



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis comparativo del deterioro entre intersecciones y tramos en vías urbanas con  
pavimento asfáltico del Cantón Riobamba.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

**Autores:**

Miller Arroba, José Enrique

Sagba Colcha, Erik Alexander

**Tutor:**

Ing. Carlos Sebastián Saldaña García

**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, José Enrique Miller Aroba con cédula de ciudadanía 060585924-8, y Erik Alexander Sagba Colcha con cédula de ciudadanía 060529852-0, autores del trabajo de investigación titulado: "Análisis comparativo del deterioro entre intersecciones y tramos en vías urbanas con pavimento asfáltico del Cantón Riobamba", certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra 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 11 días del mes de noviembre de 2024

José Enrique Miller Aroba

C.I: 060585924-8

Erik Alexander Sagba Colcha

C.I: 060529852-0

## **DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR**

Quien suscribe, MgSc. Carlos Sebastián Saldaña García 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 comparativo del deterioro entre intersecciones y tramos en vías urbanas con pavimento asfáltico del Cantón Riobamba, bajo la autoría de José Enrique Miller Aroba y Erik Alexander Sagba Colcha; 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 11 días del mes de noviembre de 2024.



**Ing. Carlos Sebastián Saldaña García**

CI: 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 comparativo del deterioro entre intersecciones y tramos en vías urbanas con pavimento asfáltico del Cantón Riobamba** presentado por **José Enrique Miller Arroba**, con cedula de identidad número **060585924-8** y **Erick Alexander Sagba Colcha**, con cedula de identidad número **060529852-0** 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 22 de noviembre de 2024

Ing. Hernán Vladimir Pazmiño Chiliza  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



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



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

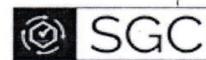


## CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

*en movimiento*



UNACH-RGF-01-04-02.20  
VERSIÓN 02: 06-09-2021

# CERTIFICACIÓN

Que, MILLER ARROBA JOSÉ ENRIQUE con CC: 060585924-8, y SAGBA COLCHA ERICK ALEXANDER con CC: 060529852-0; estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Civil**, **NO VIGENTE**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado: "**Análisis comparativo del deterioro entre intersecciones y tramos en vías urbanas con pavimento asfáltico del cantón Riobamba**", cumple con el 8%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 08 de noviembre de 2024

Mgs. Carlos Saldaña García  
TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de investigación a Dios, fuente de amor, sabiduría, que ha sido mi guía en cada paso de este camino académico. A mi padre Jose Luis Miller, quien me ha apoyado incondicionalmente en cada momento de mi vida. A mi madre Lorena Arroba, por todo el esfuerzo y sacrificio que ha hecho posible lograr esta meta, su ejemplo de dedicación y perseverancia siempre será mi inspiración. A mi hermana Joselyn, su amor, comprensión es mi guía y apoyo en los momentos más duros. A mis abuelitos, por ser parte fundamental durante mi carrera universitaria, brindándome su apoyo incondicional. A mi tía Valeria, con quien he compartido muchas alegrías, sueños y desafíos a lo largo de esta travesía, su apoyo ha sido un regalo invaluable que atesoro con todo mi corazón. A Nicol, por su paciencia, comprensión y constante motivación. Gracias por creer en mí, tu apoyo y tu amor han sido fundamental en este proceso. Esta tesis es el fruto del esfuerzo conjunto de todos ustedes. Con mucho amor y cariño dedico este trabajo a cada uno de ustedes.

***José Enrique Miller Arroba***

Dedico este trabajo de investigación a mi querido padre, Rafael Colcha, quien desde el cielo sigue siendo mi guía y mayor inspiración. Todo el esfuerzo que realizó para darme una educación digna y ayudarme a cumplir mis objetivos es algo que llevaré siempre en mi corazón. Este logro es tanto mío como tuyo, porque sin tus enseñanzas no habría llegado hasta aquí. A mis madres, Zoila y Flor, por su amor, apoyo y dedicación, que han sido la fuerza fundamental a lo largo de mis días. A todos los miembros de mi familia y amigos, quienes siempre me han brindado su apoyo, su tiempo y los valores necesarios para mi formación profesional. Con gratitud y cariño, dedico este trabajo a cada uno de ustedes. Su apoyo ha sido fundamental para que este logro se hiciera posible.

***Erick Alexander Sagba Colcha***

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios por haberme dado salud, fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida. A mis padres Jose Luis Miller y Lorena Arroba, quienes con ejemplo y esfuerzo me han permitido llegar a culminar esta etapa, brindándome apoyo incondicional en los momentos difíciles a lo largo de mis estudios. A mi hermana Joselyn Miller por siempre estar presente para mí con consejos y apoyo para seguir adelante y nunca rendirme. A Sebastián por motivarme en cada paso del camino, su presencia ha sido una constante alegría y fortaleza.

A mi tutor Ing Carlos Saldaña, por su orientación, paciencia y amistad a lo largo de todo proceso de investigación. Sus valiosos consejos y sugerencias han sido fundamental para la finalización de este trabajo.

*José Enrique Miller Arroba*

Quiero agradecer a Dios por darme la fortaleza y sabiduría para culminar esta etapa de mi vida. Su guía constante me ha permitido superar los retos y avanzar con determinación hacia mis metas. A mi querido padre, Rafael Colcha, aunque ya no estés físicamente, tus enseñanzas siguen guiando cada uno de mis pasos, y este logro es tanto mío como tuyo. A mis madres, Zoila y Flor, por su amor constante, su apoyo incondicional y por los valores que me han transmitido. Dedico este esfuerzo que es solo una pequeña muestra de lo que han hecho por mí. A Lizeth, por su paciencia, comprensión y por estar siempre a mi lado, brindándome el ánimo necesario para seguir adelante. A Mary, Alonso y Fernando quienes desde muy pequeño me brindaron su apoyo, amor y enseñanzas. Su ejemplo de dedicación y perseverancia siempre será mi inspiración. A mis hermanas, Daniela y Gabriela, por ser mi fuente de alegría, su cariño y comprensión me han dado fuerzas para seguir adelante en los momentos más difíciles. A mi tutor, Ing. Carlos Saldaña, por su invaluable orientación, dedicación y apoyo durante todo este proceso.

*Erick Alexander Sagba Colcha*

## 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	

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	15
1.1 Antecedentes .....	16
1.2 Planteamiento del Problema .....	18
1.2.1 Formulación del Problema.....	19
1.3 Justificación .....	19
1.4 Delimitación.....	19
1.5 Objetivos.....	20
1.5.1 Objetivo General.....	20
1.5.2 Objetivos Específicos.....	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	21
2.1 Pavimento .....	21
2.1.1 Tipos de pavimento.....	21
2.2 Capas del pavimento con superficie asfáltica .....	22
2.2.1 Funciones de las capas superiores.....	23
2.2.2 Materiales del pavimento.....	23
2.3 Deterioro en el pavimento.....	24

2.3.1 Deformaciones Permanentes.....	24
2.3.2 Figuras o Agrietamientos .....	25
2.3.3 Desintegraciones .....	26
2.3.4 Otros tipos de deterioro.....	26
2.3.5 Causas de las fallas en pavimento.....	26
2.4 Índice de condición de Pavimento (PCI) en pavimentos flexibles .....	27
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>29</b>
3.1 Tipo de Investigación.....	29
3.2 Diseño de la Investigación .....	29
3.3 Técnica de recolección de datos .....	30
3.4 Unidad de análisis .....	30
3.5 Población de estudio .....	30
3.6 Selección de la muestra.....	31
3.7 Método de Análisis y procesamiento de datos.....	31
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
4.1 Datos generales de las vías analizadas.....	33
4.2 Obtención del Promedio de PCI Tramos vs Intersección en vías con diferentes años de intervención.....	34
4.3 Obtención de Promedio de PCI Tramos vs Intersección en vías con el mismo año de intervención.....	36
4.4 Obtención de la Mediana de PCI Tramos vs Intersección en vías con diferentes años de intervención.....	38
4.4.1 Vías con PCI de Tramos Significativamente Superior a la Intersección .....	39
4.4.2 Vías con PCI de Tramos e Intersecciones similar .....	40
4.4.3 Vías con PCI de Tramos Significativamente Inferior a la Intersección.....	40
4.5 Obtención de la mediana de PCI Tramos vs Intersección en vías con el mismo año de intervención.....	41

4.6 Discusión.....	43
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
5.1 Conclusiones.....	45
5.2 Recomendaciones .....	46
BIBLIOGRAFÍA .....	47
ANEXOS. ....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades físicas de los materiales para Base y Sub-Base .....	23
Tabla 2 Índice de condición de Pavimento PCI .....	27
Tabla 3 Clasificación de severidad .....	28
Tabla 4 Clasificación por falla evaluada .....	28
Tabla 5 Fases para determinar el PCI.....	31
Tabla 6 Cálculo de Severidad .....	32
Tabla 7 Relación T/I promedio mayores a 100 % .....	34
Tabla 8 Relación T/I promedio menores a 100 % .....	35
Tabla 9 Relación T/I media mayores a 100 % .....	39
Tabla 10 Relación T/I media igual a 100 % .....	40
Tabla 11 Relación T/I media menores a 100 % .....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pavimento Flexible .....	21
Figura 2 Pavimiento Rígido .....	22
Figura 3 Capas del pavimento con superficie asfáltica .....	22
Figura 4 Tipos de Deterioro en Pavimentos Flexibles.....	24
Figura 5 Metodología del proyecto de investigación .....	29
Figura 6 Tramos e Intersecciones de estudio .....	30
Figura 7 Fotografía Satelital del área Urbana del cantón Riobamba .....	33
Figura 8 Diagrama de cajas y bigotes, promedio Tramos vs Intersección (39 vías).....	36
Figura 9 Diagrama de cajas y bigotes, promedio Tramos vs Intersección (10 vías).....	37
Figura 10 Diagrama de cajas y bigotes, Mediana Tramos vs Intersección (39 vías) .....	41
Figura 11 Diagrama de cajas y bigotes, Mediana Tramos vs Intersección (10 vías) .....	42
Figura 12 Fallas más comunes de los diferentes Tramos e Intersecciones .....	44

## RESUMEN

El presente estudio muestra un análisis comparativo del deterioro en pavimentos flexibles de intersecciones y tramos de vías urbanas asfaltadas en el cantón Riobamba. El objetivo principal es evaluar y comparar el estado del pavimento en ambos segmentos, con el fin de determinar si existen diferencias significativas en su desgaste, mediante una investigación exploratoria y descriptiva utilizando el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y técnicas estadísticas para analizar datos homogéneos y atípicos. La metodología aplicada consistió en dividir una muestra de 70 km de vías urbanas en 1209 tramos y 647 intersecciones, clasificadas en dos grupos: vías intervenidas en diferentes años y vías intervenidas en el mismo año. A través de una inspección detallada de campo se identifica fallas comunes, como grietas y deformaciones, posteriormente se realiza el cálculo el PCI para cada segmento. Los datos recopilados son procesados y analizados mediante el software ARGIS y Microsoft Excel.

A través de los resultados se puede observar que las intersecciones tienden a experimentar un mayor deterioro debido a las fuerzas concentradas de frenado y arranque, y al tráfico más intenso. Por otro lado, los tramos muestran un desgaste más uniforme a lo largo de su longitud. Además, las vías con diferentes años de intervención presentan una mayor uniformidad en el PCI, mientras que en las vías intervenidas en el mismo año se observa una variabilidad considerable entre tramos e intersecciones. Esto subraya la importancia de la repavimentación periódica para mantener la calidad y uniformidad del pavimento.

**PALABRAS CLAVE:** Deterioro, pavimentos flexibles, PCI, intersecciones, tramos, mantenimiento vial.

## ABSTRACT

This study presents a comparative analysis of the deterioration of flexible pavements at intersections and segments of urban asphalt roads in the Riobamba canton. The primary objective is to evaluate and compare the pavement condition in both segments in order to determine whether there are significant differences in their wear and tear. This was achieved through an exploratory and descriptive investigation using the Pavement Condition Index (PCI) and statistical techniques to analyze both homogeneous and outlier data. The methodology involved dividing a 70 km sample of urban roads into 786 segments and 404 intersections, classified into two groups: roads with interventions in different years and roads with interventions in the same year. A detailed field inspection was carried out to identify common defects such as cracks and deformations, followed by the calculation of the PCI for each segment. The collected data were processed and analyzed using ARGIS software and Microsoft Excel. The results show that intersections tend to experience greater deterioration due to the concentrated forces of braking and acceleration, as well as more intense traffic. In contrast, road segments exhibit a more uniform wear along their length. Furthermore, roads with interventions in different years show greater uniformity in the PCI, whereas roads with interventions in the same year exhibit considerable variability between segments and intersections. This underscores the importance of periodic repaving to maintain pavement quality and uniformity.

**Keywords:** Deterioration, flexible pavements, PCI, intersections, road segments, road maintenance.



Reviewed by:  
MsC. Edison Damian Escudero  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C.0601890593

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación se refiere al deterioro en vías urbanas con pavimento asfáltico, que se define como la acumulación de daño durante la operación por acción combinada de tránsito, clima, materiales empleados, calidad de la construcción, que generan una respuesta en términos de esfuerzo. Las principales características de los pavimentos asfálticos son la mezcla asfáltica, los materiales para la capa base y subbase, la flexibilidad, y el mantenimiento.

Las carreteras en un país incluyen el desarrollo económico y social del mismo, ya que están ligadas a un correcto funcionamiento de los sistemas de transporte, un eficiente sistema de transporte permite a las empresas reducir costos por lo tanto aumentar la productividad, como podemos observar las infraestructuras viales juegan un rol importante dentro del sistema de transporte de cada país, siendo las carreteras los elementos principales que inciden en el desplazamiento de los vehículos que permiten trasladar personas y mercaderías de un punto a otro. El pavimento es una de las partes de la carretera que requiere mayor inversión tanto en su etapa de construcción como en su etapa de mantenimiento, esto influye directamente en la mayoría de los costos usuarios de la carretera aumentándolos cuando su estado no es óptimo principalmente en tiempos de viaje, consumo de combustible y deterioro de los vehículos de transporte.

Cuando el deterioro en las carreteras es excesivo debido a las cargas de tráfico que soportan, esto hace que las vías no alcancen su vida útil prevista. Con el afán de analizar esta problemática, se mencionan algunas de las causas: grietas por fatiga o piel de cocodrilo, deformaciones, baches, desintegración, hundimientos, depresiones y desintegración de bordes; daños que pueden ser solucionados a través del sellado, reconstrucción, reemplazo de capas deterioradas, y recarpeteo entre otros.

Durante años Ecuador fue un país sin vías, donde todas sus carreteras estuvieron destruidas, un país donde trasladarse de un lugar a otro era un riesgo, sin embargo, desde hace más de una década esta situación cambio, con vías de primer nivel (Foro Económico Mundial, 2014). Con el crecimiento demográfico se han ido integrando más vías en la ciudad de Riobamba, donde se ha utilizado pavimentos flexibles, rígido y mixtos, sin embargo, la problemática radica en la falta de mantenimiento. A través del presente estudio se busca

identificar las zonas deterioradas en intersecciones y tramos con el propósito de diagnosticar el estado del pavimento y tener una base sólida para futuras intervenciones

Para realizar esta investigación se propone el desarrollo de cinco capítulos: El Capítulo I denominado Introducción, donde se describe el problema de la investigación, los antecedentes, la justificación y los objetivos. El Capítulo II denominado Marco Teórico, donde se encuentran la base conceptual de la investigación que son estudios que constan en artículos científicos, libros y tesis. El Capítulo III denominado Metodología, describe el método y enfoque de la investigación. El Capítulo IV Discusión y Resultados describe los hallazgos de la investigación, finalmente el Capítulo V concluye con Conclusiones y Recomendaciones del trabajo investigativo.

## **1.1 Antecedentes**

En el presente estudio se consideró necesario revisar investigaciones similares al tema propuesto, donde se aborda temas sobre el deterioro en el pavimento asfáltico, tal como se muestra a continuación:

Trabajo investigativo de (Yongchun Cheng et al., 2024) con el tema denominado “Deterioro reológico y evaluación de daños en asfalto modificado con SBS bajo dos modos de erosión salina”; el cual tiene como objetivo: Identificar el deterioro producido en el asfalto que ha sido modificado con SBS (Estireno-Butadieno-Estireno), al respecto se concluye que: Una vez probadas las propiedades reológicas y las propiedades de recuperación del asfalto modificado con SBS, se observa la resistencia a la formación de grietas entre el 34,20% y el 40.10% y un aumento en la generación de surcos que varía entre el 34,50% y el 39,70%, base teórica suficiente para el mantenimiento de pavimentos en áreas ricas en sal .

Artículo científico de (Myungsik, 2020) titulado “Desarrollo del Modelo de Deterioro de Pavimentos de Carreteras Basado en el Método de Aprendizaje Profundo”, tiene como objetivo: Predecir el deterioro del pavimento asfáltico a través del uso de un algoritmo de red neuronal recurrente, el resultado obtenido fue un algoritmo capaz de predecir la condición del pavimento para un año tomando en cuenta datos históricos de hace 10 años y entrega la fecha exacta para el mantenimiento de la vía, el coeficiente de determinación para la predicción fue alto de 0,71% a 0,87% , este estudio busca alargar la vida útil del pavimento y reducir los costos de mantenimiento.

Investigación de (Ballesteros, 2018) denominado “Evaluación y clasificación de deterioros en pavimentos asfálticos mediante la metodología VIZIR – INVIAS 2013 sobre el tramo km 5 de la vía que comunica los municipios de Melgar – Icononzo (Tolima)”. El objetivo general es evaluar y aplicar la metodología VIZIR – INVIAS 2013 sobre pavimento flexible y su deterioro mediante observación directa. El resultado fue el deterioro de la vía en tramo 1 del 1,81 % y tramo 2 del 3,06 %, obtenido mediante la aplicación de la metodología VIZIR. Otro aspecto importante es que le fue de dos tipos estructural y funcional, por el tipo de deterioro se recomienda el refuerzo de la capa estructural con un material llamado geomalla.

Trabajo investigativo de (Oleano, 2021) titulado “Estimación del deterioro del pavimento asfáltico de la avenida Las Palmeras, distrito de Los Olivos – Lima”, cuyo objetivo fue: evaluar el deterioro del pavimento asfáltico de la Av. Las Palmeras, para ello se utilizó la metodología basada en el Índice de Condición del Pavimentos (PCI), donde los resultados fueron: para una vía de 7,30 metros de ancho y 40 metros de largo, la calzada derecha e izquierda tenían estas condiciones (PCI:48,26) y (PCI:58,42) respectivamente, para la calzada derecha se sugiere un mantenimiento correctivo y para la calzada izquierda un mantenimiento preventivo. Por otra parte, el modelo predictivo estadístico fue un PCI de 3,664.878 para la calzada derecha y un PCI de 4,477.85 para la calzada izquierda.

(Miranda R. , 2010). En su trabajo investigativo denominado “Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos”, en una de las vías más importante de Valdivia - Chile, se busca observar las fallas que tienen los pavimentos flexibles y rígidos, y recomendar estrategias capaces de conservar y rehabilitar los mismos a un bajo costo y con un resultado de calidad. Dentro de las estrategias propuestas se detallan las siguientes: Realizar mantenimientos oportunos cuando la vía lo requiera, ya que será más barato que repararlo oportunamente que cuando el deterioro sea grande. Contar con personal calificado con amplios conocimientos en mantenimiento y reparación de pavimentos. Determinar las causas del deterioro del pavimento para una correcta reparación.

Investigación de (Ruiz, 2019) con el tema denominado “Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos en la carretera Chone”; el cual concluye que: Las causas de deterioro de los pavimentos rígidos están dadas principalmente por el control deficiente de materiales, inadecuadas temperaturas, uso de maquinaria inapropiada entre otros. Para solucionar esta problemática se recomienda estudiar el tipo de suelo antes de ejecutar un

proyecto vial, reparar las vías con mayor deterioro antes que las que presentan menos daño, realizar estudios geotécnicos de sitios con asentamientos severos de pavimento estructural, estudiar el comportamiento del pavimento hidráulico en diferentes condiciones climáticas, capacitar constantemente al personal encargado de mantenimiento vial sobre las nuevas técnicas para construir pavimento rígido.

(Paredes, 2024), en su artículo investigativo, titulado “Análisis del deterioro de las vías urbanas de asfalto del cantón Riobamba y su conformidad con los modelos de predicción”, se busca analizar el deterioro de las vías urbanas del cantón Riobamba mediante el índice de condición de pavimento PCI. Al respecto se concluye que los pavimentos flexibles del cantón Riobamba cuentan con un PCI de 14 a 100, es decir un pavimento que tiene fallas graves y requiere una reparación completa, hasta pavimentos que requieren solo mantenimiento preventivo. La correlación de las variables de estudio es de 0.942, es decir que las variables poseen una fuerte correlación.

Las investigaciones y estudios mencionados son una base sólida para el desarrollo del marco teórico y la correcta aplicación de la metodología de estudio.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

El deterioro de las vías urbanas con pavimentos asfálticos es un fenómeno complejo que afecta tanto a la funcionalidad de la infraestructura vial como a la experiencia de los usuarios. Dentro de este contexto, las intersecciones y los tramos rectos son dos elementos fundamentales que componen la red vial urbana. Las intersecciones, como puntos de convergencia y cruce de flujos de tráfico, están sujetas a cargas dinámicas y cambios bruscos de velocidad, lo que puede resultar en un desgaste del pavimento. Los tramos rectos, que constituyen la mayor parte de la red vial urbana, también experimentan deterioro debido a factores como la carga estática y dinámica, la exposición a condiciones climáticas adversas y la acción del tráfico (Morales, 2018). Por otro lado, en los diseños de los pavimentos en las zonas urbanas se mantiene el mismo diseño estructural para tramos e intersecciones y por lo tanto, surge la necesidad de realizar un análisis comparativo para saber si la deformación en los tramos rectos es similar o diferente a la forma de deformación en las intersecciones de vías urbanas con pavimentos asfálticos.

### **1.2.1 Formulación del Problema**

¿Las deformaciones en los tramos rectos de las vías urbanas del cantón Riobamba presentan características similares o diferentes en comparación con las deformaciones observadas en las intersecciones de las mismas vías?

### **1.3 Justificación**

La comunicación no está dada solamente por los sistemas electrónicos sino por la comunicación directa, siendo la vía de transporte terrestre muy importante para la conectividad y el desarrollo territorial, al realizar un análisis comparativo entre intersecciones y tramos de las vías con pavimento asfáltico en el cantón Riobamba se podrá identificar prioridades, con el propósito de detectar que áreas requieren intervención urgente y que el deterioro no sea mayor, lo cual se podrá lograr a través de un mantenimiento vial oportuno y adecuado. Los beneficios más importantes para los usuarios de una red vial eficiente son: reducir los costos por deterioro de los vehículos, mejorar los tiempos de viaje haciéndolos más cortos y seguros.

De este estudio se pueden generar políticas adecuadas de mantenimiento, ya que una obra vial no consiste solo en hacer un buen diseño o una buena construcción, es importante saber que es menos costoso mantener el pavimento asfáltico que hacerlo cuando el daño sea mayor. Existe otros elementos que se deben considerar para generar políticas de mantenimiento como son: mantenimiento de drenaje, mantenimiento de muros de contención, de estructura, de talud, reforestación entre los más importantes.

### **1.4 Delimitación**

#### **Límite de Contenido**

**Campo:** Ingeniería Civil

**Área:** Pavimentos

**Aspecto:** Evaluación del estado del pavimento

**Delimitación Espacial:** El presente estudio se realizará en el cantón Riobamba.

**Delimitación Temporal:** A partir del mes de marzo de 2024 hasta julio de 2024.

**Unidades de Observación:** Esta investigación será aplicada en intersecciones y tramos del cantón Riobamba

## **1.5 Objetivos**

### ***1.5.1 Objetivo General***

Comparar el deterioro de los pavimentos flexibles en las intersecciones y tramos de vías asfálticas urbanas del cantón Riobamba.

### ***1.5.2 Objetivos Específicos***

- Dividir las vías urbanas del cantón Riobamba en unidades de muestra, clasificadas según los criterios de tramo e intersección, con el propósito de facilitar un análisis detallado del deterioro de los pavimentos flexibles en cada segmento identificado.
- Recopilar datos específicos sobre las fallas presentes en cada unidad de muestra, incluyendo deformaciones y otros deterioros relacionados con el pavimento flexible en las vías urbanas del cantón Riobamba, mediante inspecciones de campo detalladas y sistemáticas.
- Calcular el Índice de Condición del Pavimento (PCI) en los tramos e intersecciones en las vías urbanas del cantón Riobamba, utilizando una metodología establecida que evalúe el estado general de los pavimentos flexibles y permita comparaciones cuantitativas entre los diferentes segmentos.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Pavimento

El pavimento es una estructura formada por una serie de capas, cuyo objetivo es permitir una circulación segura y cómoda. Tiende a estar sometido a las acciones derivadas del tránsito, del paso de los vehículos y a las acciones climáticas, debiendo para ello mantener durante el mayor tiempo posible su integridad (Maldonado, 2021).

#### 2.1.1 Tipos de pavimento

Los tipos de pavimentos están definidos por la superficie de rodadura, es decir la capa que tiene contacto con los neumáticos de los vehículos, existen dos tipos de pavimento (Martínez, 2020):

**2.1.1.1 Pavimento Flexible.** Se caracterizan por tener en su capa superior una carpeta asfáltica hecha con concreto asfáltico compuesto por agregado pétreo y asfalto. A grandes rasgos se puede decir que es más deformable que el pavimento rígido, como se observa en la Figura 1:

#### Figura 1

*Pavimento Flexible*



*Nota.* Imagen obtenida de (Ramírez, 2023)

**2.1.1.2 Pavimento Rígido.** Se caracteriza por la superficie de rodadura está hecha por una losa de concreto hidráulico, como se observa en la Figura 2.

## Figura 2

### *Pavimento Rígido*



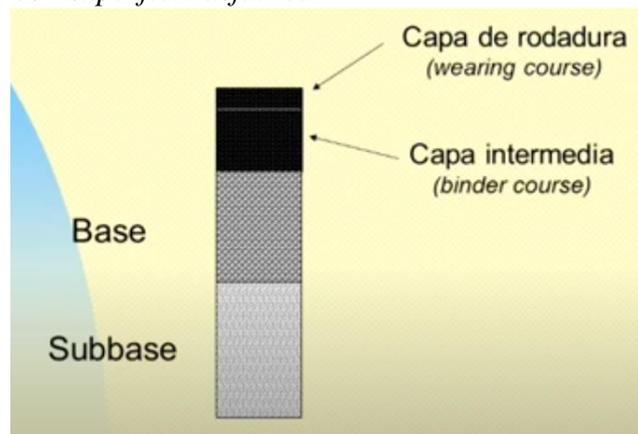
*Nota.* Imagen obtenida de (Ramírez, 2023)

## 2.2 Capas del pavimento con superficie asfáltica

Existen distintas capas de pavimento, tal como se puede observar en la Figura 3:

### Figura 3

#### *Capas del pavimento con superficie asfáltica*



*Nota.* Imagen obtenida de (Mocondino, 2020)

- Capa de rodadura. Existen aquellas que son impermeables y otras porosas. La primera protege a las capas inferiores y la infraestructura, lo que hay bajo el pavimento. La segunda facilita una fácil absorción del agua de lluvia. En estos casos la impermeabilización tiene que estar garantizada por la capa inmediatamente inferior.
- Capa intermedia. Es la capa inferior del pavimento, en ocasiones suelo no existir.
- Base. Su misión es estructural, tiene que absorber la mayor parte de los esfuerzos verticales provenientes de los vehículos pesados.
- Subbase. Esta capa completa la misión estructural para que los esfuerzos verticales que no han sido absorbidos los absorba esta capa, para que lleguen suficientemente atenuados a la subrasante.

### 2.2.1 Funciones de las capas superiores

Las capas superiores en pavimentos son superficie asfáltica son las que proporcionan las características funcionales, es decir las características que interesan a los que circulan a la carretera, desde un punto de vista estructural los esfuerzos horizontales que se producen cuando hay un cambio de velocidad sea magnitud (aceleraciones o frenadas) o sea en dirección (curva), esos esfuerzos horizontales son absorbidos por los primeros centímetros del pavimento es decir por la capa de rodadura. En cuanto a los esfuerzos verticales son absorbidos por las capas superiores en una cierta medida, dependiendo de cuál sea su rigidez, es decir su capacidad intrínseca de absorción de tensiones y también su espesor.

Las capas superiores del pavimento tienen la capacidad de impedir el paso el agua, sin embargo, desde hace unas décadas existe la posibilidad de que la capa de rodadura no sea impermeable sino todo lo contrario.

### 2.2.2 Materiales del pavimento

Los materiales utilizados deben cumplir con ciertas propiedades, de acuerdo como se observa en la Tabla 1:

**Tabla 1**

*Propiedades físicas de los materiales para Base y Sub Base*

<b>Tipo de Ensayo</b>	<b>Base</b>	<b>Sub - Base</b>
	<b>(Porcentaje)</b>	<b>(Porcentaje)</b>
Valor Mínimo (AASHTO-T-193)	30	80
Abrasión Máxima "Los Ángeles" (AASHTO T-96)	50	45
Límite Atterberg (AASHTO T-89 y T-90)		

a) Límite Líquido Máximo	27	25
b) Índice de Plasticidad Máximo	6	4

*Nota.* Información obtenida de la Asociación Americana de funcionarios de Carreteras y Transporte del Estado (AASHTO, 2020).

### 2.3 Deterioro en el pavimento

El deterioro hace referencia al desgaste o daño del pavimento de una vía o carretera, lo cual puede ser producto de distintos factores como: el tráfico, el clima, los materiales del pavimento y la falta de mantenimiento.

A continuación, se detallan las fallas en pavimentos flexibles, tal como se observa en la Figura 4:

**Figura 4**

*Tipos de Deterioro en Pavimentos Flexibles*



*Nota.* Fuente de consulta (Solis, 2020)

#### 2.3.1 Deformaciones Permanentes

Daño persistente en el pavimento, entre ellos están (Padilla, 2020):

- **Ahuellamiento:** Depresión longitudinal a lo largo de las huellas de canalización
- **Hundimiento:** Generado por la canalización del tránsito en un área localizada, puede ser por falla estructural
- **Corrugación:** Se tiene un movimiento plástico caracterizado por la ondulación de la superficie de pavimentación, cuando se pega inadecuadamente.
- **Corrimiento:** Caracterizado por desplazamiento de la mezcla asfáltica
- **Hinchamiento:** Es un abultamiento ocurrido por diferentes fenómenos sobre un área, ocurre de forma gradual

### 2.3.2 Figuras o Agrietamientos

Entre los agrietamientos se encuentran los siguientes:

- **Fisura longitudinal:** Es una fractura que atraviesa el pavimento paralelo al eje de la calzada. Cuenta con tres niveles de severidad: alto, medio o bajo
- **Fisura Transversal:** Es una fractura que atraviesa el pavimento perpendicular al eje de la calzada. En ocasiones las fisuras transversales se distribuyen en intervalos regulares entre 5 y 20 cm.
- **Fisura en bloques:** Fisuras y grietas interconectadas que dividen la superficie en polígonos aproximadamente rectangulares, el tamaño de los bloques varía de 0,9 m<sup>2</sup> hasta un máximo de 9 m<sup>2</sup>.
- **Fisuras tipo piel de cocodrilo:** Fisuras interconectadas entre sí, formando en la superficie pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos y dimensión mayor inferior de 0,30 m, raramente cubren toda el área del pavimento y se asemeja a la piel de cocodrilo.
- **Fisuras reflejadas:** Llamadas también fisuras por reflexión de juntas, se presentan solo en pavimentos mixtos conformada por una superficie asfáltica sobre losas de hormigón. Consiste en la proyección ascendente a través de la capa asfáltica de las juntas del pavimento de hormigón.
- **Fisuras en arco:** Son fisuras en forma de medialuna con los extremos apuntando hacia afuera en la dirección del tráfico, ocurre en la canalización del tránsito correspondiente con sectores de frenado o cambio de dirección.

### **2.3.3 Desintegraciones**

Entre las desintegraciones se tiene:

- **Desprendimientos:** Se produce cuando por pérdidas graduales de la superficie del pavimento.
- **Fisura Longitudinales:** Son grietas en la superficie del pavimento las cuales permiten la entrada del agua.
- **Baches:** Definida como oquedades de tamaños varios que se encuentran en la capa de rodamiento.
- **Rotura de Bordes:** Son grietas a lo largo del borde del pavimento que se extienden hacia el interior de la calzada
- **Pulimiento de la Superficie:** Se refiere a cuando la superficie del pavimento se vuelve liso y brillante.

### **2.3.4 Otros tipos de deterioro**

Entre otros tipos de deterioro se encuentran:

- **Exudación de Asfalto:** Cuando la mezcla del pavimento se eleva hacia la superficie
- **Bombeo (exudación de agua):** El agua es expulsada por grietas y juntas del pavimento
- **Bacheos reparaciones:** El bache no se limpia ni se prepara de manera adecuada y el material no se adhiere bien al pavimento, puede ocasionar que el bache se haga cada vez más grande.

### **2.3.5 Causas de las fallas en pavimento**

Las principales causas que provocan el deterioro del pavimento son:

- Exceso de carga o número de pasadas sobre el pavimento
- Deficiencia en la junta de construcción del pavimento
- Espesor insuficiente del pavimento
- Drenaje deficiente de la vía, que provoca acumulación de agua en la superficie de la vía por falta de mantenimiento, obstrucción, diseño inadecuado de drenaje, desgaste de los elementos de drenaje.
- Uso de materiales de mala calidad (agregados, asfaltos, concretos).
- Un mal diseño estructural frente a las condiciones de tráfico y clima.
- Daños en el pavimento por sustancias como aceites, combustibles, otros productos químicos.
- Suelos inestables o movimiento de los mismos.

## 2.4 Índice de condición de Pavimento (PCI) en pavimentos flexibles

El PCI es un parámetro que permite calificar la condición estructural y operacional de la superficie del pavimento. Este índice numérico varía desde (0) para un pavimento fallado o en muy mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. Como se puede observar en la siguiente Tabla 2:

**Tabla 2**

*Índice de condición de Pavimento PCI*

PCI	Condición
85 - 100	Excelente
70 - 85	Muy Bueno
55 - 70	Bueno
40 - 55	Regular
25 - 40	Pobre
10 - 25	Muy Pobre
0 - 10	Fallado

*Nota.* Tabla para evaluar y calificar las vías (Justavino, 2023).

Esta Tabla 3 muestra una idea del daño presente en el pavimento y las medidas de mantenimiento y reparación a ejecutar.

**Tabla 3***Clasificación de severidad*

Baja	L
Media	M
Alta	H

*Nota.* La tabla muestra la severidad, el código, y la descripción de severidad.

Cada falla evaluada debe ser clasificada dentro de los tipos mostrados como se muestra en la Tabla 4:

**Tabla 4***Clasificación por falla evaluada*

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	<b>No. de Fallas</b>	<b>Descripción</b>
1	Piel de cocodrilo	11	Baches y zanjas reparadas
2	Exudación de asfalto	12	Agregado pulido
3	Fisura de (bloque)	13	Huecos
4	Elevaciones - Hundimiento	14	Cruce de rieles
5	Corrugaciones	15	Ahuellamiento
6	Depresiones	16	Deformación por empuje
7	Grietas de borde	17	Grietas de deslizamiento
8	Grietas de reflexión de juntas	18	Hinchamiento
9	Desnivel calzado	19	Disgregación y desintegración
10	Fisura longitudinales y transversales		

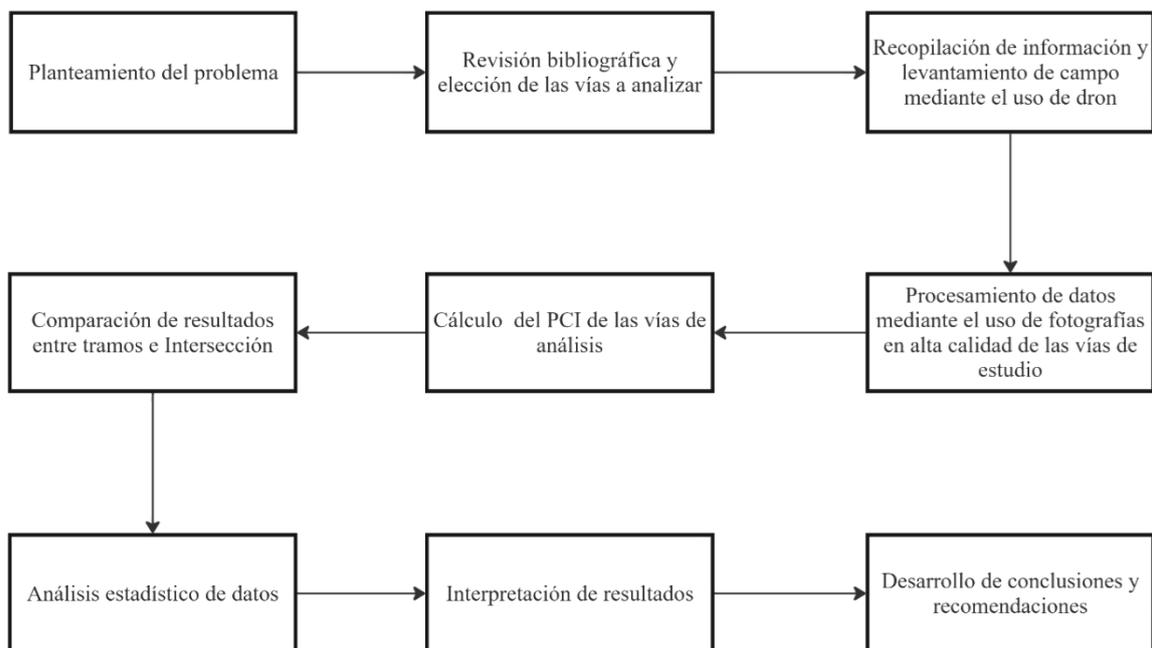
## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Tipo de Investigación

Se llevará a cabo una investigación de naturaleza exploratoria y descriptiva. Será exploratoria porque se examinará el grado de deterioro de las vías urbanas del cantón Riobamba, con el fin de obtener una comprensión más detallada del estado actual de estas infraestructuras. Así mismo, será descriptiva, ya que las variables de análisis se definirán en función del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

**Figura 5**

*Metodología del proyecto de investigación*



*Nota:* Elaboración Propia

### 3.2 Diseño de la Investigación

La investigación es no experimental y tiene un enfoque cuantitativo que se complementará con un análisis cualitativo.

El enfoque no experimental, se debe a que las unidades analizadas fueron tomadas de manera natural con la ayuda de un dron, los investigadores no manipularon ninguna de las variables de estudio, además la hipótesis planteada se demostrara de manera estadística, por lo cual se le da un enfoque cuantitativo, añadiéndole un análisis cualitativo.

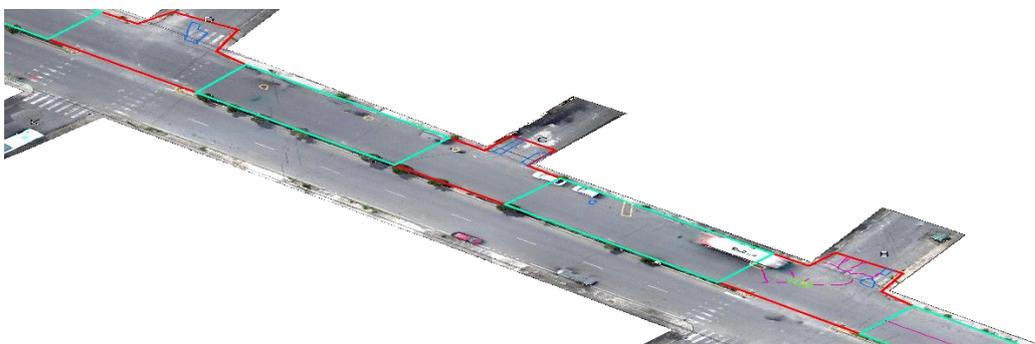
### 3.3 Técnica de recolección de datos

Para la presente investigación, la técnica de recolección de datos, para determinar el índice de condición de pavimentos (PCI), será planteada por la norma ASTM D6433, en la cual para determinar dicho impacto se ha optado por dividir la muestra de análisis en tramos e intersecciones.

- Para evaluar las vías urbanas con pavimentos flexibles será mediante el levantamiento de información con la ayuda de un Dron, además de realizar inspecciones visuales.
- En las diferentes inspecciones y análisis, se evaluarán los parámetros que afectan a las condiciones de los pavimentos, se identificara las fallas mencionadas en el marco teórico, y se evaluar según sea el caso de manera longitudinal y metros cuadrados, se calificara según su severidad las cuales pueden ser, Baja(L), Media (M) y Alta (H).
- Las unidades de estudio no deben superar los 40 m, de esta manera se diferenció en tramos e intersecciones, a continuación, se presenta un ejemplo en donde se observa las intersecciones B-C-D y de igual manera los tramos BC y CD, en donde se determinará por cada tramo e intersección un PCI calculado, como se observa en al Figura 6:

**Figura 6**

*Tramos e intersecciones de estudio*



*Nota:* Elaboración Propia

### 3.4 Unidad de análisis

Se analizará las vías Urbanas de asfalto del Cantón Riobamba-Provincia de Chimborazo.

### 3.5 Población de estudio

La población de estudio se basa principalmente en las vías urbanas de asfalto del cantón Riobamba provincia de Chimborazo, en donde sus coordenadas son (-1.674212, -78.661163), (-1.662745, -78.650414), (-1.685926, -78.643452), (-1.671360, -78.635748).

### 3.6 Selección de la muestra

Debido a que las calles que se encuentran dentro del perímetro urbano de la ciudad de Riobamba conforman una población extensa para que sea tomado como muestra, se ha optado por una muestra no probabilística por conveniencia, esta muestra abarca en total 70 km de calles ubicadas dentro del perímetro Urbano de la ciudad de Riobamba, los cuales están conformados por Junín, Nueva York, Vicente Rocafuerte, Calle sin nombre 1, Juan Montalvo, Patria Libre, Vicente Ramón Roca, Plaza Lazo, Jose Velasco Ibarra, Xavier Espinoza, Chimborazo, Calle sin nombre 2, Jaime Roldós Aguilera, Luis cordobés, México, Argentinos, Chiriboga, Antonio Jose de sucre, Boyacá, Alausí, Gerónimo Carrión, Venezuela , Jose maría Urbina, León Febres cordero, Luz Elisa Borja , Febres cordero , Francisco Rosales, México, Orozco, Antonio Borrero, Vicente Ramón roca, Roma, Villaroel, Primavera, Esmeraldas ,Av.11 de noviembre, Av. Leopoldo Freire, Av. Milton Reyes, Colombia, Primera Constituyente, Chile, Av. Celso Rodríguez, Av Canónigo Ramos, clasificándolas así en 1209 tramos y 647 intersecciones

### 3.7 Método de Análisis y procesamiento de datos

La metodología para determinar el PCI, se basó en tres fases, en donde se evaluó la condición de operación del pavimento, para ello realizamos tres levantamientos el cual consta en tres fases distintas, con la finalidad de levantar los 70 KM mencionado anteriormente, tal como se observa en la Tabla 5:

**Tabla 5**

*Fases para determinar el PCI*

<b>FASES</b>	<b>NÚMERO DE VIAS</b>	<b>LONGITUD (Km)</b>
Fase 1	18	20.630
Fase 2	17	20.630
Fase 3	14	28.810

**Nota:** Elaboración Propia

#### 1. Hoja de Campo

La hoja de campo deberá contener, nombre del proyecto, nombre de la vía, ancho de la vía en metros, área de la unidad en m<sup>2</sup>. Seguido de los tipos de falla en función de lo estipulado en el PCI (19 tipos de falla), y el nivel de condición o severidad.

2. Llenar la tabla para el cálculo de severidad

De acuerdo con la normativa, la Tabla 6 para el cálculo de severidad deberá contener:

**Tabla 6**

*Cálculo de Severidad*

Número	Clase de Falla	Símbolo	Unidad	Característica	Severidad		
					Baja	Media	Alta

3. Cálculo de la densidad

Calcula las cantidades parciales por tipo de falla sobre el área que se evalúa.

4. Realizar la Tablas del valor deducido del daño

Representado mediante ábacos por cada tipo de daño, se determina intersecando la densidad prolongando una línea vertical hasta encontrarse con la curva de clasificación de severidad y proyectando una horizontal para obtener los valores deducidos.

Para el análisis y procesamiento de datos se utilizó el software sistema de información Geográfica (ARGIS), en donde mediante diferentes fotografías de las calles analizadas se logró visualizar de mejor manera las fallas que estaban presentes, además para procesar los resultados se utilizó software ofimático (Microsoft Excel), dicha herramienta de fácil manejo proporciona una mejor organización y control sobre los datos obtenidos

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

En este capítulo se analizan los resultados a partir del estudio del deterioro en pavimentos flexibles de intersecciones y tramos de vías urbanas en el cantón Riobamba. A través de una evaluación exhaustiva utilizando el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Este análisis se realizó tomando en cuenta dos grupos principales: vías intervenidas en diferentes años y vías intervenidas en el mismo año. Los datos obtenidos de las inspecciones de campo y el cálculo del PCI proporcionan una visión integral del deterioro observado lo cual va a permitir determinar las diferencias significativas entre los distintos segmentos viales.

### 4.1 Datos generales de las vías analizadas

A continuación, se presentan los datos generales de las vías urbanas analizadas en el cantón Riobamba, como se puede observar en la Figura 7:

#### Figura 7

*Fotografía Satelital del área Urbana del cantón Riobamba*



*Nota.* Elaboración Propia

En la figura (6) se visualizan los 70 Km de la vía urbana de pavimento flexible, analizadas en esta investigación, que están en el perímetro urbano de la ciudad.

En el Anexo (1) se evidencian las diferentes vías analizadas para estas investigaciones, como resultado, se han identificado 49 vías, dando 70 kilómetros de análisis.

Se obtuvo 1209 tramos y 647 intersecciones. Es importante señalar que estas vías tienen diferentes años de intervención, lo cual puede influir significativamente en su estado actual y

en el Análisis del PCI, para llevar a cabo el correcto análisis de los datos obtenidos en campo en las unidades de muestra Tramo e Intersección.

Para un análisis más detallado, las vías se van a dividir en dos grupos:

- Vías con diferentes años de intervención: 39 vías, Ver Anexo (2)
- Vías con el mismo año de intervención: 10 vías, Ver Anexo (3)

Se optó en dividir las vías intervenidas y las que no, para generar una mejor visualización en la obtención de resultados, que nos permitirán evaluar adecuadamente, los desgastes que están en las muestras de análisis considerando factores como la complejidad geometría de los tramos, el volumen de tráfico, las características específicas de cada vía.

#### **4.2 Obtención del Promedio de PCI Tramos vs Intersección en vías con diferentes años de intervención**

En el Anexo (4), se presentan los resultados del análisis del porcentaje de la relación entre tramo e intersección (% T/I):

- Igual a 100%: Esto indica que el estado de los tramos e intersecciones es equivalente, sugiriendo consistencia en la calidad del pavimento.
- Mayor que 100%: Esto indica que el promedio del PCI de los tramos es superior al de las intersecciones, determinando que los tramos están en mejor estado, como se puede observar en la Tabla 7:

**Tabla 7**

*Relación T/I promedio mayores a 100 %*

<b>Vía</b>	<b>% T/I</b>
Francisco Rosales	281%
Calle sin nombre 1	154%
Villaroel	102%
México	146%
Calle sin nombre 2	137%
Febres codero	136%
Orozco	131%
Luis Cordovez	128%
Argentinos	128%
Alausí	126%
Luz Eliza Borja	126%
Vicente Ramon Roca	112%
Chiriboga	112%
Ayacucho	105%

Primer con 1	116%
Juan Montalvo	103%
Primera con 2	138%
Roma	111%
Esmeraldas	129%
José Velasco Ibarra	102%
León Febres cordero	101%
Venezuela	101%
Colombia	167%
Chile 1	101%
Chile 2	102%

- Menor que 100%: Esto indica que el promedio del PCI de las intersecciones es menor al de los tramos, determinando que los tramos están en mejor estado, como se puede observar en la Tabla 8:

**Tabla 8**

*Relación T/I promedio menores a 100 %*

<b>Vía</b>	<b>% T/I</b>
Junín	77%
Nueva York	91%
Vicente Rocafuerte	77%
Patria Libre	78%
Plaza Lasso	76%
Xavier Espinoza	37%
Chimborazo	22%
Jaime Roldós Aguilera	98%
Antonio José de sucre	76%
Gerónimo Carrión	97%
José María Urbina	82%
Antonio Borreo	95%
Vicente Ramon Roca	99%
Primavera	97%
Boyacá	90%

En el Anexo (5) se puede identificar que, de las 39 vías analizadas con diferente año de intervención, en 25 vías el PCI de los tramos es superior al de las intersecciones. Esta diferencia se puede atribuir a una variedad de factores, tales como la mayor complejidad geométrica de los tramos, el volumen de tráfico, las características específicas de cada vía y las condiciones de infraestructura que influyen en la capacidad de los tramos en comparación con las intersecciones. Estos factores contribuyen a un mayor rendimiento y eficiencia en los tramos analizados, lo que resulta en un PCI más alto en comparación con las intersecciones.

### 4.3 Obtención de Promedio de PCI Tramos vs Intersección en vías con el mismo año de intervención

En el Anexo (6), se presenta los promedios del PCI evaluado en las vías que, a lo largo de su sección transversal, las cuales no han sido sometidas a procesos de repavimentación, además se presenta la relación entre tramo e intersección (% T/I), como se muestra en la Figura 8 y Figura 9:

**Figura 8**

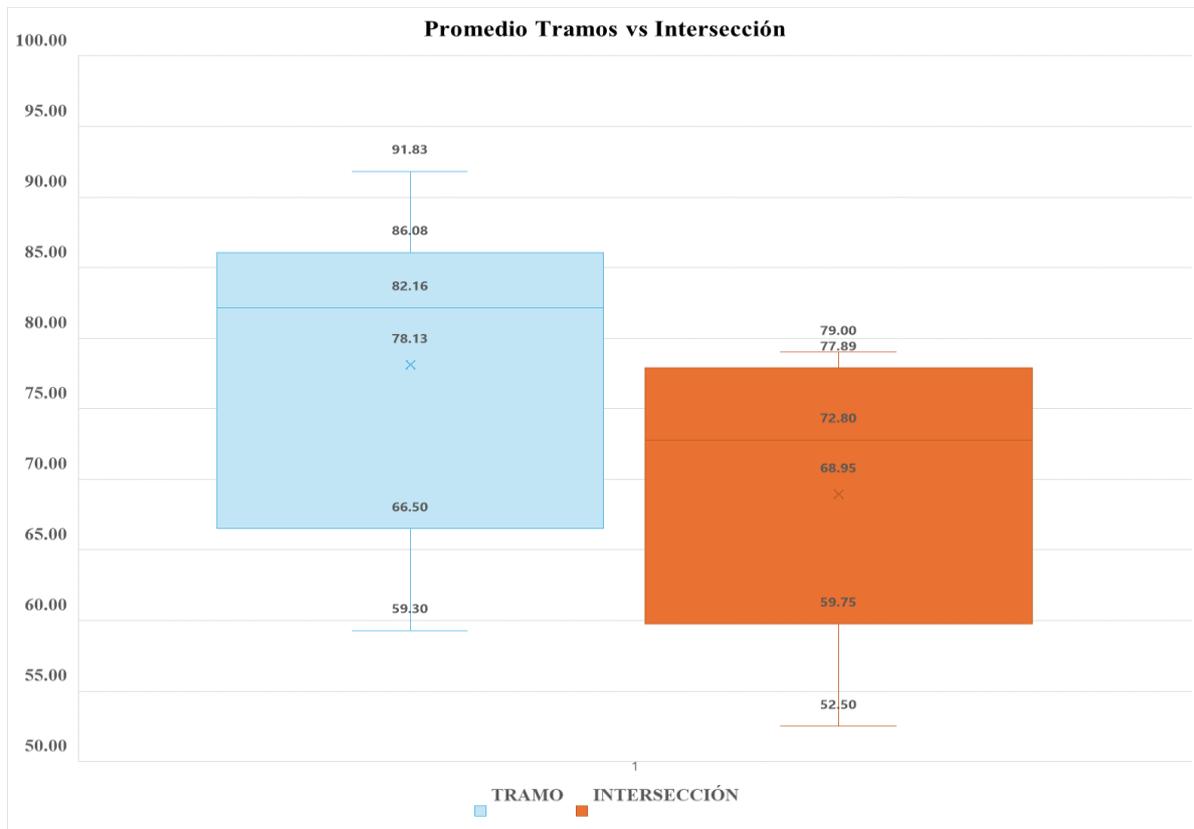
*Diagrama de cajas y bigotes, promedio Tramos vs Intersección (39 vías)*



*Nota:* Elaboración Propia

**Figura 9**

*Diagrama de cajas y bigotes, promedio Tramos vs Intersección (10 vías)*



*Nota:* Elaboración Propia

En la Figura 8 se presenta el diagrama de cajas y bigotes, promedio Tramos vs Intersección (39 vías): compara los valores promedio de "Tramos" e "Intersecciones" en relación con el PCI. A continuación, se presenta un análisis detallado del diagrama:

- a. **Extremo Superior:** En el Tramo, el PCI del extremo superior es 100%, esto indica que el valor correspondiente es el máximo posible en la escala de medición. En la intersección se presenta una mínima variación al valor máximo, la cual se interpreta como una diferencia leve entre el tramo y la intersección.
- b. **Cuartil 1 (Q1):** La diferencia entre tramo e intersección crece a 13.32 %, observando que el tramo aún presenta mejor condición, ya que en su mayoría se intervinieron estas vías en el proceso de repavimentación.
- c. **Cuartil 2 (Q2):** En este cuartil se observa que existe una diferencia de 9.14 %, Observando que el tramo se encuentra más deteriorado que la intersección.
- d. **Cuartil 3 (Q3):** En el cuartil 3 se determinó que los tramos están más deteriorados que la intersección, una de las posibles causas para la diferencia, es que al levantar datos se

consideraron fallas de servicios en las muestras de análisis, ya que existen en un porcentaje significativo en el cálculo del PCI.

- e. **Extremo Inferior:** Por último, se evidencia que la diferencia es mínima, dando un resultado de 1.43 %, por la posible causa mencionada anteriormente.

En la Figura 9 se presenta el diagrama de cajas y bigotes promedio Tramos vs Intersección (10 vías), donde se muestra la comparación de los valores promedios de los “tramos” vs “intersecciones”, tomando en cuenta que:

- a. **Extremo Superior:** En el Tramo, el PCI del extremo superior izquierdo es 91.83%, esto indica que el valor correspondiente es el máximo posible en la escala de medición. En la intersección se presenta una variación de 12.83% al valor máximo.
- b. **Cuartil 1 (Q1):** Se observa que la diferencia entre tramo e intersección es de 8.19 %, observando que el tramo sigue presentando una mejor condición, debido a que estas vías no han sido sometidas a ningún proceso de repavimentación
- c. **Cuartil 2 (Q2):** En este cuartil se observa que existe una diferencia de 9.36 %, Observando que la intersección se encuentra más deteriorado que el tramo.
- d. **Cuartil 3 (Q3):** En el cuartil 3 se determinó que las intersecciones están más deterioradas que los tramos, una de las posibles causas para que exista esta diferencia, es que en las intersecciones está presente de manera puntual la carga vehicular y de igual manera al momento de realizar el levantamiento de datos se consideró los trabajos hidrosanitarios, además se debe considerar la variabilidad en el número de tramos e intersecciones que se está considerando por cada vía de análisis.
- e. **Extremo Inferior:** Por último, se puede evidenciar que la diferencia es grande, dando como resultado 6.8 %, debido a las diferentes causas que se mencionó anteriormente, dando, así como resultado que las intersecciones presentan un daño más severo que en los tramos en las vías que se han intervenido en el mismo año.

#### **4.4 Obtención de la Mediana de PCI Tramos vs Intersección en vías con diferentes años de intervención**

En el Anexo (8) muestra las medianas de PCI tanto para tramos como para intersección de las vías con el mismo año de intervención. Este porcentaje muestra la relación entre la mediana de los tramos y la mediana de los nodos.

- Si el porcentaje es 100%, significa que el PCI de los tramos y las intersecciones es igual.

- Un porcentaje mayor que 100% indica que los tramos tienen un mejor PCI en comparación con los nodos.
- Un porcentaje menor que 100% indica que los nodos tienen un mejor PCI en comparación con los tramos.

#### 4.4.1 Vías con PCI de Tramos Significativamente Superior a la Intersección

Si en la relación T/I el porcentaje es superior a 100 significa que los tramos tienen un PCI mejor que las intersecciones. A continuación, se presenta las vías con esta relación, como se observa en la Tabla 9:

**Tabla 9**

Relación T/I media mayores a 100 %

Vía	% T/I
México	191%
Patria Libre	188%
Orozco	179%
Febres codero	167%
Argentinos	163%
Calle sin nombre 1	138%
Luz Eliza Borja	133%
José María Urbina	133%
Luis Cordobés	132%
Calle sin nombre 2	131%
Alauís	126%
Vicente Ramon Roca	112%
Jaime Roldós	
Aguilera	111%
Primavera	107%
Roma	106%
León Febres cordero	106%
Ayacucho	106%
Chiriboga	104%
Francisco Rosales	102%
Boyacá	102%
Esmeraldas	101%
Venezuela	101%

#### 4.4.2 Vías con PCI de Tramos e Intersecciones similar

Las vías con Índices de Condición del Pavimento (PCI) similares en tramos e intersecciones se presenta en la Tabla 10:

**Tabla 10**

Relación T/I media igual a 100 %

Vía	% T/I
Juan Montalvo	100%
Vicente Ramon Roca	100%
Chile 1	100%
Primera con 2	100%

#### 4.4.3 Vías con PCI de Tramos Significativamente Inferior a la Intersección

Las vías cuyos Índices de Condición del Pavimento (PCI) en los tramos son significativamente inferiores a los de las intersecciones se analizan en la Tabla 11:

**Tabla 11**

Relación T/I media menores a 100 %

vía	% T/I
Chile 2	99%
Primer con 1	99%
Antonio Borreo	99%
Gerónimo Carrión	97%
Colombia	94%
Villaroel	88%
Nueva York	77%
José Velasco Ibarra	63%
Plaza Lasso	40%
Antonio José de sucre	35%
Xavier Espinoza	32%
Junín	28%
Vicente Rocafuerte	28%
Chimborazo	22%

En el Anexo (9), aunque los tramos muestran que en 29 de las 39 vías analizadas, la mediana del PCI para las intersecciones es superior (50%) en comparación con la de los tramos

(42%). Esto sugiere que, en promedio, las intersecciones tienen un mejor estado de pavimento. La diferencia en las medianas indica que las intersecciones presentan un rendimiento más consistente y concentrado en valores altos, mientras que los tramos tienen mayor variabilidad en su estado. En otras palabras, aunque los tramos pueden superar a las intersecciones en más casos individuales, las intersecciones generalmente muestran un mejor estado de pavimento en términos de mediana.

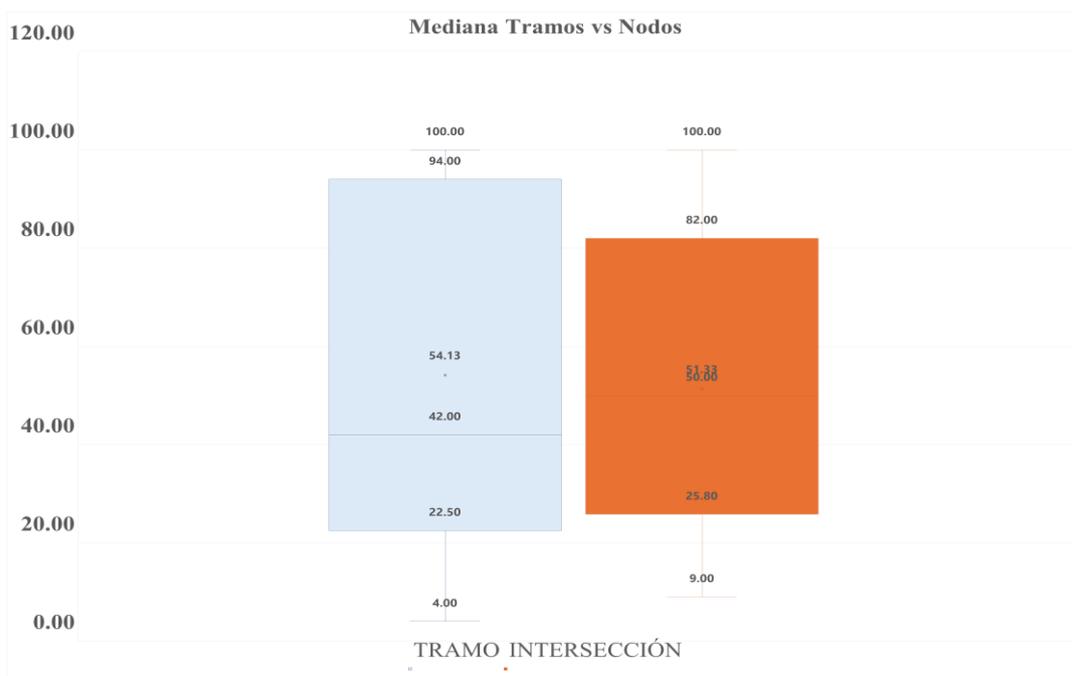
#### 4.5 Obtención de la mediana de PCI Tramos vs Intersección en vías con el mismo año de intervención

En el Anexo (10), se presenta la mediana del PCI, donde al momento de comprar la mediana T/I para las 10 vías, estos presentan valores más elevados a comparación de los resultados obtenidos con las vías de diferente año de intervención.

Los resultados indican que los tramos se encuentran en mejor estado que las intersecciones, ya que pueden estar menos expuestos a condiciones extremas de tráfico en comparación con las intersecciones, que a menudo experimentan congestión y estrés adicional debido a los giros y cambios de dirección. Esto puede llevar a un mejor rendimiento de los tramos en términos de PCI, como se observa en la Figura 10.

**Figura 10**

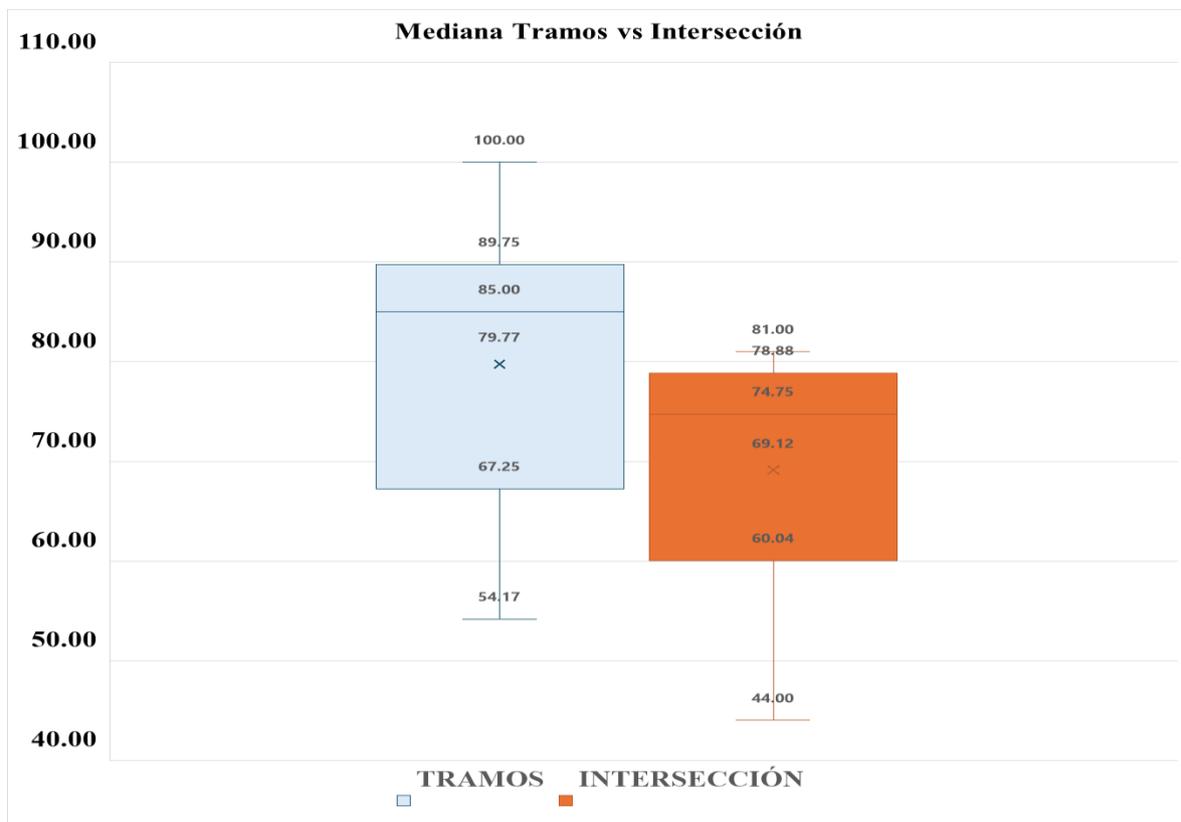
Diagrama de cajas y bigotes, Mediana Tramos vs Intersección (39 vías)



Nota: Elaboración Propia

**Figura 11**

Diagrama de cajas y bigotes, Mediana Tramos vs Intersección (10 vías)



*Nota:* Elaboración Propia

En la Figura 10, la mediana de los tramos es 54.13 y la de las intersecciones es 51.33, lo que sugiere que, los tramos están en mejor estado que las intersecciones. Este resultado es inusual, ya que se espera que las intersecciones se deterioren más rápido debido a las mayores cargas y esfuerzos.

El rango Inter cuartil de los tramos sigue mostrando una mayor dispersión (22.50% a 94.00%), lo que significa que los tramos presentan una mayor variabilidad en su estado. Esto puede implicar que algunos tramos están en muy buen estado, pero también hay otros con un PCI muy bajo.

El rango Inter cuartil de las intersecciones (25.80% a 82.00%) es más reducido, indicando que las intersecciones tienen una condición más consistente.

Los tramos presentan una mayor dispersión, con algunas secciones muy deterioradas, lo que sugiere que están en peor estado que las intersecciones. Aunque se espera que las intersecciones se deterioren más rápidamente, en este caso están en mejor estado en promedio, posiblemente debido a mantenimientos focalizados en estas áreas de mayor tráfico

En contraste, la Figura 11 muestra una discrepancia mucho más pronunciada en el PCI entre los tramos y las intersecciones. Para vías con el mismo año de intervención, los tramos tienen una mediana más alta (85%) en comparación con las intersecciones (74.75%), sugiriendo que los tramos están en mejor estado. Además, el rango Inter cuartil de los tramos (67.25% a 88.75%) es más amplio que el de las intersecciones (60.04% a 78.88%), lo que muestra una mayor variabilidad en el estado de los tramos.

#### **4.6 Discusión**

La normativa ASTM D6433 establece el cálculo del PCI (Índice de Condición del Pavimento) mediante una inspección visual del pavimento, que considera la identificación de tipo, severidad y cantidad de deterioro en tramos homogéneos. Este método permite obtener un valor promedio de PCI de cada sección de análisis, evaluando su estado general. Sin embargo, la normativa no hace distinción específica entre tramos e intersecciones, lo cual puede limitar su precisión en vías urbanas donde estos elementos presentan condiciones de deterioro distintas.

En esta investigación, se ha modificado la aplicación de la normativa dividiendo el análisis en tramos e intersecciones, lo cual permite observar de manera más detallada las diferencias en el estado del pavimento según las características de cada sección.

Además, los resultados muestran que, en vías con diferentes años de intervención, las intersecciones presentan un mejor PCI, en comparación con los tramos, lo que podría explicarse por intervenciones focalizadas en zonas de alto tráfico. Sin embargo, en vías intervenidas en el mismo año, los tramos mantienen un PCI más alto, indicando que las intersecciones están más expuestas a desgaste acelerado en condiciones homogéneas de mantenimiento.

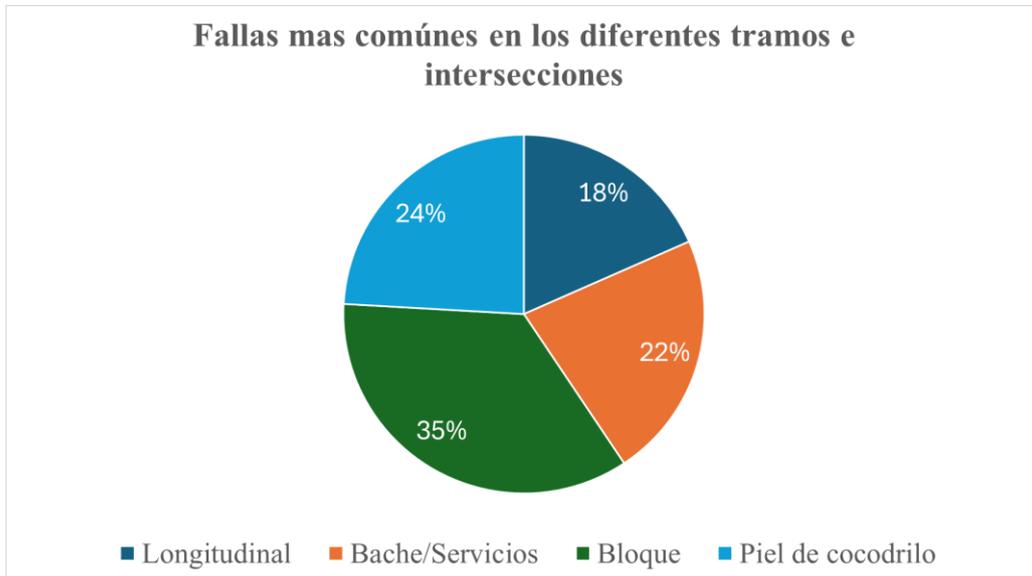
Estos hallazgos sugieren que la metodología propuesta, que incluye tramos e intersecciones por separado, proporciona una evaluación más precisa de las condiciones del pavimento, lo cual respalda la necesidad de aplicar estrategias de mantenimiento diferenciadas. Esta adaptación de la normativa ASTM D6433 al contexto urbano mejora la eficacia del mantenimiento vial al identificar secciones críticas con mayor precisión.

#### **4.7 Fallas más comunes en los diferentes tramos e intersecciones presentes en las vías analizadas**

En el Anexo (12) se presenta una serie de datos sobre las vías de análisis, especificando las fallas más recurrentes. Estas fallas se encuentran presentes en la mayor parte de las muestras

tanto para tramo como en la intersección. Las principales fallas que se identificaron son: Bloque, Piel de Cocodrilo, Baches y Servicios, Longitudinales

**Figura 12**



*Nota:* Elaboración Propia

En la Figura (12), se identifica que la falla más recurrente es la falla de Bloque con un 38.170 %, en segundo lugar, se encuentra la falla de piel de cocodrilo con un 27.457 %, en tercer lugar, se encuentra la falla de Baches y Servicios con un 21.502 % y finalmente tenemos las fallas Longitudinales-Transversales con un 21.502 %.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- La clasificación de las vías urbanas del cantón Riobamba en unidades de muestra, según los criterios de tramo e intersección, ha facilitado un análisis más detallado sobre el estado del pavimento flexible en cada unidad de muestra identificada. Además, al dividir las 49 vías en 1209 tramos y 647 intersecciones se logró una evaluación más exacta del deterioro, lo cual permitió identificar las variaciones en el deterioro a lo largo de distancias lineales específicas y los problemas particulares asociados a puntos de mayor carga y tránsito vehicular.
- Las inspecciones detalladas permitieron identificar y clasificar con precisión las diferentes fallas del pavimento, localizando deformaciones y otros tipos de deterioro. Se constató que las intersecciones presentan mayores deformaciones y grietas, debido al incremento de las fuerzas de frenado, arranque y la concentración de cargas vehiculares en puntos específicos. En cambio, los tramos tienden a mostrar un deterioro más uniforme, causado principalmente por el tránsito constante y la exposición a factores ambientales. Dado que las intersecciones están sujetas a mayores niveles de estrés mecánico, es recomendable priorizarlas en los planes de mantenimiento.
- La evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) reveló una variabilidad significativa en los valores de las diferentes unidades de muestra. Esta variabilidad fue representada a través de diagramas de barras, los cuales reflejan el grado de deterioro de los pavimentos, mismo que está influenciado por factores como la carga vehicular, las condiciones climáticas y la calidad original de la construcción. Los resultados obtenidos son necesarios para planificar de manera eficiente el mantenimiento vial y mejorar la calidad de la infraestructura urbana.

## 5.2 Recomendaciones

- Utilizar los datos recopilados sobre las fallas del pavimento para planificar intervenciones de mantenimiento. Los datos detallados sobre el deterioro a lo largo de las 49 vías, con sus 1209 tramos y 647 intersecciones, deben guiar la planificación estratégica, permitiendo concentrar los recursos en las áreas más críticas, como las intersecciones, donde el desgaste es mayor debido a la alta carga vehicular.
- Dado que las inspecciones revelaron un mayor nivel de deterioro en las intersecciones debido al estrés mecánico, se recomienda implementar un programa de mantenimiento preventivo focalizado en estas áreas. Esto incluiría la reparación temprana de fallas como deformaciones y grietas, optimizando así el uso de recursos y reduciendo el riesgo de daños mayores que podrían resultar en costosos trabajos de rehabilitación.
- Incorporar herramientas tecnológicas como drones y sistemas de imágenes de alta resolución en las inspecciones de pavimento. Estas tecnologías pueden mejorar significativamente la precisión en la recolección de datos, permitiendo una evaluación más completa del estado de las vías y facilitando la identificación temprana de deterioros que no son fácilmente visibles en las inspecciones de campo tradicionales.

## BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO. (2020). Manual de Especificaciones para Materiales de Carreteras. Normas.
- Ballesteros, A. (2018). *Evaluación y clasificación de deterioros en pavimentos asfálticos mediante la metodología VIZIR - INVIAS 2013 sobre el tramo km 5 de la vía que comunica los municipios de Melgar - Icononzo (Tolima)*. Obtenido de <https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5699/EVALUACION%20Y%20CLASIFICACION%20DE%20DETERIOROS%20EN%20PAVIMENTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Foro Económico Mundial. (2014). Reporte de competitividad global .
- Granda, C. (2018). *Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/tesis-eval-pav-rigidopdf/252034441>
- Justavino, S. (2023). *Evaluación y clasificación de vías en el corregimiento de David Sur, aplicando el método PCI*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Tabla-de-condicion-de-pavimento\\_fig1\\_372836410](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Tabla-de-condicion-de-pavimento_fig1_372836410)
- Maldonado, Y. (2021). *Pavimento: Tipos, propiedades, características y usos*. Obtenido de <https://geologiaweb.com/materiales/pavimento/>
- Martinez, G. (2020). *Tipos de pavimento. Conoce sus características y clasificación*. Obtenido de <https://www.ingenieriaconstruccioncolombia.com/tipos-de-pavimento/>
- Miranda, R. (2010). *Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/Tesis/Uach/2010/Bmfcim672d/Doc/Bmfcim672d.Pdf>
- Mocondino, J. J. (2020). *¿Qué son los pavimentos y cómo se clasifican?* Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-los-pavimentos-y-c%C3%B3mo-se-clasifican-jhonn-jairo-mocondino-r->
- Myungsik, S. &. (2020). *Desarrollo del Modelo de Deterioro de Pavimentos de Carreteras Basado en el Método de Aprendizaje Profundo*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2079-9292/9/1/3>
- Oleano, J. (2021). *Estimación del deterioro del pavimento asfáltico de la avenida Las Palmeras, distrito de Los Olivos – Lima*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29112>
- Padilla, A. (2020). *Deformaciones plásticas en capas de rodadura de pavimentos asfálticos*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3334/34065-15.pdf?sequence=15&isAllowed=y>

- Paredes, J. (2018). *Análisis del deterioro de las vías urbanas de asfalto del cantón Riobamba y su relación con los modelos de predicción*. Obtenido de [http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13075/1/Paredes%20A%2C%20Jorge%20W.%282024%29\\_An%C3%A1lisis%20de%20deterioro%20de%20las%20v%C3%ADas%20urbanas%20de%20asfalto%20de%20el%20cant%C3%B3n%20Riobamba.pdf](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13075/1/Paredes%20A%2C%20Jorge%20W.%282024%29_An%C3%A1lisis%20de%20deterioro%20de%20las%20v%C3%ADas%20urbanas%20de%20asfalto%20de%20el%20cant%C3%B3n%20Riobamba.pdf)
- Ramírez, K. (2023). Obtenido de <https://conexion.puce.edu.ec/carreteras-de-ecuador-en-mal-estado-cuales-son-las-causas/>
- Ruiz, C. (2019). *Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3033/1/T-ESPE-030924.pdf>
- Solis, B. S. (2020). *Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí*. Obtenido de [file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-EvaluacionDelEstadoDelPavimentoFlexibleMedianteElM-7398457%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-EvaluacionDelEstadoDelPavimentoFlexibleMedianteElM-7398457%20(1).pdf)
- Yongchun Cheng et al., J. L. (2024). *Deterioro reológico y evaluación de daños en asfalto modificado con SBS bajo dos modos de erosión salina*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13369-023-08682-z>

## ANEXOS.

### Anexo 1. Vías analizadas del Cantón Riobamba (TOTALES)

Número	Vía Analizada
1	Junín
2	Nueva York
3	Vicente Rocafuerte
4	Calle sin nombre 1
5	Juan Montalvo
6	Patria Libre
7	Vicente Ramon Roca
8	Plaza Lasso
9	José Velasco Ibarra
10	Xavier Espinoza
11	Chimborazo
12	Calle sin nombre 2
13	Jaime Roldós Aguilera
14	Luis Cordobés
15	México
16	Argentinos
17	Chiriboga
18	Antonio José de Sucre
19	Boyacá
20	Ayacucho
21	Alausí
22	Gerónimo Carrión
23	Venezuela
24	José María Urbina
25	León Febres cordero
26	Luz Eliza Borja
27	Febres codero
28	Francisco Rosales
29	Orozco
30	Antonio Borrero

---

31	Roma
32	Villaroel
33	Primavera
34	Esmeraldas
35	11 de noviembre ida
36	11 de noviembre vuelta
37	Leopoldo Freire ida
38	Leopoldo Freire vuelta
39	Milton Reyes ida
40	Milton reyes vuelta
41	Colombia
42	Primer con 1
43	Primera con 2
44	Chile 1
45	Chile 2
46	Celso Rodríguez Ida
47	Celso Rodríguez Vuelta
48	Canónigo Ramos ida
49	Canónigo Ramos Vuelta

---

**Anexo 2.** Vías con diferentes años de intervención: 39 vías

---

<b>Número</b>	<b>Vía</b>
1	Junín
2	Nueva York
3	Vicente Rocafuerte
4	Francisco Rosales
5	Calle sin nombre 1
6	Patria Libre
7	Villaroel
8	Plaza Lasso
9	México
10	Xavier Espinoza
11	Chimborazo

---

---

12	Calle sin nombre 2
13	Jaime Roldós Aguilera
14	Febres codero
15	Orozco
16	Luis Cordobés
17	Argentinos
18	Antonio José de sucre
19	Alausí
20	Luz Eliza Borja
21	Gerónimo Carrión
22	Chiriboga
23	José María Urbina
24	Ayacucho
25	Primer con 1
26	Juan Montalvo
27	Primera con 2
28	Roma
29	Antonio Borrero
30	Vicente Ramon Roca
31	Esmeraldas
32	José Velasco Ibarra
33	Primavera
34	León Febres cordero
35	Colombia
36	Venezuela
37	Boyacá
38	Chile 1
39	Chile 2

---

**Anexo 3.** Vías con el mismo año de intervención: 10 vías

<b>Número</b>	<b>Vía</b>
1	Celso Rodríguez Ida
2	Celso Rodríguez Vuelta
3	Canónigo Ramos ida
4	Canónigo Ramos Vuelta
5	11 de noviembre ida
6	11 de noviembre vuelta
7	Leopoldo Freire ida
8	Leopoldo Freire vuelta
9	Milton Reyes ida
10	Milton Reyes vuelta

**Anexo 4.** Obtención del Promedio de PCI Tramos vs Intersección en vías con diferentes años de intervención (39 vías)

<b>Vía</b>	<b>Promedio Tramos</b>	<b>Promedio Intersección</b>	<b>% T/I</b>
Junín	26.04	34.00	77%
Nueva York	31.07	34.06	91%
Vicente Rocafuerte	26.04	34.00	77%
Francisco Rosales	22.50	8.00	281%
Calle sin nombre 1	24.67	16.00	154%
Patria Libre	23.00	29.60	78%
Villaroel	96.00	94.00	102%
Plaza Lasso	40.86	53.63	76%
México	38.24	26.25	146%
Xavier Espinoza	18.40	50.00	37%
Chimborazo	6.57	29.50	22%
Calle sin nombre 2	90.42	65.86	137%
Jaime Roldós Aguilera	32.79	33.63	98%
Febres codero	15.20	11.21	136%
Orozco	75.19	57.35	131%
Luis Cordobés	44.30	34.50	128%
Argentinos	29.51	23.08	128%

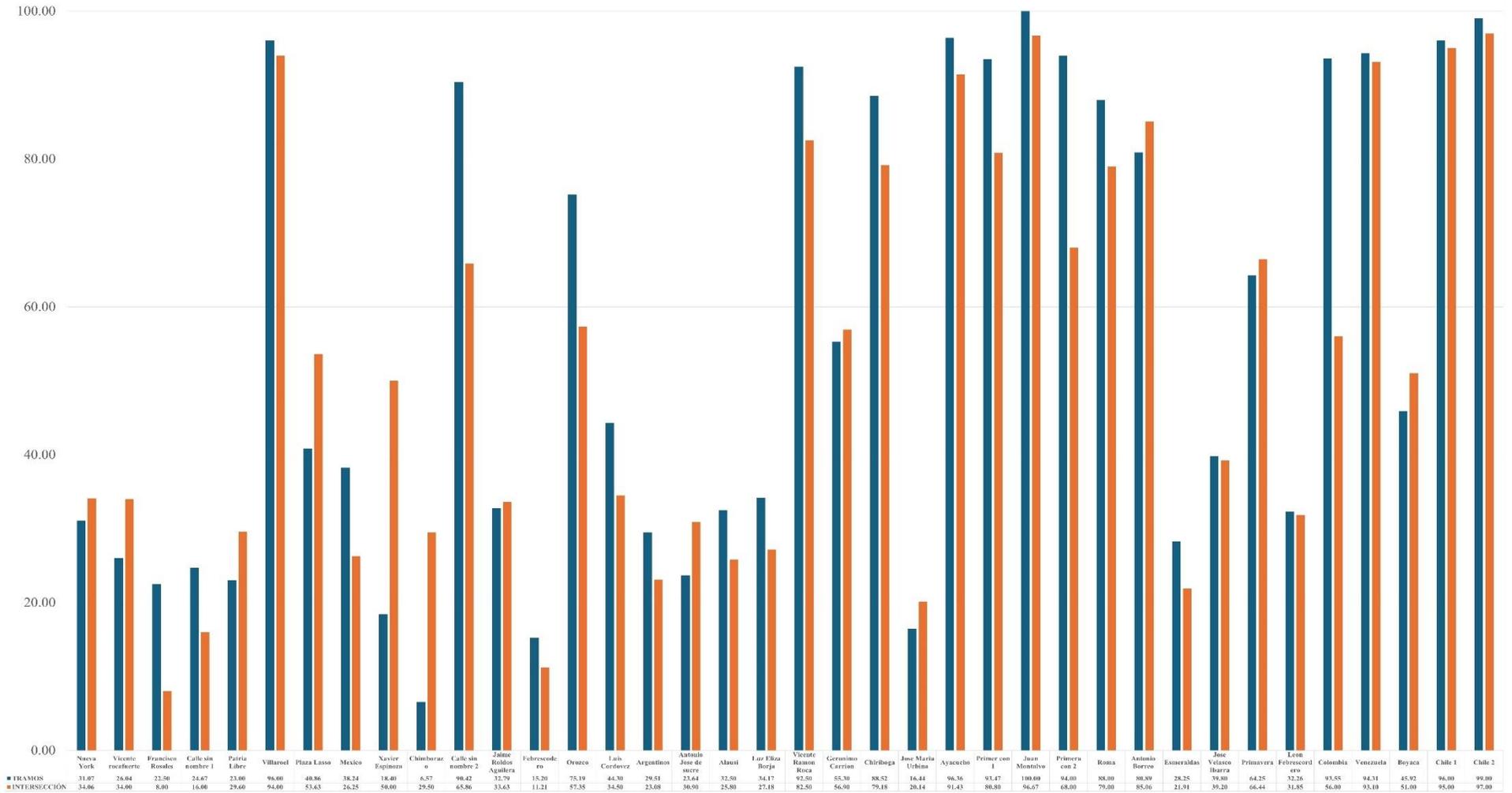
---

Antonio Jose de sucre	23.64	30.90	76%
Alausí	32.50	25.80	126%
Luz Eliza Borja	34.17	27.18	126%
Vicente Ramon Roca	92.50	82.50	112%
Gerónimo Carrión	55.30	56.90	97%
Chiriboga	88.52	79.18	112%
Jose María Urbina	16.44	20.14	82%
Ayacucho	96.36	91.43	105%
Primer con 1	93.47	80.80	116%
Juan Montalvo	100.00	96.67	103%
Primera con 2	94.00	68.00	138%
Roma	88.00	79.00	111%
Antonio Borreo	80.89	85.06	95%
Esmeraldas	28.25	21.91	129%
José Velasco Ibarra	39.80	39.20	102%
Primavera	64.25	66.44	97%
León Febres Cordero	32.26	31.85	101%
Colombia	93.55	56.00	167%
Venezuela	94.31	93.10	101%
Boyacá	45.92	51.00	90%
Chile 1	96.00	95.00	101%
Chile 2	99.00	97.00	102%

---

## Anexo 5. Diagrama de Barras Promedio Tramos vs Intersecciones. (39 vías)

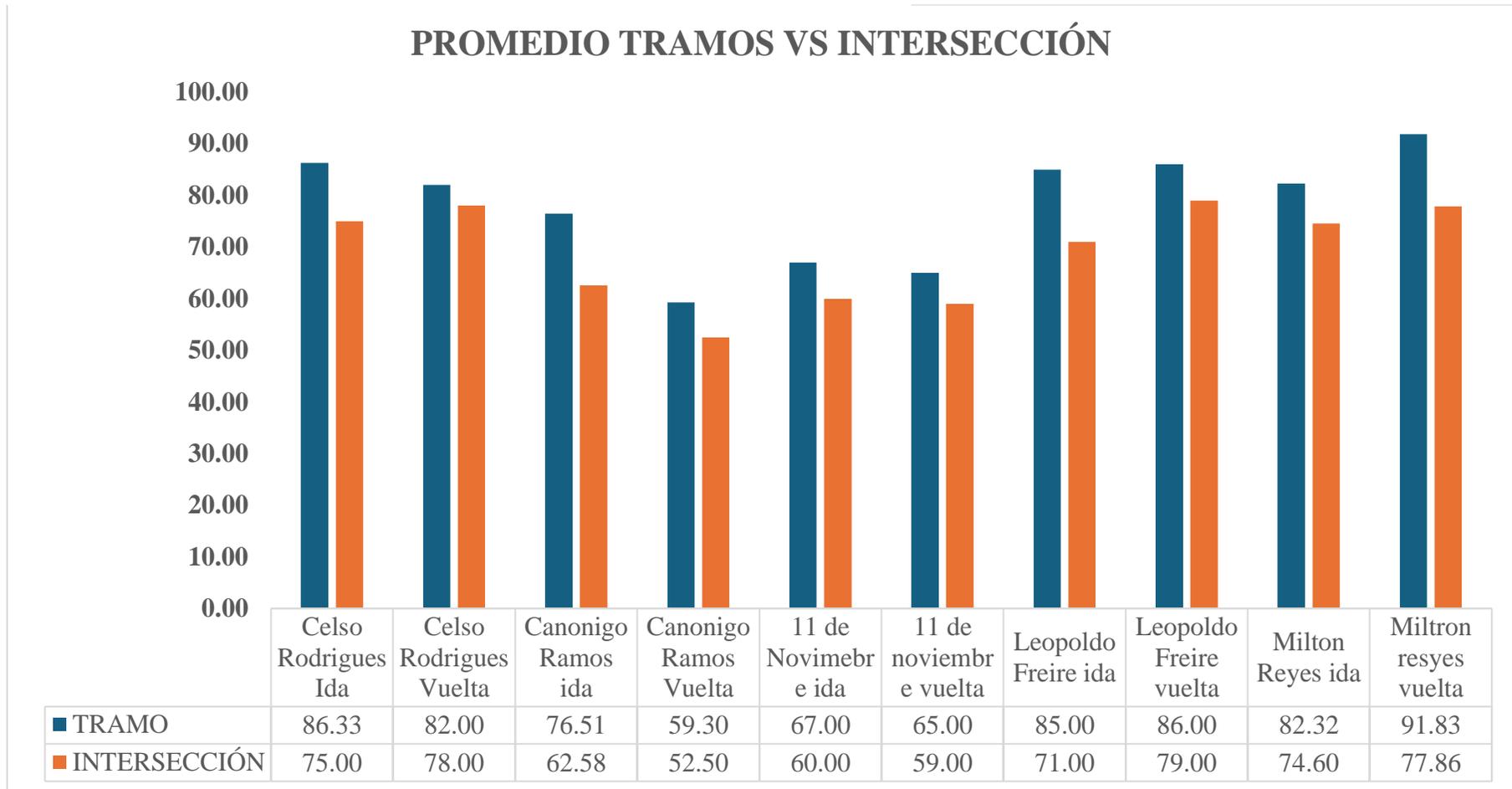
PROMEDIO TRAMOS VS INTERSECCIÓN



**Anexo 6.** Obtención del Promedio de PCI Tramos vs Intersección en vías con los mismos años de intervención (10 vías)

<b>Vía</b>	<b>Promedio Tramos</b>	<b>Promedio Nodos</b>	<b>% T/N</b>
Celso Rodríguez Ida	86.33	75.00	115%
Celso Rodríguez Vuelta	82.00	78.00	105%
Canónigo Ramos Ida	76.51	62.58	122%
Canónigo Ramos Vuelta	59.30	52.50	113%
11 de noviembre Ida	67.00	60.00	112%
11 de noviembre Vuelta	65.00	59.00	110%
Leopoldo Freire Ida	85.00	71.00	120%
Leopoldo Freire Vuelta	86.00	79.00	109%
Milton Reyes ida	82.32	74.60	110%
Milton Reyes vuelta	91.83	77.86	118%

Anexo 7. Diagrama de Barras Promedio Tramos vs Intersecciones. (10 vías)

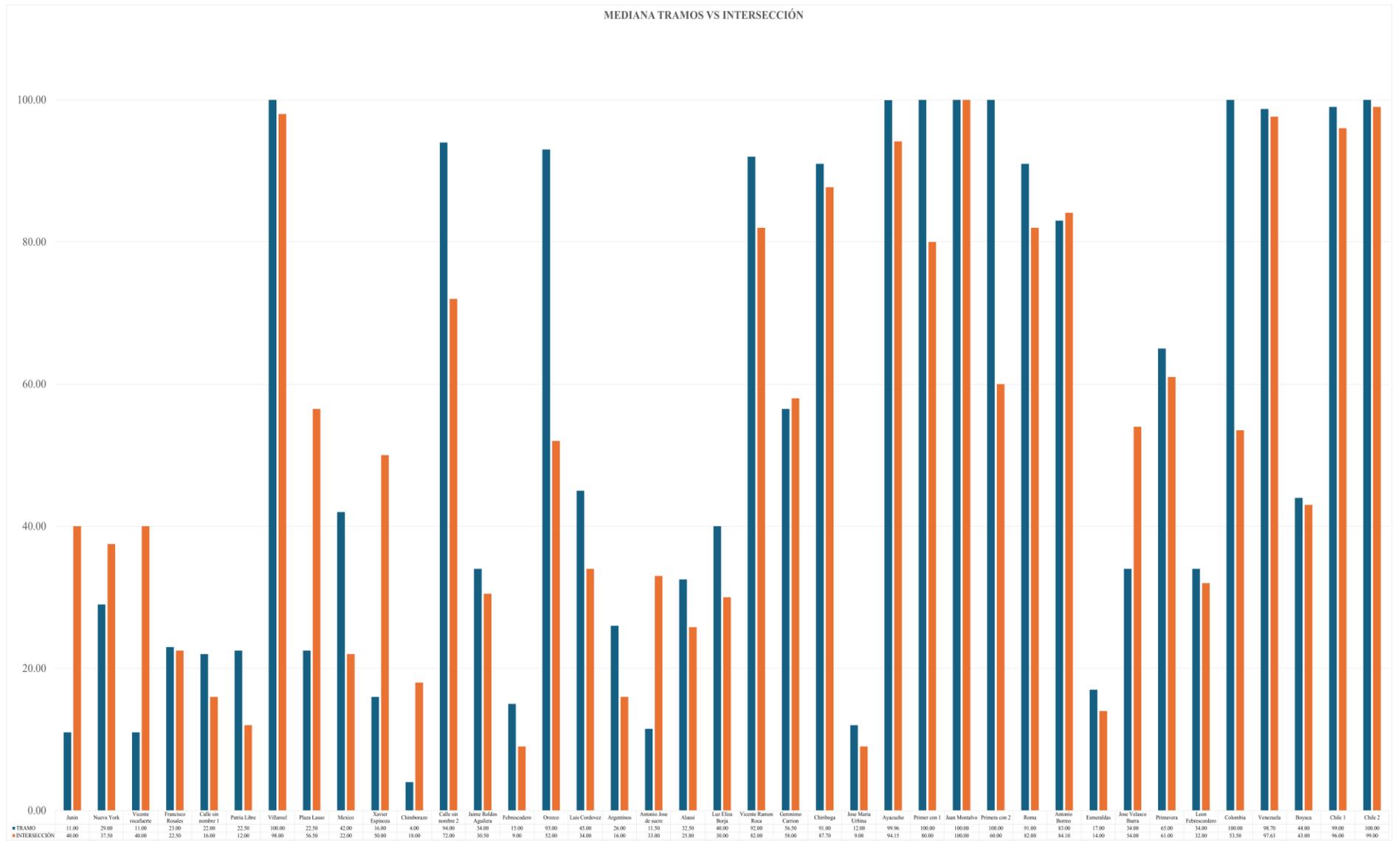


**Anexo 8.** Obtención del Promedio de PCI Tramos vs Intersección en vías con diferentes años de intervención (39 vías)

<b>Vía</b>	<b>Mediana Tramos</b>	<b>Mediana Nodos</b>	<b>% T/N</b>
Junín	11.00	40.00	28%
Nueva York	29.00	37.50	77%
Vicente Rocafuerte	11.00	40.00	28%
Francisco Rosales	23.00	22.50	102%
Calle sin nombre 1	22.00	16.00	138%
Patria Libre	22.50	12.00	188%
Villaroel	100.00	98.00	102%
Plaza Lasso	22.50	56.50	40%
México	42.00	22.00	191%
Xavier Espinoza	16.00	50.00	32%
Chimborazo	4.00	18.00	22%
Calle sin nombre 2	94.00	72.00	131%
Jaime Roldós Aguilera	34.00	30.50	111%
Febres cordero	15.00	9.00	167%
Orozco	93.00	52.00	179%
Luis Cordovez	45.00	34.00	132%
Argentinos	26.00	16.00	163%
Antonio José de sucre	11.50	33.00	35%
Alausí	32.50	25.80	126%
Luz Eliza Borja	40.00	30.00	133%
Vicente Ramon Roca	92.00	82.00	112%
Gerónimo Carrión	56.50	58.00	97%
Chiriboga	91.00	87.70	104%
José María Urbina	12.00	9.00	133%
Ayacucho	99.96	94.15	106%
Primer con 1	100.00	80.00	125%
Juan Montalvo	100.00	100.00	100%
Primera con 2	100.00	60.00	167%
Roma	91.00	82.00	111%

Antonio Borrero	83.00	84.10	99%
Esmeraldas	17.00	14.00	121%
<b>José Velasco Ibarra</b>	34.00	54.00	63%
Primavera	65.00	61.00	107%
León Febres Cordero	34.00	32.00	106%
Colombia	100.00	53.50	187%
<b>Venezuela</b>	98.70	97.63	101%
Boyacá	44.00	43.00	102%
Chile 1	99.00	96.00	103%
Chile 2	100.00	99.00	101%

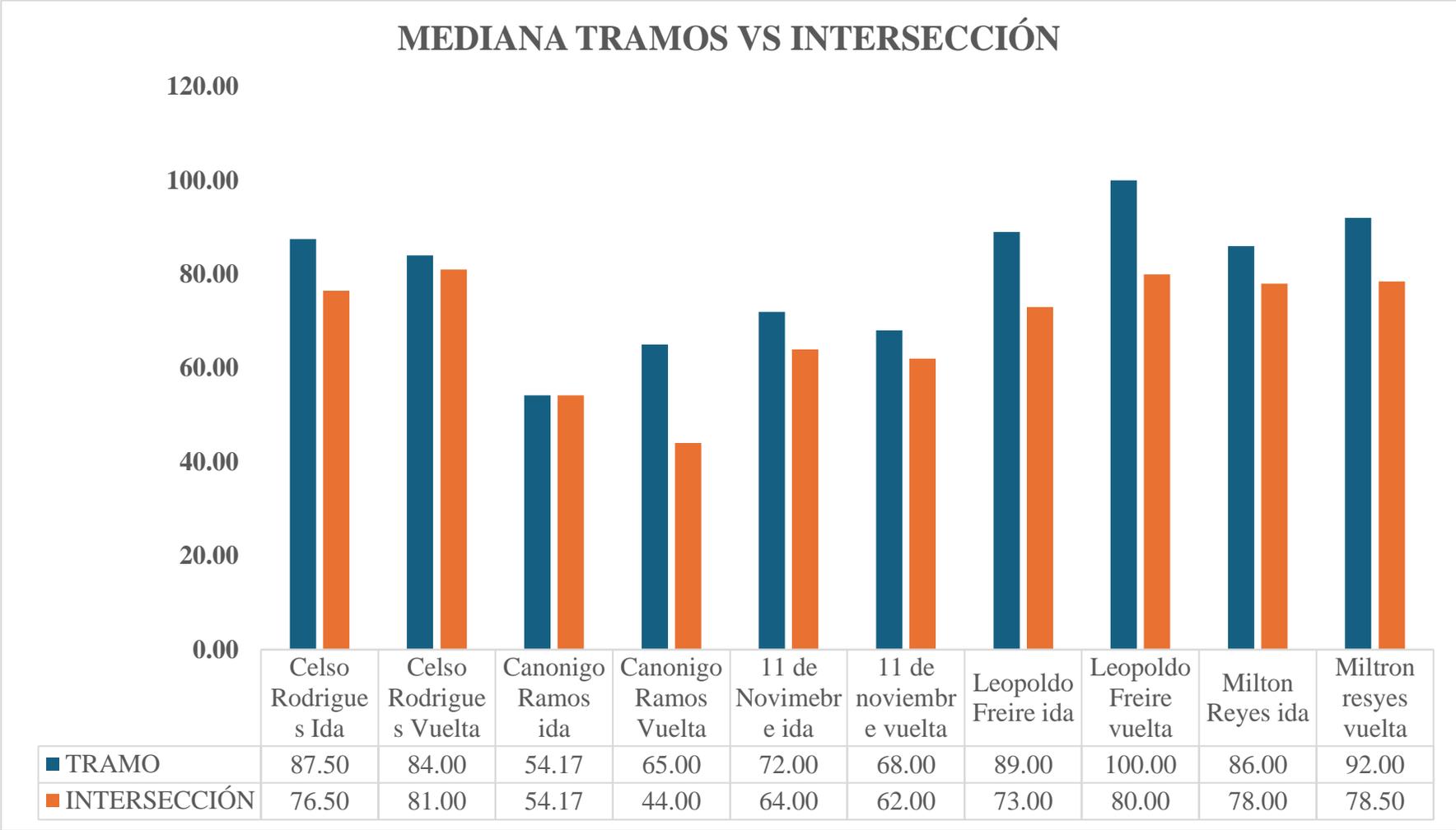
### Anexo 9. Diagrama de Barras Mediana Tramos vs Intersecciones. (39 vías)



**Anexo 10.** Obtención de la mediana de PCI Tramos vs Intersección en vías con los mismos años de intervención (10 vías)

<b>Vía</b>	<b>Mediana Tramos</b>	<b>Mediana Nodos</b>	<b>% T/N</b>
Celso Rodríguez Ida	87.50	76.50	114%
Celso Rodríguez Vuelta	84.00	81.00	104%
Canónigo Ramos ida	54.17	54.17	100%
Canónigo Ramos Vuelta	65.00	44.00	148%
11 de noviembre ida	72.00	64.00	113%
11 de noviembre vuelta	68.00	62.00	110%
Leopoldo Freire ida	89.00	73.00	122%
Leopoldo Freire vuelta	100.00	80.00	125%
Milton Reyes ida	86.00	78.00	110%
Milton Reyes vuelta	92.00	78.50	117%

Anexo 11. Diagrama de barras Mediana Tramos vs Intersección (10 vías)



**Anexo 12.** Fallas más frecuentes en Tramos e Intersecciones de las vías analizadas

<b>Vía</b>	<b>Longitudinal</b>	<b>Bache/Servicios</b>	<b>Bloque</b>	<b>Piel de cocodrilo</b>
Junín	62.001	13.315	49.663	35.536
Nueva York	16.712	15.836	16.328	16.367
Vicente Rocafuerte	36.246	36.955	39.624	37.012
Calle sin nombre 1	23.300	10.573	35.913	22.992
Juan Montalvo	12.243	8.294	12.458	18.891
Patria Libre	24.176	25.384	27.542	25.280
Vicente Ramon Roca	6.479	7.389	7.662	
Plaza Lasso	52.226	71.942		52.172
Jose Velasco Ibarra	19.913	133.114	124.592	72.334
Xavier Espinoza		75.193	82.642	15.620
Chimborazo	0.411	19.481	9.731	
Calle sin nombre 2	5.237	7.354		
Jaime Roldós Aguilera	16.325	19.223	16.334	13.270
Luis Cordobés	25.735	24.288	26.050	23.853
México	14.781	42.811	51.311	39.819
Argentinos		34.000	34.546	34.071
Chiriboga	8.680	7.926	9.478	9.811
Antonio Jose de sucre	32.098	22.555	20.387	22.704
Boyacá	24.536	34.355	61.258	45.468
Ayacucho	16.347	1.026	5.937	3.547
Alausí		0.301	245.617	
Gerónimo Carrión	33.290	28.785	40.206	97.166
Venezuela	17.136	1.026	1.567	
Jose María Urbina	5.935	18.861	44.668	18.861
León Febres Cordero	13.281	26.626	27.486	27.788
Luz Eliza Borja	1.819	13.000	10.201	13.880
Febres codero	12.569	22.522	95.950	16.602
Francisco Rosales	6.062	27.052	67.432	4.320
Orozco	13.681	15.006	14.845	17.822
Antonio Borrero	1.688	4.607	66.495	2.176

Roma	20.270	14.060		12.020
Villaroel	8.267	6.564		9.648
Primavera	16.370	14.207	43.230	8.215
Esmeraldas	32.099	43.359	37.757	35.339
11 de noviembre ida	36.457	49.673	24.900	35.410
11 de noviembre vuelta	38.131	45.650	19.211	37.862
Leopoldo Freire ida	5.167	5.328		25.150
Leopoldo Freire vuelta	5.890	9.740		17.500
Milton Reyes ida	13.950	9.466	3.704	11.815
Milton Reyes vuelta	11.512	9.497	4.035	33.991
Colombia	12.319	10.457	11.727	11.350
Primer con 1	14.642	8.585	25.480	7.083
Primera con 2	6.491	11.664	16.952	19.590
Chile 1	9.024	15.716	9.457	6.415
Chile 2	8.864	11.262	12.261	9.564
Celso Rodríguez Ida	25.346	10.244	8.796	11.346
Celso Rodríguez Vuelta	30.400	6.500	7.300	20.900
Canónigo Ramos ida	12.987	8.988	4.568	22.113
Canónigo Ramos Vuelta	15.492	20.194	8.258	14.291
PROMEDIO TOTAL	18%	22%	35%	24%

---

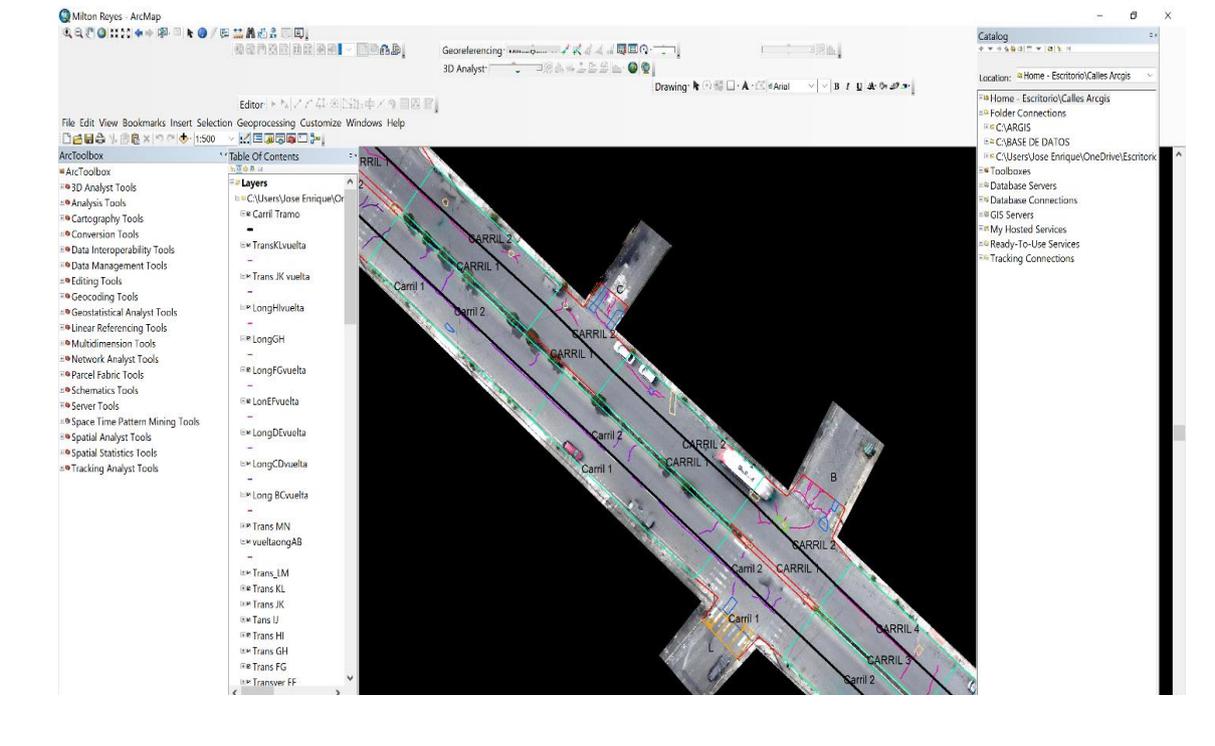
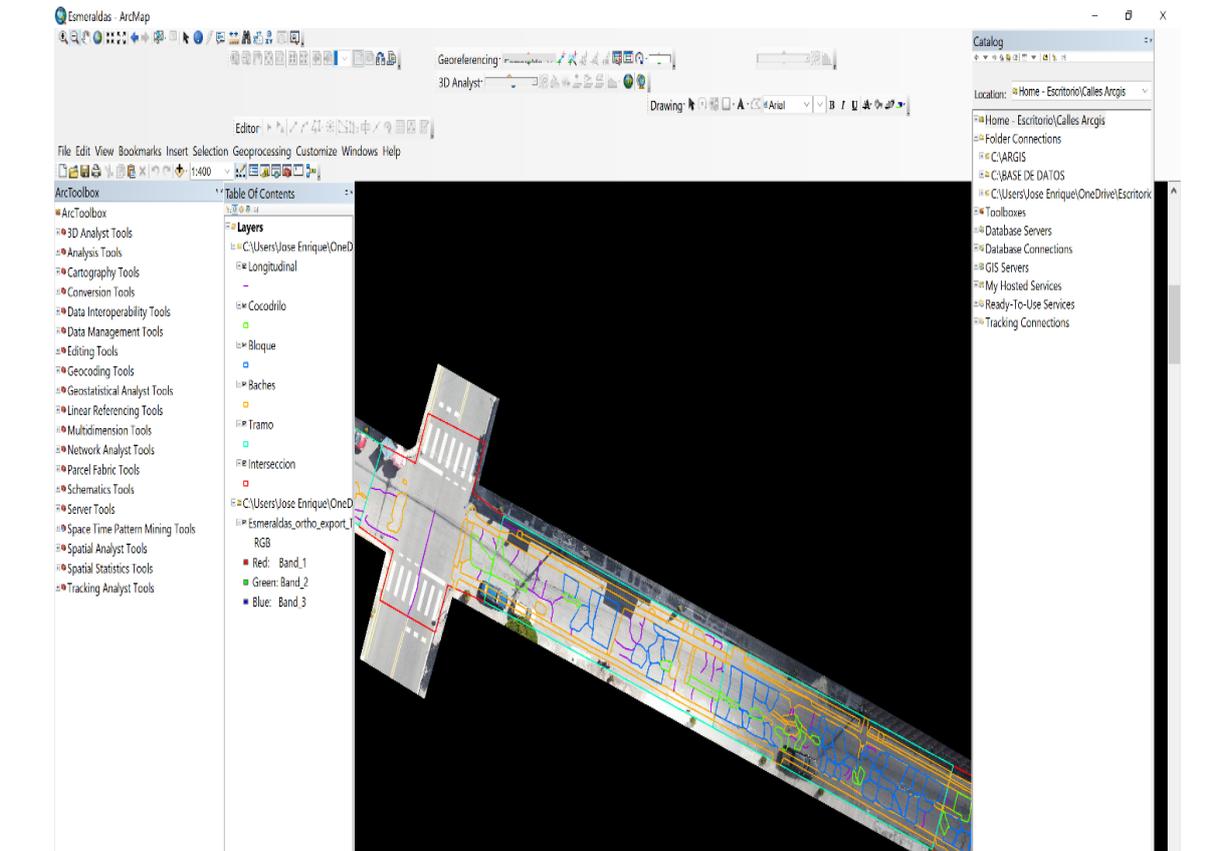
## Anexo 13. Memoria Fotográfica

---





## Anexo 14. Capturas de pantalla del software utilizado





Inicio sesión Abacos calculo PCI.pdf Microsoft Edge | Novedades WhatsApp | Mensajería y llama...

Archivo | C:/Users/Jose%20Enrique/Downloads/Abacos%20calculo%20PCI.pdf

### CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

#### I. PIEL DE COCODRILO:

Densidad	Valor Defectivo		
	L	M	H
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	18.70	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	40.90	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	59.90	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60

This document was created using SOLID CONVERTER PDF

Inicio sesión Abacos calculo PCI.pdf Microsoft Edge | Novedades WhatsApp | Mensajería y llama...

Archivo | C:/Users/Jose%20Enrique/Downloads/Abacos%20calculo%20PCI.pdf

### II. GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL:

Densidad	Valor Defectivo		
	L	M	H
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	4.30	-
0.50	-	4.90	-
0.60	-	1.60	3.60
0.70	-	1.70	6.20
0.80	-	1.90	6.70
0.90	-	2.10	7.20
1.00	-	2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.20
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.60
6.00	5.10	13.00	25.20
7.00	5.80	14.30	27.30
8.00	6.40	15.30	29.00
9.00	7.00	16.10	30.50
10.00	7.60	16.80	31.80
20.00	12.20	26.10	46.30
30.00	15.10	30.60	53.70
40.00	17.50	33.90	56.30
50.00	19.00	36.40	57.90
60.00	20.00	38.40	59.30
70.00	21.00	40.10	60.50
80.00	22.00	41.60	61.60
90.00	22.50	43.00	62.50
100.00	23.00	44.30	63.30

Buscar

ENG 12:01 26/7/2024