



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis del deterioro de las vías urbanas de asfalto del cantón  
Riobamba y su relación con los modelos de predicción”

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil**

**Autor:**

Paredes Alvarez, Jorge Wladimir

**Tutor:**

MgSc. Carlos Sebastián Saldaña García.

**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Jorge Wladimir Paredes Alvarez**, con cédula de ciudadanía **060452529-5**, autor del trabajo de investigación titulado: **“ANÁLISIS DEL DETERIORO DE LAS VÍAS URBANAS DE ASFALTO DEL CANTÓN RIOBAMBA Y SU RELACIÓN CON LOS MODELOS DE PREDICCIÓN”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 21 días del mes de mayo de 2024.



Jorge Wladimir Paredes Alvarez

C.I: 060452529-5

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **MgSc. Carlos Saldaña** catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: “**Análisis del deterioro de las vías urbanas de asfalto del cantón Riobamba y su relación con los modelos de predicción**”, bajo la autoría de **Paredes Alvarez Jorge Wladimir**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 9 días del mes de mayo de 2024.



---

**MgSc. Carlos Sebastián Saldaña García**


C.I: 030149658-4

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Análisis del deterioro de las vías urbanas de asfalto del cantón Riobamba y su relación con los modelos de predicción**”, presentado por **Paredes Alvarez Jorge Wladimir**, con cédula de identidad número 060452529-5, bajo la tutoría de **MgSc. Carlos Sebastián Saldaña García**; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 21 días del mes de mayo de 2024.

Ing. Cesar Augusto Mora Cabrera  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Firma

Ing. Ángel Edmundo Paredes García  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Firma

Ing. Hernán Vladimir Pazmiño Chiluiza  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Firma



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.15  
VERSIÓN 01: 06-09-2021

# CERTIFICACIÓN

Que, **PAREDES ALVAREZ JORGE WLADIMIR** con CC: **060452529-5**, estudiante de la Carrera, Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado : **“Análisis del deterioro de las vías urbanas de asfalto del cantón Riobamba y su relación con los modelos de predicción”**, cumple con el **6 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio TURNINTIN, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 9 de mayo de 2024

Ing. Carlos Saldaña García  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, quienes me han apoyado incondicionalmente en cada momento de mi vida. Su amor, aliento y sacrificio han sido la fuerza indispensable en el transcurrir de mis días.

A mis hermanos Jossie y Emmanuel, su amor, comprensión y constante apoyo representan el lazo inquebrantable del amor que nos une.

A mi querido Belisario, quien con su amor y comprensión es mi guía y apoyo en los momentos más duros.

A mis abuelos que están en el cielo, su amor incondicional y su eterno recuerdo han sido el aliento en los momentos difíciles de mi vida.

A Mons. Víctor Corral y a la Hna. María del Carmen Corral, su cariño, confianza y guía han reflejado una luz en mi existencia.

A Vanessa, por su paciencia, comprensión y constante motivación. Tu apoyo inquebrantable ha sido mi roca en los momentos difíciles.

A toda la familia de Armando, Sandra y Salvatore, su cariño, consejos y apoyo han reflejado siempre un respaldo en mi vida.

A mi familia, amigos y seres queridos, por su ánimo y palabras de aliento en los momentos de duda y desafío.

Este trabajo está dedicado a todos aquellos que han sido parte de mi vida y han contribuido de alguna manera a mi formación y crecimiento. Su influencia y apoyo han sido fundamentales en la realización de este logro.

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a Dios y a la Dolorosa por siempre acompañarme y protegerme en cada paso de mi vida.

Agradezco mi tutor de tesis, Ing. Carlos Saldaña, por su orientación, paciencia, dedicación y amistad a lo largo de todo el proceso de investigación. Sus valiosos consejos y sugerencias han sido fundamentales para el desarrollo y la finalización de este trabajo.

Agradezco también a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO por brindarme la oportunidad de formarme en sus aulas.

Mis más sinceros agradecimientos a todos los participantes y colaboradores que generosamente compartieron su tiempo y conocimientos para la realización de este estudio. Sin su cooperación, este trabajo no habría sido posible.

Agradezco especialmente a mi familia por su amor incondicional, su constante apoyo y comprensión durante este desafiante proceso. Su aliento y ánimo han sido mi fuente de inspiración en los momentos difíciles.

Por último, pero no menos importante, quiero expresar mi gratitud a mis amigos y seres queridos por su ánimo, sus palabras de aliento y su comprensión a lo largo de esta travesía académica.

Este trabajo no solo es el resultado de mi esfuerzo individual, sino también el fruto del apoyo y la colaboración de muchas personas. A todas ellas, mi más profundo agradecimiento.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL .....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO .....	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	
ÍNDICE GENERAL.....	
ÍNDICE DE TABLAS.....	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....	15
1.1 Antecedentes .....	15
1.2 Planteamiento del problema.....	16
1.3 Justificación .....	16
1.4 Objetivos.....	17
1.4.1 Objetivo General .....	17
1.4.2 Objetivos Específicos .....	17
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Pavimento .....	18
2.1.1 Tipos de Pavimentos.....	18
2.2 Vías urbanas.....	18
2.3 Deterioro en pavimentos.....	18
2.3.1 Tipos de daños en pavimentos flexibles .....	19
2.3.2 Otros daños.....	19
2.4 Trafico Promedio Diario Anual de Diseño .....	20



2.5	Año de última intervención.....	20
2.6	PCI (Pavement Condition Index).....	20
2.7	Modelo de predicción de deterioro en pavimentos .....	21
2.8	Modelo matemático.....	21
2.9	Modelo de predicción de deterioro optimo (PAVER™).....	22
2.10	Modelos de predicción de deterioro en Costa Rica.....	23
CAPITULO III. METODOLOGIA.....		26
3.1	Tipo de Investigación .....	24
3.2	Diseño de Investigación.....	24
3.3	Técnicas de recolección de Datos .....	25
3.4	Unidad de análisis .....	25
3.5	Población de estudio.....	25
3.6	Selección de la muestra .....	25
3.7	Hipótesis .....	26
3.8	Métodos de análisis y procesamiento de datos. ....	26
3.8.1	Método de análisis y procesamiento de datos para el PCI de las vías analizadas 26	
3.8.2	PCI Riobamba según modelos planteados por otros autores .....	26
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		31
4.1	Datos generales de las vías analizadas .....	28
4.2	Índice de condición de pavimento (PCI).....	30
4.3	Prueba de normalidad de datos .....	33
4.3.1	Prueba de normalidad de datos PCI mediana (Q2) - PAVER™.....	33
4.3.2	Prueba de normalidad de datos PCI mediana (Q2) – PCI estructura suficiente 37	
4.3.3	Prueba de normalidad de datos PCI mediana (Q2) – PCI estructura media ....	41

4.3.4	Prueba de normalidad de datos PCI mediana (Q2) – PCI estructura insuficiente	45
4.4	Prueba de correlación de Pearson.....	50
4.4.1	Correlación entre PCI mediana Q2 y PAVER™ .....	50
4.4.2	Correlación entre PCI mediana Q2 y PCI estructura suficiente.....	52
4.4.3	Correlación entre PCI mediana Q2 y PCI estructura media .....	53
4.4.4	Correlación entre PCI mediana Q2 y PCI estructura insuficiente.....	54
4.5	Porcentajes de vías analizadas y su relación con otros autores .....	55
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		58
5.1	Conclusiones .....	57
5.2	Recomendaciones.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....		62
ANEXOS.....		65

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1</b> <i>RESULTADOS DE LA EDAD EN LAS VÍAS ANALIZADAS</i> .....	28
<b>TABLA 2</b> <i>RESULTADOS DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS (PCI)</i> .....	30
<b>TABLA 3</b> <i>DATOS GENERALES PCI MEDIANA (Q2) - PAVER™</i> .....	33
<b>TABLA 4</b> <i>RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE CASOS PCI MEDIANA (Q2) - PAVER™</i> .....	34
<b>TABLA 5</b> <i>DATOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PCI MEDIANA (Q2) - PAVER™</i> .....	35
<b>TABLA 6</b> <i>PRUEBAS DE NORMALIDAD PCI MEDIANA (Q2) - PAVER™</i> .....	36
<b>TABLA 7</b> <i>PRUEBAS DE NORMALIDAD PCI MEDIANA (Q2) - PAVER™</i> .....	37
<b>TABLA 8</b> <i>DATOS GENERALES PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA SUFICIENTE</i> .....	37
<b>TABLA 9</b> <i>RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE CASOS PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA SUFICIENTE</i> .....	39
<b>TABLA 10</b> <i>DATOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA SUFICIENTE</i> .....	39
<b>TABLA 11</b> <i>PRUEBAS DE NORMALIDAD PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA SUFICIENTE</i> .....	41
<b>TABLA 12</b> <i>DATOS GENERALES PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA MEDIA</i> .....	41
<b>TABLA 13</b> <i>RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE CASOS PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA MEDIA</i> .....	43
<b>TABLA 14</b> <i>DATOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA MEDIA</i> .....	43
<b>TABLA 15</b> <i>PRUEBAS DE NORMALIDAD PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA MEDIA</i> .....	45
<b>TABLA 16</b> <i>DATOS GENERALES PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA INSUFICIENTE</i> .....	45
<b>TABLA 17</b> <i>RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE DATOS PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA INSUFICIENTE</i> .....	47
<b>TABLA 18</b> <i>DATOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA INSUFICIENTE</i> .....	47
<b>TABLA 19</b> <i>PRUEBA DE NORMALIDAD PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA INSUFICIENTE</i> ...	49
<b>TABLA 20</b> <i>PRUEBA DE NORMALIDAD PCI MEDIANA (Q2) – PCI ESTRUCTURA INSUFICIENTE</i> ...	49
<b>TABLA 21</b> <i>CORRELACIÓN DE PEARSON PCI MEDIANA Q2 Y PAVER™</i> .....	51
<b>TABLA 22</b> <i>CORRELACIÓN DE PEARSON PCI MEDIANA Q2 Y PCI ESTRUCTURA SUFICIENTE</i> .....	52
<b>TABLA 23</b> <i>CORRELACIÓN DE PEARSON PCI MEDIANA Q2 Y PCI ESTRUCTURA MEDIA</i> .....	53
<b>TABLA 24</b> <i>CORRELACIÓN DE PEARSON PCI MEDIANA Q2 Y PCI ESTRUCTURA INSUFICIENTE</i> ..	55
<b>TABLA 25</b> <i>PORCENTAJES DE VÍAS ANALIZADAS Y SU RELACIÓN CON PAVER™</i> .....	55
<b>TABLA 26</b> <i>PORCENTAJES DE VÍAS ANALIZADAS Y SU RELACIÓN CON (PICADO MUÑOZ, 2016)</i> ...56	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> <i>COMPOSICIÓN PAVIMENTO FLEXIBLE (GONZÁLEZ, 2018).</i> .....	18
<b>FIGURA 2</b> <i>ESCALA ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (WOLTERS ET AL., 2011)</i> .....	21
<b>FIGURA 3</b> <i>CURVA DE PREDICCIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO UTILIZANDO MICRO PAVER PARA CALLES LOCALES</i> .....	22
<b>FIGURA 4</b> <i>CURVAS DE DETERIORO PLANTEADAS POR (PICADO MUÑOZ, 2016)</i> .....	23
<b>FIGURA 5</b> <i>METODOLOGÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</i> .....	24
<b>FIGURA 6</b> <i>FOTOGRAFÍA SATELITAL DEL ÁREA URBANA DEL CANTÓN RIOBAMBA</i> .....	28
<b>FIGURA 7</b> <i>COMPARACIÓN ENTRE EL PCI DE LAS VÍAS Y LAS CURVAS DE DETERIORO DE PAVIMENTOS</i> .....	31
<b>FIGURA 8</b> <i>COMPARACIÓN ENTRE EL PCI MIN DE LAS VÍAS Y LAS CURVAS DE DETERIORO DE PAVIMENTOS</i> .....	32
<b>FIGURA 9</b> <i>COMPARACIÓN ENTRE EL PCI MEDIANA Q2 DE LAS VÍAS Y LAS CURVAS DE DETERIORO DE PAVIMENTOS</i> .....	32
<b>FIGURA 10</b> <i>CORRELACIÓN ENTRE PCI MEDIANA Q2 Y PAVER™</i> .....	50
<b>FIGURA 11</b> <i>CORRELACIÓN ENTRE PCI MEDIANA Q2 Y PCI ESTRUCTURA SUFICIENTE</i> .....	52
<b>FIGURA 12</b> <i>CORRELACIÓN ENTRE PCI MEDIANA Q2 Y PCI ESTRUCTURA MEDIA</i> .....	53
<b>FIGURA 13</b> <i>CORRELACIÓN ENTRE PCI MEDIANA Q2 Y PCI ESTRUCTURA INSUFICIENTE</i> .....	54

## RESUMEN

En la presente investigación se realizó el análisis del índice de condición de pavimentos (PCI) en las vías urbanas del cantón Riobamba y su relación con modelos de predicción planteados por (Picado Muñoz, 2016) y PAVERTM. De esta manera la metodología empleada para la recolección de información se sustentó en la norma ASTM D6433 para determinar el índice de condición de pavimentos en una vialidad, la prueba estadística de normalidad de datos de Shapiro-Wilk y la prueba estadística de correlación de Pearson. La evaluación de la muestra reflejó como resultado 4 vías en excelente estado, 5 vías en estado muy bueno, 9 vías en estado bueno, 7 vías en estado regular 8 vías en estado malo y 3 vías en estado muy malo, de esta manera, se correlacionó los datos con los modelos de predicción, la primera correlación resultó en que el 44.44 % del 100 % de la muestra se correlaciona de una manera muy alta con el modelo de predicción de deterioro planteado por PAVERTM, en la segunda correlación se obtuvo un 63.89 % del 100 % se correlación con el modelo plantado por (Picado Muñoz, 2016) para estructura suficiente, un 25 % para estructura media y el 11 % no se pudo correlacionar con los modelos planteados por el autor. De esta manera, se determinó que las vías urbanas de pavimento flexible del cantón Riobamba se correlación de una manera alta con los modelos de predicción de deterioro planteados por (Picado Muñoz, 2016), reflejando así una similitud significativa entre el deterioro de las vías urbanas de Riobamba y el deterioro en las vías de Costa Rica.

**Palabras claves:** PCI, deterioro, pavimentos, predicción, correlación.

## Abstract

This research analyzed the Pavement Condition Index (PCI) on urban roads in the Riobamba Canton and its relationship with prediction models proposed by Picado Muñoz (2016) and PAVER™. The methodology employed for data collection was based on the ASTM D6433 standard to determine the pavement condition index of a roadway, the Shapiro-Wilk data normality test, and the Pearson correlation statistical test. The evaluation of the sample resulted in 4 roads in excellent condition, five roads in excellent condition, nine roads in good condition, seven roads in fair condition, eight roads in poor condition, and three roads in deplorable condition. The data was then correlated with the prediction models. The first correlation showed that 44.44% of the sample correlated very highly with the deterioration prediction model proposed by PAVER™. In the second correlation, 63.89% of the sample correlated with the model proposed by Picado Muñoz (2016) for sufficient structure, 25% for medium structure, and 11% could not be correlated with the models proposed by the author. Thus, it was determined that the urban flexible pavements in Riobamba Canton highly correlate with the deterioration prediction models proposed by Picado Muñoz (2016), reflecting a significant similarity between the deterioration of urban roads in Riobamba and the deterioration of roads in Costa Rica.

*Keywords:* PCI, deterioration, pavements, prediction, correlation.



Reviewed by:  
Lic. Jenny Alexandra Freire Rivera  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 0604235036

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El deterioro de los pavimentos es un problema común en todo el mundo y puede tener un impacto significativo en la confortabilidad y la eficiencia del transporte. Hay varias causas comunes de deterioro en los pavimentos, incluyendo el tráfico pesado, el clima extremo y la falta de mantenimiento adecuado.

El tipo y la gravedad del deterioro pueden variar ampliamente y pueden requerir diferentes tipos de reparación y mantenimiento. Algunos de los tipos más comunes de deterioro en los pavimentos incluyen desgaste por tráfico, grietas, agrietamiento por fatiga, agujeros y baches, levantamiento o desplazamiento de la capa de rodadura y depresiones o agua acumulada.

Según (Oblitas Gastelo et al., 2021) “El índice de condición de pavimento (PCI) es un grado numérico de evaluación superficial de una vía, que se obtiene observando y midiendo el área dañada.”.

El crecimiento del deterioro en los pavimentos es un problema que seguirá causando inconvenientes en los usuarios, es importante considerar que el correcto mantenimiento de estas estructuras viales depende mucho de la administración por parte de las entidades encargadas.

El diseño de los pavimentos es una de las partes más importantes que influyen en el deterioro de estos, al ser una estructura expuesta a soportar cargas emitidas por los vehículos es importante considerar el diseño, los materiales y el método constructivo empleado.

De este modo la evaluación adecuada de la vialidad urbana del cantón Riobamba es un eje fundamental para esta investigación, la fiabilidad en la predicción del deterioro se verá influenciada por el índice PCI que se obtenga en las muestras de campo analizadas. (Pellicer Armiñana et al., 2021) nos indican que “la inspección visual se lleva a cabo mediante la experiencia profesional de técnicos que evalúan el estado del pavimento a partir de su apariencia, lo que introduce cierta subjetividad en la evaluación del daño.”

Para esto se evaluará el estado de las vías en función del número de fallas y su severidad, de esta manera, se espera obtener información que nos permita identificar el nivel de deterioro en las vías urbanas del cantón Riobamba.

Por lo expuesto, el presente proyecto busca determinar si el deterioro que presentan las vías del cantón Riobamba responde a modelos de predicción de deterioro.

## **1.2 Planteamiento del problema**

El correcto mantenimiento vial y la conservación de su estructura son factores indispensables al momento de administrar una vía, el principal objetivo es mantener a la estructura vial en óptimas condiciones, que sea una vía que permita cuidar el estado de los vehículos y que a su vez genere un confort para los usuarios durante su trayecto. El estado y la gestión en el mantenimiento del pavimento de las vías urbanas del cantón Riobamba en la provincia de Chimborazo, generan un gran malestar a los habitantes y usuarios de la red vial urbana de la ciudad, el nivel de deterioro en los pavimentos asfálticos puede demostrar que la vialidad ha sido descuidada, a esto se suma el limitado mantenimiento vial lo cual genera un incremento en el nivel de deterioro de la vialidad urbana. La ausencia de modelos de predicción de deterioro de pavimentos involucra la toma de decisiones que a futuro genere una deficiente estructura vial urbana, lo cual, implica un malestar y poca confortabilidad en la ciudadanía, así también, genera grandes afecciones económicas tanto a los usuarios como a las entidades encargadas de la construcción y cuidado de la vialidad urbana.

Esta investigación busca encontrar si el nivel de deterioro del pavimento asfáltico en las vías urbanas del cantón Riobamba es el que se espera acorde a modelos de deterioro desarrollados en otros lugares. Se pretende analizar la vialidad y su estado mediante la evaluación de varias vías urbanas, lo cual permitirá identificar de manera visual la estructura y la condición con la que se encuentra las distintas vías del cantón, así también, se empleará el análisis en campo del PCI para identificar la condición del pavimento.

Por lo expuesto se plantea la siguiente interrogante: ¿El deterioro de las vías urbanas del cantón Riobamba se relaciona a los estándares establecidos en los modelos de deterioro planteados?

## **1.3 Justificación**

La información que se obtiene acerca del estado actual de las vías en la zona urbana del cantón Riobamba es limitada, por lo que el análisis del estado actual de las estructuras viales no se encuentra debidamente analizado y monitoreado, esto representa un problema significativo al momento de evaluar el deterioro de las vías conforme avanzan los años.



Al conocer los distintos modelos de predicción de deterioro en pavimentos flexibles planteados por otros autores, se espera evaluar las distintas vías urbanas del cantón Riobamba y a su vez identificar cual es la conformidad que existe entre los distintos modelos de predicción de deterioro en pavimentos flexibles utilizados.

La presente investigación está enfocada en la interpretación y el análisis de los distintos índices de condición de pavimentos (PCI) de las vías urbanas del cantón Riobamba, para que, de esta manera se pueda identificar la conformidad que existe con distintos modelos de predicción de deterioro. En el Ecuador no se cuenta con modelos de predicción de deterioro para pavimentos flexibles, lo cual no permite tener un panorama claro de la evolución del deterioro al transcurrir el tiempo. Con esto se espera aportar con información que permita en un futuro simular deterioros en pavimentos flexibles acorde a las condiciones.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Analizar la conformidad del nivel de deterioro que presentan las vías urbanas del cantón Riobamba, sustentado en modelos de predicción de deterioro.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar el estado de las vías urbanas de pavimento asfáltico del cantón Riobamba mediante el índice de condición de pavimento “PCI”.
- Establecer el estado que deberían tener las vías analizadas conforme a los modelos de deterioro.
- Valorar la conformidad de los resultados obtenidos con la expectativa conforme a los modelos utilizados.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Pavimento

Los pavimentos son estructuras viales conformadas por varias capas de distintos materiales que admiten la circulación vehicular. (Rondón Quintana & Reyes Lizcano, 2022) indica que “Estas estructuras son diseñadas para soportar las cargas impuestas por el tránsito y por las condiciones ambientales” (p. 44).

#### 2.1.1 Tipos de Pavimentos

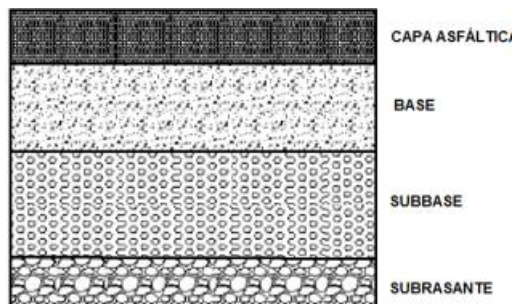
Los tipos de pavimentos según (García et al., 2019) son “pavimento flexible, pavimento rígido, pavimento semirrígido, pavimento articulado” (p. 16).

##### 2.1.1.1 Pavimentos Flexible

Una carpeta constituida por una mezcla asfáltica proporciona la superficie de rodamiento; que soporta directamente las solicitaciones del tránsito y aporta las características funcionales. (Miranda & Montiel, 2010, p. 4)

### Figura 1

*Composición pavimento flexible (González, 2018).*



### 2.2 Vías urbanas

Las vías urbanas son infraestructuras viales que se encuentran dentro de un poblado, este tipo de vías están regidas por distintas características las cuales se encuentran adaptadas a las necesidades de una población, así también, se rigen por las distintas ordenanzas municipales existentes en diferentes lugares.

### 2.3 Deterioro en pavimentos

El deterioro superficial del pavimento provee una medida del daño causado por el tráfico, condiciones ambientales y envejecimiento de los materiales que constituyen la capa de rodadura. (GRUPO BITAFAL, 2020).

### **2.3.1 Tipos de daños en pavimentos flexibles**

Los distintos daños que pueden encontrarse en la estructura de un pavimento flexible según (INVIAS, 2006) se clasifican en cuatro categorías las cuales son fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales y daños superficiales, así también, se consideran otros daños dentro de estas cuatro categorías principales. (p. 1)

- Fisuras longitudinales y transversales
- Fisuras en juntas de construcción
- Fisuras por reflexión de juntas
- Fisuras en media luna
- Fisuras de borde
- Fisuras en bloque
- Piel de cocodrilo
- Fisuras por deslizamiento de capas
- Fisuración incipiente
- Ondulación
- Abultamiento
- Hundimiento
- Ahuellamiento
- Descascaramiento
- Baches
- Parche
- Desgaste superficial
- Pérdida de agregado
- Exudación
- Surcos

### **2.3.2 Otros daños**

Para (INVIAS, 2006) “además de los daños definidos hasta el momento existen otros que pueden aparecer como consecuencia de los primeros, conocidos como afloramientos, los cuales ocurren principalmente debido a la presencia o infiltración de agua en la estructura.” (P. 21)

Los otros tipos de daños que pueden existir en los pavimentos asfálticos pueden ser el corrimiento vertical de la berma, la separación de la berma, afloramiento de finos y el afloramiento de agua.

#### **2.4 Tráfico Promedio Diario Anual de Diseño**

El TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) de diseño es un componente fundamental en el diseño de una vía, este dato proporciona el volumen de tráfico esperado para un determinado intervalo de tiempo. Según la (NEVI - 12, 2013) el TPDA “representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, o sea que es el volumen de tránsito promedio por día.” (P. 52)

Este dato es fundamental al momento de identificar el tipo de vía a diseñarse según su volumen de tráfico proyectado, lo cual permitirá determinar las cargas que serán consideradas en el diseño de la estructura.

#### **2.5 Año de última intervención**

Es el año de última intervención en la estructura que se ha realizado en la vía, esta información es relevante ya que permitirá evaluar la vida útil de la estructura, así también, se analizará el rendimiento a lo largo del tiempo.

#### **2.6 PCI (Pavement Condition Index)**

Según (Attoh-Okine & Adarkwa, 2013) “El Índice de Condición del Pavimento también es un sistema de clasificación de condición medido desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. y adoptado por la Asociación Estadounidense de Obras Públicas y la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM). Se basa en una escala de 0 a 100.” (P. 28)

## Figura 2

*Escala índice de condición de pavimento (Wolters et al., 2011)*

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Para poder obtener el PCI de una vía se debe identificar las fallas en la vía basadas en su tipo, gravedad y longitud. Todos los puntos se suman y se deducen en una puntuación de 100 la cual califica el estado del pavimento.

Según (Attoh-Okine & Adarkwa, 2013) “El promedio ponderado de los PCI para múltiples subsecciones es entonces la condición de toda la sección. Hay 39 angustias con 3 niveles de gravedad, a saber, alta, media y baja. Hay 20 deformaciones para pavimentos de concreto asfáltico (AC) y 19 tipos de deformación para pavimentos de concreto de cemento Portland (PCC).” (P. 28)

### 2.7 Modelo de predicción de deterioro en pavimentos

Según (Ricardo et al.) “Los modelos de deterioro de pavimentos son expresiones matemáticas para estimar el estado futuro de este tipo de estructuras en función de medidas de sus respuestas primarias (esfuerzo o deformación), deterioros superficiales, capacidad estructural o capacidad funcional.” (P. 5)

Este tipo de modelos se utilizan para predecir el estado de la estructura vial en un futuro, lo cual permite analizar las consecuencias a futuro de una determinada estructura vial, así también, permite determinar los distintos requisitos para el mantenimiento y la rehabilitación de una vía.

Para Shahin (2002) “No existe un modelo de predicción que funcione para todas las ubicaciones y condiciones. Por lo tanto, es importante que el sistema de gestión incluya un motor de modelado de predicción que se pueda utilizar para formular diferentes modelos para diferentes ubicaciones y condiciones.” (P. 141)

### 2.8 Modelo matemático

Un modelo matemático es la herramienta que ayuda a comprender de mejor manera el funcionamiento del mundo de una manera matemática, dando mayor confiabilidad al

momento de demostrar con números cualquier inquietud o duda acerca de un tema en específico.

Según (Marion & Lawson, 2008) “La modelización matemática puede ser utilizada por una serie de razones diferentes. La eficacia de cualquier objetivo particular alcanzado depende tanto del estado del conocimiento sobre un sistema como de la calidad de la modelización realizada.” (P. 1)

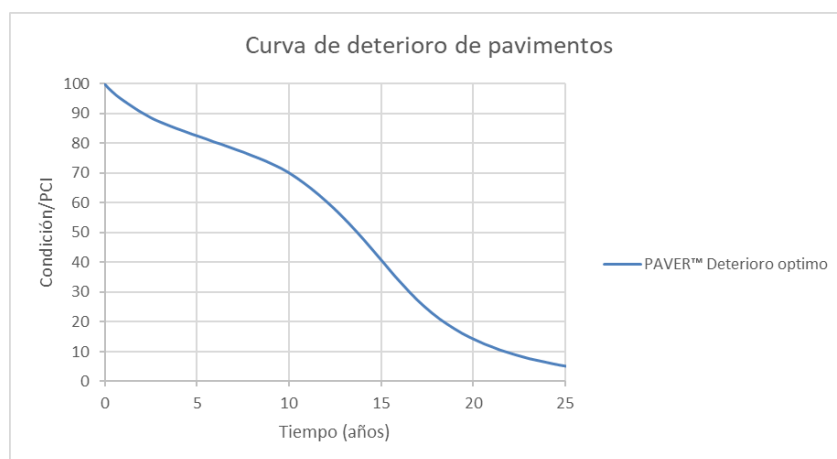
## 2.9 Modelo de predicción de deterioro óptimo (PAVER™)

MicroPAVER fue desarrollado originalmente a mediados de la década de 1980 por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE) para ayudar al Departamento de Defensa a gestionar el mantenimiento y la reparación de su vasto inventario de pavimentos (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, 2010, citado por Wolters et al., 2011).

El modelo de predicción de deterioro óptimo para un pavimento flexible que nos presenta PAVER™ es una representación gráfica, la cual, identifica la relación que existe entre el estado del pavimento y su vida de uso. Este modelo es fundamental tanto para el diseño y gestión de las vías, ya que permite optimizar la estructura para brindar un mejor servicio.

### Figura 3

*Curva de predicción del estado del pavimento utilizando Micro PAVER para calles locales*



La curva de predicción de pavimentos utilizada por PAVER™ es una curva descendente, lo cual significa que a medida que pasan los años la estructura tiende a deteriorarse, esta simple característica se debe al desgaste y deterioro provocado por el tráfico vehicular.

## 2.10 Modelos de predicción de deterioro en Costa Rica

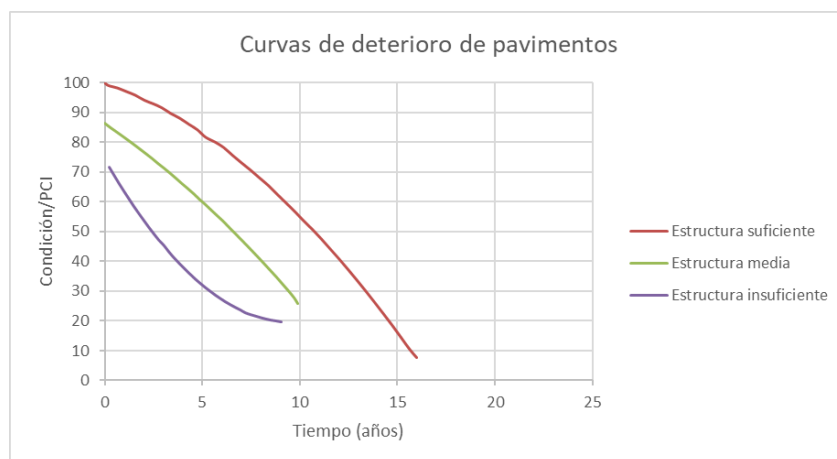
El estudio proporcionado por (Picado Muñoz, 2016) nos presenta una evaluación de la red vial de la Gran Área Metropolitana, en las provincias de San José, Alajuela, Cartago y Heredia en Costa Rica, la cual nos muestra el estado de la vialidad en las áreas urbanas de las provincias antes mencionadas.

Con las curvas y ecuaciones proporcionadas por (Picado Muñoz, 2016) se proporciona una herramienta de gran utilidad para esta investigación, la cual sirve como un punto de referencia para evaluar y comparar los modelos de deterioro para pavimentos flexibles en Costa Rica con los datos obtenidos y analizados en esta investigación.

(Picado Muñoz, 2016) en su investigación identifica tres tendencias de deterioro a lo largo del tiempo, las cuales son las siguientes.

### Figura 4

*Curvas de Deterioro planteadas por (Picado Muñoz, 2016)*



Las curvas de deterioro presentadas representan los tres estados con los que identifica una estructura vial (Picado Muñoz, 2016), para lo cual el autor determina caminos con estructuras suficientes, media e insuficientes.

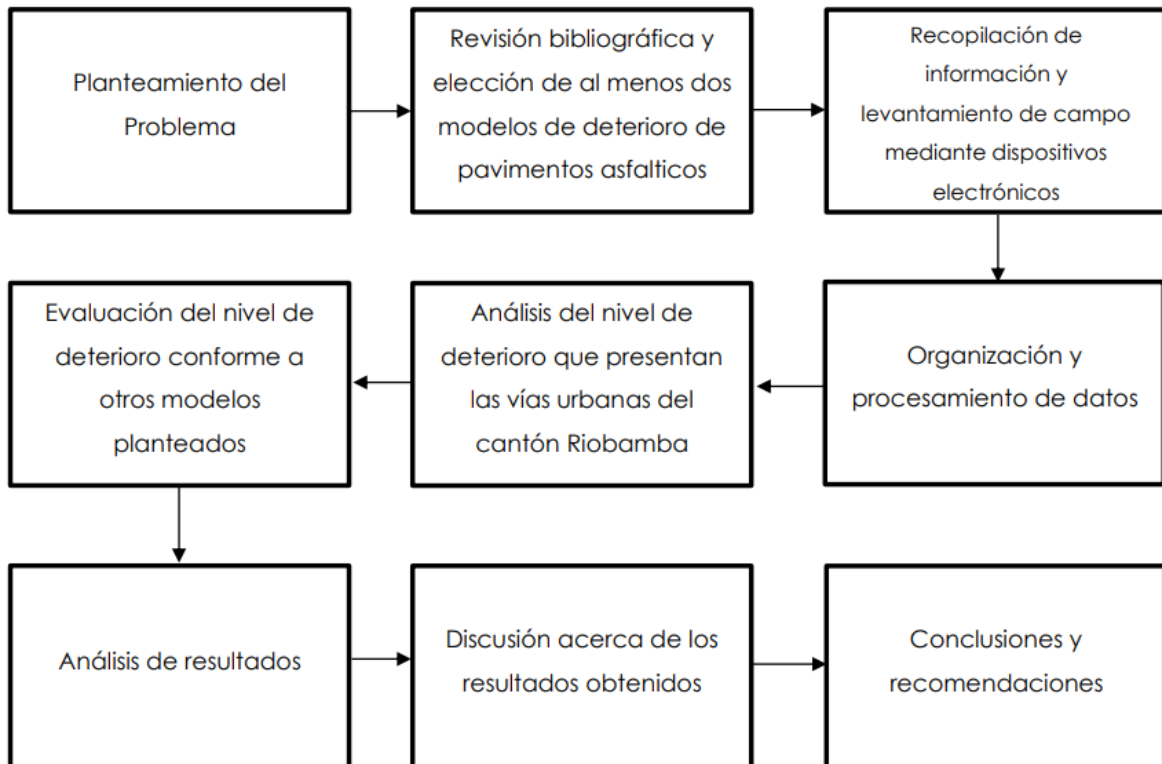
## CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

### 3.1 Tipo de Investigación

Se realizará una investigación de tipo exploratoria – descriptiva. Exploratoria, ya que se analizará el nivel de deterioro de las vías urbanas del cantón Riobamba, para poder comprender de mejor manera el estado actual de dichas estructuras. Descriptiva, porque las variables de análisis serán determinadas en función del índice de condición de pavimento “PCI”.

#### Figura 5

*Metodología del proyecto de investigación*



### 3.2 Diseño de Investigación

El presente trabajo es una investigación no experimental con enfoque cuantitativo complementado con un análisis cualitativo, transversal.

No experimental debido a que las unidades de análisis fueron percibidas en un ambiente natural, el investigador no manipulo las variables de estudio. La hipótesis se demostrará de manera estadística dando un enfoque cuantitativo suplementado con un análisis cualitativo.

Transversal debido a que las características de estudio fueron tomadas en un periodo determinado de tiempo.



### **3.3 Técnicas de recolección de Datos**

Para la siguiente investigación la técnica de recolección de datos utilizada para obtener el índice de condición de pavimento (PCI) será la planteada por la norma ASTM D6433, la cual proporciona un método para la evaluación en carreteras.

- El procedimiento de evaluación para las vías urbanas de pavimentos flexibles será mediante inspecciones visuales, Estas inspecciones se la realizaran mediante fotogrametrías obtenidas por un dron y visitas de campo constantes.
- Durante la inspección y análisis se evaluarán varios parámetros que afectan la condición de los pavimentos. Para esto se identificarán las distintas fallas mencionas en el marco teórico y se evaluaran dependiendo el caso su longitud o área, todo esto se categorizará mediante un sistema de severidad que tiene tres categorías: baja, media y alta.
- Basándose en los parámetros antes evaluados se obtiene un valor PCI para cada unidad analizada.
- De todas las unidades analizadas para cada vía se obtiene un PCI calculado con una media pondera de los datos obtenidos.

### **3.4 Unidad de análisis**

Para esta investigación se ha tomado en cuenta las vías urbanas de asfalto.

### **3.5 Población de estudio**

La población de estudio lo constituyen las vías urbanas de asfalto del cantón Riobamba en la provincia de Chimborazo, Ecuador. Las cuales se encuentran dentro de las coordenadas (-1.674212, -78.661163), (-1.662745, -78.650414), (-1.685926, -78.643452), (-1.671360, -78.635748).

### **3.6 Selección de la muestra**

Dado que las calles asfaltadas que se ubican dentro perímetro urbano de la ciudad de Riobamba constituyen una población muy extensa para tomar como muestra, se ha seleccionado una muestra no probabilista por conveniencia cuya extensión oscila entre los 48 km ubicadas dentro del perímetro urbano de la ciudad de Riobamba, conformadas por las calles 11 de noviembre, Alvarado, Tarqui, Francia, 24 de mayo, Eugenio Espejo,

Morona, Félix Proaño – Puruhá, Loja, Barón de Carondelet, Calle Diego de Almagro, Juan de Velasco, Cesar Hidalgo, Virgilio Corral, Valenzuela, Bernardo Darquea, Cuba, Joaquín Chiriboga, Puruhá, Santa Martha, Bogotá, Bucarest, Estocolmo, Av. Celso Rodríguez, Roma, Av. Leopoldo Freire y Antonio Santillán.

### 3.7 Hipótesis

El deterioro de las vías urbanas del cantón Riobamba poseen algún nivel de relación conforme a modelos de predicción de deterioro para pavimentos flexibles planteados por (Picado Muñoz, 2016) y PAVER™.

### 3.8 Métodos de análisis y procesamiento de datos.

Para el análisis y el procesamiento de datos se utilizó el software ofimático Microsoft Excel, el cual ha proporcionado de una herramienta versátil para el manejo, organización y control de los datos obtenidos, también se ha utilizado el software IBM SPSS Statistics para el análisis estadístico de los resultados obtenidos.

#### 3.8.1 Método de análisis y procesamiento de datos para el PCI de las vías analizadas

Para llevar a cabo el correcto análisis de los datos obtenidos en campo principalmente se obtuvo información acerca del último año de intervención que han tenido las vías analizadas, con esta información y más el año de evaluación se ha calculado la edad en años de cada muestra mediante la siguiente ecuación.

$$\mathbf{Edad} = \mathbf{Año\ de\ evaluación} - \mathbf{Año\ de\ última\ intervención} \quad (\text{Ec. 1})$$

#### PCI vías urbanas del cantón Riobamba

Mediante el software Microsoft Excel se calculó el PCI para cada vía utilizando las funciones para obtener de los datos el promedio ponderado, el valor mínimo y la mediana para cada vía analizada.

#### 3.8.2 PCI Riobamba según modelos planteados por otros autores

Para la determinación del PCI para estructuras según PAVER™ y (Picado Muñoz, 2016) se utilizarán las siguientes ecuaciones planteadas por los autores.

$$\mathbf{PCI\ PAVER^{\text{TM}}} = -4\text{E-}06x^6 + 0.0002x^5 - 0.0027x^4 - 0.0507x^3 + 0.9422x^2 - 6.7617x + 100.28 \quad (\text{Ec. 2})$$

$$\mathbf{PCI\ estructura\ suficiente} = -0.218x^2 - 2.235x + 99.97 \quad (\text{Ec. 3})$$

$$\text{PCI estructura media} = -0.1667x^2 - 4.4118x + 88.213 \quad (\text{Ec. 4})$$

$$\text{PCI estructura insuficiente} = 0.6167x^2 - 12.073x + 75.601 \quad (\text{Ec. 5})$$

**Donde:**

**x** = Edad de la vía en años

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis estadístico se ha utilizado el programa estadístico informático IBM SPSS Statistics, con el cual se ha obtenido si los datos analizados cumplen o no normalidad, para esto se ha hecho dos pruebas de análisis de normalidad que son Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup> y Shapiro-Wilk, para lo cual se ha utilizado la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk ya que esta es la que más se adapta al tener 36 datos de análisis. También se ha obtenido varios datos estadísticos descriptivos importantes (media, intervalo de confianza, mediana, desviación típica, asimetría, curtosis, etc.).

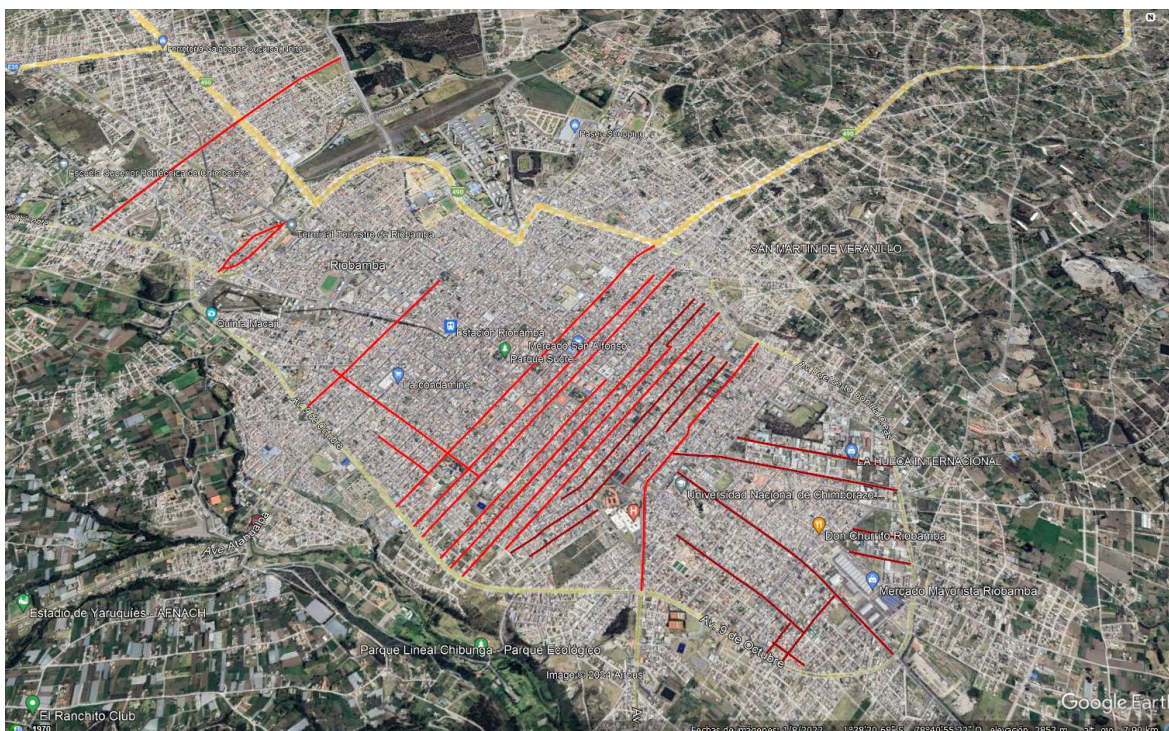
Para la correlación de datos se empleó la prueba paramétrica de correlación de Pearson, la cual al igual que las anteriores se realizó mediante el programa estadístico informático IBM SPSS Statistics.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Datos generales de las vías analizadas

**Figura 6**

*Fotografía satelital del área urbana del cantón Riobamba*



En la figura (6) se puede observar la demarcación de los 48 km de vías urbanas de pavimento flexible analizadas en esta investigación, las cuales se encuentran ubicadas dentro del perímetro urbano de la ciudad.

**Tabla 1**

*Resultados de la edad en las vías analizadas*

VÍA	AÑO ÚLTIMA INTERVENCIÓN	AÑO DE EVALUACIÓN	EDAD
Av. 11 de noviembre	2015	2023	8
Alvarado	2010	2023	13
Tarqui	2016	2024	8
Francia	2016	2023	7
24 de mayo	2017	2023	6
Eugenio Espejo	2012	2024	12
Morona	2010	2023	13
Félix Proaño	2012	2024	12

Puruhá	2012	2024	12
Loja	2010	2024	14
Barón de Carondelet 1	2016	2024	8
Barón de Carondelet 2	2020	2024	4
Diego de Almagro	2010	2023	13
Juan de Velasco	2017	2024	7
César León Hidalgo	2016	2023	7
Virgilio Corral	2016	2024	8
Valenzuela	2017	2024	7
Bernardo Darquea	2016	2023	7
Cuba	2015	2024	9
Joaquín Chiriboga	2013	2024	11
Londres	2015	2023	8
Santa Martha	2012	2023	11
Bogotá	2012	2023	11
Bucarest	2013	2023	10
Estocolmo	2013	2023	10
Av. Celso Rodríguez Ida	2019	2023	4
Av. Celso Rodríguez Vuelta	2019	2023	4
Roma Ida	2012	2023	11
Roma Vuelta	2012	2023	11
Av. Leopoldo Freire Ida	2016	2023	7
Av. Leopoldo Freire Vuelta	2016	2023	7
Antonio Santillán Ida	2020	2023	3
Antonio Santillán Vuelta	2020	2023	3

En la tabla (1) se puede notar las edades de las distintas vías analizadas para esta investigación, como resultados obtenidos se puede identificar que se tiene vías que rondan la edad de 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 años, identificados desde el año de su última intervención hasta el año de su evaluación.

## 4.2 Índice de condición de pavimento (PCI)

**Tabla 2**

*Resultados del índice de condición de pavimentos (PCI)*

VÍA	EDAD	PCI	PCI min	PCI mediana Q2
Av. 11 de noviembre	8	36.78	0.00	31.00
Alvarado	13	27.75	2.00	21.50
Tarqui	8	62.51	47.00	63.00
Francia	7	51.55	4.00	48.00
24 de mayo	6	12.60	28.48	14.00
Eugenio Espejo	12	32.09	21.00	32.50
Morona	13	44.08	0.00	39.02
Félix Proaño Ida	12	81.17	43.00	89.07
Félix Proaño Vuelta	12	82.38	64.00	95.35
Puruhá Ida	12	53.37	14.00	57.50
Puruhá Vuelta	12	54.40	23.54	58.86
Loja	14	38.29	2.00	29.00
Barón de Carondelet 1	8	34.93	22.00	30.00
Barón de Carondelet 2	4	99.29	78.00	100.00
Diego de Almagro	13	34.39	0.00	30.10
Juan de Velasco	7	29.96	21.00	28.50
César León Hidalgo	7	37.15	8.00	34.40
Virgilio Corral	8	21.67	6.00	19.00
Valenzuela	7	61.83	28.00	68.28
Bernardo Darquea	7	45.82	0.00	41.00
Cuba 1	9	53.79	29.00	51.50
Cuba 2	9	57.07	32.00	59.00
Joaquín Chiriboga	11	64.24	45.26	47.24
Londres	8	66.53	49.00	69.00
Santa Martha	11	49.92	30.00	50.00
Bogotá	11	50.83	30.00	50.00
Bucarest	10	53.80	18.00	56.00
Estocolmo	10	56.20	29.00	50.00

Av. Celso Rodríguez Ida	4	75.40	44.70	73.69
Av. Celso Rodríguez Vuelta	4	73.00	62.00	72.86
Roma Ida	11	57.50	24.00	60.38
Roma Vuelta	11	74.50	55.00	73.34
Av. Leopoldo Freire Ida	7	80.50	55.00	80.00
Av. Leopoldo Freire Vuelta	7	85.00	73.00	85.14
Antonio Santillán Ida	3	60.50	50.00	62.21
Antonio Santillán Vuelta	3	75.00	68.00	74.86

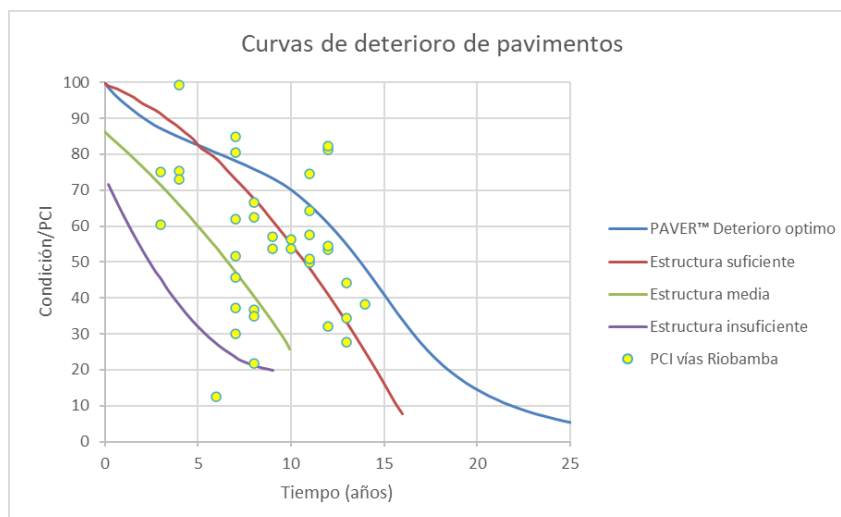
Del análisis en campo se obtuvo los PCI para cada vía detalla en la tabla (2), dando como resultado 36 vías analizadas con datos que van desde 12.60 hasta 99.29 como valor de índice de condición de pavimento.

También se optó por obtener los PCI min de todos los valores obtenidos en el análisis individual en campo de cada vía, lo cual refleja valores de índice de condición de pavimento mínimos que van desde 0 hasta 78.

De esta manera se obtuvo el PCI mediana (Q2) para cada vía analizada mediante diagramas de cajas y bigotes, dando como resultado valores que oscilan entre 14 y 100 como índice de condición de pavimentos.

### Figura 7

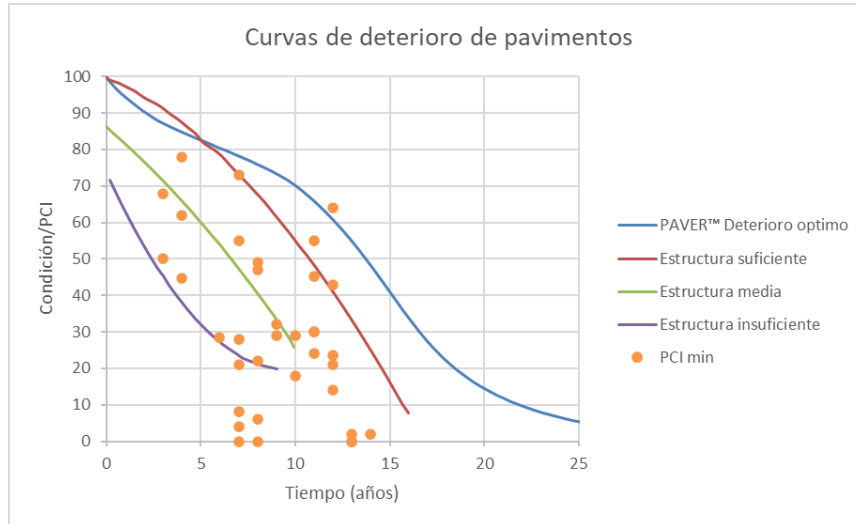
*Comparación entre el PCI de las vías y las curvas de deterioro de pavimentos*



En la figura 7 se puede observar las distintas curvas de predicción de deterioro en pavimentos flexibles planteadas por otros autores y los datos obtenidos en campo para esta investigación.

### Figura 8

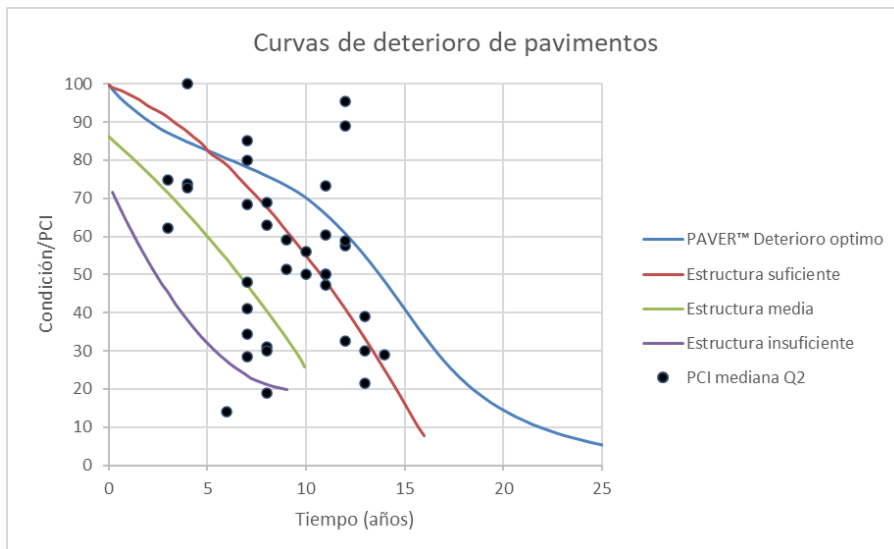
Comparación entre el PCI min de las vías y las curvas de deterioro de pavimentos



Para la figura (8) se puede observar las mismas curvas de predicción de deterioro en pavimentos flexibles planteadas por otros autores, pero esta vez con los datos PCI min de cada vía analizada.

### Figura 9

Comparación entre el PCI mediana Q2 de las vías y las curvas de deterioro de pavimentos



En la figura (9) al igual que las figuras anteriores, se tiene las distintas curvas de predicción de deterioro en pavimentos flexibles planteadas por otros autores, conteniendo en este caso los datos PCI mediana (Q2) obtenidos de cada vía.



### 4.3 Prueba de normalidad de datos

Para la prueba de normalidad de los datos obtenidos y para la correlación entre datos obtenidos y los datos proporcionados por las curvas de predicción de pavimentos planteadas por otros autores, se analizó los valores PCI mediana (Q2). Se ha considera utilizar la mediana de los datos como unidad de análisis ya que representan una tendencia central que es menos sensible a valores extremos o atípicos en comparación con la media aritmética.

Para la prueba de normalidad de datos se analizará los 36 datos obtenidos para cada vía analizada, por lo cual, se plantea las siguientes hipótesis de análisis:

**H<sub>0</sub>:** La muestra sigue una distribución normal

**H<sub>a</sub>:** Los datos no se distribuyen según un modelo de probabilidad normal

#### 4.3.1 Prueba de normalidad de datos PCI mediana (Q2) - PAVER™

**Tabla 3**

*Datos generales PCI mediana (Q2) - PAVER™*

VÍA	EDAD	PCI mediana Q2	PAVER™	DIFERENCIA
Av. 11 de noviembre	8	31.00	76.53	45.53
Alvarado	13	21.50	54.16	32.66
Tarqui	8	63.00	76.53	13.53
Francia	7	48.00	78.95	30.95
24 de mayo	6	14.00	80.94	66.94
Eugenio Espejo	12	32.50	60.00	27.50
Morona	13	39.02	54.16	15.14
Félix Proaño Ida	12	89.07	60.00	-29.07
Félix Proaño Vuelta	12	95.35	60.00	-35.35
Puruhá Ida	12	57.50	60.00	2.50
Puruhá Vuelta	12	58.86	60.00	1.14
Loja	14	29.00	47.86	18.86
Barón de Carondelet 1	8	30.00	76.53	46.53
Barón de Carondelet 2	4	100.00	84.62	-15.38
Diego de Almagro	13	30.10	54.16	24.06
Juan de Velasco	7	28.50	78.95	50.45
César León Hidalgo	7	34.40	78.95	44.55
Virgilio Corral	8	19.00	76.53	57.53

Valenzuela	7	68.28	78.95	10.67
Bernardo Darquea	7	41.00	78.95	37.95
Cuba 1	9	51.50	73.49	21.99
Cuba 2	9	59.00	73.49	14.49
Joaquín Chiriboga	11	47.24	65.23	17.99
Londres	8	69.00	76.53	7.53
Santa Martha	11	50.00	65.23	15.23
Bogotá	11	50.00	65.23	15.23
Bucarest	10	56.00	69.74	13.74
Estocolmo	10	50.00	69.74	19.74
Av. Celso Rodríguez Ida	4	73.69	84.62	10.93
Av. Celso Rodríguez Vuelta	4	72.86	84.62	11.76
Roma Ida	11	60.38	65.23	4.85
Roma Vuelta	11	73.34	65.23	-8.11
Av. Leopoldo Freire Ida	7	80.00	78.95	-1.05
Av. Leopoldo Freire Vuelta	7	85.14	78.95	-6.19
Antonio Santillán Ida	3	62.21	86.95	24.74
Antonio Santillán Vuelta	3	74.86	86.95	12.09

En la tabla (3) se puede observar los datos obtenidos para PCI en campo tomando en cuenta su mediana, los datos PCI que deberían tener las vías según la curva de predicción de pavimentos flexibles proporcionada por PAVERTM y la diferencia que existe entre los valores de estas.

**Tabla 4**

*Resumen de procesamiento de casos PCI mediana (Q2) - PAVERTM*

	<b>Resumen de procesamiento de casos</b>					
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PCI mediana Q2	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%
PAVERTM	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%

De los 36 datos obtenidos en campo y los 36 datos obtenidos mediante la ecuación para predecir el deterioro en pavimentos flexibles de PAVERTM, se observa que los todos los datos se han considerado válidos, por lo tanto, se trabaja con el 100 % de los resultados.

**Tabla 5**

*Datos estadísticos descriptivos PCI mediana (Q2) - PAVERTM*

		<b>Descriptivos</b>		
		Estadístic o	Error estándar	
PCI mediana Q2	Media	54,0362	3,68882	
		Límite inferior	46,5475	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	61,5249	
	Media recortada al 5%	53,6983		
	Mediana	53,7500		
	Varianza	489,867		
	Desv. estándar	22,13295		
	Mínimo	14,00		
	Máximo	100,00		
	Rango	86,00		
	Rango intercuartil	38,92		
	Asimetría	0,165	0,393	
	Curtosis	-0,677	0,768	
PAVERTM	Media	71,3060	1,76584	
		Límite inferior	67,7211	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	74,8908	
	Media recortada al 5%	71,5836		
	Mediana	75,0123		
	Varianza	112,255		
	Desv. estándar	10,59503		

Mínimo	47,86	
Máximo	86,95	
Rango	39,09	
Rango intercuartil	17,64	
Asimetría	-0,429	0,393
Curtosis	-0,853	0,768

Mediante el análisis descriptivo realizado por el software IBM SPSS Statistics se puede identificar varios indicadores importantes (media, intervalo de confianza, mediana, desviación típica, asimetría, curtosis, etc.), a simple vista se puede identificar que la mediana obtenida para los datos PCI PAVER™ es de 75.01, lo cual refleja una diferencia mayor a la mediana obtenida para PCI mediana (Q2) de 53.75.

**Tabla 6**

*Pruebas de normalidad PCI mediana (Q2) - PAVER™*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PCI mediana Q2	0,090	36	0,200*	0,978	36	0,682
PAVER™	0,189	36	0,002	0,934	36	0,034

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tras observar los datos analizados y dado que la muestra es menor a 50 se considera la prueba de Shapiro-Wilk, así mismo se puede observar que la significancia estadística (p-valor = 0.682) para PCI mediana Q2 es mayor que 0.05 (0.682 > 0.05). Como p-valor es mayor que 0.05, se acepta la Ho, y se afirma que la variable PCI mediana Q2 sigue una distribución normal.

Debido a que la significancia estadística para PCI PAVER™ es menor que 0.05 (p-valor = 0.034), se realizó una nueva prueba de normalidad con la diferencia obtenida entre (PCI PAVER™ - PCI mediana Q2).

**Tabla 7***Pruebas de normalidad PCI mediana (Q2) - PAVER™*

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	0,105	36	0,200*	0,977	36	0,639

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Para los datos analizados y dado que la muestra es menor a 50 se considera la prueba de Shapiro-Wilk, se refleja una significancia estadística (p-valor = 0.639) para la diferencia entre (PCI PAVER™ - PCI mediana Q2) lo cual es mayor que 0.05 (0.639 > 0.05). Como p-valor es mayor que 0.05, se acepta la Ho, y se afirma que la variable sigue una distribución normal, a partir de esto se aplicara una prueba paramétrica mediante el coeficiente de correlación de Pearson para medir la correlación entre variables.

#### **4.3.2 Prueba de normalidad de datos PCI mediana (Q2) – PCI estructura suficiente**

**Tabla 8***Datos generales PCI mediana (Q2) – PCI estructura suficiente*

VÍA	EDAD	PCI mediana Q2	PCI estructura suficiente	DIFERENCIA
Av. 11 de noviembre	8	31.00	68.14	37.14
Alvarado	13	21.50	34.07	12.57
Tarqui	8	63.00	68.14	5.14
Francia	7	48.00	73.64	25.64
24 de mayo	6	14.00	78.71	64.71
Eugenio Espejo	12	32.50	41.76	9.26
Morona	13	39.02	34.07	-4.95
Félix Proaño Ida	12	89.07	41.76	-47.31
Félix Proaño Vuelta	12	95.35	41.76	-53.59
Puruhá Ida	12	57.50	41.76	-15.74

Puruhá Vuelta	12	58.86	41.76	-17.10
Loja	14	29.00	25.95	-3.05
Barón de Carondelet 1	8	30.00	68.14	38.14
Barón de Carondelet 2	4	100.00	87.54	-12.46
Diego de Almagro	13	30.10	34.07	3.97
Juan de Velasco	7	28.50	73.64	45.14
César León Hidalgo	7	34.40	73.64	39.24
Virgilio Corral	8	19.00	68.14	49.14
Valenzuela	7	68.28	73.64	5.36
Bernardo Darquea	7	41.00	73.64	32.64
Cuba 1	9	51.50	62.20	10.70
Cuba 2	9	59.00	62.20	3.20
Joaquín Chiriboga	11	47.24	49.01	1.77
Londres	8	69.00	68.14	-0.86
Santa Martha	11	50.00	49.01	-0.99
Bogotá	11	50.00	49.01	-0.99
Bucarest	10	56.00	55.82	-0.18
Estocolmo	10	50.00	55.82	5.82
Av. Celso Rodríguez Ida	4	73.69	87.54	13.86
Av. Celso Rodríguez Vuelta	4	72.86	87.54	14.68
Roma Ida	11	60.38	49.01	-11.37
Roma Vuelta	11	73.34	49.01	-24.34
Av. Leopoldo Freire Ida	7	80.00	73.64	-6.36
Av. Leopoldo Freire Vuelta	7	85.14	73.64	-11.50
Antonio Santillán Ida	3	62.21	91.30	29.09
Antonio Santillán Vuelta	3	74.86	91.30	16.45

En la tabla (8) se puede observar los datos obtenidos para PCI en campo tomando en cuenta su mediana, los datos PCI que deberían tener las vías según la curva de predicción de pavimentos flexibles proporcionada por (Picado Muñoz, 2016) para estructuras suficientes y la diferencia que existe entre los valores de estas.

**Tabla 9***Resumen de procesamiento de casos PCI mediana (Q2) – PCI estructura suficiente*

	<b>Resumen de procesamiento de casos</b>					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PCI mediana Q2	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%
PCI estructura suficiente	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%

De los 36 datos obtenidos en campo y los 36 datos obtenidos mediante la ecuación planteada por (Picado Muñoz, 2016) para predecir el deterioro en pavimentos flexibles en estructuras suficientes, se observa que el total de los datos se han considerado válidos, por ende, se considera el 100% de la muestra.

**Tabla 10***Datos estadísticos descriptivos PCI mediana (Q2) – PCI estructura suficiente*

		<b>Descriptivos</b>		
		Estadístico	Error estándar	
PCI mediana Q2	Media	54,0362	3,68882	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	46,5475	
		Límite superior	61,5249	
	Media recortada al 5%	53,6983		
	Mediana	53,7500		
	Varianza	489,867		
	Desv. estándar	22,1329	5	
	Mínimo	14,00		
	Máximo	100,00		

	Rango	86,00	
	Rango intercuartil	38,92	
	Asimetría	0,165	0,393
	Curtosis	-0,677	0,768
	Media	61,0601	3,04304
		Límite inferior	54,8824
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	67,2378
	Media recortada al 5%	61,1299	
	Mediana	65,1675	
PCI estructura suficiente	Varianza	333,364	
	Desv. estándar	18,2582	
		7	
	Mínimo	25,95	
	Máximo	91,30	
	Rango	65,35	
	Rango intercuartil	30,07	
	Asimetría	-0,074	0,393
	Curtosis	-1,034	0,768

Mediante el análisis descriptivo realizado por el software IBM SPSS Statistics se puede identificar varios indicadores importantes (media, intervalo de confianza, mediana, desviación típica, asimetría, curtosis, etc.), en el siguiente caso se puede identificar que la mediana obtenida para los datos PCI estructura suficiente es de 65.17, lo cual refleja una diferencia mayor a la mediana obtenida para PCI mediana Q2 de 53.75.



**Tabla 11***Pruebas de normalidad PCI mediana (Q2) – PCI estructura suficiente*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
PCI mediana Q2	0,090	36	0,200*	0,978	36	0,682
PCI estructura suficiente	0,151	36	0,037	0,948	36	0,087

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

En la prueba de Shapiro-Wilk, se refleja una significancia estadística (p-valor = 0.087) para PCI estructura suficiente lo cual es mayor que 0.05 ( $0.087 > 0.05$ ). Como p-valor es mayor que 0.05, se acepta la  $H_0$ , y se afirma que la variable sigue una distribución normal, a partir de esto se aplicara una prueba paramétrica mediante el coeficiente de correlación de Pearson para medir la correlación entre variables.

Dado que los para PCI mediana Q2 son los mismos que en el análisis anterior, se confirma un nivel de significancia estadística de 0.682 lo cual es mayor que 0.05 ( $0.682 > 0.05$ ), por lo cual se acepta la  $H_0$ , y se afirma que la variable PCI mediana Q2 sigue una distribución normal.

### **4.3.3 Prueba de normalidad de datos PCI mediana (Q2) – PCI estructura media**

**Tabla 12***Datos generales PCI mediana (Q2) – PCI estructura media*

VÍA	EDAD	PCI mediana Q2	PCI estructura media	DIFERENCIA
Av. 11 de noviembre	8	31.00	42.20	11.20
Alvarado	13	21.50	2.61	-18.89
Tarqui	8	63.00	42.20	-20.80
Francia	7	48.00	49.12	1.12
24 de mayo	6	14.00	55.70	41.70

Eugenio Espejo	12	32.50	11.19	-21.31
Morona	13	39.02	2.61	-36.41
Félix Proaño Ida	12	89.07	11.19	-77.88
Félix Proaño Vuelta	12	95.35	11.19	-84.16
Puruhá Ida	12	57.50	11.19	-46.31
Puruhá Vuelta	12	58.86	11.19	-47.67
Loja	14	29.00	-6.31	-35.31
Barón de Carondelet 1	8	30.00	42.20	12.20
Barón de Carondelet 2	4	100.00	67.87	-32.13
Diego de Almagro	13	30.10	2.61	-27.49
Juan de Velasco	7	28.50	49.12	20.62
César León Hidalgo	7	34.40	49.12	14.72
Virgilio Corral	8	19.00	42.20	23.20
Valenzuela	7	68.28	49.12	-19.16
Bernardo Darquea	7	41.00	49.12	8.12
Cuba 1	9	51.50	34.95	-16.55
Cuba 2	9	59.00	34.95	-24.05
Joaquín Chiriboga	11	47.24	19.44	-27.80
Londres	8	69.00	42.20	-26.80
Santa Martha	11	50.00	19.44	-30.56
Bogotá	11	50.00	19.44	-30.56
Bucarest	10	56.00	27.36	-28.64
Estocolmo	10	50.00	27.36	-22.64
Av. Celso Rodríguez Ida	4	73.69	67.87	-5.81
Av. Celso Rodríguez Vuelta	4	72.86	67.87	-4.99
Roma Ida	11	60.38	19.44	-40.94
Roma Vuelta	11	73.34	19.44	-53.90
Av. Leopoldo Freire Ida	7	80.00	49.12	-30.88
Av. Leopoldo Freire Vuelta	7	85.14	49.12	-36.02
Antonio Santillán Ida	3	62.21	73.46	11.24
Antonio Santillán Vuelta	3	74.86	73.46	-1.40

En la tabla (12) se puede observar los datos obtenidos para PCI en campo tomando en cuenta su mediana, los datos PCI que deberían tener las vías según la curva de predicción de pavimentos flexibles proporcionada por (Picado Muñoz, 2016) para estructura media y la diferencia que existe entre valores.

**Tabla 13**

*Resumen de procesamiento de casos PCI mediana (Q2) – PCI estructura media*

<b>Resumen de procesamiento de casos</b>						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PCI mediana Q2	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%
PCI estructura media	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%

Para los 36 datos obtenidos en campo y los 36 datos obtenidos mediante la ecuación planteada por (Picado Muñoz, 2016) para predecir el deterioro en pavimentos flexibles en estructuras medias, se observa que todos los datos se han considerado válidos, reflejando la consideración del 100% de los datos utilizados para la prueba de normalidad.

**Tabla 14**

*Datos estadísticos descriptivos PCI mediana (Q2) – PCI estructura media*

<b>Descriptivos</b>			
		Estadísti	Error
		co	estándar
	Media	54,0362	3,68882
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	46,5475
PCI mediana Q2		Límite superior	61,5249
	Media recortada al 5%		53,6983
	Mediana		53,7500
	Varianza		489,867

	Desv. estándar		22,13295	
	Mínimo		14,00	
	Máximo		100,00	
	Rango		86,00	
	Rango intercuartil		38,92	
	Asimetría		0,165	0,393
	Curtosis		-0,677	0,768
	Media		34,4552	3,70414
		Límite inferior	26,9354	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	41,9750	
	Media recortada al 5%		34,3330	
	Mediana		38,5743	
PCI estructura media	Varianza		493,944	
	Desv. estándar		22,22484	
	Mínimo		-6,31	
	Máximo		73,46	
	Rango		79,77	
	Rango intercuartil		35,86	
	Asimetría		0,053	0,393
	Curtosis		-0,983	0,768

Mediante el análisis descriptivo realizado por el software IBM SPSS Statistics se puede identificar varios indicadores importantes (media, intervalo de confianza, mediana, desviación típica, asimetría, curtosis, etc.), en el siguiente caso se puede identificar que la mediana obtenida para los datos PCI estructura media es de 38.57, lo cual refleja una diferencia menor a la mediana obtenida para PCI mediana Q2 de 53.75.

**Tabla 15***Pruebas de normalidad PCI mediana (Q2) – PCI estructura media*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PCI mediana Q2	,090	36	,200*	,978	36	,682
PCI estructura media	,139	36	,075	,949	36	,098

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Para los datos analizados y dado que la muestra es menor a 50 se considera la prueba de Shapiro-Wilk, se refleja una significancia estadística (p-valor = 0.098) para la diferencia entre (PCI estructura media - PCI mediana Q2) lo cual es mayor que 0.05 (0.098 > 0.05). Como p-valor es mayor que 0.05, se acepta la Ho, y se afirma que la variable sigue una distribución normal.

Al igual que los casos anteriores los datos para PCI mediana Q2 son los mismos, se confirma un nivel de significancia estadística de 0.682 lo cual es mayor que 0.05 (0.682 > 0.05), por lo cual se acepta la Ho, y se afirma que la variable PCI mediana Q2 sigue una distribución normal, a partir de esto se aplicara una prueba paramétrica mediante el coeficiente de correlación de Pearson para medir la correlación entre variables.

#### **4.3.4 Prueba de normalidad de datos PCI mediana (Q2) – PCI estructura insuficiente**

**Tabla 16***Datos generales PCI mediana (Q2) – PCI estructura insuficiente*

VÍA	EDAD	PCI mediana Q2	PCI estructura insuficiente	DIFERENCIA
Av. 11 de noviembre	8	31.00	18.49	-12.51
Alvarado	13	21.50	22.87	1.37
Tarqui	8	63.00	18.49	-44.51

Francia	7	48.00	21.31	-26.69
24 de mayo	6	14.00	25.36	11.36
Eugenio Espejo	12	32.50	19.53	-12.97
Morona	13	39.02	22.87	-16.15
Félix Proaño Ida	12	89.07	19.53	-69.54
Félix Proaño Vuelta	12	95.35	19.53	-75.82
Puruhá Ida	12	57.50	19.53	-37.97
Puruhá Vuelta	12	58.86	19.53	-39.33
Loja	14	29.00	27.45	-1.55
Barón de Carondelet 1	8	30.00	18.49	-11.51
Barón de Carondelet 2	4	100.00	37.18	-62.82
Diego de Almagro	13	30.10	22.87	-7.23
Juan de Velasco	7	28.50	21.31	-7.19
César León Hidalgo	7	34.40	21.31	-13.09
Virgilio Corral	8	19.00	18.49	-0.51
Valenzuela	7	68.28	21.31	-46.97
Bernardo Darquea	7	41.00	21.31	-19.69
Cuba 1	9	51.50	16.90	-34.60
Cuba 2	9	59.00	16.90	-42.10
Joaquín Chiriboga	11	47.24	17.42	-29.82
Londres	8	69.00	18.49	-50.51
Santa Martha	11	50.00	17.42	-32.58
Bogotá	11	50.00	17.42	-32.58
Bucarest	10	56.00	16.54	-39.46
Estocolmo	10	50.00	16.54	-33.46
Av. Celso Rodríguez Ida	4	73.69	37.18	-36.51
Av. Celso Rodríguez Vuelta	4	72.86	37.18	-35.69
Roma Ida	11	60.38	17.42	-42.96
Roma Vuelta	11	73.34	17.42	-55.93
Av. Leopoldo Freire Ida	7	80.00	21.31	-58.69
Av. Leopoldo Freire Vuelta	7	85.14	21.31	-63.83
Antonio Santillán Ida	3	62.21	44.93	-17.28
Antonio Santillán Vuelta	3	74.86	44.93	-29.92

En la tabla (16) se puede observar los datos obtenidos para PCI en campo tomando en cuenta su mediana, los datos PCI que deberían tener las vías según la curva de predicción de pavimentos flexibles proporcionada por (Picado Muñoz, 2016) para estructura insuficiente y la diferencia que existe entre valores.

**Tabla 17**

*Resumen de procesamiento de datos PCI mediana (Q2) – PCI estructura insuficiente*

	<b>Resumen de procesamiento de casos</b>					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PCI mediana Q2	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%
PCI estructura insuficiente	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%

De los 36 datos obtenidos en campo y los 36 datos obtenidos mediante la ecuación planteada por (Picado Muñoz, 2016) para predecir el deterioro en pavimentos flexibles en estructuras insuficientes, se observa que todos los datos se han considerado válidos, reflejando la consideración del 100% de los datos utilizados para la prueba de normalidad.

**Tabla 18**

*Datos estadísticos descriptivos PCI mediana (Q2) – PCI estructura insuficiente*

	<b>Descriptivos</b>	
	Estadístico	Error estándar
	Media	54,0362
PCI mediana Q2	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 46,5475 Límite superior 61,5249
	Media recortada al 5%	53,6983
	Mediana	53,7500

	Varianza		489,867	
			22,1329	
	Desv. estándar		5	
	Mínimo		14,00	
	Máximo		100,00	
	Rango		86,00	
	Rango intercuartil		38,92	
	Asimetría		0,165	0,393
	Curtosis		-0,677	0,768
	Media		22,6677	1,28553
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	20,0579	
		Límite superior	25,2775	
	Media recortada al 5%		21,7712	
	Mediana		19,5298	
PCI estructura insuficiente	Varianza		59,493	
	Desv. estándar		7,71317	
	Mínimo		16,54	
	Máximo		44,93	
	Rango		28,39	
	Rango intercuartil		5,19	
	Asimetría		1,929	0,393
	Curtosis		2,818	0,768

Mediante el análisis descriptivo realizado por el software IBM SPSS Statistics se puede identificar varios indicadores importantes (media, intervalo de confianza, mediana, desviación típica, asimetría, curtosis, etc.), en el siguiente caso se puede identificar que la mediana obtenida para los datos PCI estructura insuficiente es de 19.53, lo cual refleja una diferencia menor a la mediana obtenida para PCI mediana Q2 de 53.75.



**Tabla 19***Prueba de normalidad PCI mediana (Q2) – PCI estructura insuficiente*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PCI mediana Q2	0,090	36	0,200*	0,978	36	0,682
PCI estructura insuficiente	0,295	36	<0.001	0,700	36	<0.001

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Se repite los datos para PCI mediana Q2 son los mismos, se confirma un nivel de significancia estadística de 0.682 lo cual es mayor que 0.05 ( $0.682 > 0.05$ ), por lo cual se acepta la  $H_0$ , y se afirma que la variable PCI mediana Q2 sigue una distribución normal.

Debido a que la significancia estadística para PCI estructura media es menor que 0.05 ( $p\text{-valor} = 0.001$ ), se realizó una nueva prueba de normalidad con la diferencia obtenida entre (PCI estructura media - PCI mediana Q2).

**Tabla 20***Prueba de normalidad PCI mediana (Q2) – PCI estructura insuficiente*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	0,082	36	0,200*	0,983	36	0,828

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Para los datos analizados y dado que la muestra es menor a 50 se considera la prueba de Shapiro-Wilk, se refleja una significancia estadística ( $p\text{-valor} = 0.828$ ) para la diferencia entre (PCI estructura insuficiente - PCI mediana Q2) lo cual es mayor que 0.05

(0.828 > 0.05). Como p-valor es mayor que 0.05, se acepta la  $H_0$ , y se afirma que la variable sigue una distribución normal, a partir de esto se aplicara una prueba paramétrica mediante el coeficiente de correlación de Pearson para medir la correlación entre variables.

#### 4.4 Prueba de correlación de Pearson

Para la prueba de correlación de Pearson se analizaron los datos obtenidos y los datos proporcionados por las curvas de predicción de pavimentos planteadas por otros autores, se analizó los valores PCI mediana (Q2). Se ha considera utilizar la mediana de los datos como unidad de analizas ya que representan una tendencia central que es menos sensible a valores extremos o atípicos en comparación con la media aritmética.

Para la prueba de correlación de Pearson se analizó los 36 datos obtenidos para cada vía analizada, por lo cual, se plantea las siguientes hipótesis de análisis:

**$H_0$ :** Correlación de Pearson = 0 (No existe correlación)

**$H_a$ :** Correlación de Pearson  $\neq$  0 (Si existe correlación)

Reglas de decisión:

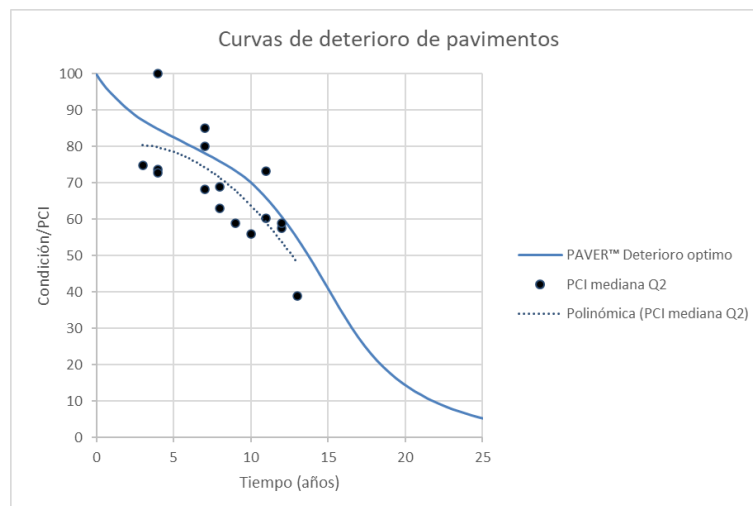
Si el nivel de significancia < 0.05, aceptamos la  $H_a$  y rechazamos la  $H_0$

Si el nivel de significancia > 0.05, rechazamos la  $H_a$  y aceptamos la  $H_0$

##### 4.4.1 Correlación entre PCI mediana Q2 y PAVERTM

**Figura 10**

*Correlación entre PCI mediana Q2 y PAVERTM*



En la figura (10) se puede identificar analíticamente que 16 de los 36 datos obtenidos en campo se asemejan a la curva PAVERTM de deterioro optimo en pavimentos flexibles, sin embargo, se realizó una prueba estadística de correlación de resultados.

**Tabla 21***Correlación de Pearson PCI mediana Q2 y PAVER™*

		<b>Correlaciones</b>	
		PCI mediana Q2	PAVER ™
PCI mediana Q2	Correlación de Pearson	1	0,752**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	16	16
	Correlación de Pearson	0,752**	1
PAVER™	Sig. (bilateral)	<0.001	
	N	16	16

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Para correlacionar los datos entre PCI mediana Q2 y PCI PAVER™ se utilizó la herramienta estadística paramétrica de correlación de Pearson.

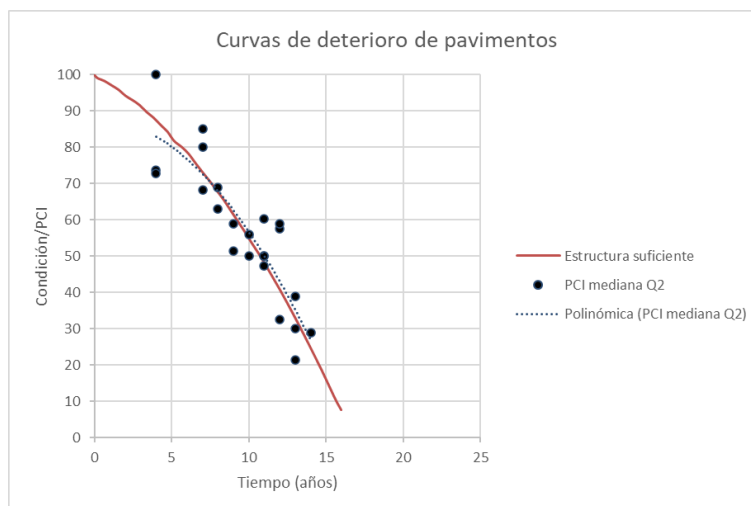
Mediante el coeficiente de correlación de Pearson se han relacionado 16 datos de 36 con la ecuación de PAVER™ para predecir el deterioro en pavimentos flexibles, se refleja una significancia (bilateral) de 0.001 lo cual es menor que 0.05 ( $0.001 < 0.05$ ). Como el nivel de significancia es menor que 0.05, se determina que si existe una correlación (PCI mediana Q2 y PCI PAVER™) para las 16 vías analizadas.

Al obtenerse un coeficiente de correlación de Pearson de 0.752 se estable que existe una correlación alta entre las variables (PCI PAVER™ y PCI mediana Q2).

#### 4.4.2 Correlación entre PCI mediana Q2 y PCI estructura suficiente

**Figura 11**

*Correlación entre PCI mediana Q2 y PCI estructura suficiente*



Para la figura (11) se puede identificar analíticamente que los 23 datos obtenidos en campo de 36 se asemejan a la curva proporcionada por (Picado Muñoz, 2016) para predecir el deterioro en pavimentos flexibles en estructuras suficientes, sin embargo, se realizó una prueba estadística de correlación de resultados.

**Tabla 22**

*Correlación de Pearson PCI mediana Q2 y PCI estructura suficiente*

<b>Correlaciones</b>			
		PCI mediana Q2	PCI estructura suficiente
PCI mediana Q2	Correlación de Pearson	1	0,876**
	Sig. (bilateral)		<0.001
	N	23	23
PCI estructura suficiente	Correlación de Pearson	0,876**	1
	Sig. (bilateral)	<0.001	
	N	23	23

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Para correlacionar los datos entre PCI mediana Q2 y PCI estructura suficiente se utilizó la herramienta estadística paramétrica de correlación de Pearson.

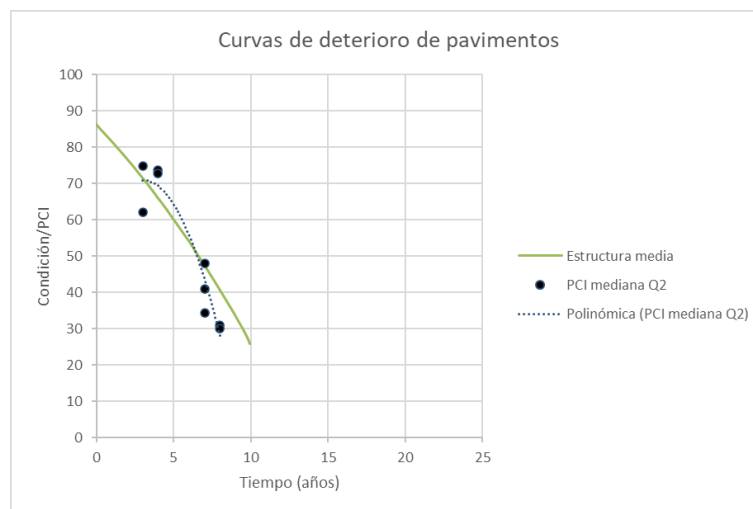
Mediante el coeficiente de correlación de Pearson se han relacionado 23 datos de 36 con la ecuación de (Picado Muñoz, 2016) para predecir el deterioro en pavimentos flexibles en estructuras suficientes, se refleja una significancia (bilateral) de 0.001 lo cual es menor que 0.05 ( $0.001 < 0.05$ ). Como el nivel de significancia es menor que 0.05, se determina que si existe una correlación (PCI estructura suficiente y PCI mediana Q2) para las 23 vías analizadas.

Al obtenerse un coeficiente de correlación de Pearson de 0.876 se estable que existe una correlación muy alta entre las variables (PCI estructura suficiente y PCI mediana Q2).

#### 4.4.3 Correlación entre PCI mediana Q2 y PCI estructura media

**Figura 12**

*Correlación entre PCI mediana Q2 y PCI estructura media*



Para la figura (12) se puede identificar analíticamente que los 9 datos obtenidos en campo de 36 se asemejan a la curva proporcionada por (Picado Muñoz, 2016) para predecir el deterioro en pavimentos flexibles en estructuras medias, sin embargo, se realizó una prueba estadística de correlación de resultados.

**Tabla 23**

*Correlación de Pearson PCI mediana Q2 y PCI estructura media*

<b>Correlaciones</b>			
		PCI mediana Q2	PCI estructura media
PCI mediana Q2	Correlación de Pearson	1	0,942**
	Sig. (bilateral)		<0.001

	N	9	9
PCI estructura media	Correlación de Pearson	0,942**	1
	Sig. (bilateral)	<0.001	
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Para correlacionar los datos entre PCI mediana Q2 y PCI estructura media se utilizó la herramienta estadística paramétrica de correlación de Pearson.

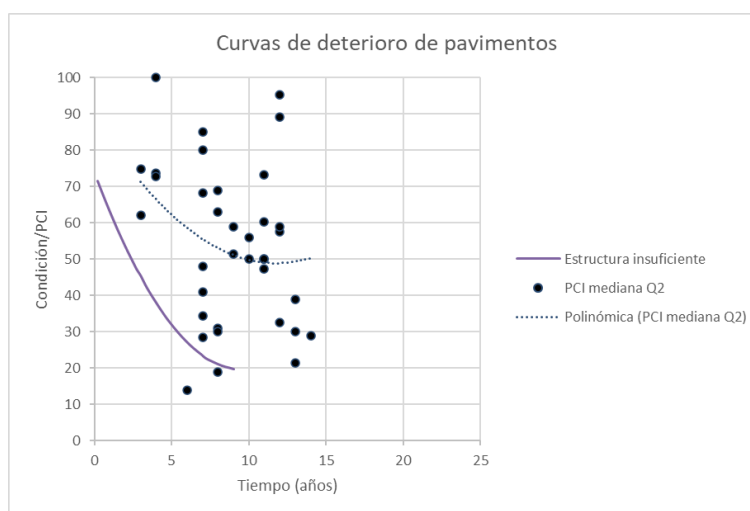
Mediante el coeficiente de correlación de Pearson se han relacionado 9 de los 36 datos con la ecuación de (Picado Muñoz, 2016) para predecir el deterioro en pavimentos flexibles de estructuras medias, se refleja una significancia (bilateral) de 0.001 lo cual es menor que 0.05 ( $0.001 < 0.05$ ). Como el nivel de significancia es menor que 0.05, se determina que si existe una correlación (PCI estructura media y PCI mediana Q2) para las 9 vías analizadas.

Al obtenerse un coeficiente de correlación de Pearson de 0.942 se establece que existe una correlación muy alta entre las variables (PCI estructura media y PCI mediana Q2).

#### 4.4.4 Correlación entre PCI mediana Q2 y PCI estructura insuficiente

**Figura 13**

*Correlación entre PCI mediana Q2 y PCI estructura insuficiente*



Para la figura (13) se puede identificar analíticamente que los 36 datos obtenidos en campo de 36 no se asemejan a la curva proporcionada por (Picado Muñoz, 2016) para predecir el deterioro en pavimentos flexibles en estructuras insuficientes, sin embargo, se realizó una prueba estadística de correlación de resultados.

**Tabla 24***Correlación de Pearson PCI mediana Q2 y PCI estructura insuficiente*

		<b>Correlaciones</b>	
		PCI mediana Q2	PCI estructura insuficiente
PCI mediana Q2	Correlación de Pearson	1	0,269
	Sig. (bilateral)		0,113
	N	36	36
PCI estructura insuficiente	Correlación de Pearson	0,269	1
	Sig. (bilateral)	0,113	
	N	36	36

Para correlacionar los datos entre PCI mediana Q2 y PCI estructura insuficiente se utilizó la herramienta estadística paramétrica de correlación de Pearson.

Mediante el coeficiente de correlación de Pearson se han relacionado los 36 datos con la ecuación de (Picado Muñoz, 2016) para predecir el deterioro en pavimentos flexibles de estructuras insuficientes, se refleja una significancia (bilateral) de 0.113 lo cual es mayor que 0.05 ( $0.113 > 0.05$ ). Como el nivel de significancia es mayor que 0.05, se determina que no existe una correlación (PCI estructura media y PCI mediana Q2) para las vías analizadas.

#### **4.5 Porcentajes de vías analizadas y su relación con otros autores**

**Tabla 25***Porcentajes de vías analizadas y su relación con PAVER™*

Modelo PAVER™	Datos investigación	%
PAVER™	16	44.44%

Como se puede observar en la tabla (25) para el modelo de predicción proporcionado por PAVER™ de una muestra de 36 datos se han correlacionado 16 datos con un total del 44.44%.

**Tabla 26***Porcentajes de vías analizadas y su relación con (Picado Muñoz, 2016)*

Modelo (Picado Muñoz, 2016)	Número de muestras analizadas (Paredes, 2024)	Distribución de vías Riobamba en %	Número de muestras analizadas (Picado Muñoz, 2016)	Distribución de vías (Picado Muñoz, 2016) en %
Estructura suficiente	23	63.89%	129	68.62%
Estructura media	9	25.00%	39	20.74%
Estructura insuficiente	-	0.00%	20	10.64%
Datos atípicos	4	11.11%	-	-
Total	36	100.00%		100.00%

En la tabla (26) se puede identificar la similitud entre la distribución de porcentajes entre los datos analizados para la ciudad de Riobamba y los datos utilizados en la investigación de (Picado Muñoz, 2016) con un 88.89 % de correlación.



## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Para las vías urbanas de pavimento flexible en el cantón Riobamba, se obtuvo edades que van de 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 años, mediante las cuales se obtuvo valores de PCI para todas las vías analizadas que van de 14 - 100 como índice de condición de pavimento.
- Se identificó que el estado de las vías en la muestra analizada está conformado por 4 vías en estado “Excelente”, 5 vías en estado “muy bueno”, 9 vías en estado “bueno”, 7 vías en estado “regular”, 8 vías en estado “malo” y 3 vías en estado “muy malo”
- El estado que deberían tener las vías en función de su edad varía según el modelo de predicción que se utilice, para esta investigación se ha determinado que, de 36 vías analizadas, 16 vías correspondientes al 44.44% del total de la muestra, tienen conformidad alta con el modelo planteado por PAVERTM.
- Conforme a los resultados, se concluye que la mayor correlación que existe con los modelos planteados por (Picado Muñoz, 2016). Reflejando de esta manera una mejor conformidad con 23 datos lo cual representa 63.89 % para estructura suficiente y 9 datos con un 25% para estructura media.
- De la muestra analizada un total de 16 vías poseen una conformidad alta con la curva de predicción de pavimentos planteada por PAVERTM, estableciendo una correlación alta con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.752.
- Para el modelo planteado por (Picado Muñoz, 2016), se presenta una conformidad con un índice de correlación de Pearson muy alto de 0.876 con la curva de predicción de pavimentos para estructuras suficientes y un índice de correlación de Pearson de 0.942 para estructura media
- Esta investigación concluye que las vías urbanas de pavimento asfáltico del cantón Riobamba tiene una mayor conformidad con los modelos y la investigación planteada por (Picado Muñoz, 2016), ya que se posee una mayor relación mediante el coeficiente de correlación de Pearson, correlacionando de esta manera el 88.89% de la muestra.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a la comunidad investigadora realizar más evaluaciones en distintas vialidades urbanas del cantón Riobamba, para que de esta manera se pueda generar una mayor nube de puntos que permita mejorar el estudio en el deterioro de pavimentos flexibles.
- Se sugiere realizar varias evaluaciones futuras en diferentes años conforme al índice de condición de pavimento a las vías analizadas para estudiar su evolución conforme pasa el tiempo.
- Se propone realizar la evaluación del índice de condición de pavimento en el resto de las vías urbanas del cantón Riobamba, para que, en un futuro se pueda proporcionar curvas de deterioro enfocadas en la realidad de la urbe.
- Se sugiere a la entidad correspondiente del cuidado de la vialidad en Riobamba realizar un control de las vías de la urbe, para que pueda proporcionar información constante del estado de las vías urbanas y se pueda realizar planes de mantenimiento para prevenir el deterioro en las vías.

## BIBLIOGRAFÍA

- American Standard Testing Materials (ASTM). (2014). *Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys 1*.
- Arlas- Barrantes, E., Vargas-Sobrado, C., Xu-Ye, L., & Hall-Romero, A. (2016). *Evaluación de la red vial cantonal de San José: Diagnostico y análisis por selecciones red vial cantonal*.
- Attoh-Okine, N., & Adarkwa, O. (2013). *Pavement condition surveys-overview of current practices*.
- Federal Highway Administration. (2014). *Distress Identification Manual*.
- García, M., Ordóñez, L., Llano, J., & Travi, E. (2019). *Identificación de fuentes de agregados para pavimentos*.
- González, D. (2018). *Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito*.
- GRUPO BITAFAL. (2020). *Fallas más comunes en los pavimentos de la región*.  
<https://bitafal.com.uy/deterioro-pavimentos/>
- Haas, R., Hudson, W. R., & Zaniewski, J. P. (1994). Modern pavement management. *Krieger Publishing Company*, 102(7), 583.  
<https://books.google.com/books?id=TstQAAAAYAAJ&q=Modern+Pavement+Management&dq=Modern+Pavement+Management&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwiSh-H349DeAhUHIMAKHchRBuwQ6AEIJzAA%0Ahttps://trid.trb.org/view/388787>
- indus Inc. (2024). *Why pavement preservation is effective*. <https://indusinc.com/pavement-preservation/why-preservation-works/why-is-pavement-preservation-effective/>
- Infraestructura, R., Lanammeucr, V. /, Arias García, R., David, J., Morera, R., & Científico, A. (2018). Criterios ambientales y socioeconómicos para priorizar inversiones en la red vial de Costa Rica. *Infraestructura Vial*, 20(35), 12–19.  
<https://doi.org/10.15517/IV.V20I35.34830>
- INVIAS. (2006). *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*.
- Mallqui, J., & Quinto, C. (2023). *Surface evaluation supported by the PCI method for the severity level of asphalt pavement on airport runways*. 27.  
<https://doi.org/10.47460/uct.v27i118.690>
- Marion, G., & Lawson, D. (2008). *An Introduction to Mathematical Modelling*.  
[https://people.maths.bris.ac.uk/~madjl/course\\_text.pdf](https://people.maths.bris.ac.uk/~madjl/course_text.pdf)

- Miranda, R., & Montiel, A. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*.
- Montes, M., Sequeira, W., Ávila, T., & Aguiar, J. (2021). *Evaluación del desempeño de los pavimentos rígidos en Costa Rica*.  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/46947/47577>
- Narváez Ochoa, P. S. (2018). *Modelo de predicción de la condición de pavimento en base al PCI, tiempo y volumen de tráfico en una vía de pavimento rígido. Caso de estudio Red Vial E50 tramo Loja-Zamora abscisas 29+000 a 57+000*.  
<http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/21813>
- NEVI - 12. (2013). *Norma para estudios y diseños viales. 2*.
- Oblitas Gastelo, B. E., Medina Cardozo, I. I., & Paredes Asalde, C. R. (2021). International evenness index and pavement condition index for defining pavement serviceability levels. *ITECKNE*, 18(2). <https://doi.org/10.15332/ITECKNE.V18I2.2616>
- Pellicer Armiñana, E., Paredes Palacios, R., Felipe Sanjuán, J., & Sánchez Robles Bello, J. (2021). Sistema integral para el mantenimiento eficiente de pavimentos urbanos. *Carreteras: Revista técnica de la Asociación Española de la Carretera*, ISSN 0212-6389, N°. 235, 2021, págs. 8-18, 235, 8–18.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8406047>
- Picado Muñoz, G. (2016). Desarrollo de curvas de deterioro para pavimento flexible y factor de incertidumbre. *Revista Infraestructura Vial*, 18.  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/27762/28156>
- Ricardo, J., Murillo, S., César, J., Equihua, T., & Soto Espitia, R. (2023). *Estado actual en el desarrollo de modelos de deterioro de pavimentos*.  
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt739.pdf>
- Rodríguez Velásquez, E. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*.
- Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2022). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*.
- Shahin, M. (2002). *Pavement management for airports, roads and parking lots*.
- Wolters, A., Zimmerman, K., Schattler, K., & Rietgraf, A. (2011). *Implementing pavement management systems for local agencies - state-of-the-art/state-of-the-practice*.

## ANEXOS

### Anexo 1

*Toma de datos en campo*



### Anexo 4

*Toma de datos en campo*



### Anexo 2

*Toma de datos en campo*



### Anexo 5

*Fotogrametría para el análisis de datos*



### Anexo 3

*Toma de datos en campo*



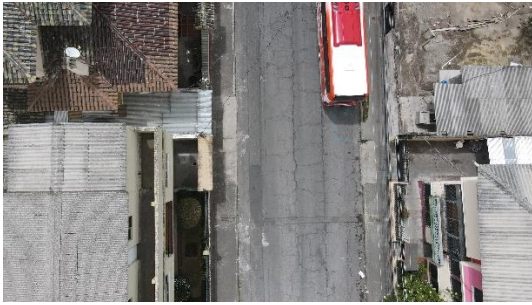
### Anexo 6

*Fotogrametría para el análisis de datos*



## Anexo 7

### Fotogrametría para el análisis de datos



## Anexo 8

### Fotogrametría para el análisis de datos



## Anexo 9

### Procesamiento de datos en Microsoft Excel

VIA	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	AÑO LEVANTAMIENTO	TRAMO		ANCHO MUESTRA A	AREA DE LA MUESTRA	LARGO DE LA MUESTRA	PCI	1 Longitudinal / Transversas		2 Fid de Cocodrilo		3 Fiecos en Bloque		13 Neocos		VD	VD TOTAL	
			Inicio	Fine					Alts.	Medis.	Bajs.	Alts.	Medis.	Bajs.	Alts.	Medis.			Bajs.
Francia	2016	2023	0-000	0-040	8.50	340.00	40.00	186.49	13.96	16.04							3152	2.00	53.52
Francia	2016	2023	0-040	0-090	8.50	340.00	40.00	189.00	12.11	14.23	43.56						43.31	2.00	53.35
Francia	2016	2023	0-090	0-120	8.50	340.00	40.00	188.00	12.95		43.53						33.63	2.00	35.63
Francia	2016	2023	0-120	0-160	8.50	340.00	40.00	187.85	13.34		11.75						26.05		26.05
Francia	2016	2023	0-160	0-200	8.50	340.00	40.00	187.23	4.87		19.26						45.11	2.00	52.11
Francia	2016	2023	0-200	0-240	8.50	340.00	40.00	186.80	13.23		19.58						20.82	2.00	22.82
Francia	2016	2023	0-240	0-280	8.50	340.00	40.00	186.48	8.80		13.30						14.52	2.00	16.52
Francia	2016	2023	0-280	0-320	8.50	340.00	40.00	186.00	16.07		1.51						38.91	2.00	40.91
Francia	2016	2023	0-320	0-360	8.50	340.00	40.00	185.03	25.03		15.75						16.17	2.00	18.17
Francia	2016	2023	0-360	0-400	8.50	340.00	40.00	184.00			22.43						46.52	2.00	48.52
Francia	2016	2023	0-400	0-440	8.50	340.00	40.00	183.64	12.34		10.76						46.06		46.06
Francia	2016	2023	0-440	0-480	8.50	340.00	40.00	182.80			14.85						20.53	2.00	22.53
Francia	2016	2023	0-480	0-520	8.50	340.00	40.00	181.00	15.18		13.78						46.36	2.00	48.36
Francia	2016	2023	0-520	0-560	8.50	340.00	40.00	180.20			8.45						17.00	2.00	19.00
Francia	2016	2023	0-560	0-600	8.50	340.00	40.00	180.46	4.73	16.04							67.52	2.00	71.52
Francia	2016	2023	0-600	0-640	8.50	340.00	40.00	181.41	3.44	15.45							56.53	2.00	58.53
Francia	2016	2023	0-640	0-680	8.50	340.00	40.00	183.35	27.55								24.62		24.62
Francia	2016	2023	0-680	0-720	8.50	340.00	40.00	183.80	6.20								32.00		32.00
Francia	2016	2023	0-720	0-760	8.50	340.00	40.00	184.00	4.81								14.00	2.00	16.00
Francia	2016	2023	0-760	0-800	8.50	340.00	40.00	188.00									1.00		1.00
FRANCIA	2016	2023	0-000	0-840	8.50	353.38	46.35				2113						56.02		56.02
								PCI TOTAL	188.35										

## Anexo 10

### Procesamiento de datos en Microsoft Excel

VIA	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	AÑO LEVANTAMIENTO	TRAMO	ANCHO MUESTRA A	AREA DE LA MUESTRA	LARGO DE LA MUESTRA	PCI	Longitudinal / Transvers		2 Piel de Cocodrilo		3 Fianza en Bloque		4 Rulaje de Junta		6 Fianza de Borde		8 Rodero o Abombamiento		9 Corrugación		10 Digrific				
			Inicie	Fis				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Tarqui	2016	2025	0-200	0-307	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	0-207	0-314	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	0-214	0-321	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	0-221	0-328	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	0-428	0-553	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	0-435	0-542	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	0-442	0-541	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	0-749	0-856	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	0-856	0-963	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	0-963	1-070	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	1-070	1-177	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	1-177	1-284	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	1-284	1-391	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	1-391	1-498	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	1-498	1-605	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	1-605	1-712	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	1-712	1-819	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	1-819	1-926	11,00	1177,00	107,00	0,88	0,77	0,24																
Tarqui	2016	2023	1-926	2-033	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	2-033	2-140	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	2-140	2-247	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	2-247	2-354	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	2-354	2-461	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	2-461	2-568	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Tarqui	2016	2023	2-568	2-675	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Yanqui	2016	2023	2-675	2-782	11,00	1177,00	107,00	0,88																		
Yanqui	2016	2023	2-782	2-889	11,00	1177,00	107,00	0,88																		

## Anexo 11

### Procesamiento de datos en SPSS

Resumen de procesamiento de casos					
	Casos		Perdidos		Total
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N
DIFERENCIA	36	100,0%	0	0,0%	36

Descriptivos					
	Estadístico	Error estándar			
DIFERENCIA	Media	17,2697	3,68441		
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	9,7900		
		Limite superior	24,7495		
	Media recortada al 5%		17,5107		
	Mediana		15,1863		
	Varianza		488,696		
	Desv. estándar		22,10647		
	Mínimo		-35,35		
	Máximo		66,94		
	Rango		102,28		
	Rango intercuartil		24,57		
	Asimetría		-,049		
	Curtosis		,493		

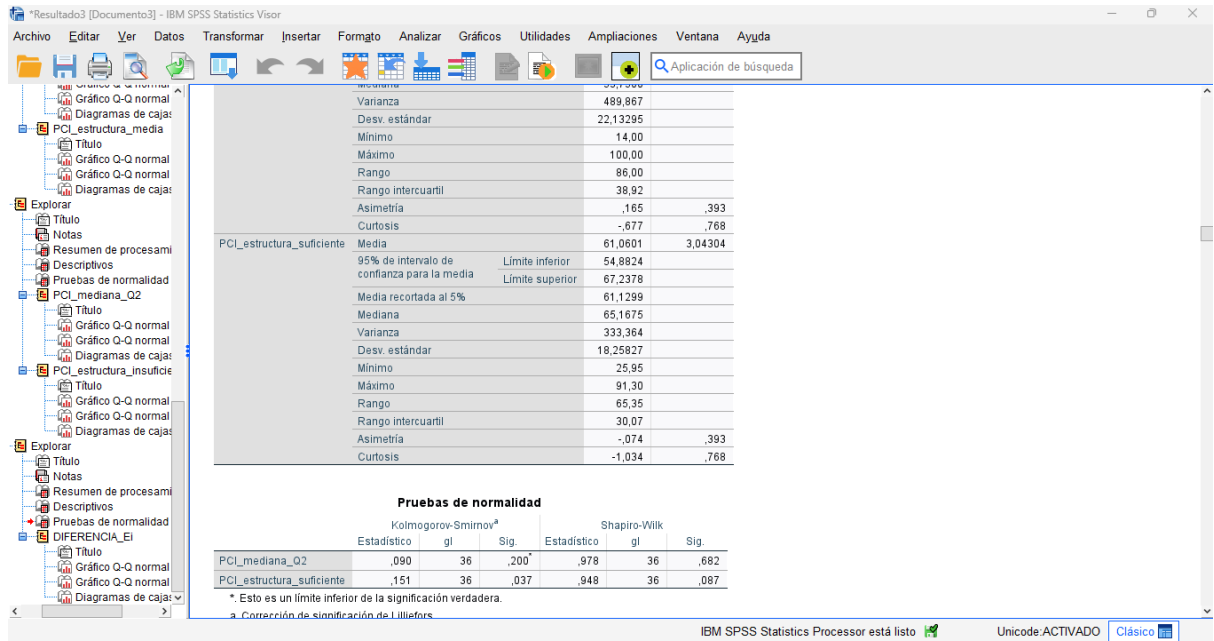
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	,105	36	,200 <sup>*</sup>	,977	36	,639

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.



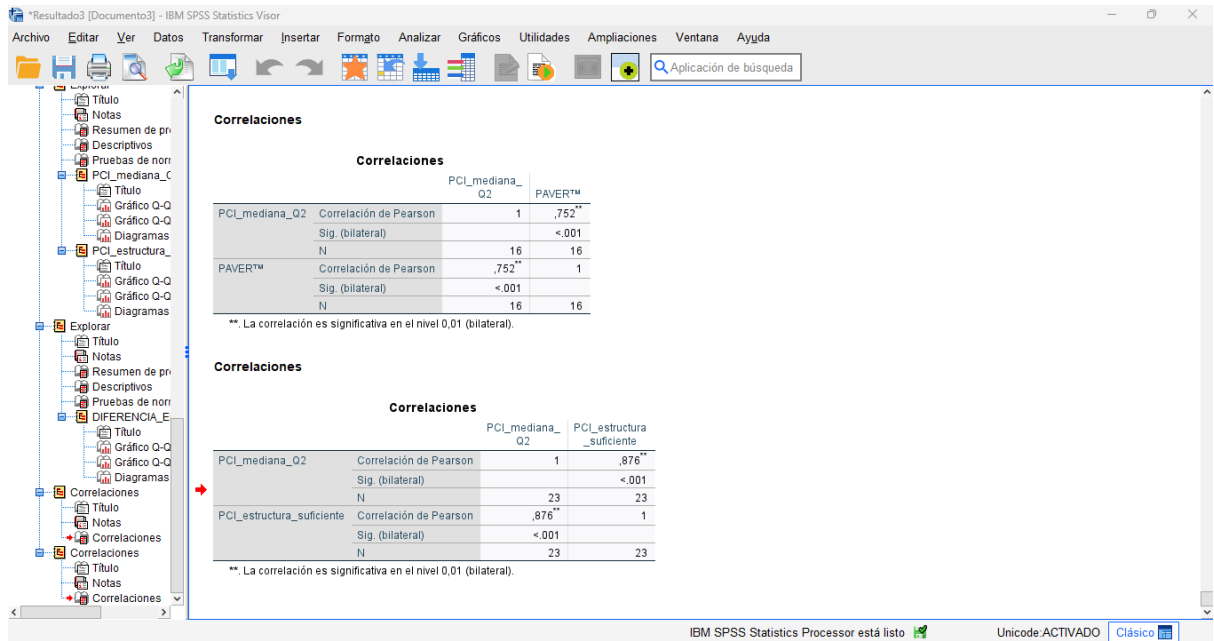
## Anexo 12

### Procesamiento de datos SPSS



## Anexo 13

### Procesamiento de datos en SPSS





## Anexo 14

### Procesamiento de datos en SPSS

The screenshot displays the IBM SPSS Statistics Processor interface. The left sidebar shows a project tree with variables like PCI\_estructura\_media and PCI\_mediana\_Q2. The main window shows descriptive statistics and normality tests for these variables.

Variable	Desv. estándar	Minimo	Máximo	Rango	Rango intercuartil	Asimetría	Curtosis
PCI_estructura_media	22,13295	14,00	100,00	86,00	38,92	,165	,393
PCI_mediana_Q2	22,22484	-6,31	73,46	79,77	35,86	,053	,393

Variable	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PCI_mediana_Q2	,090	36	,200	,978	36	,682
PCI_estructura_media	,139	36	,075	,949	36	,098

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

## Anexo 15

### Procesamiento de datos en SPSS

The screenshot displays the IBM SPSS Statistics Processor interface. The left sidebar shows a project tree with the variable DIFERENCIA\_EI. The main window shows a case summary table, descriptive statistics, and normality tests for this variable.

Variable	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DIFERENCIA_EI	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%

Variable	Media	Estadístico	Error estándar
DIFERENCIA_EI	-31,3685	-31,3685	3,56522

Variable	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA_EI	,082	36	,200	,983	36	,828

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

## Anexo 16

### Procesamiento de datos en SPSS

**Correlaciones**

		PCI_mediana_Q2	PAVERT™
PCI_mediana_Q2	Correlación de Pearson	1	,752**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	16	16
PAVERT™	Correlación de Pearson	,752**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	16	16

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Correlaciones**

		PCI_mediana_Q2	PCI_estructura_suficiente
PCI_mediana_Q2	Correlación de Pearson	1	,876**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	23	23
PCI_estructura_suficiente	Correlación de Pearson	,876**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	23	23

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

## Anexo 17

### Procesamiento de datos en SPSS

**Correlaciones**

		PCI_mediana_Q2	PCI_estructura_media
PCI_mediana_Q2	Correlación de Pearson	1	,942**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	9	9
PCI_estructura_media	Correlación de Pearson	,942**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	9	9

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Correlaciones**

		PCI_mediana_Q2	PCI_estructura_insuficiente
PCI_mediana_Q2	Correlación de Pearson	1	,269
	Sig. (bilateral)		,113
	N	36	36
PCI_estructura_insuficiente	Correlación de Pearson	,269	1
	Sig. (bilateral)	,113	
	N	36	36

## Anexo 18

### *Estado de las vías urbanas del cantón Riobamba*

VÍA	EDAD	PCI mediana Q2	Estado
Av. 11 de noviembre	8	31.00	Malo
Alvarado	13	21.50	Muy malo
Tarqui	8	63.00	Bueno
Francia	7	48.00	Regular
24 de mayo	6	14.00	Muy malo
Eugenio Espejo	12	32.50	Malo
Morona	13	39.02	Malo
Félix Proaño Ida	12	89.07	Excelente
Félix Proaño Vuelta	12	95.35	Excelente
Puruhá Ida	12	57.50	Bueno
Puruhá Vuelta	12	58.86	Bueno
Loja	14	29.00	Malo
Barón de Carondelet 1	8	30.00	Muy pobre
Barón de Carondelet 2	4	100.00	Excelente
Diego de Almagro	13	30.10	Malo
Juan de Velasco	7	28.50	Malo
César León Hidalgo	7	34.40	Malo
Virgilio Corral	8	19.00	Muy malo
Valenzuela	7	68.28	Bueno
Bernardo Darquea	7	41.00	Regular
Cuba 1	9	51.50	Regular
Cuba 2	9	59.00	Bueno
Joaquín Chiriboga	11	47.24	Regular
Londres	8	69.00	Bueno
Santa Martha	11	50.00	Regular
Bogotá	11	50.00	Regular
Bucarest	10	56.00	Bueno
Estocolmo	10	50.00	Regular
Av. Celso Rodríguez Ida	4	73.69	Muy bueno
Av. Celso Rodríguez Vuelta	4	72.86	Muy bueno

---

Roma Ida	11	60.38	Bueno
Roma Vuelta	11	73.34	Muy bueno
Av. Leopoldo Freire Ida	7	80.00	Muy bueno
Av. Leopoldo Freire Vuelta	7	85.14	Excelente
Antonio Santillán Ida	3	62.21	Bueno
Antonio Santillán Vuelta	3	74.86	Muy bueno

---