirección de ésta.

En base a los resultados se observa que coincide con el antecedente ya que se menciona que en el diseño del drenaje se evalúa la orientación del flujo y la velocidad que éste tiene para darle un adecuado revestimiento y sección de la cuneta.

Según la **Fig. 66** la estructura de la cuneta presenta un nivel de severidad **ALTO** con un 71,43%, en la **Fig. 30** el nivel de severidad encontrado en el pavimento es HIGH con un porcentaje de 40.00% y en la **Fig. 31** se muestra un resumen de clasificación que presenta el pavimento, observando que el 60 % se encuentra en un estado MALO. Entonces el diseño de un sistema de drenaje es muy importante en toda estructura de habilitación urbana, ya que ésta es parte de la conservación del pavimento flexible.

Finalmente en base a todos los resultados se observa que la presente investigación coincide con los antecedentes el cual nos afirma que el sistema de drenaje aporta en la conservación de la estructura del pavimento.

## **V. CONCLUSIONES**

Como se puede observar los resultados obtenidos coinciden con los antecedentes ya que los autores mencionan que es importante determinar la ubicación, precipitación, el clima de la zona de estudio y se pudo concluir que el aspecto hidrológico incide en la conservación de la vida útil del pavimento flexible.

Se puede observar que los resultados coinciden con los antecedentes ya que en la evaluación del expediente técnico del sistema del drenaje y diseño del pavimento flexible de la Av. Leopoldo Krause en el Distrito de Villa Rica se determinó que no se cumplió con lo establecido, alterando las secciones de las cunetas del diseño de drenaje.

En base a los resultados se observa que coincide con el antecedente ya que se menciona que en el diseño del drenaje se evalúa la orientación del flujo y la velocidad que éste tiene para darle un adecuado revestimiento y sección de la cuneta.

Finalmente en base a todos los resultados se observa que la presente investigación coincide con los antecedentes el cual nos afirma que el sistema de drenaje aporta en la conservación de la estructura del pavimento.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que se realice una nueva reconstrucción del pavimento flexible, ya que ésta se encuentra en un ALTO nivel de deterioro, causando molestias en los usuarios, y que se realice un estudio de suelo y un bombeo (pendiente) favorable la cual permita la evacuación rápida de las aguas lluvias que caen sobre la plataforma del pavimento flexible.

Para la ejecución de este sistema se debe seguir el proceso adecuado para no perjudicar las actividades diarias de la ciudad, no alterando sus características establecidas dentro del expediente técnico e incentivar a la población a mantener limpias las cunetas, para un funcionamiento correcto, y a la Municipalidad que se realice un plan de operación y mantenimiento que garantice la conducción fluida de las aguas lluvias.

Se recomienda también que se realice un estudio de suelo con el cual se definirá el bombeo (pendiente) adecuado de la estructura.

Se recomienda que para toda habilitación urbana es necesario la infraestructura de drenaje ya que permite la preservación de las obras viales, y que para su diseño se deben seguir los parámetros establecidos por el RNE, para la obtención de datos reales.

## **VII. REFERENCIAS**

ACOSTA, Meliton. Diseño a nivel de ingeniería y su impacto ambiental para la construcción del canal de coronación en la evacuación de aguas pluviales de la localidad de levanto – Chachapoyas. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil) Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014. 161pp. Recuperado de: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/617/1/ACOSTA\\_MELITON\\_CANAL\\_EVACUACION\\_PLUVIALES.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/617/1/ACOSTA_MELITON_CANAL_EVACUACION_PLUVIALES.pdf)

Ciclo del agua (con imágenes)". En: Significados.com. Disponible en: <https://www.significados.com/ciclo-del-agua/> Consultado: 15 de septiembre de 2018, 12:46 pm.

Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002). Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles. Viña del Mar.

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial San Marcos, 2005. 424pp.  
ISBN: 15896278

CARRIÓN, Henry y ORELLANA, Christian. Estudio del sistema de drenaje para la vía Molleturo - Tres Marías - La Iberia, en la provincia del Azuay. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Ecuador: Universidad De Cuenca, 2016. 137pp. Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/24093>

CATÁLOGO de fallas en pavimentos flexibles. (U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2001).

FIDIAS, G. El proyecto de Investigación: Introducción a la investigación científica. 6ta Edición, Editorial Alegría 5570 C.A. Venezuela, 2016, pp. Recuperado de: <http://www.mediafire.com/file/k6ikjasi0b1gd2g/EL+PROYECTO+DE+INVESTIGACION+FIDIAS+ARIAS+7MA+EDIC+2016.pdf>

GARCÍA, Iván. Diseño y evaluación de un nuevo sistema de drenaje en las obras lineales. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil) España: Universidad de León, 2015. 172pp. Recuperado de: <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/5932/Tesis%20Iv%C3%A1n%20Garc%C3%ADa%20D%C3%ADez.pdf?sequence=1>

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA. Metodología de la Investigación. 5ta Ed. Editorial: Interamericana Editores, S.A. de C.V. México. 2014. Recuperado de: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)

HUMPIRI, Vladimir y ROJAS, Paolo. Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del Software SWMM. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil) Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. 206pp. Recuperado de: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2975/Rojas\\_Naira\\_Paolo\\_Cesar\\_Humpiri\\_Pari\\_Vladimir\\_Humberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2975/Rojas_Naira_Paolo_Cesar_Humpiri_Pari_Vladimir_Humberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

JUAREZ, M. Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros. Chiclayo: s.n., 2012.

MANUAL de agua potable, alcantarillado y saneamiento. México, D.F. 2015. 470pp.

MANUAL de carreteras. “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Lima: Empresa editora MACRO, 2014. 208pp.  
ISBN: 9786123041915

MANUAL de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Editorial Macro. Perú, 2013. 208pp.

Manual de diseño de pavimentos en base al Método AASHTO – 93. La paz, 2006. 246 pp. Recuperado de [https://kupdf.net/download/dise-ntilde-o-de-pavimento-metodo-aashto-93-espa-ntilde-ol\\_58f6316adc0d607702da9824\\_pdf](https://kupdf.net/download/dise-ntilde-o-de-pavimento-metodo-aashto-93-espa-ntilde-ol_58f6316adc0d607702da9824_pdf)

MARÍN, Elizabeth y PÉREZ, Ivette. Drenaje y subdrenaje en carreteras. Tesis (Título de Ingeniero Civil) México: Instituto Politécnico Nacional, 2014. 144pp. Recuperado de: <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/15159/DRENAJE%20Y%20SUBDRENAJE%20EN%20CARRETERAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. Colombia: Universidad Católica de Colombia ediciones y publicaciones, 2014. 142pp.

PALELLA, S. Y MARTINS, F. Metodología de la Investigación Cuantitativa. 3ra Edición, Editorial pedagógica de Venezuela. Venezuela, 2012.pp. Recuperado de: <https://metodologiaecs.files.wordpress.com/2015/09/metodologic3ada-de-la-investigacic3b3n-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palella-stracuzzi-feliberto-martins-pestana.pdf>

Procedimiento estándar PCI según ASTM D 6433-03

RAMA, Francisco. Manual de conservación de los pavimentos en la red viaria urbana. Editorial Bellisco Ediciones. España, 2013. 454pp.  
ISBN: 9788492970476

RAMÍREZ, Tulio. Cómo hacer un proyecto de investigación. Venezuela: editorial Panapo, 2010.130p. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/328095418/Tulio-Ramirez-pdf>  
ISBN: 9807339032

RONDÓN, Hugo y REYES, Fredy. Pavimentos: materiales, construcción y diseño. 8va ed. Bogotá: Ecoe ediciones, 2015. 608pp.  
ISBN: 9789587711752

RODRÍGUEZ, Héctor. Drenaje Urbano Elementos de Diseño. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2013. 209pp.

ISBN: 9789588726137

RODRÍGUEZ VELÁSQUEZ, E. (2009)

VILLÓN, Máximo. Drenaje. 2da ed. Editorial Villon. Costa Rica, 2005

YAÑEZ, Eric. Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil) Perú: Universidad Privada del Norte, 2014. 147pp. Recuperado de:

<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/4916/Ya%C3%B1ez%20Portal%20Eric%20Paul.pdf?sequence=1>

## **VIII. ANEXOS**

## ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

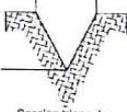
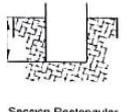
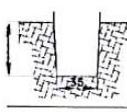
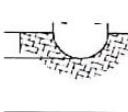
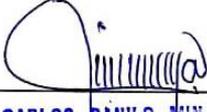
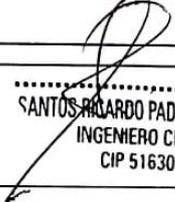
“MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAUSE - VILLA RICA - OXAPAMPA 2018”						
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
¿De qué manera el mejoramiento del drenaje pluvial incide en el logro de la vida útil del pavimento flexible de la Avenida Leopoldo Krause - Villa Rica - Oxapampa 2018?	Evaluar la incidencia del drenaje pluvial con el logro de la vida útil del pavimento flexible de la Avenida Leopoldo Krause - Villa Rica - Oxapampa 2018.	El mejoramiento del drenaje pluvial permite extender la vida útil del pavimento flexible de la Avenida Leopoldo Krause - Villa Rica - Oxapampa 2018.	<b>V1. VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE</b>	<b>SERVICIABILIDAD</b>	SERVICIABILIDAD INICIAL	CÁLCULO DEL PSI  CÁLCULO DEL PCI
					SERVIC. FINAL O TERMINAL	
				<b>TIPO DE CONSERVACIÓN</b>	PREVENTIVAS	
					RENOVADORAS	
					CURATIVAS	
				<b>ANÁLISIS DE CONSERVACIÓN</b>	EXÁMEN VISUAL	
	AFORO					
					FALLAS DEL PAVIMENTO	
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>V2. MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL</b>	<b>ASPECTO HIDROLÓGICO</b>	CAUDAL MÁXIMO	CÁLCULO DEL CAUDAL POR EL MÉTODO RACIONAL  INSPECCIÓN VISUAL DE LA CUNETA EXISTENTE
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ¿Cómo incide el aspecto hidrológico en la vida útil del pavimento flexible?</li> <li>➤ ¿Existe relación entre los componentes del drenaje pluvial con la vida útil del pavimento flexible?</li> <li>➤ ¿De qué manera la captación en zona vehicular - pista se relaciona con la vida útil del pavimento flexible?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analizar si el aspecto hidrológico incide en la vida útil del pavimento flexible.</li> <li>➤ Determinar si existe relación entre los componentes del drenaje pluvial y la vida útil del pavimento flexible.</li> <li>➤ Determinar de qué manera la captación en zona vehicular - pista se relaciona con la vida útil del pavimento flexible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El aspecto hidrológico incide en el logro de la vida útil del pavimento flexible.</li> <li>➤ Los componentes del drenaje pluvial se relacionan con la vida útil del pavimento flexible.</li> <li>➤ La captación en zona vehicular - pista se relaciona con la vida útil del pavimento flexible.</li> </ul>		<b>COMPONENTES DEL DRENAJE PLUVIAL</b>	BOMBEO	
					PRECIPITACIÓN	
					ESCORRENTIA	
					CUNETA	
					ALCANTARILLAS	
			<b>CAPTACIÓN EN ZONA VEHICULAR - PISTA</b>	ORIENTACIÓN DEL FLUJO		
	CAPTACIÓN Y TRANSPORTE					

FUENTE: Elaboración Propia

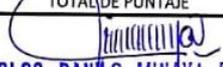
## ANEXO 2. FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE DATOS												
<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>												
<b>DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>												
"MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAUSE - VILLA RICA - 2018"											<b>CALIFICACIÓN</b>	
<b>DATOS GENERALES</b>												
EVALUADOR:		FECHA :										1.0
DISTRITO :		ALTITUD :										
PROVINCIA :		LATITUD :										
REGION :		LONGITUD:										
<b>DATOS COMPLEMENTARIOS</b>												
ZONA :												1.0
CÓDIGO DE VÍA :												
ANCHO DE LA VÍA :												
NUM. DE DIRECCIONES:												
<b>COMPONENTES DEL DRENAJE PLUVIAL</b>												
	PENDIENTE (S)	TIPOS DE FALLAS	UND	MEDIDAS		TOTAL	SEVERIDAD			REVESTIMIENTO		
<b>CUNETAS</b>	FAVORABLE	ESCALONAMIENTO		LARGO	ANCHO		BAJA	MEDIA	ALTA	PIEDRA PEGADA		
		GRIETAS	m							GAVIONES		
	NULA	DESGASTE								CONCRETO SIMP.		
		DESORTILLAMIENTO								CONCRETO REF.		
		FRACT. DE LA ESTRUCTURA										
	ADVERSA	SEPARACIÓN										
	OBSTRUCCIÓN											
	ESTRUCTURA DE ENTREGA											
<b>ALCANTARILLA</b>	FAVORABLE	GRIETAS										
		FRACTURAS										
	NULA	SEPARACIÓN										
		HUNDIMIENTO										
		EXPOSICIÓN										
	ADVERSA	SOCAVACIÓN										
	DISGREGACIÓN											
	DEFECTOS											
<b>VALOR DE PUNTAJE</b>												
0.00 a 0.25		MALO										0.93
0.25 a 0.50		REGULAR										
0.50 a 0.75		BUENO										
0.785 a 1.00		MUY BUENO										
TOTAL PUNTAJE												
<b>CARLOS DANILO MINAYA ROSARIO</b> INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187			..... <b>SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN</b> INGENIERO CIVIL CIP 51630				..... <b>JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 126769					

Fuente: Elaboración Propia

FICHA DE DATOS					
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>					
<b>DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>					
"MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL NORMATIVA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAUSE - VILLA RICA - 2018"					
<b>DATOS GENERALES</b>					
EVALUADOR :		FECHA :		1.0	
DISTRITO :		ALTITUD :			
PROVINCIA :		LATITUD :			
REGION :		LONGITUD :			
<b>DATOS COMPLEMENTARIOS</b>					
ZONA :				1.0	
CÓDIGO DE VÍA :					
ANCHO DE LA VÍA :					
NUM. DE DIRECCIONES :					
<b>COMPONENTES DEL DRENAJE PLUVIAL</b>					
ORIENTACIÓN DEL FLUJO	PENDIENTE (S)				0.85
	LONGITUDINAL > 0.5 %				
	TRANSVERSAL 2% a 4%				
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE DE AGUAS PLUVIALES DE CALZADA Y ACERAS	SECCIÓN DE CUNETAS				0.95
		Sección triangular	Sección Rectangular	Sección Trapezoidal	
					
		Sección Circular			
VALOR DE PUNTAJE					
0.00 a 0.25	MALO				
0.25 a 0.50	REGULAR				
0.50 a 0.75	BUENO				
0.75 a 1.00	MUY BUENO				
TOTAL DE PUNTAJE					
 <b>CARLOS DANILO HINAYA ROSARIO</b> INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187		 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN INGENIERO CIVIL CIP 51630		 JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 126769	

Fuente: Elaboración Propia

FICHA DE DATOS									
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>									
DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN									CALIFICACIÓN
"MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL NORMATIVA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAJSE - VILLA RICA - 2018"									
DATOS GENERALES									
EVALUADOR :			FECHA:						
DISTRITO :			ALTITUD:					0.9	
PROVINCIA :			LATITUD:						
REGION :			LONGITUD:						
DATOS COMPLEMENTARIOS									
ZONA:									
CÓDIGO DE VÍA:									
ANCHO DE LA VÍA:									
NUM. DE DIRECCIONES:									
ANÁLISIS DE CONSERVACIÓN (PCI)									
N°	TIPOS DE FALLAS	UND	MEDIDAS			TOTAL	SEVERIDAD		
			LARGO	ANCHO			TIPO	DESCRIPCIÓN	
1	GRIETA PIEL DE COCODRILO	m					L	LOW (BAJO)	
2	EXUDACIÓN DE ASFALTO	m <sup>2</sup>					M	MEDIUM (MEDIO)	
3	GRIETAS DE CONTRACCIÓN (BLOQUE)	m <sup>2</sup>					H	HIGH (ALTO)	
4	ELEVACIONES - HUNDIMIENTOS	m							
5	CORRUGACIONES	m <sup>2</sup>							
6	DEPRECIONES	m <sup>2</sup>							
7	GRIETAS DE BORDE	m							
8	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS	m							
9	DESNIVEL CALZADA - HOBRILLO	m							
10	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES	m							
11	BACHES Y ZANIAS REPARADAS	m <sup>2</sup>							
12	AGREGADOS PULIDOS	m <sup>2</sup>							
13	HUECOS	n°							
14	CRUCE DE RIELES	m <sup>2</sup>							
15	AHUELLAMIENTO	m <sup>2</sup>							
16	DEFORMACIÓN DE EMPUJE	m <sup>2</sup>							
17	GRIETAS DESLIZAMIENTO	m <sup>2</sup>							
18	HINCHAMIENTO	m <sup>2</sup>							
19	DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN	m <sup>2</sup>							
VALOR DE PUNTAJE									
0.00 a 0.25		MALO							
0.25 a 0.50		REGULAR							
0.50 a 0.75		BUENO							
0.75 a 1.00		MUY BUENO							
TOTAL DE PUNTAJE									
		0.97							
 <b>CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO</b> INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187			 SANTOS RICARDO PADILLA PICHER INGENIERO CIVIL CIP 51630			 JOSE LUIS BENITES ZURIGA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 126769			

Fuente: Elaboración Propia

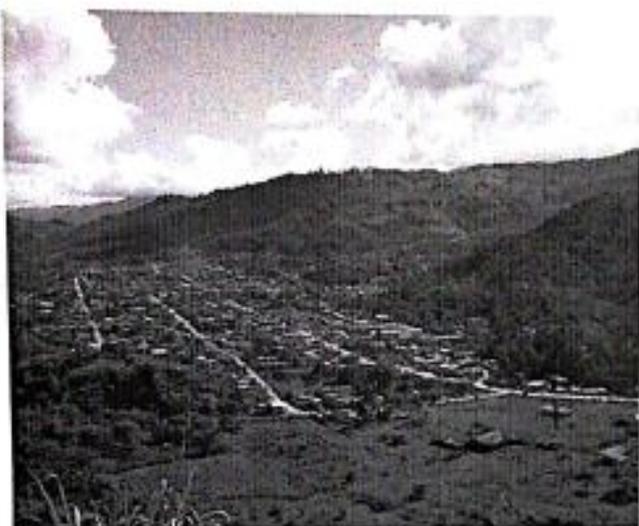
## ANEXO 3. CERTIFICACIÓN DE INFORMACIÓN

### 1. EXPEDIENTE TÉCNICO



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL  
DE VILLA RICA**





EXPEDIENTE TECNICO

**"PAVIMENTACION DE AV. LEOPOLDO  
KRAUSE Y AV. PUERTO BERMUDEZ"**

DISTRITO : VILLA RICA  
PROVINCIA : OXAPAMPA  
REGION : PASCO

**GESTION EDIL 2007 – 2010**

**VILLA RICA - 2010**



## 2. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA MUNICIPALIDAD DE VILLA RICA



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILLA RICA**  
Provincia Oxapampa - Región Pasco  
Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural

---

"Año del Diálogo y La Reconciliación Nacional"

**Carta de Autorización**

**Presente.-**

De mi consideración:

Es grato dirigirme a Ud., para expresarle mi saludo cordial a nombre de la Gerencia de Desarrollo Urbano Rural de la Municipalidad Distrital de Villa Rica y del mío propio.

La presente, tiene por finalidad atender al Expediente de la referencia de 25.10.2018, mediante el cual solicita PERMISO PARA LA MEDICIÓN DE LA AVENIDA LK, LA EVALUACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS DEL EXPEDIENTE TÉCNICO "PAVIMENTACIÓN DEL LAS AV. LK Y AV. PUERTO BERMUDEZ" a fin de elaborar Tesis de Grado titulada "Mejoramiento del drenaje pluvial para lograr la vida útil del pavimento flexible de la Av. Leopoldo Krause - Villa Rica - 2018".

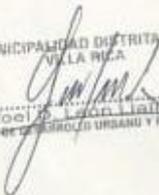
Sobre el particular comunico a usted, que de acuerdo a la verificación administrativa y en atención a la solicitud presentada por la Facultad de Ingeniería de la UCV, y en atención a lo indicado en el Expediente Técnico de dicha obra se :

**AUTORIZA a la alumna de la Facultad de Ingeniería Civil de la UCV: JOSELINE MAIRYD CARHUAS MALLQUI a realizar mediciones en la Av. Leopoldo Krause y el registro de datos del Expediente Técnico ya mencionado.**

Por lo expuesto, esta Gerencia da por entendido lo referente a su solicitud.

Sin otro particular hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi estima personal.

Atentamente,

  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILLA RICA  
Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural

*CONSTRUYENDO FUTURO PARA TODOS\**  
GESTION EDIL 2015-2018  
Jr. Cooperativa N° 224 - 228 - Villa Rica - telefax 063-465011 Anexo 105 - telef. 465138  
Email: [municipalidad.oxapampa@gmail.com](mailto:municipalidad.oxapampa@gmail.com)

### 3. DATOS DE PRECIPITACIÓN SENAMHI

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**



**DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS**

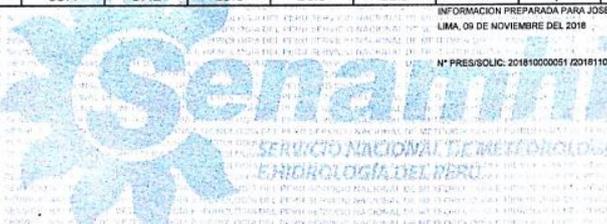
ESTACION : OXAPAMPA /000557/ DZ-11      LONG. : 75° 23' "W"      DPTO. : PASCO  
 PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)      LAT. : 10° 35' "S"      PROV. : OXAPAMPA  
 ALT. : 1850 msnm      DIST. : OXAPAMPA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2018	35.5	45.0	33.4	37.2	15.0	26.5	21.9	8.0	S/D	S/D	S/D	S/D

SD = Sin Datos

INFORMACION PREPARADA PARA JOSELINE MARYO CARRUASI MALLQUI  
 LIMA, 09 DE NOVIEMBRE DEL 2018

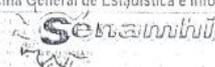
N° PRES/SOLIC: 201810000051 /201811000008      6496



**PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL**



**SENAMHI**  
 Oficina General de Estadística e Informática



**OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA**

ESTACION : OXAPAMPA / 000557 / DRE-11      LAT. : 10° 35' "S"      DPTO. : PASCO  
 PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS ( mm)      LONG. : 75° 23' "W"      PROV. : OXAPAMPA  
 ALT. : 1850 msnm      DIST. : OXAPAMPA

AÑO	ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1964	32.5	40.0	31.0	29.0	26.5	3.0	16.0	11.0	24.0	23.5	36.0	31.5
1965	45.0	35.5	35.5	23.0	30.0	5.0	11.0	10.5	24.0	S/D	40.0	45.5
1966	36.0	20.5	21.0	19.0	28.5	7.0	16.5	7.8	15.0	47.0	23.0	S/D

**PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL**

Fuente: Expediente técnico

SENAMHI

Oficina General de Estadística e Informática



OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESTACION: OXAPAMPA / 000657 / DRE-11

PROV: OXAPAMPA

DIST: OXAPAMPA

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS [ mm ]

ALT: 1850 [ msnsm ]

LAT: 10° 36' S

LONG: 75° 23' W

SECTOR: 1850

INDICADOR: 1850

UNIDAD: mm

PERIODO: 1969-1970

FECHA: 03/06/2010

TIPO: Mensual

ESTADO: Finalizado

USUARIO: jhale

IP: 192.168.1.1

ACCION: Guardar

IP: 192.168.1.1



AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1969	14.0	24.0	28.0	28.0	30.0	13.0	10.0	6.0	27.0	17.6	S/D	36.0
1970	20.9	37.6	21.0	24.2	24.2	14.8	13.4	17.4	27.0	17.6	26.4	43.2



PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL

Raúl John Alvarez Paredes  
INGENIERO CIVIL, CIP N° 28921  
JEFE DE PROYECTO

Jorge Humberto Sobrevilla Ricca  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 49377

INFORMACION PREPARADA PARA: IACC CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.  
LIMA, 3 DE JUNIO DEL 2010

SENAMHI

Ciencin General de Estadística e Informática



OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA



ESTACION : OXAPAMPA / 000657 / DRE-11 LAT. 10° 35' S. DPTO. PASCO  
 PROV. OXAPAMPA  
 DIST. OXAPAMPA  
 PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS ( mm ) ALT. 1850 msnm

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1971	81.8	22.0	34.8	93.0	16.8	15.4	21.3	16.2	8.6	11.6	20.8	43.2
1972	14.6	28.8	39.2	19.6	10.8	16.6	23.2	26.4	43.2	18.8	22.2	38.8
1973	66.8	53.8	10.2	11.0	S/D	15.8	16.4	17.8	12.8	25.0	24.0	33.8
1974	22.0	31.6	23.4	12.2	5.0	5.0	7.8	9.8	14.2	20.7	16.0	8.6
1975	12.6	20.8	21.2	12.8	20.0	14.0	7.2	15.4	13.0	23.2	9.0	20.8
1976	26.8	14.2	9.4	16.4	13.2	11.4	22.7	12.4	8.6	10.0	22.2	24.5
1977	24.3	51.7	10.2	9.5	4.4	5.2	9.2	8.1	12.3	8.2	20.6	21.0
1978	49.2	24.5	52.5	23.5	11.4	17.5	15.0	4.5	17.5	32.0	16.0	28.5

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL

*John Alvarez Paredes*  
 INGENIERO CIVIL CP N° 28158  
 JEFE DE PROYECTO

*George Humberto Solimilla Ricos*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 49377

S/D= Sin Dato  
T= Truza

INFORMACION PREPARADA PARA: CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
LIMA - 2 DE JUNIO DEL 2008



SER VICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERU  
DIRECCION REGIONAL SENAMHI - JUNIN

ESTACION : OXAPAMPA  
N° 110028  
CATEGORIA CO

LATITUD: 10°35'38.3" S  
LONGITUD: 75°23'01.7" W  
ALTITUD: 1814 msnm

DPTO Cerro de Pasco  
PROV Oxapampa  
DIST Oxapampa

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas (mm)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Año
1995						15.4	16.0	13.0	16.0	16.0	20.0	41.0	41.0
1996	49.0	21.7	34.0	37.5	35.0	6.0	14.0	16.0	7.0	55.0	28.9	21.0	55.0
1997	35.5	37.0	32.5	20.0	31.0	16.0	17.0	26.0	28.5	31.0	27.0	76.0	76.0
1998	20.0	60.0	46.0	14.0	37.0	11.0	6.0	21.5	18.0	16.5	32.0	26.5	60.0
1999	34.0	33.0	34.5	33.5	25.5	8.0	11.0	16.5		17.0	42.0	34.5	42.0
2000	63.0	27.5	31.5	34.0	6.0	15.0	17.5	12.0	17.5	17.0	33.5	39.5	63.0
2001	39.5	30.0	42.0	39.0	11.0	6.0	8.5	14.0	42.0	28.0	18.5	42.0	42.0
2002	40.0	34.0	33.0	13.5	14.0	14.0	16.5	20.0	16.0	32.0	34.0	36.0	40.0
2003	31.5	27.0	53.0	17.0	14.0	6.0	4.5	28.0	17.5	15.0	19.0	30.5	53.0
2004	62.0	27.0	40.0	22.5	18.0	12.0	24.0	17.0	23.0	31.0	36.0	30.5	62.0
2005	20.0	37.0	27.0	14.0	8.0	6.0	18.0	14.0	17.0	26.5	10.0	18.0	37.0
2006	41.0	30.0	41.0	35.0	9.5	15.0	10.0	19.0	7.0	24.0	37.0	40.0	41.0
2007	33.0	35.0	32.0	13.0	16.0	7.0	8.0	27.0	14.0	22.0	35.0	28.0	35.0
2008	23.0	38.0	24.0	27.0	11.0	14.0	11.0	15.5	19.0	26.5	30.0	32.0	38.0
2009	39.0	33.0	24.0	58.0	21.0	17.0	16.5	10.0	10.0	30.0	30.0	34.0	58.0
2010	22.0	31.0	34.5	26.0	15.0	7.0	16.0	1.0	14.0	17.5	20.0	48.0	46.0
2011	30.0	38.0	52.0	45.0	25.0	13.5	40.0						52.0

INFORMACION PREPARADA PARA  
ING. JUAN DAVID GAMBOA QUILCATE  
I-045/2011

HUANCAYO, 16 DE AGOSTO DEL 2011



Ing. Adam Ramos Cadillo  
Reg. C.I.P. 46100  
DIRECTOR REGIONAL  
SENAMHI - JUNIN

## ANEXO 4. MEMÓRIA DE CÁLCULOS

### 1. CURVA IDF

La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{425.67 \cdot T^{0.17}}{t^{0.75}}$$

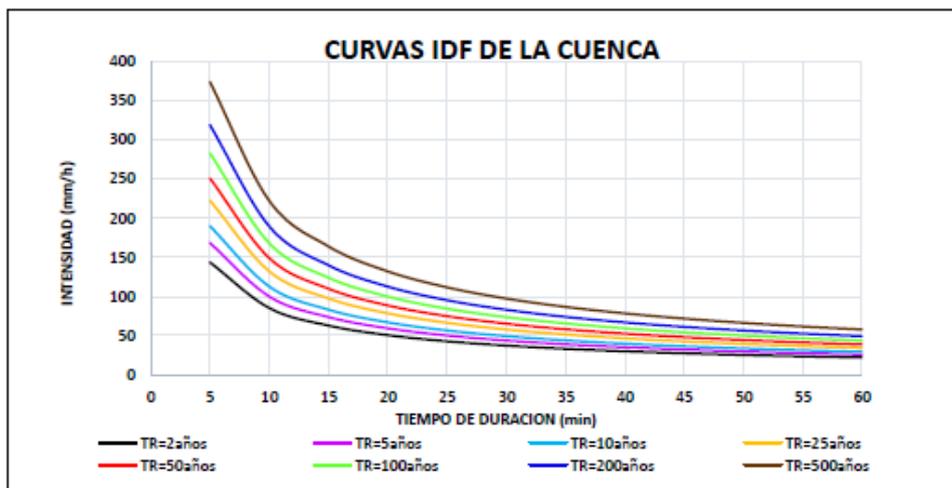
Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Período de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	143.54	85.35	62.97	50.75	42.93	37.44	33.35	30.18	27.62	25.53	23.76	22.26
5	188.22	100.02	73.80	59.48	50.31	43.88	39.09	35.36	32.37	29.91	27.85	26.09
10	189.67	112.78	83.21	67.06	56.73	49.48	44.07	39.87	36.50	33.73	31.40	29.42
25	222.29	132.17	97.52	78.59	66.48	57.98	51.65	46.73	42.78	39.53	36.80	34.48
50	250.64	149.03	109.95	88.61	74.96	65.38	58.24	52.69	48.23	44.57	41.50	38.87
100	282.60	168.03	123.97	99.91	84.52	73.72	65.67	59.41	54.39	50.25	46.79	43.83
200	318.64	189.46	139.78	112.66	95.30	83.12	74.04	66.99	61.32	56.66	52.75	49.42
500	373.43	222.04	163.82	132.03	111.68	97.41	86.77	78.50	71.87	66.41	61.82	57.92



Fuente: Elaboración Propia

## 2. CÁLCULO DEL MÉTODO DEL PCI

### 2.1 METRADO DE FALLAS

#### 1. PROGRESIVA 0+000 A 0+100

FICHA DE DATOS								
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>								
DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN								
"MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL NORMATIVA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAUSE - VILLA RICA - 2018"								
DATOS GENERALES								
EVALUADOR : CARHUAS MALLQUI JOSELINE						FECHA:	24 DE SETIEMBRE DEL 2018	
DISTRITO : VILLA RICA						ALTITUD:	1 484 m.s.n.m	
PROVINCIA : OXAPAMPA						LATITUD:	10°43'10"	
REGION : PASCO						LONGITUD:	75°16'10"	
DATOS COMPLEMENTARIOS								
ZONA:			AV. LEOPOLDO KRAUSE					
CÓDIGO DE VÍA:			0+000 a 0+100					
ANCHO DE LA VÍA:			14 M					
NUM. DE DIRECCIONES:			2					
ANÁLISIS DE CONSERVACIÓN (PCI)								
Nº	TIPOS DE FALLAS	UND	MEDIDAS		TOTAL	SEVERIDAD		
			LARGO	ANCHO		TIPO	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	GRIETA PIEL DE COCODRILO	m2	4.00	0.80	3.20	L	LOW (BAJO)	2.65
2	EXUDACIÓN DE ASFALTO	m2	-	-	0.00	M	MEDIUM (MEDIO)	653.70
3	GRIETAS DE CONTRACCIÓN (BLOQUE)	m2	-	-	0.00	H	HIGH (ALTO)	669.35
4	ELEVACIONES - HUNDIMIENTOS	m	-	-	0.00			
5	CORRUGACIONES	m2	-	-	0.00			
6	DEPRECIONES	m2	-	-	0.00			
7	GRIETAS DE BORDE	m	-	-	0.00			
8	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS	m	-	-	0.00			
9	DESNIVEL CALZADA - HOBRILO	m	-	-	0.00			
10	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES	m	-	-	0.00			
11	BACHES Y ZANIAS REPARADAS	m2	6.50	0.20	1.30			
12	AGREGADOS PULIDOS	m2	200.00	6.50	1300.00			
13	HUECOS	nº	-	-	3.00			
14	CRUCE DE RIELES	m2	-	-	0.00			
15	AHUELLAMIENTO	m2	-	-	0.00			
16	DEFORMACIÓN DE EMPUJE	m2	-	-	0.00			
17	GRIETAS DESLIZAMIENTO	m2	-	-	0.00			
18	HINCHAMIENTO	m2	-	-	0.00			
19	DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN	m2	5.00	1.00	5.00			
Nº	SENTIDO	CANT.	MEDIDAS		TOTAL	SEVER.		
			LARGO	ANCHO				
1	OESTE a ESTE		4.00	0.80	3.20		M	
1	ESTE a OESTE		3.50	1.30	4.55		H	
11	ESTE a OESTE		6.50	0.20	1.30		H	
11	ESTE a OESTE		6.50	0.10	0.65		L	
12	OESTE a ESTE		100.00	6.50	650.00		M	
12	ESTE a OESTE		100.00	6.50	650.00		H	
13	OESTE a ESTE	2			2.000		L	
13	ESTE a OESTE				0.000		M	
13	ESTE a OESTE	1			1.000		H	
19	OESTE a ESTE		5.00	0.10	0.50		M	
19	ESTE a OESTE		5.00	1.50	7.50		H	
19	OESTE a ESTE		5.00	1.00	5.00		H	
TOTAL HUECOS		3						

## 2. PROGRESIVA 0+100 a 0+200

FICHA DE DATOS								
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>								
DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN								
"MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL NORMATIVA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAUSE - VILLA RICA - 2018"								
DATOS GENERALES								
EVALUADOR : CARHUAS MALLQUI JOSELINE				FECHA:		24 DE SETIEMBRE DEL 2018		
DISTRITO : VILLA RICA				ALTITUD:		1 484 m.s.n.m		
PROVINCIA : OXAPAMPA				LATITUD:		10°43'10"		
REGION : PASCO				LONGITUD:		75°16'10"		
DATOS COMPLEMENTARIOS								
ZONA:				AV. LEOPOLDO KRAUSE				
CÓDIGO DE VÍA:				0+100 a 0+200				
ANCHO DE LA VÍA:				14 M				
NUM. DE DIRECCIONES:				2				
ANÁLISIS DE CONSERVACIÓN (PCI)								
N°	TIPOS DE FALLAS	UND	MEDIDAS			SEVERIDAD		
			LARGO	ANCHO	TOTAL	TIPO	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	GRIETA PIEL DE COCODRILO	m2	-	-	0.00	L	LOW (BAJO)	0.00
2	EXUDACIÓN DE ASFALTO	m2	-	-	0.00	M	MEDIUM (MEDIO)	1300.00
3	GRIETAS DE CONTRACCIÓN (BLOQUE)	m2	-	-	0.00	H	HIGH (ALTO)	0.00
4	ELEVACIONES - HUNDIMIENTOS	m	-	-	0.00			
5	CORRUGACIONES	m2	-	-	0.00			
6	DEPRECIONES	m2	-	-	0.00			
7	GRIETAS DE BORDE	m	-	-	0.00			
8	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS	m	-	-	0.00			
9	DESNIVEL CALZADA - HOBRILLO	m	-	-	0.00			
10	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES	m	-	-	0.00			
11	BACHES Y ZANIAS REPARADAS	m2	-	-	0.00			
12	AGREGADOS PULIDOS	m2	100.00	6.50	650.00			
13	HUECOS	n°	-	-	0.00			
14	CRUCE DE RIELES	m2	-	-	0.00			
15	AHUELLAMIENTO	m2	-	-	0.00			
16	DEFORMACIÓN DE EMPUJE	m2	-	-	0.00			
17	GRIETAS DESLIZAMIENTO	m2	-	-	0.00			
18	HINCHAMIENTO	m2	-	-	0.00			
19	DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN	m2	-	-	0.00			
N°	SENTIDO		MEDIDAS		TOTAL	SEVER.		
			LARGO	ANCHO				
12	OESTE a ESTE		100.00	6.50	650.00	M		
12	ESTE a OESTE		100.00	6.50	650.00	M		

### 3. PROGRESIVA 0+200 a 0+300

FICHA DE DATOS								
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>								
DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN								
"MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL NORMATIVA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAUSE - VILLA RICA - 2018"								
DATOS GENERALES								
EVALUADOR : CARHUAS MALLQUI JOSELINE						FECHA:	24 DE SETIEMBRE DEL 2018	
DISTRITO : VILLA RICA						ALTITUD:	1 484 m.s.n.m	
PROVINCIA : OXAPAMPA						LATITUD:	10°43'10"	
REGION : PASCO						LONGITUD:	75°16'10"	
DATOS COMPLEMENTARIOS								
ZONA:			AV. LEOPOLDO KRAUSE					
CÓDIGO DE VÍA:			0+200 a 0+300					
ANCHO DE LA VÍA:			14 M					
NUM. DE DIRECCIONES:			2					
ANÁLISIS DE CONSERVACIÓN (PCI)								
N°	TIPOS DE FALLAS	UND	MEDIDAS		TOTAL	SEVERIDAD		
			LARGO	ANCHO		TIPO	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	GRIETA PIEL DE COCODRILO	m2	-	-	0	L	LOW (BAJO)	2.000
2	EXUDACIÓN DE ASFALTO	m2	-	-	0	M	MEDIUM (MEDIO)	1305.00
3	GRIETAS DE CONTRACCIÓN (BLOQUE)	m2	-	-	0	H	HIGH (ALTO)	2.00
4	ELEVACIONES - HUNDIMIENTOS	m	-	-	0			
5	CORRUGACIONES	m2	-	-	0			
6	DEPRECIONES	m2	-	-	0			
7	GRIETAS DE BORDE	m	-	-	0			
8	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS	m	-	-	0			
9	DESNIVEL CALZADA - HOBRILO	m	-	-	0			
10	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES	m	-	-	0			
11	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	m2	-	-	0			
12	AGREGADOS PULIDOS	m2	100	6.5	650			
13	HUECOS	n°	-	-	9			
14	CRUCE DE RIELES	m2	-	-	0			
15	AHUELLAMIENTO	m2	-	-	0			
16	DEFORMACIÓN DE EMPUJE	m2	-	-	0			
17	GRIETAS DESLIZAMIENTO	m2	-	-	0			
18	HINCHAMIENTO	m2	-	-	0			
19	DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN	m2	-	-	0			
N°	SENTIDO	CANT.	MEDIDAS		TOTAL	SEVER.		
			LARGO	ANCHO				
12	OESTE a ESTE		100.00	6.50	650.00	M		
12	ESTE a OESTE		100.00	6.50	650.00	M		
13	OESTE a ESTE					L		
13	ESTE a OESTE	2			2.00	L		
13	OESTE a ESTE	1			1.00	M		
13	ESTE a OESTE	4			4.00	M		
13	OESTE a ESTE	2			2.00	H		
13	ESTE a OESTE					H		
TOTAL HUECOS		9						

#### 4. PROGRESIVA 0+300 a 0+400

FICHA DE DATOS								
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>								
DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN								
"MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL NORMATIVA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAUSE - VILLA RICA - 2018"								
DATOS GENERALES								
EVALUADOR : CARHUAS MALLQUI JOSELINE				FECHA:		24 DE SETIEMBRE DEL 2018		
DISTRITO : VILLA RICA				ALTITUD:		1 484 m.s.n.m		
PROVINCIA : OXAPAMPA				LATITUD:		10°43'10"		
REGION : PASCO				LONGITUD:		75°16'10"		
DATOS COMPLEMENTARIOS								
ZONA:		AV. LEOPOLDO KRAUSE						
CÓDIGO DE VÍA:		0+300 a 0+400						
ANCHO DE LA VÍA:		14 M						
NUM. DE DIRECCIONES:		2						
ANÁLISIS DE CONSERVACIÓN (PCI)								
Nº	TIPOS DE FALLAS	UND	MEDIDAS			SEVERIDAD		
			LARGO	ANCHO	TOTAL	TIPO	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	GRIETA PIEL DE COCODRILO	m2	-	-	0.00	L	LOW (BAJO)	3.000
2	EXUDACIÓN DE ASFALTO	m2	-	-	0.00	M	MEDIUM (MEDIO)	650.00
3	GRIETAS DE CONTRACCIÓN (BLOQUE)	m2	-	-	0.00	H	HIGH (ALTO)	650.00
4	ELEVACIONES - HUNDIMIENTOS	m	-	-	0.00			
5	CORRUGACIONES	m2	-	-	0.00			
6	DEPRECIONES	m2	-	-	0.00			
7	GRIETAS DE BORDE	m	-	-	0.00			
8	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS	m	-	-	0.00			
9	DESNIVEL CALZADA - HOBRILLO	m	-	-	0.00			
10	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES	m	-	-	0.00			
11	BACHES Y ZANIAS REPARADAS	m2	-	-	0.00			
12	AGREGADOS PULIDOS	m2	100.00	6.50	650.00			
13	HUECOS	nº	-	-	3.00			
14	CRUCE DE RIELES	m2	-	-	0.00			
15	AHUELLAMIENTO	m2	-	-	0.00			
16	DEFORMACIÓN DE EMPUJE	m2	-	-	0.00			
17	GRIETAS DESLIZAMIENTO	m2	-	-	0.00			
18	HINCHAMIENTO	m2	-	-	0.00			
19	DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN	m2	-	-	0.00			
Nº	SENTIDO		MEDIDAS		TOTAL	SEVER.		
			LARGO	ANCHO				
12	OESTE a ESTE		100.00	6.50	650.00	M		
12	ESTE a OESTE		100.00	6.50	650.00	H		
13	OESTE a ESTE				0.00	L		
13	ESTE a OESTE	3			3.00	L		
13	OESTE a ESTE				0.00	M		
13	ESTE a OESTE				0.00	M		
13	OESTE a ESTE				0.00	H		
13	ESTE a OESTE				0.00	H		
TOTAL HUECOS		3						

## 5. PROGRESIVA 0+400 a 0+500

FICHA DE DATOS								
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>								
DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN								
"MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL NORMATIVA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAUSE - VILLA RICA - 2018"								
DATOS GENERALES								
EVALUADOR : CARHUAS MALLQUI JOSELINE				FECHA:		24 DE SETIEMBRE DEL 2018		
DISTRITO : VILLA RICA				ALTITUD:		1 484 m.s.n.m		
PROVINCIA : OXAPAMPA				LATITUD:		10°43'10"		
REGION : PASCO				LONGITUD:		75°16'10"		
DATOS COMPLEMENTARIOS								
ZONA:		AV. LEOPOLDO KRAUSE						
CÓDIGO DE VÍA:		0+400 a 0+500						
ANCHO DE LA VÍA:		14 M						
NUM. DE DIRECCIONES:		2						
ANÁLISIS DE CONSERVACIÓN (PCI)								
Nº	TIPOS DE FALLAS	UND	MEDIDAS		TOTAL	SEVERIDAD		
			LARGO	ANCHO		TIPO	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	GRIETA PIEL DE COCODRILO	m2	-	-	0.00	L	LOW (BAJO)	18.00
2	EXUDACIÓN DE ASFALTO	m2	-	-	0.00	M	MEDIUM (MEDIO)	639.00
3	GRIETAS DE CONTRACCIÓN (BLOQUE)	m2	-	-	0.00	H	HIGH (ALTO)	651.00
4	ELEVACIONES - HUNDIMIENTOS	m	-	-	0.00			
5	CORRUGACIONES	m2	-	-	0.00			
6	DEPRECIONES	m2	-	-	0.00			
7	GRIETAS DE BORDE	m	-	-	0.00			
8	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS	m	-	-	0.00			
9	DESIVEL CALZADA - HOBRILLO	m	-	-	0.00			
10	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES	m	-	-	0.00			
11	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	m2	-	-	0.00			
12	AGREGADOS PUJUDOS	m2	100.00	6.50	650.00			
13	HUECOS	nº	-	-	28.00			
14	CRUCE DE RIELES	m2	-	-	0.00			
15	AHUELLAMIENTO	m2	-	-	0.00			
16	DEFORMACIÓN DE EMPUJE	m2	-	-	0.00			
17	GRIETAS DESUZAMIENTO	m2	-	-	0.00			
18	HINCHAMIENTO	m2	-	-	0.00			
19	DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN	m2	-	-	0.00			
Nº	SENTIDO	CANT.	MEDIDAS		TOTAL	SEVER.		
			LARGO	ANCHO				
12	OESTE a ESTE		100.00	6.50	650.00	M		
12	ESTE a OESTE		100.00	6.50	650.00	H		
13	OESTE a ESTE	1			1.00	L		
13	ESTE a OESTE	17			17.00	L		
13	OESTE a ESTE	1			1.00	M		
13	ESTE a OESTE	8			8.00	M		
13	OESTE a ESTE				0.00	H		
13	ESTE a OESTE	1			1.00	H		
TOTAL DE HUECOS		28						

## 6. PROGRESIVA 0+500 a 0+600

FICHA DE DATOS								
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>								
DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN								
"MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL NORMATIVA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAUSE - VILLA RICA - 2018"								
DATOS GENERALES								
EVALUADOR : CARHUAS MALLQUI JOSELINE			FECHA:		24 DE SETIEMBRE DEL 2018			
DISTRITO : VILLA RICA			ALTITUD:		1 484 m.s.n.m			
PROVINCIA : OXAPAMPA			LATITUD:		10°43'10"			
REGION : PASCO			LONGITUD:		75°16'10"			
DATOS COMPLEMENTARIOS								
ZONA:			AV. LEOPOLDO KRAUSE					
CÓDIGO DE VÍA:			0+500 a 0+600					
ANCHO DE LA VÍA:			14 M					
NUM. DE DIRECCIONES:			2					
ANÁLISIS DE CONSERVACIÓN (PCI)								
Nº	TIPOS DE FALLAS	UND	MEDIDAS		TOTAL	SEVERIDAD		
			LARGO	ANCHO		TIPO	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	GRIETA PIEL DE COCODRILO	m2	-	-	0.00	L	LOW (BAJO)	2.00
2	EXUDACIÓN DE ASFALTO	m2	-	-	0.00	M	MEDIUM (MEDIO)	1304.00
3	GRIETAS DE CONTRACCIÓN (BLOQUE)	m2	-	-	0.00	H	HIGH (ALTO)	3.00
4	ELEVACIONES - HUNDIMIENTOS	m	-	-	0.00			
5	CORRUGACIONES	m2	-	-	0.00			
6	DEPRECIONES	m2	-	-	0.00			
7	GRIETAS DE BORDE	m	-	-	0.00			
8	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS	m	-	-	0.00			
9	DESIVEL CALZADA - HOBRILLO	m	-	-	0.00			
10	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES	m	-	-	0.00			
11	BACHES Y ZANIAS REPARADAS	m2	-	-	0.00			
12	AGREGADOS PUJIDOS	m2	100.00	6.50	650.00			
13	HUECOS	nº	-	-	9.00			
14	CRUCE DE RIELES	m2	-	-	0.00			
15	AHUELLAMIENTO	m2	-	-	0.00			
16	DEFORMACIÓN DE EMPUJE	m2	-	-	0.00			
17	GRIETAS DESLIZAMIENTO	m2	-	-	0.00			
18	HINCHAMIENTO	m2	-	-	0.00			
19	DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN	m2	-	-	0.00			
Nº	SENTIDO		MEDIDAS		TOTAL	SEVER.		
			LARGO	ANCHO				
12	OESTE a ESTE		100.00	6.50	650.00	M		
12	ESTE a OESTE		100.00	6.50	650.00	M		
13	OESTE a ESTE				0.00	L		
13	ESTE a OESTE	2			2.00	L		
13	OESTE a ESTE				0.00	M		
13	ESTE a OESTE	4			4.00	M		
13	OESTE a ESTE				0.00	H		
13	ESTE a OESTE	3			3.00	H		
TOTAL HUECOS		9						

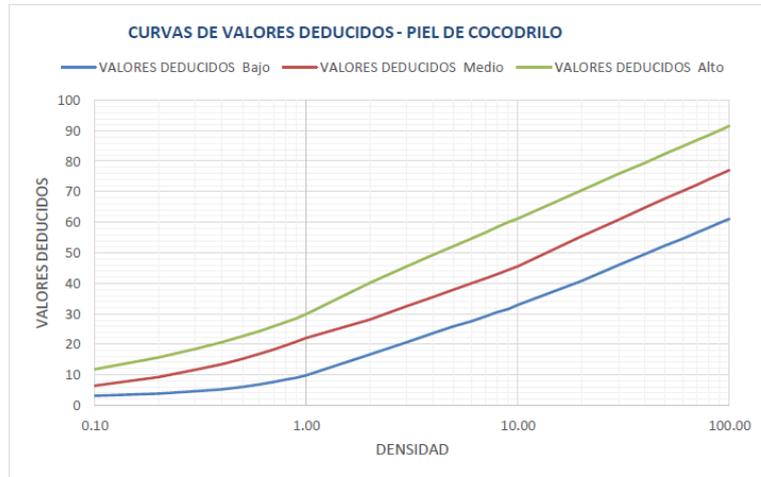
## 7. PROGRESIVA 0+600 a 0+680.91

FICHA DE DATOS								
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>								
DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN								
"MEJORAMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LOGRAR LA VIDA ÚTIL NORMATIVA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEOPOLDO KRAUSE - VILLA RICA - 2018"								
DATOS GENERALES								
EVALUADOR : CARHUAS MALLQUI JOSELINE				FECHA:	24 DE SETIEMBRE DEL 2018			
DISTRITO : VILLA RICA				ALTITUD:	1 484 m.s.n.m			
PROVINCIA : OXAPAMPA				LATITUD:	10°43'10"			
REGION : PASCO				LONGITUD:	75°16'10"			
DATOS COMPLEMENTARIOS								
ZONA:			AV. LEOPOLDO KRAUSE					
CÓDIGO DE VÍA:			0+600 a 0+680.91					
ANCHO DE LA VÍA:			14 M					
NUM. DE DIRECCIONES:			2					
ANÁLISIS DE CONSERVACIÓN (PCI)								
N°	TIPOS DE FALLAS	UND	MEDIDAS		TOTAL	SEVERIDAD		
			LARGO	ANCHO		TIPO	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	GRIETA PIEL DE COCODRILO	m2	-	-	0.00	L	LOW (BAJO)	1051.83
2	EXUDACIÓN DE ASFALTO	m2	-	-	0.00	M	MEDIUM (MEDIO)	0.00
3	GRIETAS DE CONTRACCIÓN (BLOQUE)	m2	-	-	0.00	H	HIGH (ALTO)	0.00
4	ELEVACIONES - HUNDIMIENTOS	m	-	-	0.00			
5	CORRUGACIONES	m2	-	-	0.00			
6	DEPRECIONES	m2	-	-	0.00			
7	GRIETAS DE BORDE	m	-	-	0.00			
8	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS	m	-	-	0.00			
9	DESIVEL CAIZADA - HOBRILLO	m	-	-	0.00			
10	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES	m	-	-	0.00			
11	BACHES Y ZANIAS REPARADAS	m2	-	-	0.00			
12	AGREGADOS PULIDOS	m2	80.91	6.30	525.92			
13	HUECOS	n°	-	-	0.00			
14	CRUCE DE RIELES	m2	-	-	0.00			
15	AHUELLAMIENTO	m2	-	-	0.00			
16	DEFORMACIÓN DE EMPUJE	m2	-	-	0.00			
17	GRIETAS DESLIZAMIENTO	m2	-	-	0.00			
18	HINCHAMIENTO	m2	-	-	0.00			
19	DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN	m2	-	-	0.00			
N°	SENTIDO		MEDIDAS		TOTAL	SEVER.		
			LARGO	ANCHO				
12	OESTE a ESTE		80.91	6.30	525.92	L		
12	ESTE a OESTE		80.91	6.30	525.92	L		

# CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS DE PCI

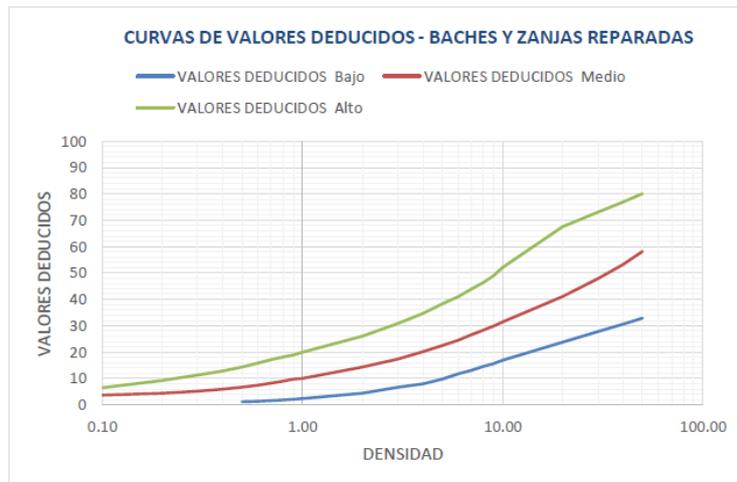
## 1. PIEL DE COCODRILO

Densidad	VALORES DEDUCIDOS		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60



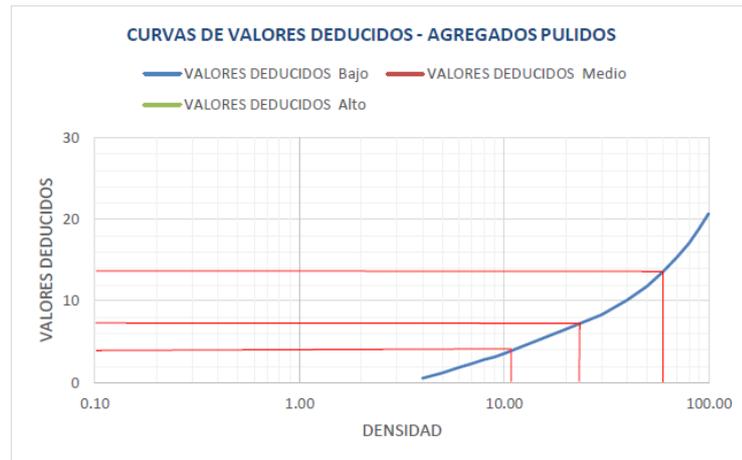
## 2. BACHES Y ZANJAS REPARADAS

Densidad	VALORES DEDUCIDOS		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		3.70	6.50
0.20		4.50	9.20
0.30		5.20	11.20
0.40		6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.00
1.00	2.30	10.10	20.00
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.50
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



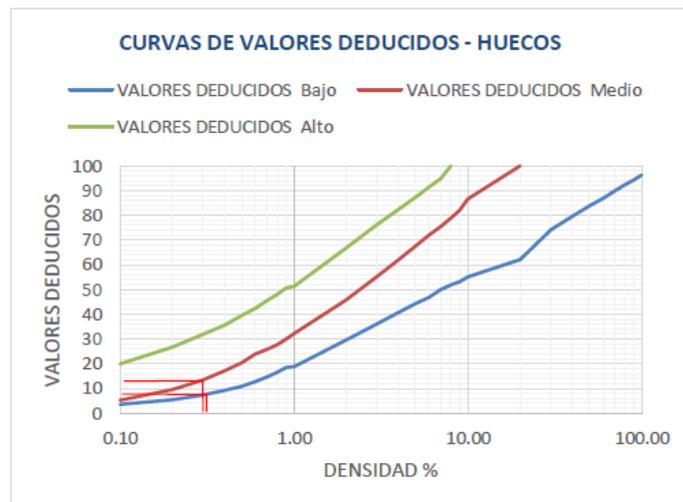
### 3. AGREGADOS PULIDOS

Densidad	VALORES DEDUCIDOS		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00		0.50	
5.00		1.20	
6.00		1.80	
7.00		2.30	
8.00		2.80	
9.00		3.10	
10.00		3.50	
20.00		6.50	
30.00		8.30	
40.00		10.10	
50.00		11.80	
60.00		13.60	
70.00		15.40	
80.00		17.10	
90.00		18.90	
100.00		20.70	



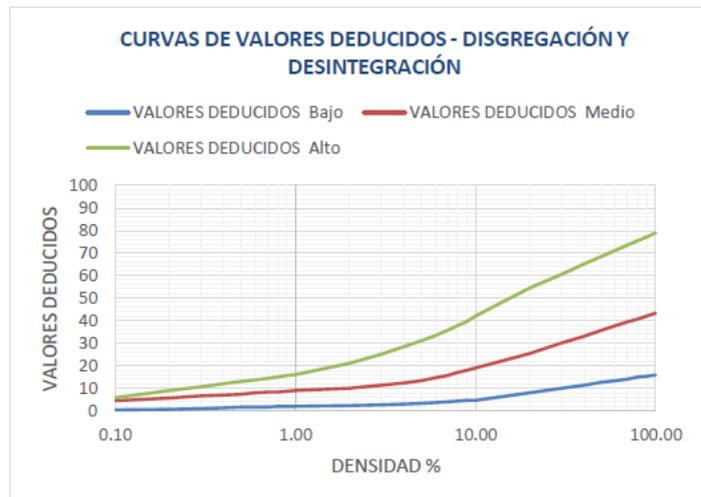
### 4. HUECOS

Densidad	VALORES DEDUCIDOS		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	55.00	76.00
4.00	40.60	62.10	82.40
5.00	44.10	67.60	87.40
6.00	46.90	72.10	91.50
7.00	50.00	75.50	95.00
8.00	52.00	79.10	100.00
9.00	53.30	82.00	
10.00	55.00	86.50	
20.00	62.00	100.00	
30.00	74.30		
40.00	79.50		
50.00	83.60		
60.00	87.00		
70.00	89.80		
80.00	92.20		
90.00	94.40		
100.00	96.30		



## 5. DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN

Densidad	VALORES DEDUCIDOS		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	0.30	4.40	5.70
0.20	0.40	5.70	8.80
0.30	0.80	6.50	10.60
0.40	1.20	7.00	11.90
0.50	1.40	7.40	12.90
0.60	1.60	7.80	13.70
0.70	1.70	8.10	14.40
0.80	1.90	8.30	15.00
0.90	2.00	8.50	15.50
1.00	2.00	8.90	16.00
2.00	2.30	10.00	21.00
3.00	2.70	11.20	24.90
4.00	3.00	12.30	28.20
5.00	3.30	13.40	30.90
6.00	3.70	14.50	33.40
7.00	4.00	15.70	35.60
8.00	4.30	16.80	37.70
9.00	4.60	17.90	39.60
10.00	4.60	19.00	42.00
20.00	8.00	25.30	54.40
30.00	10.00	29.90	60.60
40.00	11.40	33.10	65.00
50.00	12.50	35.60	68.40
60.00	13.40	37.60	71.10
70.00	14.10	39.30	73.50
80.00	14.80	40.80	75.50
90.00	15.30	42.10	77.30
100.00	15.80	43.30	78.90



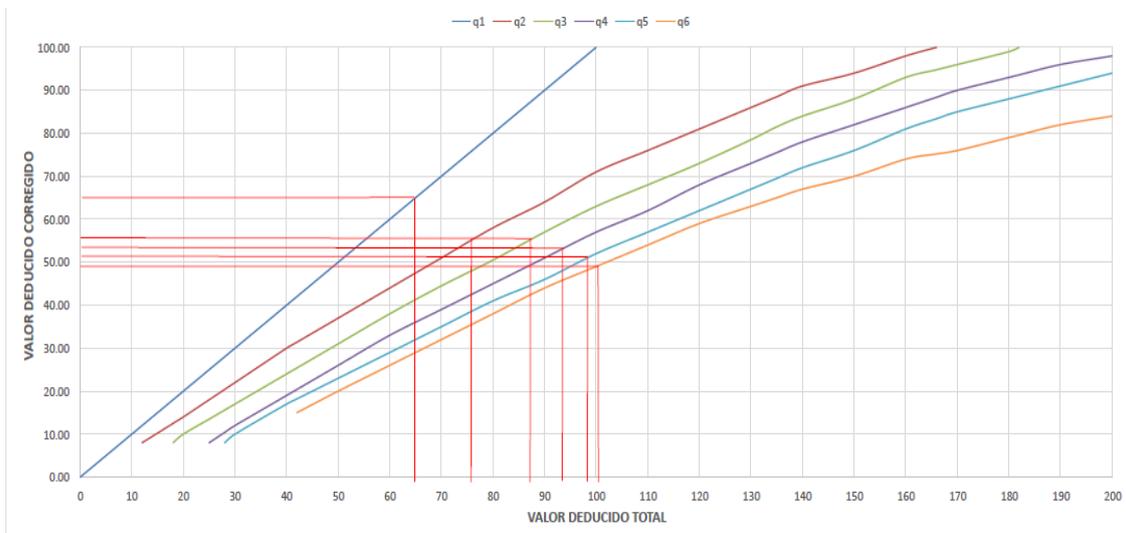
## 6. CUADRO DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS

VDT	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO					
	q1	q2	q3	q4	q5	q6
0.00	0.00					
10.00	10.00					
12.00	12.00	8.00				
18.00	18.00	12.50	8.00			
20.00	20.00	14.00	10.00			
25.00	25.00	18.00	13.50	8.00		
28.00	28.00	20.40	15.60	10.40	8.00	
30.00	30.00	22.00	17.00	12.00	10.00	
40.00	40.00	30.00	24.00	19.00	17.00	
42.00	42.00	31.40	25.40	20.40	18.20	15.00
50.00	50.00	37.00	31.00	26.00	23.00	20.00
60.00	60.00	44.00	38.00	33.00	29.00	26.00
70.00	70.00	51.00	44.50	39.00	35.00	32.00
80.00	80.00	58.00	50.50	45.00	41.00	38.00
90.00	90.00	64.00	57.00	51.00	46.00	44.00
100.00	100.00	71.00	63.00	57.00	52.00	49.00
110.00		76.00	68.00	62.00	57.00	54.00
120.00		81.00	73.00	68.00	62.00	59.00
130.00		86.00	78.50	73.00	67.00	63.00
135.00		88.50	81.50	75.50	69.50	65.00
140.00		91.00	84.00	78.00	72.00	67.00
150.00		94.00	88.00	82.00	76.00	70.00
160.00		98.00	93.00	86.00	81.00	74.00
166.00		100.00	94.80	88.40	83.40	75.20
170.00			96.00	90.00	85.00	76.00
180.00			99.00	93.00	88.00	79.00
182.00			100.00	93.60	88.60	79.60
190.00				96.00	91.00	82.00
200.00				98.00	94.00	84.00

Fuente: Elaboración propia

Se muestra la tabla de Valores Deducidos Total, el cual permite llegar al resultado de PCI.

### CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS



Fuente: Propia

### 3. MEDIDAS DE SECCIÓN DE CUNETAS

Sec. Tipo	Progresiva	Sentido	Característica Geométrica	
			a (cm)	h (cm)
Rectangular	0+000	O - E	40	22
		E - O	-	-
Rectangular	0+100	O - E	38	28
		E - O	40	25
Rectangular	0+200	O - E	40	25
		E - O	40	25
Rectangular	0+300	O - E	40	25
		E - O	40	25
Rectangular	0+400	O - E	40	25
		E - O	40	25
Rectangular	0+500	O - E	40	25
		E - O	40	25
Rectangular	0+600	O - E	40	20
		E - O	40	20
Rectangular	0+680.91	O - E	40	20
		E - O	40	20

Fuente: Propia

## ANEXO 5. PLANOS

### 1. MAPA DEL DISTRITO DE VILLA RICA



Fuente: Pág. DESCO, Selva Central



### 3. PLANO DE CUENCA CON CURVAS DE NIVEL

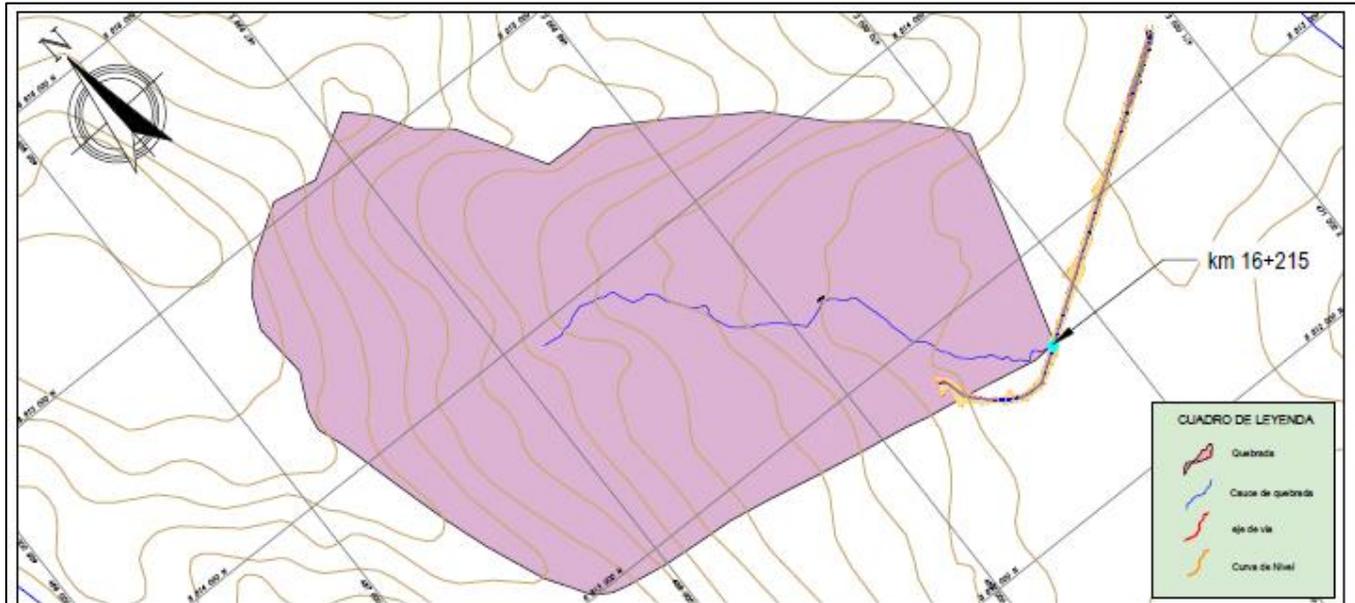


Imagen Satelital

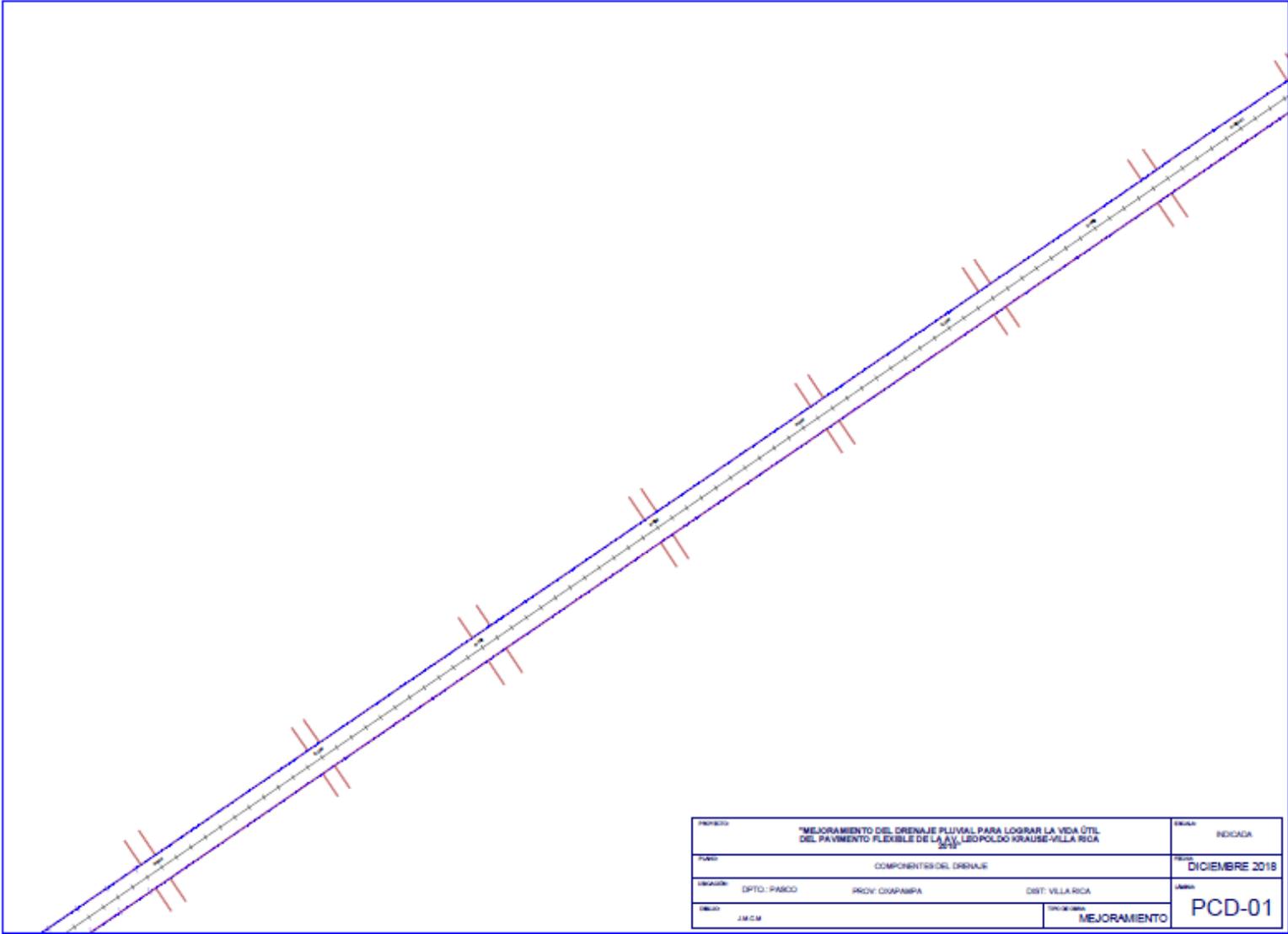


Parámetros Geomorfométricos	
Cuadro 5/16	
Área	4,45 km <sup>2</sup>
Perímetro	8,45 km
Longitud de cauce	2448 m
Pendiente del cauce	0,334 m/m
Pendiente lateral	0,338 m/m
Índice de compactación	1,331
Altitud media	1899 s.n.m.
Cota máxima	2052 m
Cota mínima	1507 m

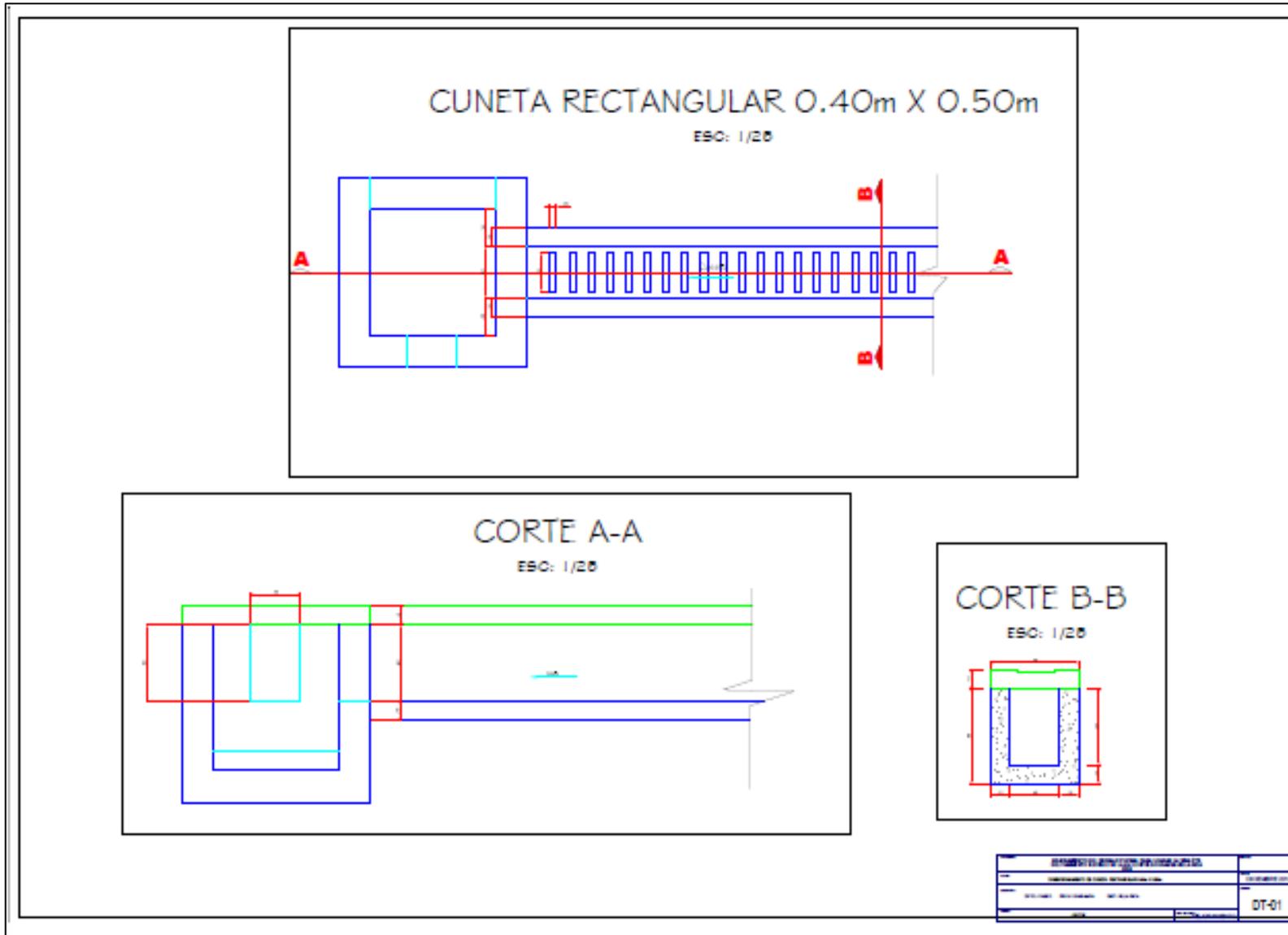
Estación Meteorológica	Oxapampa
Departamento	Cerro de Pasco
Provincia	Oxapampa
Distrito	Oxapampa
Latitud	10°35'38,3" S
Longitud	75°23'01,7" W
Altitud (m.s.n.m)	1814

CUBICAC		NOVIEMBRE 2018	
PC-01			

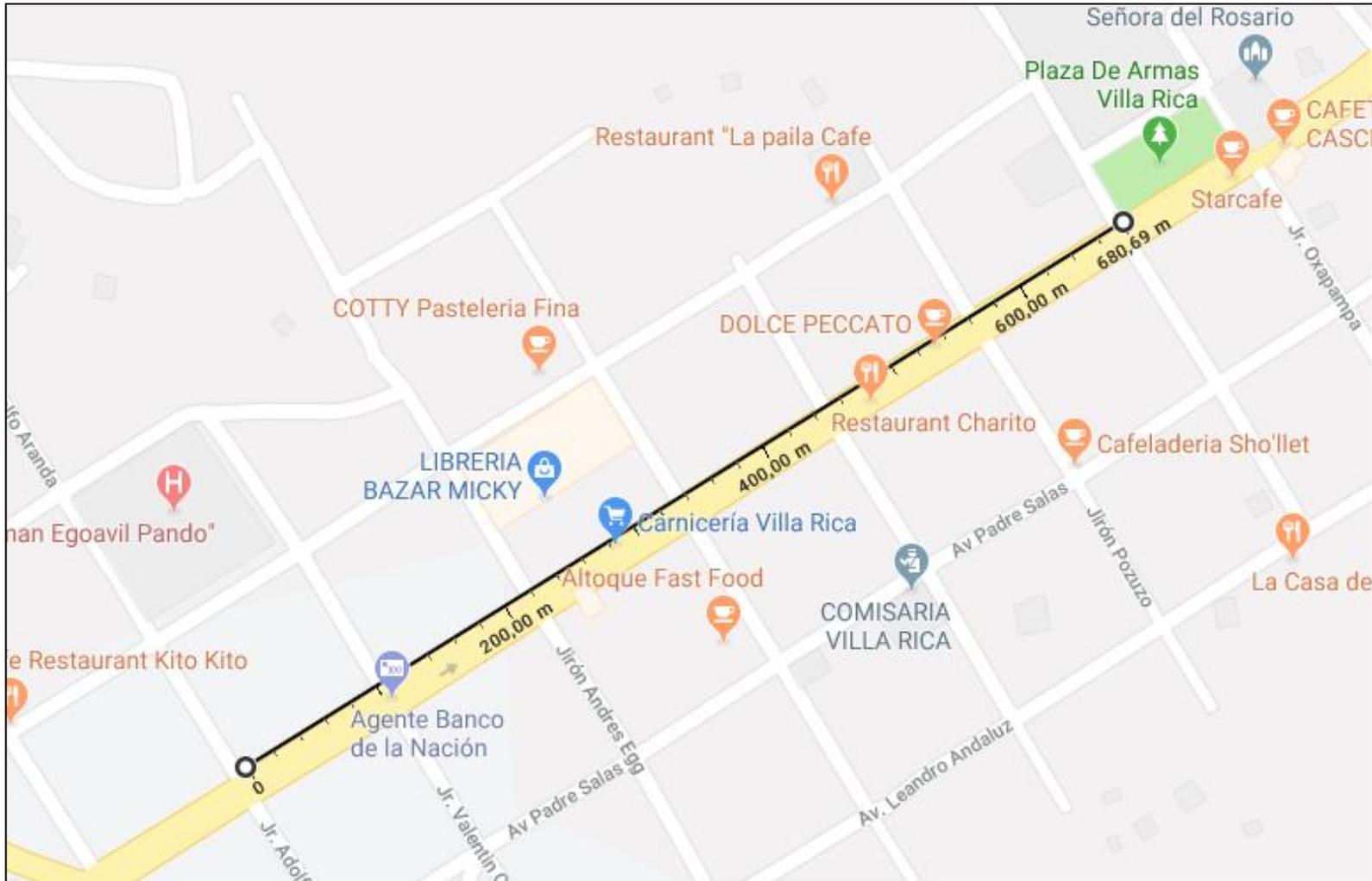
**4. ORIENTACIÓN DEL FLUJO**



## 5. COMPONENTES DEL DRENAJE - SECCIÓN



## 6. UNIDAD DE MUESTRA



## ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Inspección visual de cuneta



Fotografía 2. Inspección visual de cuneta



Fotografía 3. Inspección visual de cuneta



Fotografía 4. Desgaste de cuneta



Fotografía 5. Obstrucción de cuneta



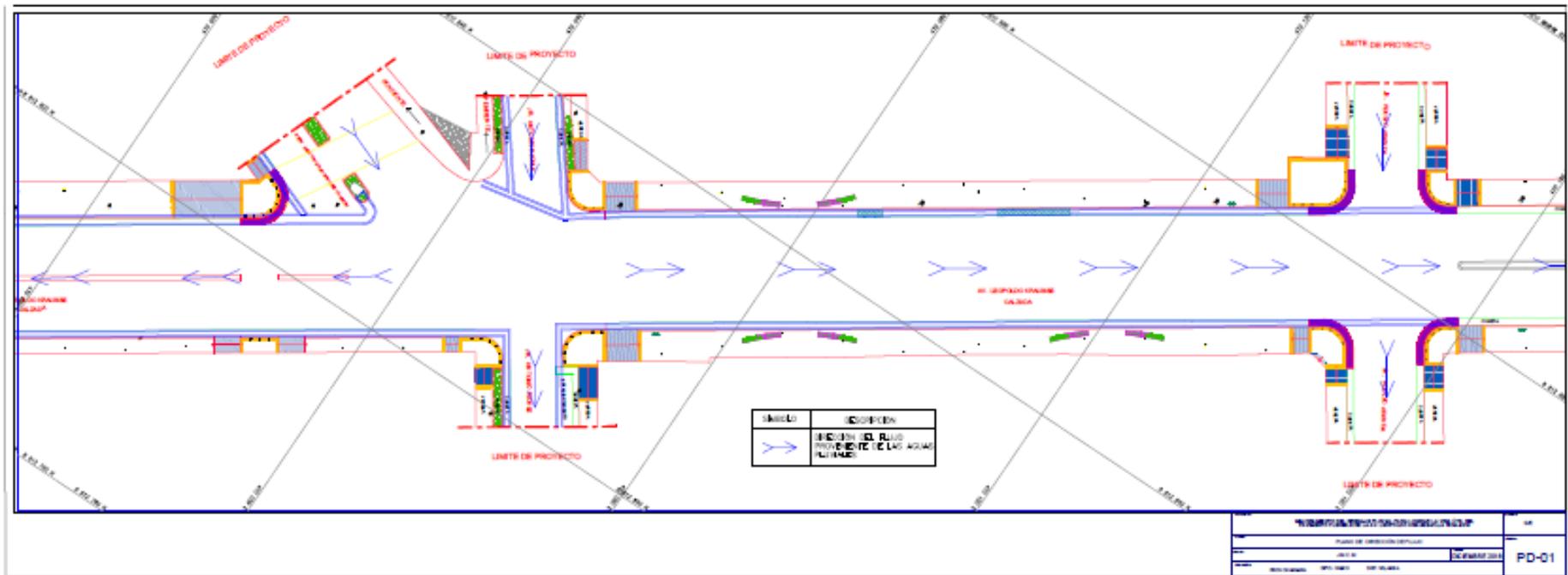
Fotografía 6. Obstrucción de cuneta

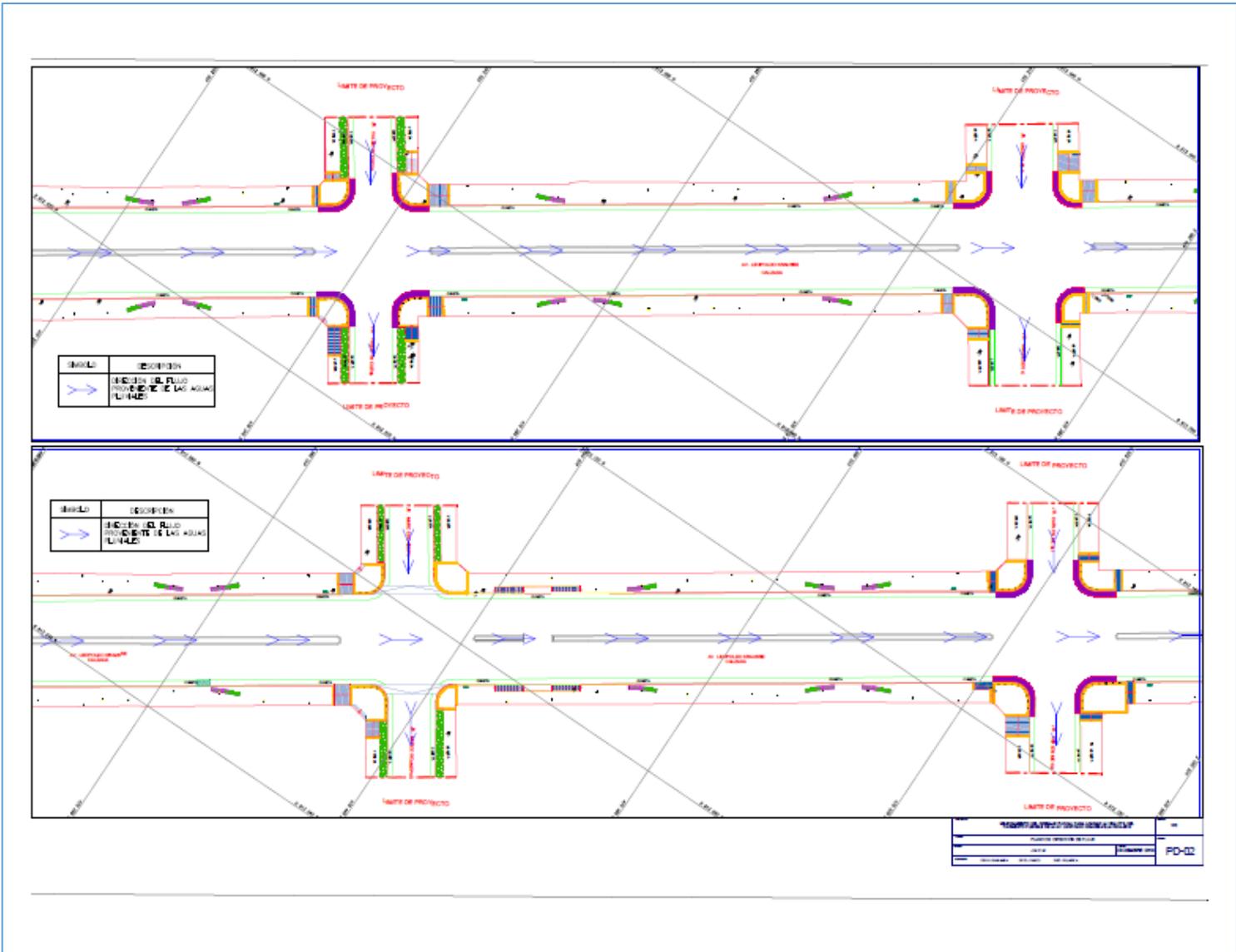


Fotografía 7. Inspección visual del pavimento flexible



Fotografía 8. Inspección visual del pavimento flexible









## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PA-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Cecilia Cecilia Morán.....

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisar(a) de la tesis titulada:

„ Mejoramiento del drenaje pluvial para lograr la vida útil del pavimento flexible de la Av. Leopoldo Krause - Villa Rica 2018”

del (de la) estudiante Centhuas Mallqui Josefina Mairyd.....

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17... % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Los Olivos, 15/12/18.



Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Cecilia Cecilia Morán.....

DNI: 43.851.809.....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

# PANTALLAZO TURNITIN

Feedback Studio | Turnitin.com

https://www.turnitin.com/app/carta/ver/turnitin-com-315525-111

feedback studio

Resumen de coincidencias

17 %

Se está viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Básic)

Coincidencias

1	Ensayo a Udevenab...	4 %
2	repositorio ungu edupe	1 %
3	g0 paratonos (pb pe	1 %
4	ca. arbol.com	1 %
5	repositorio ungu edupe	1 %
6	repositorio ungu edupe	1 %
7	repositorio ungu edupe	1 %
8	repositorio ungu edupe	1 %

Test only/Report | High Resolution | 9/12/18

Página 1 de 109 | Número de palabras: 18795

Josefine Mariyd CARHUAS MALLQUI

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA DE PROFESIONALES DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO

Magister en el área profesional para lograr la Maestría del post grado

Facultad de la Av. Lospoles - Arequipa - 1988 2000 - 2018

TRABAJO PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

APRENDIZ

Carhuas Mariyd, Josefine Mallqui

AREQUIPA

Md. Ing. José M. Muñoz, Corales

ESCUELA DE INGENIEROS

TRABAJO DE INGENIEROS CIVIL

1988 - 2018

19/12/18

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

 <b>UCV</b> <small>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</small>	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo Josefine Maңыз Cochua Malaga identificado con DNI N° 72495920

egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería..... de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado « Mejoramiento del drenaje pluvial para lograr la vida útil del pavimento flexible de la Av. Leopoldo Krause en Villa Rica - 2018 »

....."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

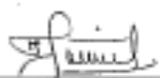
.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 72495920

FECHA: 15 de Diciembre de 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL (FORMA) DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CARHUAS MALLODI JOSELINE MAIRYD

INFORME TITULADO:

MEJORAMIENTO DEL DISEÑO FUNDAL PARA LOGRAR LA VIDA  
ÚTIL DEL EQUIPAMIENTO FERROVIARIO DE LA D.V. ZORILDO URBAN  
EN VILCA RICA - 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero (a) Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

15/12/2018

NOTA O MENCIÓN

15 (diez y cinco)

Coordinador de Investigación de  
Ingeniería Civil