



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

**APLICACIÓN DEL MÉTODO IRI Y EL MODELO SERVQUAL PARA LA  
VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DEL CANTÓN  
SALCEDO**

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

**Autores:**

Lema Carrasco Mario Fabián  
Unapucha Chicaiza Bertha Soledad

**Tutor:**

Mgs. Ing. Pazmiño Chiluiza Hernán Vladimir

**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DERECHO DE AUTORÍA

Nosotros, Mario Fabián Lema Carrazco con cédula de ciudadanía 0605819739, y Bertha Soledad Unapucha Chicaiza con cédula de ciudadanía 0503638579, autores del trabajo de investigación titulado: **APLICACIÓN DEL MÉTODO IRI Y EL MODELO SERVQUAL PARA LA VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DEL CANTÓN SALCEDO**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Así mismo, 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, 23 de abril de 2024



Mario Fabián Lema Carrazco  
C.I: 060581973-9



Bertha Soledad Unapucha Chicaiza  
C.I: 050363857-9

## DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**APLICACIÓN DEL MÉTODO IRI Y EL MODELO SERVQUAL PARA LA VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DEL CANTÓN SALCEDO.**”, presentado por **Mario Fabián Lema Carrasco** con cédula de ciudadanía **0605819739**, y **Bertha Soledad Unapucha Chicaiza** con cédula de ciudadanía **0503638579**, certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 23 de abril del 2024

Mgs. Diego Javier Barahona Rivadeneira  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Mgs. Carlos Sebastián Saldaña García  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



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



Mgs. Hernán Vladimir Pazmiño Chiluiza  
**TUTOR**



## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **APLICACIÓN DEL MÉTODO IRI Y EL MODELO SERVQUAL PARA LA VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DEL CANTÓN SALCEDO**, presentado por **Mario Fabián Lema Carrasco** con cédula de ciudadanía **0605819739**, y **Bertha Soledad Unapucha Chicaiza** con cédula de ciudadanía **0503638579**, bajo la tutoría de **Mgs. Hernán Vladimir Pazmiño Chiluzza**; 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 23 de abril del 2024

Presidente del Tribunal de Grado  
Mgs. Diego Javier Barahona Rivadeneira



Firma

Miembro del Tribunal de Grado  
Mgs. Carlos Sebastián Saldaña García



Firma

Miembro del Tribunal de Grado  
Mgs. Ángel Edmundo Paredes García



Firma

# CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

*en movimiento*

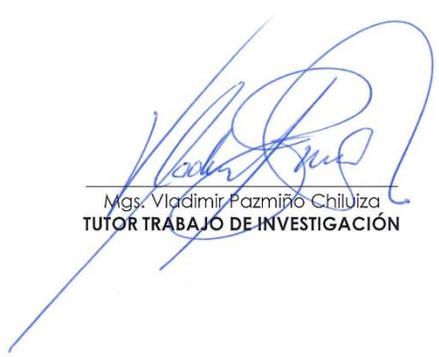


UNACH-RGF-01-04-02.20  
VERSIÓN 02: 06-09-2021

## CERTIFICACIÓN

Que, **Lema Carrazco Mario Fabián** con CC: **060581973-9** y **Unapucha Chicaiza Bertha Soledad** con CC: **050363857-9** estudiante de la Carrera de ingeniería civil, **NO VIGENTE**, Facultad de **ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**APLICACIÓN DEL MÉTODO IRI Y EL MODELO SERVQUAL PARA LA VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DEL CANTÓN SALCEDO**", cumple con el **8 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 18 de diciembre de 2023



Mgs. Vladimir Pazmiño Chiluza  
TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo en primer lugar a Dios quien me permitio llegar a este momento tan especial en mi vida. A mi familia, que siempre han estado a mi lado brindando su apoyo, especialmente a mi madre por formarme con buenos hábitos y valores. A mi novia, quien ha sido mi mayor apoyo en los momentos difíciles.

*Mario Fabián Lema Carrazco*

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi familia, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

*Bertha Soledad Unapucha Chicaiza*

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de una forma u otra hicieron posible la realización de esta tesis. A mi tutor Ing. Vladimir Pazmiño, por su dedicación y paciencia impartida a lo largo de este proceso. A mi familia, que siempre me ha brindado su apoyo incondicional para poder cumplir mis objetivos personales y académicos. A cada uno de los docentes que han sido parte de mi camino universitario, les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Por último, agradecer a la UNACH por brindarme la oportunidad de formarme académico.

*Mario Fabián Lema Carrazco*

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a quienes han sido pilares fundamentales en mi camino académico. Al Ing. Vladimir Pazmiño tutor de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma. A mi familia, por su amor incondicional. A la Universidad por abrirme las puertas y darme la oportunidad de avanzar en mi carrera profesional. A mis amigos y compañeros que estuvieron conmigo en los momentos de estrés y alegría durante este largo camino.

*Bertha Soledad Unapucha Chicaiza*

## ÍNDICE GENERAL

DERECHO DE AUTORÍA .....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL .....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO .....	
DEDICATORIA .....	
AGRADECIMIENTO.....	
ÍNDICE GENERAL.....	
ÍNDICE DE TABLAS.....	
ÍNDICE DE FIGURAS .....	
ÍNDICE DE ANEXOS.....	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	
RESUMEN .....	
ABSTRACT.....	
<b>1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1 Antecedentes.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Justificación.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4 Objetivos.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4.1 Objetivo General .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. Estado del arte .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. Marco conceptual .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.1. Serviciabilidad de pavimentos.....</b>	<b>20</b>

2.2.2.	<b>Evaluación Funcional del Pavimento</b> .....	20
2.2.3.	<b>Curva de deterioro y conservación de pavimentos</b> .....	21
2.2.4.	<b>Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)</b> .....	23
2.2.5.	<b>Índice de regularidad internacional (IRI)</b> .....	24
2.2.6.	<b>Merlín</b> .....	27
2.2.7.	<b>Correlación entre el IRI y PSI</b> .....	30
2.2.8.	<b>Modelo SERVQUAL</b> .....	32
2.2.9.	<b>Coefficiente alfa de Cronbach</b> .....	33
2.2.10.	<b>Coefficiente de correlación de Pearson</b> .....	34
<b>3.</b>	<b>CAPÍTULO III. METODOLOGIA.</b> .....	<b>36</b>
3.1.	<b>Tipos de investigación</b> .....	36
3.2.	<b>Diseño de Investigación.</b> .....	37
3.3.	<b>Técnicas de recolección de Datos,</b> .....	37
3.4.	<b>Población de estudio y tamaño de muestra,</b> .....	39
3.4.1.	<b>Muestra para la aplicación del método IRI</b> .....	39
3.4.2.	<b>Muestreo para la aplicación del modelo Servqual</b> .....	39
3.5.	<b>Hipótesis</b> .....	40
3.6.	<b>Métodos de análisis y procesamiento de datos</b> .....	40
3.6.1.	<b>Método de análisis y procesamiento de datos para el método IRI</b>	40
3.6.2.	<b>Método de análisis y procesamiento de datos para el modelo</b>	
	<b>Servqual</b>	41
<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>43</b>
4.1.	<b>Resultados</b> .....	43
4.2.	<b>Discusión</b> .....	56
	<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>57</b>

<b>5.1. Conclusiones</b> .....	57
<b>5.2. Recomendaciones</b> .....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clasificación de equipos de medición del IRI.....	26
<b>Tabla 2</b>	Intervalos y valores característicos de IRI en función del PSI.....	31
<b>Tabla 3</b>	Rangos del coeficiente de Alfa de Cronbach .....	34
<b>Tabla 4</b>	Modelos del PSI en función del IRI propuestos por diferentes autores.....	38
<b>Tabla 5</b>	Vías de segundo orden del cantón Salcedo .....	39
<b>Tabla 6</b>	Asignación de encuestas para las vías de segundo orden del cantón Salcedo	40
<b>Tabla 7</b>	Validación de encuesta.....	41
<b>Tabla 8</b>	Cálculos del IRI en relación con el Rango D .....	45
<b>Tabla 9</b>	Correlaciones entre IRI y PSI: Estudios de diferentes autores.....	45
<b>Tabla 10</b>	Resumen del estado de las vías para el método IRI y PSI .....	46
<b>Tabla 11</b>	Correlación del (PSI) con el modelo Servqual .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Fases del deterioro de la carretera.....	21
<b>Figura 2</b> Modelo de deterioro de la carretera.....	22
<b>Figura 3</b> Predicción de la regularidad acumulada y la variación de MESA.....	23
<b>Figura 4</b> Modelo de cuarto de carro .....	25
<b>Figura 5</b> Diagrama del equipo Merlín .....	27
<b>Figura 6</b> Desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio .....	28
<b>Figura 7</b> Escala para medir la dispersión de las desviaciones de la superficie del pavimento.....	29
<b>Figura 8</b> Diagrama de flujo de la metodología .....	36
<b>Figura 9</b> Histograma de frecuencia: Vía Panzaleo - Mulalillo .....	43
<b>Figura 10</b> Histograma de frecuencias: Vía Panzaleo – Mulalillo (Descartando 5% de los datos) .....	44
<b>Figura 11</b> Resultados de la dimensión de Fiabilidad.....	47
<b>Figura 12</b> Resultados de la dimensión de Sensibilidad .....	48
<b>Figura 13</b> Resultados de la dimensión de Seguridad.....	49
<b>Figura 14</b> Resultados de la dimensión de Empatía. ....	50
<b>Figura 15</b> Ecuación de la curva del Método IRI y la percepción de la dimensión de Fiabilidad .....	52
<b>Figura 16</b> Ecuación de la curva del Método IRI y la percepción de la dimensión de Sensibilidad.....	53
<b>Figura 17</b> Ecuación de la curva del Método IRI y la percepción de la dimensión de Seguridad .....	54
<b>Figura 18</b> Ecuación de la curva del Método IRI y la percepción de la dimensión de Empatía.....	55

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Evidencia fotográfica de la capa asfáltica sobre el adoquinado vehicular	63
<b>Anexo 2</b> Población futura de las parroquias donde se localizan las vías de estudio.	63
<b>Anexo 3</b> Evidencia fotográfica del ensayo realizado utilizando el equipo Merlin ..	64
<b>Anexo 4</b> Hoja de campo utilizado para el ensayo Merlin de la vía Panzaleo - Mulalillo.....	67
<b>Anexo 5</b> Nivel de Servicio de la vía Panzaleo - Mulalillo .....	68
<b>Anexo 6</b> Nivel de Servicio de la vía Mulalillo – Cusubamba .....	69
<b>Anexo 7</b> Nivel de Servicio de la vía Mulalillo - Holguín .....	71
<b>Anexo 8</b> Nivel de Servicio de la vía Holguín - E35.....	72
<b>Anexo 9</b> Nivel de Servicio de la vía Holguín - Panzaleo .....	73
<b>Anexo 10</b> Nivel de Servicio de la vía Salcedo - Panzaleo .....	74
<b>Anexo 11</b> Nivel de Servicio de la vía Salcedo – E35 .....	75
<b>Anexo 12</b> Nivel de Servicio de la vía Salcedo - Mulliquindil.....	76
<b>Anexo 13</b> Nivel de Servicio de la vía Panzaleo – E35.....	77
<b>Anexo 14</b> Modelo de cuestionario utilizado a usuarios del cantón Salcedo .....	78
<b>Anexo 15</b> Evidencia Fotográfica de la aplicación de encuesta.....	80
<b>Anexo 16</b> Resultados del Modelo Servqual .....	83
<b>Anexo 17</b> Vías de estudio del cantón Salcedo.....	85

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- **AASHTO:** American Association of State Highway and Transportation Officials
- **C:** Superficie agrietada
- **GADMS:** Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Salcedo
- **HDM III:** Highway Development and Management Model III
- **INVIAS:** Instituto Nacional de Vías
- **IPSR:** Individual Present Serviability Ratin
- **IRRE:** International Road Roughness Experiment
- **IRI:** Índice de regularidad Internacional
- **k:** Número de ítems
- **MERLIN:** Machine Evaluating Roughness using Low-cost Instrumentation
- **Mesa:** Carga de tráfico
- **P:** Superficie bacheada
- **PSI:** Present Serviability Index
- **PSR:** Present Serviability Rating
- **r:** Coeficiente de correlación de Pearson
- **r<sup>2</sup>:** Coeficiente de determinación
- **RD:** Ahuellamiento
- **RTRRM:** Response Type Road Roughness Meter
- **SV:** Varianza de la pendiente longitudinal
- **TRRL:** Transport Research Laboratory Road
- **V<sub>i</sub>:** Varianza de cada ítem
- **V<sub>t</sub>:** Varianza del total
- **σ<sub>XY</sub>:** Covarianza
- **α:** Coeficiente Alfa de Cronbach
- **S<sub>X</sub>:** Desviación Típica x
- **S<sub>y</sub>:** Desviación Típica y

## RESUMEN

Para determinar la valoración técnica de las vías de segundo orden del cantón Salcedo se aplicó el método IRI (Índice de Regularidad Internacional) para evaluar la calidad y el nivel de deterioro de las superficies del pavimento, representando las irregularidades en la superficie de la carretera que puede ser causada por varios factores, como el desgaste del pavimento y el tráfico vehicular, se aplicó también el modelo Servqual que a través de encuestas permite evaluar la calidad del servicio vial, este modelo se basa en la comparación de las expectativas de los usuarios con su percepción real del servicio recibido. Se observó que las expectativas son altas en las diversas dimensiones evaluadas. Esto representa que los usuarios tienen estándares exigentes en términos de calidad y seguridad.

Posteriormente, se realizó una correlación entre los valores obtenidos a través del método IRI y el modelo Servqual, así como una comparativa entre el método PSI el cual se enfoca en la serviciabilidad. Los resultados revelaron una alta correlación entre estas dos variables (PSI-Servqual), respaldada por un coeficiente de correlación de Pearson con un valor de 0.95 indicando una correlación lineal positiva fuerte.

En cuanto a la correlación entre el método IRI y el modelo Servqual se obtuvo un coeficiente de determinación (R cuadrado) mayor al 90%, esta relación es esencial en el contexto de la valoración técnica de las vías de segundo orden. Indicando que la regularidad del pavimento (IRI) están directamente vinculadas a cómo los usuarios perciben la calidad del servicio.

**Palabras claves:** Correlación, Método IRI, Modelo Servqual, Regularidad, Usuarios, Vías.

## ABSTRACT

To determine the technical assessment of the second-order roads in the Salcedo canton, the IRI (International Regularity Index) method was applied to evaluate the quality and level of deterioration of the pavement surfaces, representing the irregularities on the road surface that can be caused by several factors, such as pavement wear and vehicular traffic, the servqual model was also applied, which through surveys allows evaluating the quality of road service, this model is based on the comparison of user expectations with their accurate perception of the service received. Expectations are high in the various dimensions evaluated. It represents that users have demanding standards in terms of quality and security.

Subsequently, a correlation was made between the values obtained through the IRI method and the servqual model, and a comparison was made between the PSI method, which focuses on serviceability. The results revealed a high correlation between these two variables (PSI-Servqual), supported by a Pearson correlation coefficient of 0.95, indicating a strong positive linear correlation.

Regarding the correlation between the IRI method and the servqual model, a coefficient of determination (R squared) greater than 90% was obtained; this relationship is essential in the context of the technical assessment of second-order pathways. Pavement regularity (IRI) is linked to how users perceive the quality of the service.

**Keywords:** Correlation, IRI Method, Servqual Model, Regularity, Users, Paths.



Reviewed by:

Mgs. Sofia Freire Carrillo

**ENGLISH PROFESSOR**

C.C. 0604257881

# 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

## 1.1 Antecedentes

Salcedo es un cantón perteneciente a la provincia de Cotopaxi en la República del Ecuador cuenta con 58,216 habitantes, de los cuales el 46% reside en áreas rurales y el 54% vive en áreas urbanas. El cantón está ubicado en la sierra central, se relaciona por la carretera estatal Panamericana E35. (GADMS, 2020)

Existe una gran movilidad de vehículos livianos y pesados, esto debido a que el cantón es uno de los principales prestadores de servicio agrícola a diferentes lugares, es así que al construir vías de un pavimento de buena calidad no depende solo de un buen diseño o material, depende de un correcto y adecuado proceso constructivo.

El proceso de deterioro de una estructura de pavimento flexible se debe principalmente a la presión ejercida por el tráfico, siendo uno de los factores principales que provoca fatiga en la estructura. (Hurtado, 2016)

Las vías de segundo orden que conectan con las parroquias del cantón son fundamentales para los usuarios del sector rural por lo tanto se deben encontrar en un estado apropiado para que permita la circulación de vehículos y de esta manera se promueva el desarrollo económico y social de los habitantes del cantón Salcedo.

Es importante considerar la percepción de los usuarios, su experiencia diaria proporciona información valiosa sobre el estado de las vías, al integrar estas percepciones en la valoración técnica se obtiene una comprensión clara y realista, permitiendo así una mejora en las necesidades de quienes las utilizan diariamente. (Cantillo, 2016)

En el proyecto de investigación se plantea realizar una valoración técnica de las vías de segundo orden del cantón Salcedo en el cual se aplicará el método IRI y el modelo Servqual, con el fin de medir la regularidad de la vía, para ello se va a aplicar tres técnicas; investigaciones elaboradas, ensayo con el equipo Merlín y la aplicación de encuestas.

## 1.2 Planteamiento del problema

Realizar una valoración técnica implica un trabajo muy importante y fundamental en la infraestructura vial, las autoridades deben realizar el mejoramiento vial en los tramos que así lo requiera ya que la percepción que tiene el usuario no se considera válida. Por ello

se aplica dos técnicas de valoración como es el método IRI que es implementado como un parámetro de control en las obras de construcción y rehabilitación de vías, actualmente constituye un indicador más utilizado por relacionarse con el nivel de confort. Se aplica también el modelo Servqual ya que es un método que se relaciona directamente con las percepciones y apreciaciones de los usuarios, ya que son quienes circulan diariamente por las vías, por lo cual se ha creado la siguiente interrogante: ¿La percepción de los usuarios que utilizan las vías son datos confiables para determinar la calidad de servicio que brinda la capa superficial del pavimento?

### **1.3 Justificación**

La presente investigación tiene la finalidad de realizar la valoración técnica del estado en que se encuentra las vías de segundo orden del cantón Salcedo empleando métodos en los que se pueda optimizar tanto el tiempo como en costo, dicha información servirá a la entidad de gestión vial que no cuente con el recurso necesario y personal capacitado para mejorar la vida útil del pavimento y aumentar el confort de los usuarios.

El método aplicado tendrá el propósito de establecer una comparativa entre el método IRI y el modelo Servqual ya que son técnicas factibles para obtener información del estado de la vía.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General**

- Determinar la valoración técnica de las vías de segundo orden del cantón Salcedo a través de la aplicación del indicador IRI y el modelo Servqual.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Medir el IRI del pavimento flexible mediante el rugosímetro de Merlín para valorar el estado de las vías de segundo orden del cantón Salcedo.
- Elaborar encuestas a los usuarios de las vías de segundo Orden del cantón Salcedo empleando el modelo Servqual.
- Relacionar los valores obtenidos a través del método IRI y el modelo Servqual.

## **2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1.Estado del arte**

En la actualidad las vías son ejes principales que permite la circulación de diferentes tipos de vehículos, esto ayuda a la conexión entre distintas ciudades para el desarrollo económico, afectando el estado de las vías en el transcurso de los años, por lo cual se necesita de un mantenimiento adecuado para la reparación vial.

En el ámbito de la evaluación de carreteras, los perfilómetros, especialmente el equipo MERLIN, se ha destacado como herramienta crucial para medir la regularidad del pavimento a lo largo de una longitud determinada. Este dispositivo proporciona datos fundamentales sobre la superficie de la carretera, la información recopilada es esencial para calcular el Índice de Regularidad Internacional (IRI), cuanto mayor sea el IRI, más irregular tendrá el pavimento y por lo tanto será incómodo para el conductor.

Se aplica también el modelo Servqual el cual nos permite evaluar la calidad de servicio que brinda la vía estos resultados se obtienen mediante la aplicación de encuestas dirigida a los usuarios quienes están relacionados directamente con el uso de las vías.

Las vías de segundo orden se caracterizan por facilitar la comunicación entre dos o más municipios o conectarse con una vía principal (Primer orden). Estas carreteras pueden estar pavimentadas o ser de tierra compactada (Cárdenas, 2013). En el contexto del cantón Salcedo, estas vías desempeñan un papel vital en la conectividad regional, permitiendo la comunicación entre municipios y áreas circundantes. Según datos proporcionados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Salcedo, obtenidos a través del software ArcGIS y correspondientes al año 2015, la longitud total de estas vías es de 30.94 km, como se detalla en la Tabla 5.

En ciertas vías asfaltadas, emplean una estructura compuesta por una capa de asfalto sobre la superficie de adoquines existente creando así una capa lisa y uniforme y poder mejorar la calidad de la vía, proporcionando una superficie más suave para la circulación de vehículos y reducir el mantenimiento requerido. (Ver anexo 1).

## **2.2.Marco conceptual**

### **2.2.1. Serviciabilidad de pavimentos**

La serviciabilidad de un pavimento se evalúa a través del índice de serviciabilidad presente (PSI), por sus siglas en inglés, (Present Serviciability Index). Se calcula a partir de las medidas de la regularidad y daños, como grietas, parches y profundidad de huellas (en pavimentos flexibles). La regularidad es el factor más influyente en la determinación del PSI. Por lo tanto, es importante utilizar un método fiable al monitorear el historial del comportamiento de un pavimento. (AASHTO, 1993)

Se define como la capacidad del pavimento para atender las demandas del tráfico, abarcando tanto vehículos ligeros como pesados. A pesar de ser una evaluación subjetiva del pavimento, se busca su definición mediante parámetros medibles.

Actualmente, existen diversos modelos para evaluar la serviciabilidad del pavimento. Estos modelos se basan en diferentes variables, como la regularidad, los daños específicos, entre otros. Algunos de estos modelos utilizan métodos analíticos, mientras que otros se enfocan en el estudio físico, funcional y detallado de la vía a evaluar. (Martínez & Noguera, 2020)

Para (Ponte, 2022), La serviciabilidad de un pavimento se refiere a la percepción sobre el estado actual la vía, y representa el nivel de comodidad y estabilidad que beneficia a los usuarios. Una medida que refleja la experiencia y satisfacción de la población al utilizar el pavimento.

### **2.2.2. Evaluación Funcional del Pavimento**

Consiste en analizar su rendimiento y su habilidad para satisfacer las expectativas funcionales previstas. Este proceso se lleva a cabo para establecer la calidad y resistencia del pavimento, así como su capacidad para resistir el tráfico, asegurando una superficie segura y cómoda para los usuarios.

Se han creado diversos enfoques y sistemas para evaluar el nivel de satisfacción que una vía puede proporcionar en términos de calidad de servicio. Estos enfoques implican la utilización de criterios técnicos establecidos por expertos, así como la recopilación de opiniones de los usuarios a través de encuestas. (Rodríguez, 2020)

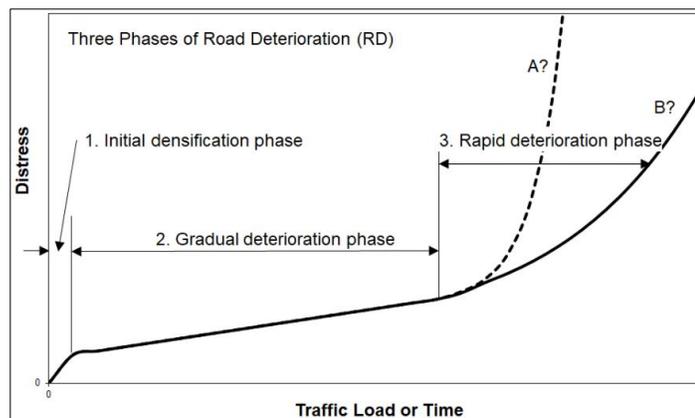
### 2.2.3. Curva de deterioro y conservación de pavimentos

Los pavimentos experimentan un deterioro constante a causa de varios factores externos como la lluvia, el tráfico, entre otras condiciones. Este efecto es duradero y puede llevar a que un pavimento se vuelva intransitable.

La figura 1, muestra el deterioro de las carreteras en tres fases distintas a medida que transcurre el tiempo y aumenta la carga de tráfico.

**Figura 1**

Fases del deterioro de la carretera



**Fuente:** (Martin & Sen, 2023)

La primera fase, la densificación inicial (compactación del pavimento por el tráfico), ocurre durante los primeros 12 meses posteriores a la construcción y muestra ciertos tipos de deterioro permanente. La segunda, el deterioro gradual, es la fase principal de los pavimentos en servicio y se produce a un ritmo bajo y prácticamente lineal. La tercera, el deterioro rápido, se caracteriza por un deterioro dos o tres veces más rápido que en la fase gradual y es difícil de predecir a medida que el pavimento se aproxima al fallo final. (Martin & Sen, 2023)

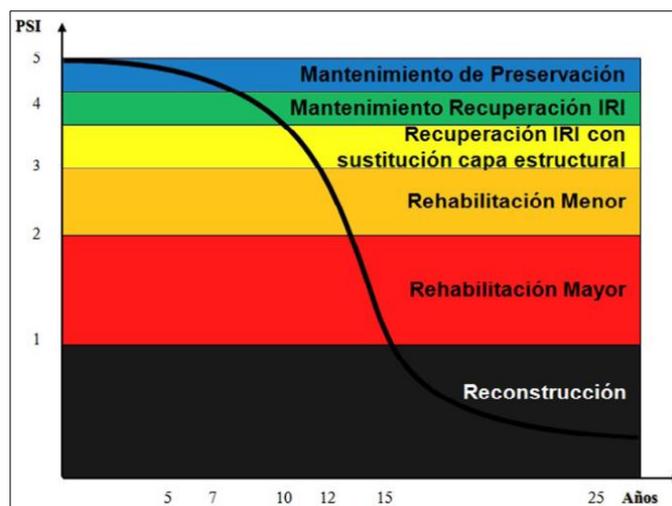
El deterioro de un pavimento se manifiesta desde una etapa temprana con daños apenas perceptibles hasta llegar al deterioro total. Por esta razón, los pavimentos se diseñan para tener una vida útil a lo largo de los años, conocida como ciclo de vida, con el fin de garantizar un buen rendimiento de la vía. Para lograr esto, es necesario planificar y llevar a cabo tareas de mantenimiento preventivo en intervalos de tiempo. De esta manera, se puede asegurar que la carretera se encuentre en buen estado. Este mantenimiento debe iniciarse

desde el primer año de construcción y, a medida que pasan los años, se deben tomar procedimientos para mejorar la calidad del pavimento. (Carhuapoma, 2019)

Estos modelos se construyen empleando datos disponibles sobre la red vial, como el año de construcción o intervención, así como el estado actual de la vía, teniendo en cuenta tanto su capacidad estructural como su Serviciabilidad. (Ramírez, 2004)

## Figura 2

Modelo de deterioro de la carretera



**Fuente:** (Valverde & Barrantes, 2019)

Son medidas detalladas y específicas de la condición de la carretera. Se utilizan para clasificar las carreteras en función de su estado, lo que permite una evaluación más precisa y detallada. En lugar de categorías generales y amplias, como bueno, regular o malo, estas proporcionan una escala que permite una clasificación más específica de la condición de la carretera.

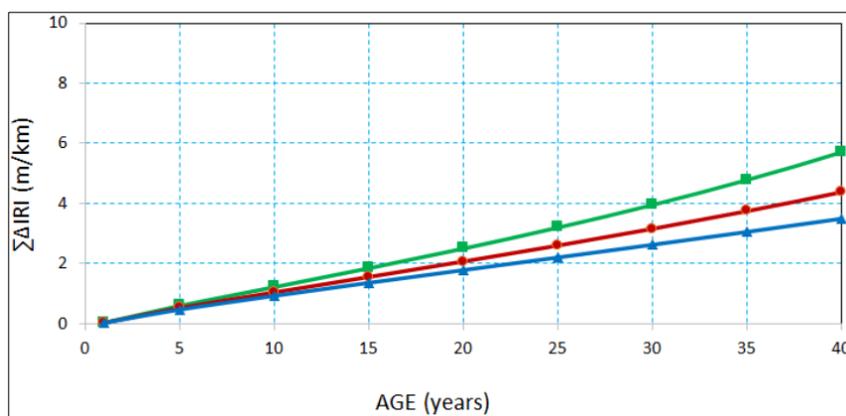
Los autores (Valverde & Barrantes, 2019), proponen una evaluación minuciosa de diversos aspectos de la carretera, como la suavidad del pavimento, la presencia de baches, el desgaste de la capa asfáltica y otros indicadores relevantes. Ofreciendo una comprensión más completa, lo que facilita la toma de decisiones sobre las intervenciones de mantenimiento necesarias. La figura 2 muestra cómo varían estas actividades de mantenimiento a lo largo del tiempo (años) y cómo se clasifican en diferentes categorías según el valor de PSI.

Después de construir, rehabilitar o reconstruir una vía y asegurarse de que se encuentre en buenas condiciones, se debe brindar atención permanente. Cuando las condiciones de la vía pasan de ser buenas a regulares, se realiza la conservación periódica para devolverla a un estado similar a la inicial. En algunos países, se utiliza el Índice de Regularidad Internacional (IRI) para determinar el momento en el que se debe implementar la intervención de un mantenimiento periódico. (MTCRP, 2007)

Es importante destacar que el estudio y la comprensión de la curva de deterioro de los pavimentos asfálticos son fundamentales para gestionar de manera eficiente las redes viales, permitiendo la planificación de mantenimiento y rehabilitación para aumentar la vida útil.

### Figura 3

Predicción de la regularidad acumulada y la variación de MESA



Fuente: (Martin & Sen, 2023)

La figura 3 proporciona detalles sobre un modelo de la regularidad acumulada basado en la carga de tráfico (MESA), es esencial para comprender cómo ciertos factores contribuyen al deterioro de las carreteras con el tiempo. (Martin & Sen, 2023)

#### 2.2.4. Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

El PSI, conocido como "Present Serviceability Index" en inglés, es un indicador que refleja el nivel de comodidad que ofrece la superficie de un pavimento para el desplazamiento de un vehículo. En otras palabras, el PSI representa la calidad de servicio

inicial de un pavimento en condiciones óptimas, la cual depende tanto del diseño del pavimento como de la calidad de la construcción. (Carhuapoma, 2019)

A mediados de la década de los años sesenta, aproximadamente, la AASHTO fue responsable del desarrollo de este método. Inicialmente, las mediciones se llevaban a cabo de manera empírica. Esta metodología resultaba inexacta, ya que se asignaba una calificación de 0 (pésimo) a 5 (excelente) al estado del pavimento. Como resultado, se realizaron modificaciones en el proceso de evaluación del PSI para mejorar su precisión. Estos parámetros incluyeron la regularidad, los agrietamientos, los ahuellamientos y los baches. (Mendieta, 2016)

La AASHTO identificó que las deformaciones del perfil longitudinal en el pavimento afectaban la calificación del IPSR (Individual Present Serviciability Rating). Para obtener una medida más precisa de la Serviciabilidad, la AASHTO Road Test desarrolló un perfilómetro llamado CHLOE. Este dispositivo se arrastra detrás de un vehículo a 8 km/h y mide las irregularidades del perfil longitudinal mediante el cambio del ángulo entre dos líneas de referencia. La AASHO presentó una ecuación que relaciona el PSR (Present Serviciability Rating) obtenido de las encuestas con los deterioros medidos, utilizando un análisis de regresión estadística. A partir de la siguiente ecuación se obtiene el PSI.

$$PSI = 5,03 - 1,91 * \text{Log}(1 + SV) - 1,38 * RD^2 - 0,01 * \sqrt{C + P} \quad (1)$$

El valor de SV corresponde a la varianza de la pendiente longitudinal medida por el perfilómetro CHLOE, y representa la regularidad del pavimento. SV es el parámetro que tiene mayor impacto en el valor de PSI. El ahuellamiento se determina mediante RD, mientras que la presencia de grietas y baches se evalúa mediante C y P, respectivamente. Esto implica un cambio de la calificación de serviciabilidad basada en la opinión de los usuarios hacia el deterioro físico del pavimento. Esto se consigue gracias a la relación cuantitativa entre la calificación subjetiva de los usuarios y parámetros que evalúan el deterioro físico de la carretera. (Hurtado, 2016)

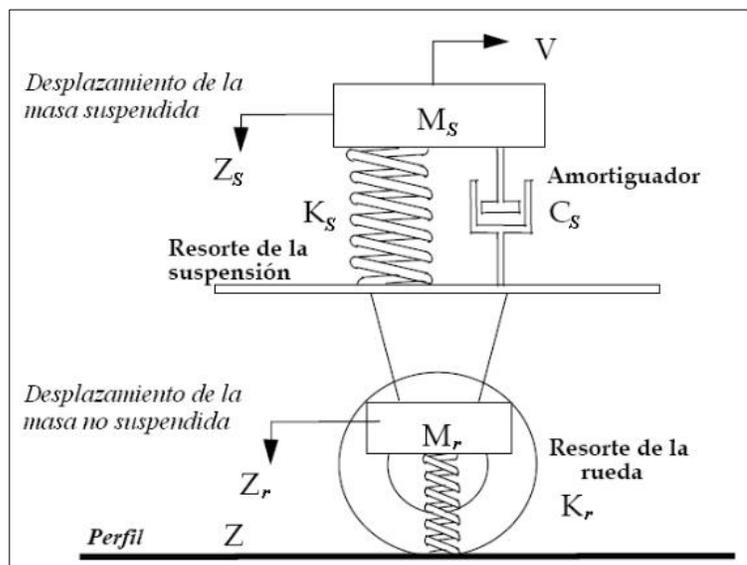
### **2.2.5. Índice de regularidad internacional (IRI)**

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) es un modelo matemático desarrollado por el Banco Mundial en 1986 para evaluar la regularidad asociada al camino. Utiliza un modelo de cuarto de carro que se desplaza a una velocidad de 80 km/h. Este modelo

registra los desplazamientos verticales en la suspensión de un vehículo estándar, debido a las irregularidades de la vía. El IRI calcula estos movimientos no deseados, lo que permite medir la calidad del pavimento. (Badilla, 2011)

#### Figura 4

Modelo de cuarto de carro



Fuente: (Badilla , 2009)

El modelo consta de una masa amortiguada (masa de un cuarto de carro) la cual está conectada a una masa no amortiguada el cual es el eje y neumático, conectadas mediante un resorte y un amortiguador lineal (suspensión), por último, el neumático se representa a través de otro resorte lineal. (Badilla, 2011)

Al terminar la construcción de una carretera, su perfil inicial se encuentra en un estado cero, el cual se caracteriza por tener un (IRI) inicial cercano a cero debido a factores relacionados con la construcción. Una vez que la carretera entra en funcionamiento y está expuesta al tráfico, la forma del pavimento experimenta cambios graduales, lo que provoca un incremento en los valores, reflejando así un aumento en las irregularidades del pavimento. (Acosta et al., 2016)

### 2.2.5.1. Clasificación de equipos para medir la regularidad

Hay una variedad de equipos disponibles para evaluar la regularidad de las carreteras, la clasificación más conocida es la desarrollada por el Banco Mundial que presenta cuatro clases, mostrando como las medidas impacta en el cálculo del IRI.

**Tabla 1**

Clasificación de equipos de medición del IRI

<b>Clasificación de equipos</b>	<b>Requerimientos</b>
<b>Clase 1:</b> - Perfilómetro Laser, Inerciales, TRRL Beam - Perfilómetro Estático (Merlín)	<b>Perfilométricos de precisión:</b> presenta los estándares más exactos, para que pertenezca a esta clase es necesario medir el perfil longitudinal de una carretera utilizando una secuencia de puntos de elevación distribuidos de manera uniforme a lo largo de la superficie de la vía, para calcular el IRI.
<b>Clase 2:</b> - Perfilómetro Laser - APL Tráiler - GMR Type Inertial	<b>Otros métodos perfilométricos.</b> Esta clase abarca todos los métodos donde se mide el perfil longitudinal para el cálculo del IRI, pero que no cumplen con la precisión y exactitud para pertenecer a la clase 1.
<b>Clase 3:</b> - Bump integrado - Mays Meter - NAASRA Meter	<b>Estimación del IRI mediante ecuaciones de correlación:</b> El perfil longitudinal se obtiene utilizando equipos de tipo respuesta (RTRRM), los cuales han sido calibrados previamente utilizando perfilómetros de alta precisión mediante ecuaciones de correlación.
<b>Clase 4:</b> - Dipstik - Inspeccion visual - Aplicación de teléfonos inteligentes	<b>Valoraciones subjetivas y mediciones no calibradas:</b> Se incluyen mediciones realizadas con equipos no calibrados, junto con estimaciones subjetivas basadas en la percepción de la calidad de viaje o inspecciones visuales de la vía según la experiencia.

**Fuente:** (Moreno, 2016)

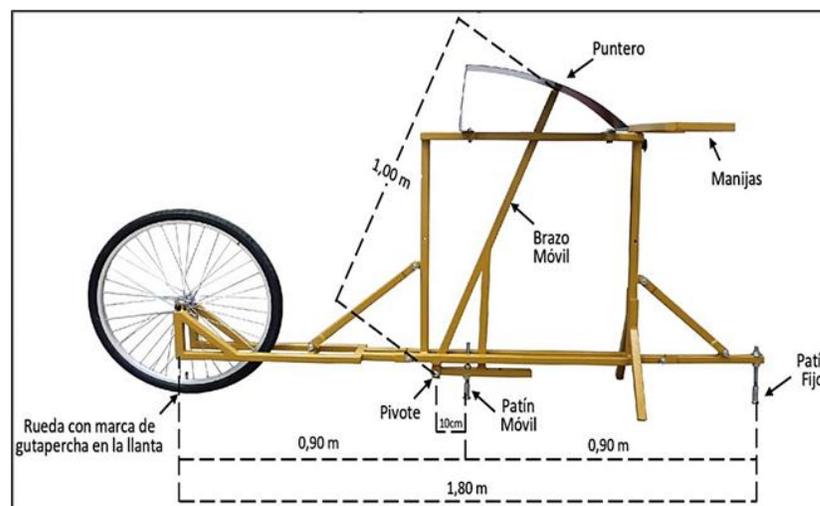
### 2.2.6. Merlín

En 1990, el Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) presentó los primeros conceptos del equipo llamado MERLIN (Machine Evaluating Roughness using Low cost Instrumentation). (Rodríguez et al., 2019)

El Merlín resalta las siguientes características: bajo costo, fácil construcción, el equipo tiene un diseño sencillo, su funcionamiento se basa en determinar la desviación del terreno frente a una cuerda definida ubicados antes y después del punto de medición. Para ello el Merlín utiliza un patín que se apoya en el suelo en el punto de medición, y así medir la distancia entre el patín y la cuerda. (Álvarez & Rivero, 2012)

**Figura 5**

Diagrama del equipo Merlín.



**Fuente:** (Reyes, 2021)

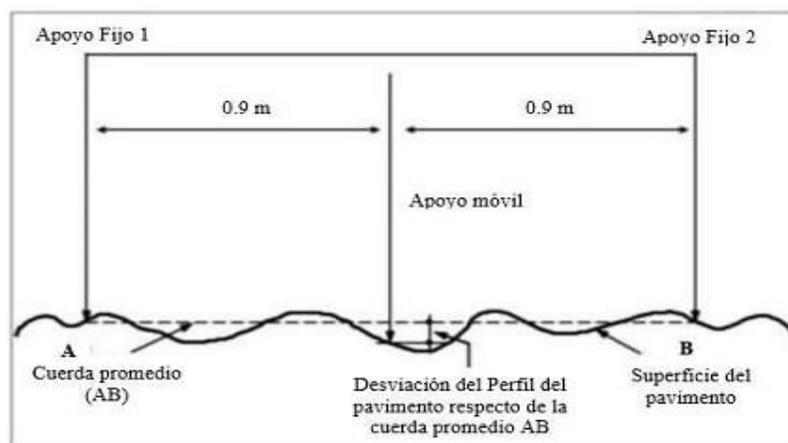
#### 2.2.6.1. Evaluación del IRI con el equipo Merlín

El término (IRI) se utiliza al surgir el Experimento Internacional de Regularidad Vial (IRRE), el cual fue llevado a cabo por equipos de investigación de Brasil, Inglaterra, Francia, Estados Unidos y Bélgica con el objetivo de desarrollar dicho índice. El IRRE tuvo lugar en Brasilia, Brasil, en 1982, e implicó la medición de la regularidad de carreteras en diferentes condiciones, utilizando diversos instrumentos y métodos. (Díaz, 2021)

Para evaluar las condiciones de regularidad el MERLIN fue diseñado pensando en países en vías de desarrollo, ya que se considera un equipo versátil. Según la clasificación del Banco Mundial para métodos de medición de la regularidad del pavimento, el equipo MERLIN se encuentra en la Clase 1. Esto se debe a que el método de medición se basa en el perfilómetro estático, lo que le confiere una gran precisión, superando únicamente por el método topográfico en términos de exactitud. (Reyes, 2021)

### Figura 6

Desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio.

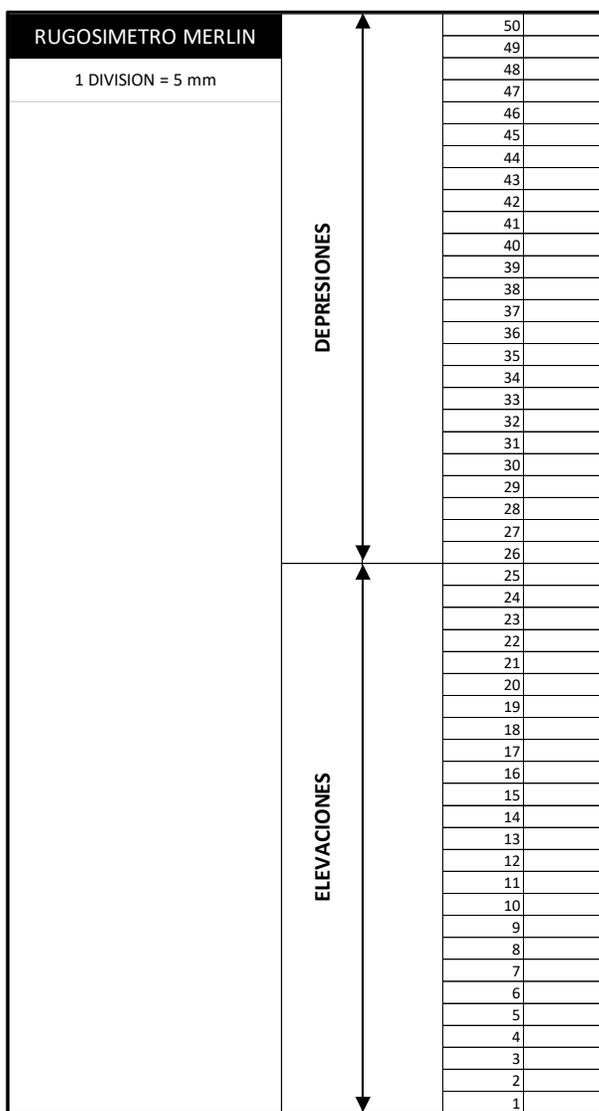


Fuente: (Del Águila, 1999)

El Merlín es un dispositivo que mide el desplazamiento vertical en carreteras. Consiste en dos pies separados por una distancia de 1.8 metros que se apoyan en la superficie de la carretera, mientras que un patín de prueba móvil se coloca en el centro, el dispositivo registra la distancia vertical “Y” entre la carretera y el punto medio de una línea imaginaria. Estas mediciones se utilizan para generar un histograma que representa la regularidad de la carretera en la escala de MERLIN. Para registrar los movimientos del puntero, se emplea una escala gráfica con 50 divisiones de 5 mm de espesor, ubicada en el borde del tablero donde se desplaza el puntero. (Rodríguez et al., 2019)

**Figura 7**

Escala para medir la dispersión de las desviaciones de la superficie del pavimento.



**Fuente:** (Rodríguez et al., 2019)

### 2.2.6.2. Correlación de D respecto al IRI

Para establecer una correlación entre la regularidad medida con el MERLIN y el Índice de Regularidad Internacional, se utiliza el IRI como parámetro de referencia para estandarizar los resultados obtenidos por la amplia variedad de equipos disponibles en la actualidad. (Hernández, 2018), se utilizan las siguientes expresiones:

$$\text{Cuando } 2.4 < \text{IRI} > 15.9, \text{ Entonces } \text{IRI} = 0.593 + 0.0471 D \quad (2)$$

$$\text{Cuando } \text{IRI} < 2.4, \text{ Entonces } \text{IRI} = 0.0485 D \quad (3)$$

### 2.2.7. Correlación entre el IRI y PSI

Los investigadores, con el objetivo de obtener un valor actual de (PSI), decidieron establecer una correlación entre el IRI y el PSI. El modelo utilizado por el HDM III, desarrollado en 1987 por Paterson, se dedujo mediante estudios realizados en lugares como Brasil, Texas, Sudáfrica y Pensilvania. (Hurtado, 2016). Como resultado de estos estudios, se obtuvo la siguiente ecuación:

$$PSI_1 = 5 * e^{\left(\frac{-IRI}{5.5}\right)} \quad (4)$$

En la ecuación, se utiliza "e" como la base de los logaritmos naturales, "IRI" representa el Índice de Regularidad Internacional, medido en metros por kilómetro (m/km).

El modelo desarrollado por Al-Omar y M.I Darte en 1994 es aplicable tanto a pavimentos asfálticos como a pavimentos de hormigón, se basó en resultados obtenidos en Estados Unidos como Louisiana, Michigan, New Jersey, New México, Ohio e Indiana. Los investigadores propusieron lo siguiente:

$$PSI_2 = 5 * e^{(-0.26IRI)} \quad (5)$$

Debido a que la regularidad es el factor que tiene un mayor impacto en la serviciabilidad en las ecuaciones originales de la AASHO Road Test, los investigadores Dujisin y Arroyo propusieron:

$$PSI_3 = 5.85 - 1.68 IRI^{0.5} \quad (6)$$

La relación entre el IRI del pavimento y los usuarios de las vías ha llevado al desarrollo de herramientas para comprender mejor su comportamiento y aplicar estrategias de conservación que prolonguen la vida útil de las carreteras. En Costa Rica, se adaptó el modelo PSI de la AASHTO, estableciendo una correlación entre el IRI y la comodidad del usuario, lo que resultó en una ecuación de PSI específica para el país. (Valverde & Barrantes, 2019)

$$PSI_4 = 0.018 IRI^2 - 0.5 IRI + 5.074 \quad (7)$$

**Tabla 2**

Intervalos y valores característicos de IRI en función del PSI

Modelo de AASHO			Clasificación	Descripción AASHO
Valores PSI	Valores IRI	Rangos IRI		
5.0 4.2 4.0	0.0 0.8 1.0	0 - 1.0	Muy Bueno	Solamente los pavimentos nuevos o casi nuevos tienen la suavidad y carencia de deterioro necesarias para ser incluidos en esta categoría. La mayoría de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección usualmente se clasifican como calidad muy alta.
3.0	1.9	1.0 - 1.9	Bueno	Los pavimentos de esta clasificación, aunque no alcanzan la suavidad de los muy buenos, ofrecen un rendimiento de alta calidad y presentan mínimos signos, o incluso ninguno, de deterioro superficial. En el caso de los pavimentos flexibles, podrían empezar a mostrar indicios de ahuellamiento y fisuración. En cuanto a los pavimentos rígidos, podrían exhibir leves muestras de deterioro superficial, como desprendimientos y fisuras menores.
2.5 2.0	2.6 3.6	1.9 – 3.6	Regular	En esta categoría la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos, y podrían surgir dificultades para mantener altas velocidades de tránsito. Los problemas superficiales pueden involucrar marcas de huellas, parches y grietas. Mientras tanto, los pavimentos rígidos podrían exhibir fallas en las juntas, fisuras, desalineación y acumulación de finos.
1.5 1.0	4.9 6.4	3.6 – 6.4	Malo	Los pavimentos han llegado a un estado de deterioro que puede impactar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden presentar baches grandes y grietas profundas: el deterioro abarca la pérdida de material, agrietamiento y marcas de huellas, afectando el 50% o más de la superficie. En los pavimentos rígidos, el deterioro involucra desprendimiento en las juntas, desalineación, áreas parcheadas, agrietamiento y bombeo.
0.0	9.5	> 6.4	Muy Malo	Los pavimentos en esta clasificación están en un estado de deterioro extremo. La circulación se ve limitada a velocidades reducidas debido a considerables problemas de manejo. Se observan baches grandes y grietas profundas, con un deterioro que afecta el 75% o más de la superficie.

**Fuente:** (Jiménez, 2011)

### **2.2.8. Modelo SERVQUAL**

El Modelo SERVQUAL, desarrollado por Zeithaml, Parasuraman y Berry, tiene como objetivo mejorar la calidad del servicio en las organizaciones. Se utiliza un cuestionario estandarizado que puede adaptarse a las necesidades de cada organización.

Este cuestionario consiste en una escala de respuesta múltiple que ayuda a comprender la satisfacción que existe alrededor de la calidad de servicio. Mide las expectativas del cliente en cinco dimensiones y compara estas mediciones con la percepción del cliente sobre el servicio. (Arroyave & Hurtado, 2019)

Al identificar la brecha entre estas dos mediciones, es decir, la diferencia entre las expectativas y percepciones del cliente, se busca implementar acciones correctivas adecuadas para mejorar la calidad del servicio.

Debido a la escasez de información sobre la aplicación del modelo SERVQUAL en el campo de la ingeniería civil, se ha optado por utilizar el modelo adaptado propuesto por (Colcha, 2022). Este modelo considera cuatro de las cinco dimensiones originalmente establecidas en SERVQUAL.

**Fiabilidad:** se refiere a la capacidad de llevar a cabo los servicios de mantenimiento vial de manera rápida y precisa, asegurando la calidad en su ejecución.

**Sensibilidad:** implica la disposición de las entidades responsables para escuchar y resolver los problemas relacionados con las vías, haciendo referencia a la disposición de ayudar a los usuarios y proporcionar un servicio oportuno.

**Seguridad:** comprende las medidas y acciones tomadas para garantizar el buen funcionamiento del tráfico y prevenir accidentes automovilísticos, generando confianza en los usuarios.

**Empatía:** indica la capacidad de las entidades para mostrar atención, comunicación efectiva y consideración hacia las necesidades específicas de la comunidad en relación con el estado de la capa superficial de las vías.

Este modelo, también conocido como el modelo de las cinco brechas, aborda las posibles diferencias. Al identificar estas brechas, se pueden descubrir áreas de oportunidad para mejorar la calidad de servicio.

Estas brechas se producen principalmente debido a diferencias entre:

1. Las expectativas que tienen los usuarios y la percepción que la organización tiene sobre esas expectativas no capturan por completo las demandas o necesidades reales de los usuarios.
2. La percepción de la organización respecto a las expectativas de los usuarios y los estándares de calidad en el servicio.
3. Si las normas establecidas para garantizar la calidad de servicio no se cumplen, será difícil determinar la calidad actual del servicio ofrecido.
4. El servicio ofrecido actualmente a los usuarios, y lo que se comunicó previamente a dichos usuarios con respecto a este servicio.
5. El servicio esperado por los clientes y el servicio percibido por ellos (Brecha global). (Matsumoto, 2014)

En esta investigación, nos enfocamos exclusivamente en la brecha número 5, la cual aborda las expectativas de los usuarios con respecto a las vías como parte de la calidad de servicio en comparación con la percepción real al transitar por las vías.(Colcha, 2022)

### **2.2.9. Coeficiente alfa de Cronbach**

El coeficiente desarrollado por J. L. Cronbach es una medida utilizada para evaluar la consistencia de un conjunto de preguntas en una encuesta o escala de medición. Esta medida es utilizada frecuentemente en investigaciones sobre condiciones técnicas con el objetivo de determinar si las preguntas de una escala miden de manera coherente una característica específica.

Produce valores entre 0 y 1, y cuanto más cercano a 1 sea su valor, mayor será la consistencia interna de los ítems. En general, se considera que un coeficiente de Cronbach mínimo a 0.70 indica una confiabilidad aceptable.

Para el cálculo, se requiere una muestra de participantes que hayan completado la encuesta. Es necesario contar con una matriz de datos que contenga las respuestas de cada participante a cada ítem de la escala. (Bojórquez et al., 2013)

Es fundamental tener en cuenta que la validación de una encuesta es un proceso en constante evolución que puede requerir varios estudios y ajustes para asegurar su confiabilidad y validez en diversos contextos.

La fórmula utilizada para el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach es la siguiente:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right] \quad (8)$$

Dónde:

$\alpha$  = Coeficiente Alfa de Cronbach

$k$  =Número de ítems

$Vi$  = Varianza de cada ítem

$Vt$  = Varianza del total

1 = Constante

### Tabla 3

Rangos del coeficiente de Alfa de Cronbach.

Rangos	Magnitud
0,01 - 0,20	Muy baja
0,21 - 0,40	Baja
0,41 - 0,60	Moderado
0,61 - 0,80	Alta
0,81 - 1,00	Muy alta

**Fuente:** (Diaz, Lanao, & Toncel, 2018)

#### 2.2.10. Coeficiente de correlación de Pearson

La covarianza se emplea como medida de la relación entre dos variables cuantitativas. No obstante, su valor se ve influenciado por las unidades de medida, lo que implica que un cambio en la escala de una de las variables conlleva a una modificación en el valor de la covarianza.

El coeficiente de correlación lineal, propuesto por Karl Pearson, es un índice que es independiente de la escala de medida de ambas variables. Se calcula mediante la división de la covarianza entre el producto de la desviación estándar. (Palmer et al., 2001)

$$r = \frac{\sigma_{XY}}{S_X * S_Y} \quad (9)$$

Dónde:

$r$  = Coeficiente de Pearson

$\sigma_{XY}$  = Covarianza

$SX$  = Desviación Típica x

$Sy$  = Desviación Típica y

El índice de correlación mide la existencia de una relación lineal entre dos variables. Su valor varía en el intervalo de -1 a +1.

Un coeficiente de correlación igual a cero indica una independencia entre las dos variables, lo que significa que el cambio en una variable no tiene ninguna influencia en el valor de la otra variable.

Un coeficiente de correlación igual a -1 indica una relación inversa entre las dos variables. Esto significa que cuando una variable aumenta, la otra variable disminuye de manera proporcional.

Por otro lado, un coeficiente de correlación igual a +1 indica una relación directa entre las dos variables. Esto implica que cuando una variable aumenta, la otra variable también aumenta de manera proporcional. (Palmer et al., 2001)

La fórmula práctica para calcular el coeficiente de correlación entre dos variables, X e Y, es la siguiente:

$$\sigma_{XY} = \frac{\sum(X-\bar{X})*(Y-\bar{Y})}{n-1} \quad (10)$$

Dónde:

$\sigma_{XY}$  = Covarianza de la variable X con Y.

$(X - \bar{X})$  = Diferencia de cada uno de los datos X con relación a su media.

$(Y - \bar{Y})$  = Diferencia de cada uno de los datos Y con relación a su media.

$n$  = Representa la cantidad de ítems que hay.

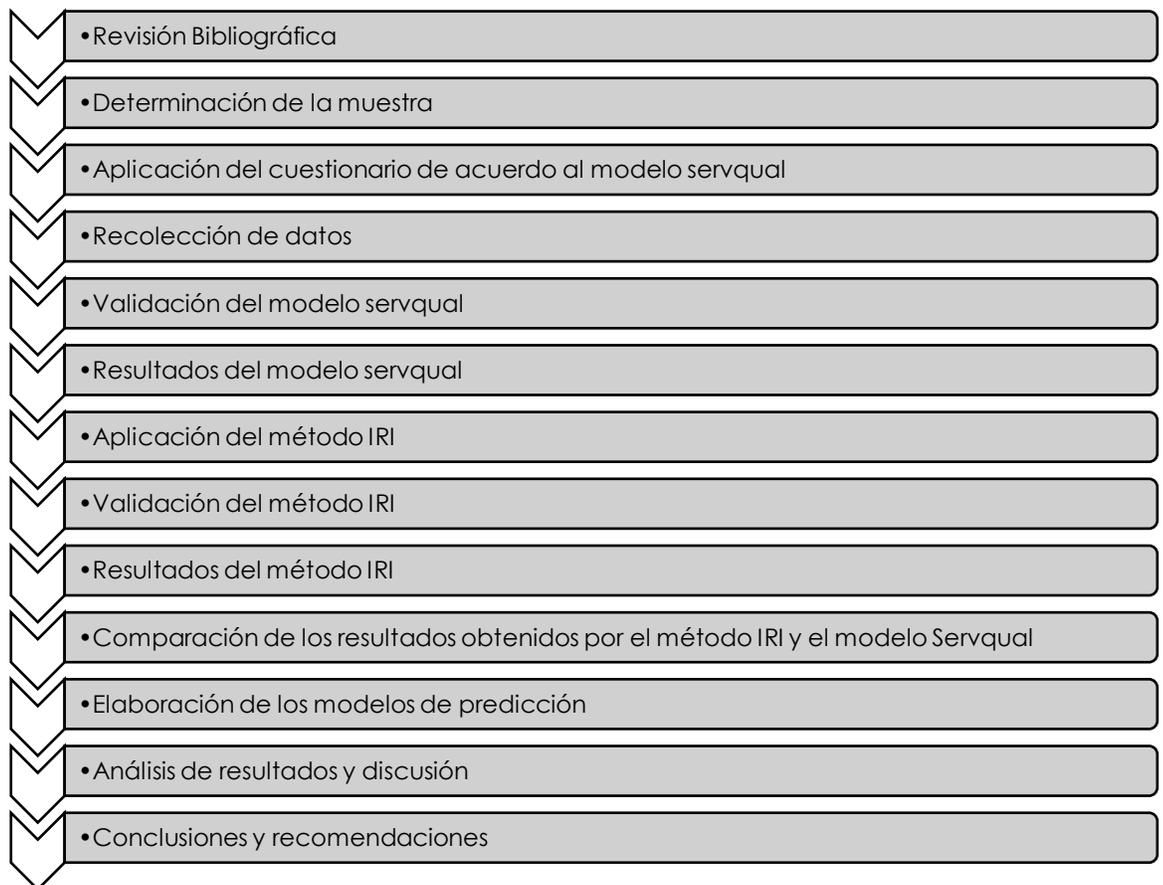
### 3. CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

#### 3.1. Tipos de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, debido a la información que se obtiene tanto del equipo merlín y los datos obtenidos de los usuarios al momento de aplicar las encuestas, los datos recopilados permitirán evaluar las cinco dimensiones del modelo Servqual, en la presente figura se detalla el proceso metodológico desde la elaboración, considerando de inicio la revisión bibliográfica y como final las conclusiones y recomendaciones.

**Figura 8**

Diagrama de flujo de la metodología



### **3.2. Diseño de Investigación.**

El diseño de investigación utilizado es de naturaleza no experimental transversal, lo que implica que se recopilan los datos directamente y se analizan sin manipular las variables. Este diseño es de tipo transversal porque se recopilan datos a través de encuestas que implica; la medición, observación y registro de estos en un momento específico, dichos datos se analizan para identificar correlaciones entre las variables estudiadas. Además, es considerado un diseño mixto, ya que combina elementos descriptivos y correlacionales. Se realiza un estudio descriptivo para describir las variables, y se ejecutan cuatro correlaciones en el desarrollo del proyecto de investigación.

### **3.3. Técnicas de recolección de Datos,**

Primeramente, se realizó una revisión bibliográfica en donde se investigó estudios previos sobre el método IRI, PSI, modelo Servqual explorando así las técnicas de los métodos utilizados, los resultados obtenidos y las limitaciones de estudios existentes. Se llevo a cabo una investigación en portales digitales de las entidades Gubernamentales del cantón Salcedo con el objetivo de obtener información acerca de las vías donde se llevará a cabo la investigación (Ver Anexo 17).

En la recolección de datos para medir el IRI se lo realiza con el Merlín, utilizado para evaluar la regularidad superficial de una carretera. Se mide 200 desviaciones en forma consecutiva a lo largo de la vía por cada 400 metros (ver Anexo 4), para definir el histograma de la distribución de frecuencias.

Con el fin de obtener el PSI en las vías de estudio, se aplica varios modelos propuestos por diferentes autores, estos modelos utilizan una ecuación que establece una relación entre el IRI y el PSI, Ver tabla 4.

**Tabla 4**

Modelos de PSI en función del IRI propuestos por diferentes autores

<b>Autor</b>	<b>Ecuación del modelo PSI</b>
Barrantes y Valverde para calcular factores que indican el aumento de operación del vehículo para Costa Rica.	$PSI_1 = 0.018 IRI^2 - 0.5 IRI + 5.074$
Paterson con el modelo HDM III creado en 1987	$PSI_2 = 5 * e^{\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$
AI Omari y Darter en 1944 tomado de resultados en EE.UU.	$PSI_3 = 5 * e^{(-0.26IRI)}$
Dujistin y Arroyo con las ecuaciones originales de la Aasho Road Test, donde la regularidad es el factor que más influye en la serviciabilidad.	$PSI_4 = 5.85 - 1.68 IRI^{0.5}$

Finalmente se llevaron a cabo encuestas donde se aplicó el modelo Servqual para evaluar la calidad de servicio que proporciona el pavimento flexible, el cual se basó en la expectativa de los usuarios que usan la vía y la percepción real del estado de la vía en que se encuentra. (Ver anexo 14) modelo de encuesta.

Para determinar las personas que serán encuestadas se realizó una estimación de la población que reside en las vías para lo cual se utilizó un muestreo de población finita. Esto implica seleccionar una muestra representativa de la población total, con el fin de obtener información precisa sobre las opiniones de los habitantes que utilizan estas vías, lo que garantiza una representación adecuada de los resultados obtenidos a partir de las encuestas realizadas. Para asegurar resultados representativos, se llevaron a cabo a conductores y residentes que transitan por las vías de estudio.

### 3.4. Población de estudio y tamaño de muestra,

#### 3.4.1. Muestra para la aplicación del método IRI

Debido a que en el cantón Salcedo las vías asfaltadas de segundo orden tienen longitudes limitadas, se realiza el muestreo completo, abarcando así el 100%.

**Tabla 5**

Vías de segundo orden del cantón Salcedo

<b>Nombre de la Vía</b>	<b>Longitud Total (Km)</b>	
Panzaleo - Mulalillo	4.63	
Mulalillo - Cusubamba	10.64	
Mulalillo - Holguín	3.00	
Holguín – E35	1.15	
Holguín - Panzaleo	4.49	
Salcedo - Panzaleo	1.98	
Salcedo – E35	1.35	
Salcedo - Mulliquindil	1.40	
Panzaleo - E35	2.30	
<b>Total</b>	<b>30.94</b>	<b>3.4.2. Muestreo para la aplicación del modelo Servqual</b>

Para estimar la población futura, se utilizó el método geométrico basado en los datos de los censos anteriores. Según este método, se proyecta el crecimiento de la población utilizando tasas de crecimiento históricas. Obteniendo así una población de 30.788 en el año 2023 (Ver anexo 2).

Para considerar el tamaño de la muestra se realizó un muestreo de población finita, este método es adecuado cuando se puede establecer el número total definido y limitado de usuarios en una población para obtener resultados confiables.

El tamaño de la muestra obtenido es de 379, las cuales se asignaron proporcionalmente en función de la cantidad de habitantes en cada una de las vías correspondientes a las parroquias del cantón Salcedo.

**Tabla 6**

Asignación de encuestas para las vías de segundo orden del cantón Salcedo.

<b>Parroquias</b>	<b>N° Encuestas</b>
Cusubamba	90
Mulalillo	90
Panzaleo	59
A.J. Holguín	38
Mulliquindil	102
<b>Total</b>	<b>379</b>

### **3.5.Hipótesis**

Existe una correlación significativa entre los valores obtenidos mediante el método IRI (Índice de Regularidad Internacional) y las percepciones de los usuarios evaluadas a través del modelo SERVQUAL (Fiabilidad, Sensibilidad, Seguridad y Empatía) en la valoración técnica de las vías de segundo orden del cantón Salcedo.

### **3.6.Métodos de análisis y procesamiento de datos**

#### **3.6.1. Método de análisis y procesamiento de datos para el método IRI**

Para llevar a cabo la interpretación y análisis de los datos recolectados en el campo, se utilizó la herramienta ofimática Microsoft Excel, la cual nos proporcionó una plataforma versátil y eficiente para procesar la información obtenida, permitiendo realizar cálculos, generar gráficos y tablas.

La digitalización de los datos obtenidos mediante el uso del Merlín facilitará un análisis más detallado y preciso de la regularidad de la carretera. Al disponer de los datos

en formato digital, se podrán aplicar técnicas y herramientas adicionales para realizar un estudio de la calidad de la superficie de la vía y su impacto en los usuarios.

Al desarrollar el método IRI, se toma como referencia el manual de usuario para el equipo Merlín. (Hernández, 2018). El cual proporciona instrucciones detalladas basándose en la experiencia de campo, la Norma INVIAS-13 y las recomendaciones realizadas por el fabricante del equipo con el propósito de mostrar su importancia y cálculos del IRI en pavimentos flexibles.

Obtenido el Índice de regularidad internacional los investigadores optaron por establecer una correlación entre el IRI y el valor de serviciabilidad presente (PSI) como se muestra en la Tabla 4. Esto les permitió buscar una relación entre ambas variables.

### 3.6.2. Método de análisis y procesamiento de datos para el modelo Servqual

Considerando la Investigación realizada por (Colcha, 2022), al validar el modelo de encuesta mediante el coeficiente Alfa de Cronbach los resultados obtenidos revelaron un nivel de confianza significativamente alto.

**Tabla 7**

Validación de encuesta

<b>Nº de Elementos</b>	<b>44</b>
<hr/>	
Alfa de Cronbach	
<b>Expectativas</b>	0.7798
<b>Percepciones</b>	0.7684
<hr/>	
<b>Fuente:</b> (Colcha, 2022)	

Al recopilar los datos utilizados en las Encuestas para medir las 4 dimensiones de calidad de servicio del modelo Servqual, se calcula las puntuaciones para cada dimensión esto implica promediar las respuestas de los encuestados y visualizar mediante gráficos de barras para llevar a cabo el correspondiente análisis de los resultados. Con la finalidad de ampliar la comprensión de la calidad del servicio, se propone incorporar el método PSI el cual se centra en la serviciabilidad y proporciona información complementaria.

Para lograr esto, se llevó a cabo un análisis de correlación lineal utilizando el coeficiente de Pearson. Este coeficiente se emplea para evaluar la fuerza y la dirección de la

relación lineal entre dos variables. Los resultados revelaron un valor de 0,95, lo cual indica una relación directa entre el método PSI junto con el modelo SERVQUAL.

Para relacionar los valores del método IRI y el modelo Servqual se realizaron análisis de supuestos utilizando únicamente las preguntas relacionadas con la capa superficial del pavimento. El análisis de los supuestos se realiza con el objetivo de evaluar la relación entre las mediciones del IRI y las respuestas proporcionadas por los encuestados. Esto permitió obtener gráficas y ecuaciones de modelos de predicción específicos para evaluar el comportamiento de la capa superficial del pavimento. Obteniendo una perspectiva enfocada en los aspectos relevantes para el análisis de los supuestos

## 4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

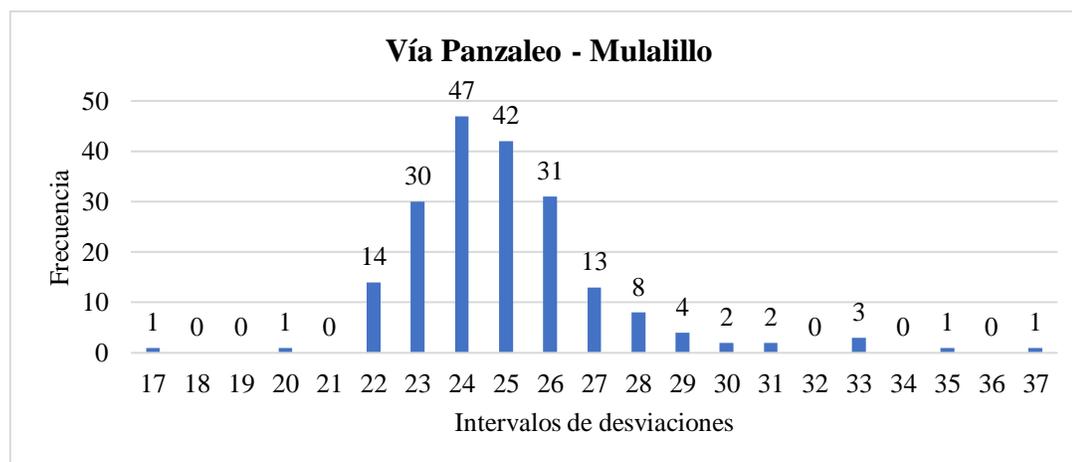
### 4.1. Resultados

Después de completar el análisis utilizando el equipo Merlín, los datos obtenidos fueron convertidos a formato digital (ver anexo 4). A continuación, se muestra el procedimiento de cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en el tramo inicial de la vía Panzaleo - Mulalillo, que abarca desde el punto de referencia K0+000 hasta el punto de K0+400.

El IRI se calcula utilizando los datos de regularidad recopilados por el Merlín. Estos datos proporcionan información valiosa sobre la calidad de la superficie de la carretera y su nivel de regularidad. El análisis permitirá obtener una evaluación precisa de la calidad de la superficie de la carretera en ese tramo específico. Estos resultados serán fundamentales para tomar decisiones sobre posibles acciones de mantenimiento, reparación o mejora en la vía.

#### Figura 9

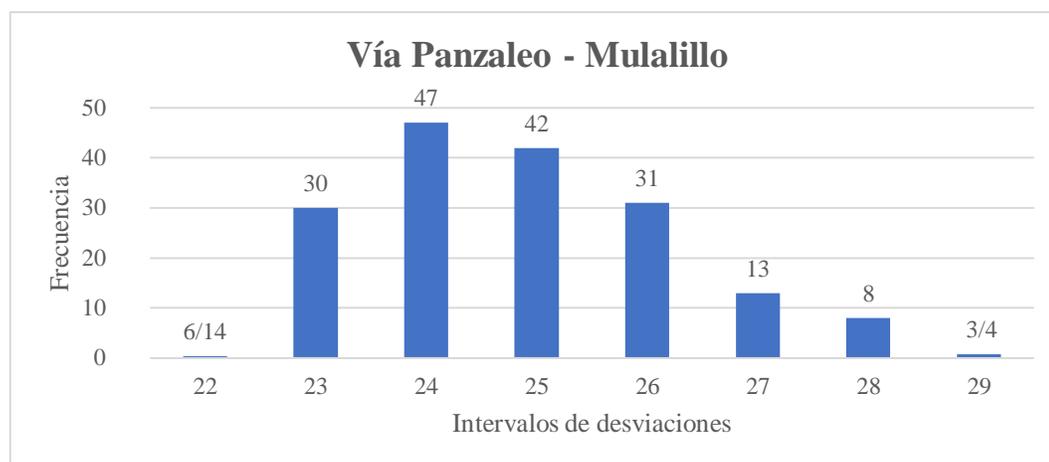
Histograma de frecuencia: Vía Panzaleo - Mulalillo



Para determinar el valor D, se descarta 5% de los datos del extremo izquierdo y derecho del histograma, Esto implica eliminar un total de 10 datos en cada extremo, lo que nos permite calcular el ancho del histograma teniendo en cuenta las posibles fracciones resultantes debido a la eliminación de dichos datos. Esta aproximación garantiza una representación más precisa y equilibrada del conjunto de datos (Ver figura 10).

**Figura 10**

Histograma de frecuencias: Vía Panzaleo - Mulalillo (Descartado 5% de los datos)



Una vez realizada el descarte de datos, se procede al cálculo del ancho del histograma “D” en unidades de la escala. Debemos de tener en cuenta, cuando en el tablero el puntero indica valores cercanos a 25, el pavimento es menos rugoso y si en cambio está muy alejado de 25, indica que el pavimento presenta muchas imperfecciones.

$$D = \frac{6}{14} + 6 + \frac{3}{4} = 7.18$$

El rango obtenido del histograma debe ser convertido a milímetros (mm), para lo cual se multiplica con el valor de cada unidad (5mm), cuando se llega a este punto se ha calculado la regularidad en escala MERLIN el cual debe ser convertido a escala IRI. (Mendoza, 2014).

$$D = 7.18 * 5 \text{ mm} = 35.89 \text{ mm}$$

Para el cálculo del IRI se establece una relación con el rango “D” teniendo en cuenta las ecuaciones propuestas por (Hernández, 2018)

**Tabla 8**

Cálculos del IRI en relación con el Rango D

<b>Cálculo del IRI</b>
$IRI = 0.593 + (0.0471 * D)$
$IRI = 0.0485 * 35.89$
$IRI = 1.74 \text{ m/km}$

Una vez que se ha calculado el (IRI), se establece una correlación con el (PSI) con las fórmulas detalladas por (Hurtado, 2016) y (Valverde & Barrantes, 2019).

**Tabla 9**

Correlaciones entre IRI y PSI: Estudio de diferentes autores

<b>Autor</b>	<b>PSI</b>	<b>Fórmula/Cálculo</b>	<b>Resultado</b>
Barrantes y Valverde	PSI <sub>1</sub>	$= 0.018 \text{ IRI}^2 - 0.5 \text{ IRI} + 5.074$ $= 0.018 (1.74)^2 - 0.5 (1.74) + 5.074$	4.26
Paterson	PSI <sub>2</sub>	$= 5 * e^{\left(\frac{\text{IRI}}{5.5}\right)} = 5 * e^{\left(\frac{1.74}{5.5}\right)}$	3.64
AI Omari y Darter	PSI <sub>3</sub>	$= 5 * e^{(-0.26\text{IRI})} = 5 * e^{(-0.26*1.74)}$	3.18
Dujistin y Arroyo	PSI <sub>4</sub>	$= 5.85 - 1.68 \text{ IRI}^{0.5} = 5.85 - 1.68 (1.74)^{0.5}$	3.63

Se optó por utilizar la tercera ecuación del modelo desarrollado por Al-Omar y M.I Darte, ya que esta ecuación proporciona valores que se ajustan mejor a la serviciabilidad observada en el campo. Este proceso se llevó a cabo en todos los tramos de cada una de las vías de estudio. Al aplicar esta ecuación, se buscó obtener una estimación más precisa de la condición de servicio de las vías, teniendo en cuenta los diversos factores y variables involucrados.

La siguiente tabla muestra un resumen del índice de serviciabilidad presente, calculado a partir del índice de regularidad internacional, en las vías del cantón Salcedo.

**Tabla 10**

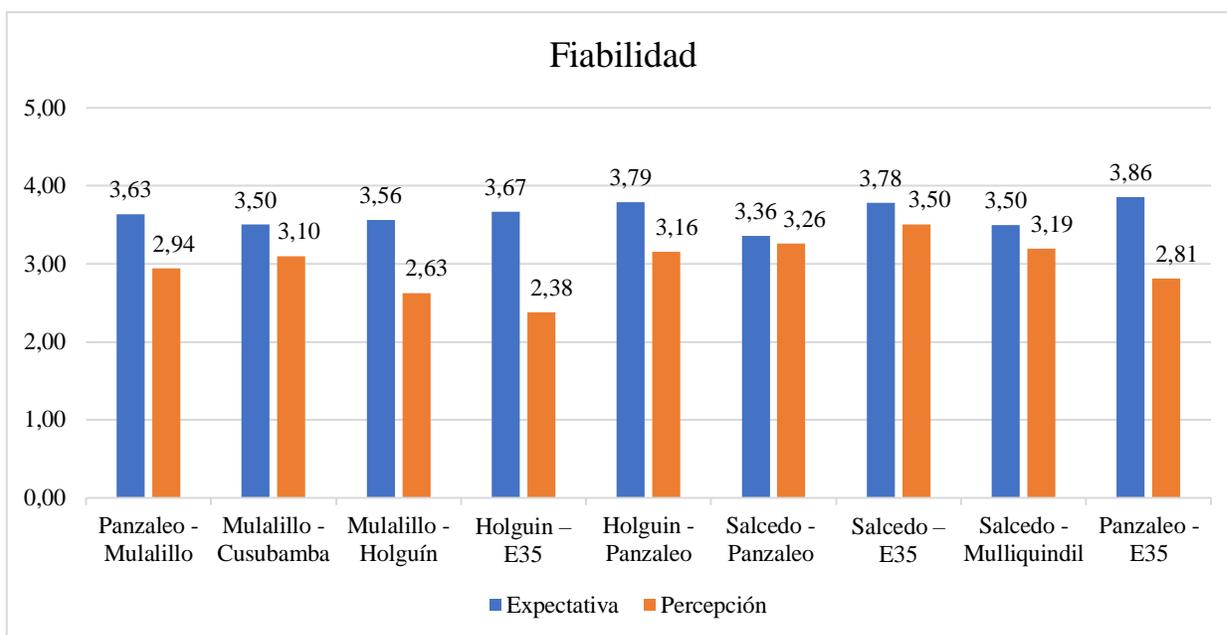
Resumen del estado de las vías para el método IRI Y PSI

<b>Nombre de la vía</b>	<b>IRI (m/Km)</b>	<b>PSI</b>	<b>Estado IRI</b>	<b>Estado PSI</b>
Panzaleo - Mulalillo	1.61	3.32	BUENO	BUENO
Mulalillo - Cusubamba	1.20	3.68	BUENO	BUENO
Mulalillo - Holguín	2.23	2.83	REGULAR	REGULAR
Holguín – E35	2.54	2.60	REGULAR	REGULAR
Holguín - Panzaleo	1.60	3.34	BUENO	BUENO
Salcedo - Panzaleo	1.36	3.51	BUENO	BUENO
Salcedo – E35	1.33	3.54	BUENO	BUENO
Salcedo - Mulliquindil	1.32	3.55	BUENO	BUENO
Panzaleo - E35	2.42	2.70	REGULAR	REGULAR

Posteriormente, se muestra representaciones gráficas que ilustran las expectativas y percepciones de los usuarios acerca de la calidad del servicio ofrecido por las vías de segundo orden. Estas representaciones se fundamentan en las distintas dimensiones del modelo Servqual y se enfocan especialmente en la brecha número 5, que refleja la discrepancia entre el servicio esperado y el servicio percibido.

**Figura 11**

Resultados de la dimensión de Fiabilidad

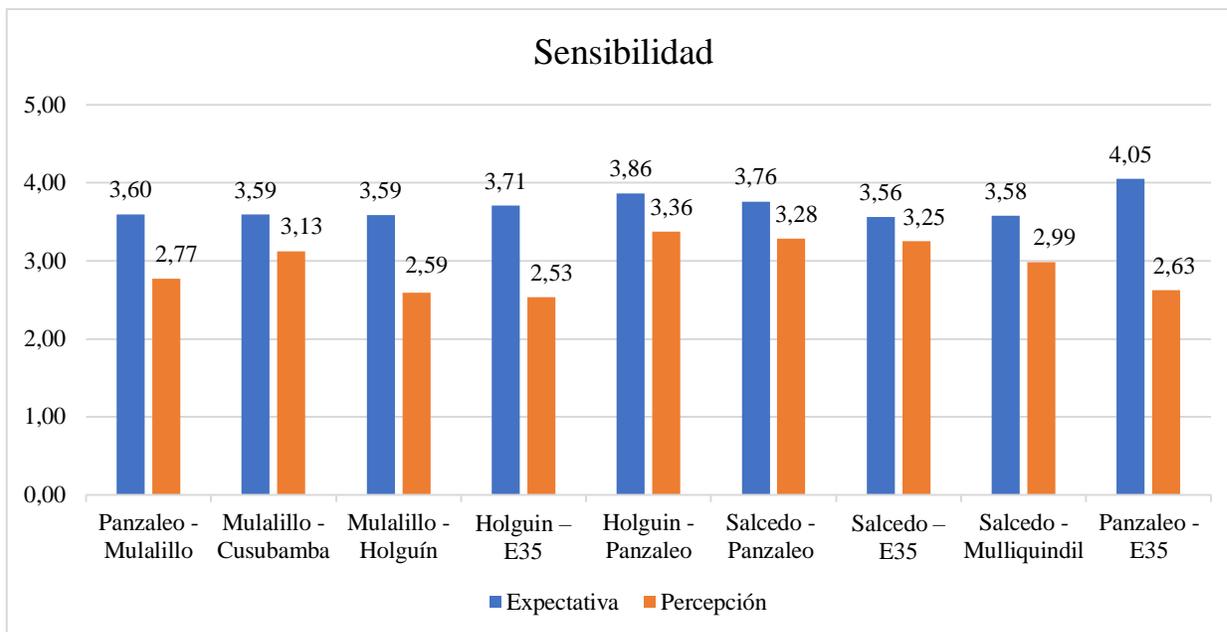


Se evidencia que las expectativas de los usuarios superan a las percepciones en las diferentes vías, lo cual indica que no cumplen con la dimensión de fiabilidad esperada por los usuarios. Además, esto implica que no se están cumpliendo los tiempos establecidos para llevar a cabo cualquier tipo de mantenimiento y limpieza de la infraestructura vial.

Estos resultados son preocupantes, ya que la falta de cumplimiento de los tiempos establecidos para el mantenimiento y limpieza de las vías puede tener un impacto negativo. Lo cual conlleva a un deterioro progresivo de la vía.

**Figura 12**

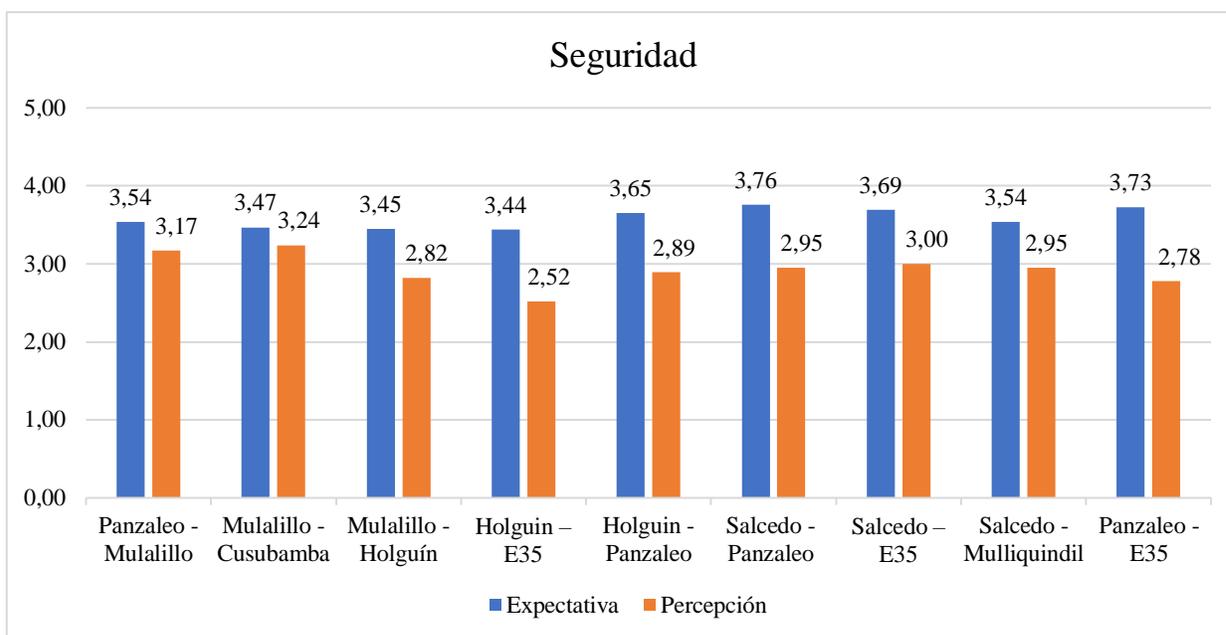
Resultados de la dimensión de Sensibilidad



En la figura se evidencia que las vías no cumplen con las expectativas establecidas por los usuarios. Esto indica que los problemas y requerimientos relacionados no se solucionan de manera rápida y eficiente cuando se solicita, lo que a su vez refleja un deficiente servicio de calidad. Generando retrasos y molestias para los usuarios que dependen de estas vías para movilizarse.

**Figura 13**

Resultados de la dimensión de Seguridad

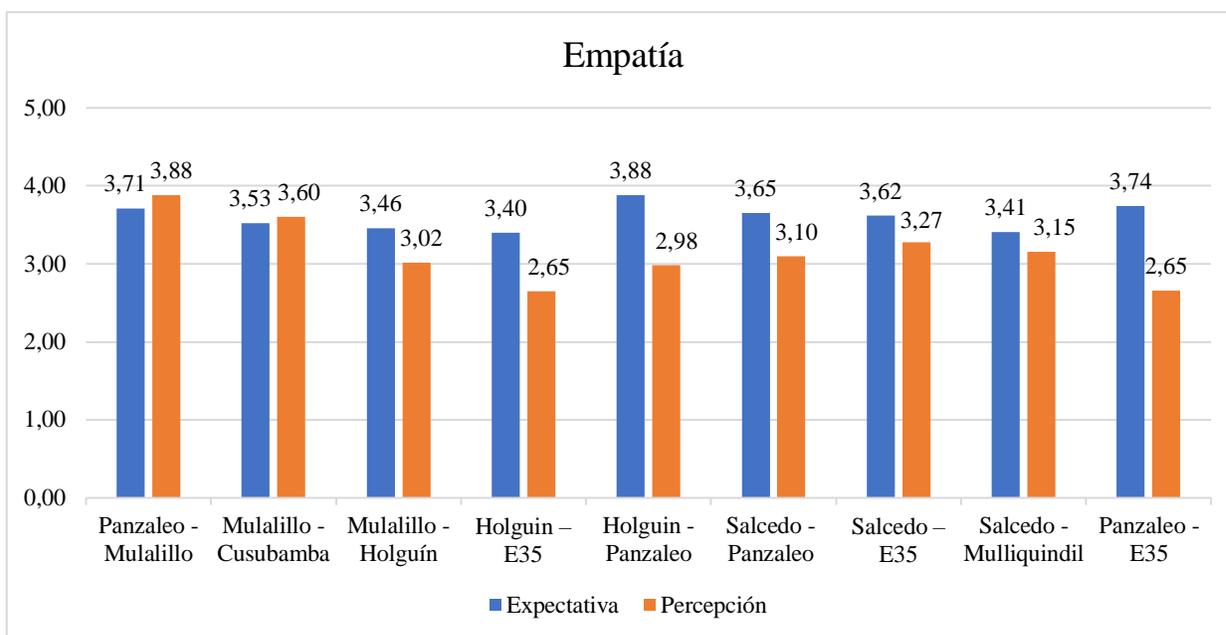


En esta dimensión, se recomienda que la calificación sea muy alta, ya que se refiere a la integridad y protección de las personas que transitan por las vías. Es importante destacar que los usuarios deberían tener mayores exigencias en este aspecto crucial para su seguridad.

Existen diversos factores que contribuyen a esta situación. Uno de ellos es la presencia de señalización horizontal borrosa o poco visible, lo que dificulta la orientación y puede aumentar el riesgo de accidentes. Además, la presencia de curvas muy cerradas o peligrosas también representa un desafío para la seguridad vial, ya que requiere una mayor atención y maniobras por parte de los conductores.

**Figura 14.**

Resultados de la dimensión de Empatía



En las vías Panzaleo - Mulalillo y Mulalillo - Cusubamba, se ha observado que la calificación de percepciones de los usuarios supera a sus expectativas, esto indica que los usuarios están satisfechos con la calidad y facilidad de transportarse, lo que cumple con sus expectativas en términos de movilidad.

Sin embargo, al analizar la percepción de los usuarios en otras vías, se evidencia que no existe una conformidad con la variable de movilidad. Los usuarios expresan su insatisfacción y esperan que las autoridades pertinentes mejoren las condiciones de las carreteras.

A partir de los resultados obtenidos en el método PSI y las percepciones adquiridas en el modelo Servqual. Se establece una relación entre las variables utilizando el coeficiente de Pearson (r), el cual nos permite cuantificar la fuerza y la dirección.

**Tabla 11**

Correlación del (PSI) con el modelo Servqual.

Nombre de la vía	X (Valor del Método PSI)	Y (Valor del Modelo del Modelo Servqual)	(X- $\bar{X}$ )	(Y- $\bar{Y}$ )	(X- $\bar{X}$ ) * (Y- $\bar{Y}$ )
Panzaleo - Mulalillo	3.323	3.191	0.093	0.188	0.017
Mulalillo - Cusubamba	3.683	3.267	0.453	0.264	0.120
Mulalillo - Holguín	2.831	2.763	-0.400	-0.239	0.096
Holguín – E35	2.601	2.520	-0.630	-0.483	0.304
Holguín - Panzaleo	3.336	3.096	0.106	0.093	0.010
Salcedo - Panzaleo	3.514	3.146	0.284	0.144	0.041
Salcedo – E35	3.537	3.254	0.307	0.252	0.077
Salcedo - Mulliquindil	3.551	3.069	0.321	0.066	0.021
Panzaleo - E35	2.696	2.717	-0.535	-0.285	0.152
<b>Promedio (<math>\bar{X}</math>), (<math>\bar{Y}</math>)</b>	3.230	3.003	$\sum (X-\bar{X})*(Y-\bar{Y})$		0.839
<b>S<sub>X</sub></b>	0.410			<b><math>\sigma_{XY}</math></b>	0.105
<b>S<sub>Y</sub></b>	0.268	<b>r</b>	0.954	<b>r<sup>2</sup></b>	0.911

Se ha encontrado un coeficiente de Pearson de 0,954 entre las variables, lo cual indica una correlación lineal positiva fuerte, lo que muestra que las variables están estrechamente relacionadas en una dirección directa. En otras palabras, a medida que una variable aumenta, la otra también tiende a aumentar de manera consistente.

Los resultados obtenidos mediante el método PSI se basan en mediciones de la serviciabilidad del pavimento. Por otro lado, el modelo Servqual evalúa de manera integral el funcionamiento y los complementos de la infraestructura vial. A diferencia del método PSI, el modelo Servqual al considerar más factores en su evaluación puede afectar la calificación obtenida, ya sea disminuyendo o aumentando, según la influencia de sus diferentes dimensiones.

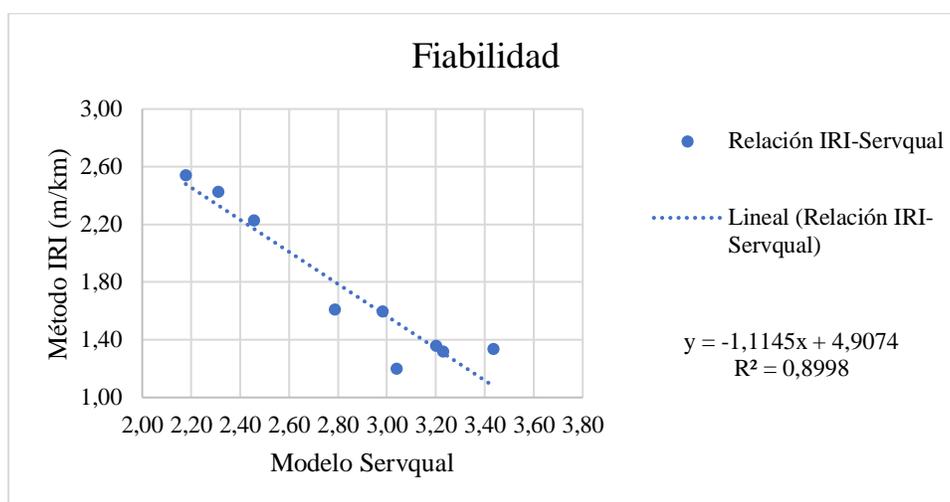
Para establecer una correlación entre el método IRI y el modelo Servqual, se consideraron exclusivamente las preguntas relacionadas con la capa superficial del

pavimento (ver anexo 14). Este enfoque permite desarrollar un modelo de predicción que evalúa la validez del modelo Servqual en cualquier vía de segundo orden.

Al utilizar únicamente las preguntas relacionadas con la capa superficial del pavimento, se puede obtener un modelo de predicción más específico y adaptado a las características y condiciones particulares de las vías. Esto permite evaluar de manera más precisa el rendimiento y la calidad de la vía con respecto a la superficie de rodadura.

### Figura 15

Ecuación de la curva del Método IRI y la percepción de la dimensión de Fiabilidad

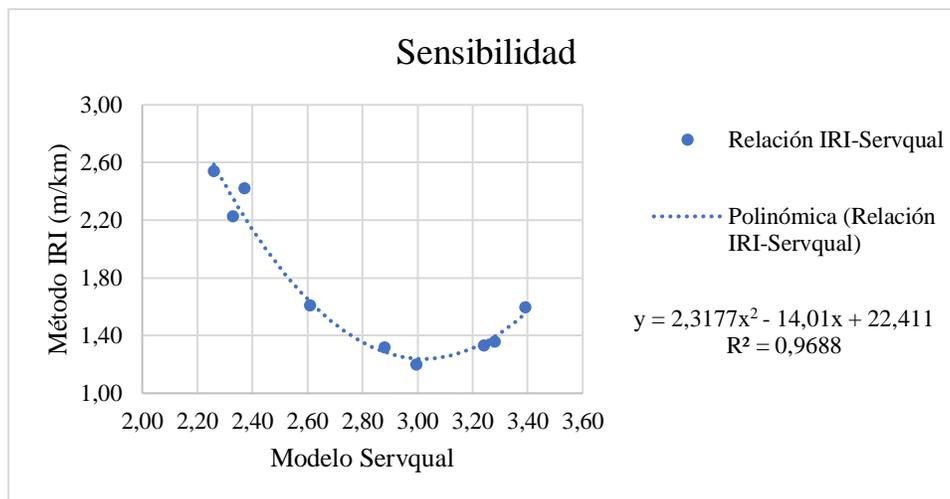


El coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) cuadrado es una medida la cual indica que el 90% de la variación en el método IRI se explica por la relación con el modelo SERVQUAL, teniendo así una fuerte relación entre las variables analizadas.

Se aprecia una correlación que sigue una ecuación lineal. Podemos emplear el modelo Servqual dentro del rango de valores (2.18;3.43). Esto se debe a que las muestras recopiladas se encuentran dentro de ese rango específico, y fuera de esos límites, el comportamiento del gráfico no es muy definido o comprensible.

**Figura 16**

Ecuación de la curva del Método IRI y la percepción de la dimensión de Sensibilidad



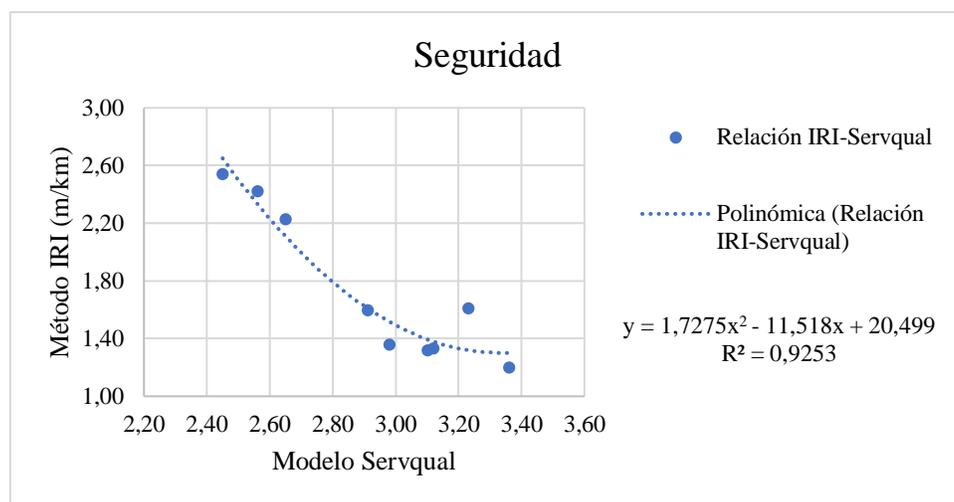
Un coeficiente de correlación de Pearson (r) cuadrado de 0.97 indica que el 97% de la variación sugiere una fuerte correlación entre las dos variables y que el modelo SERVQUAL es un buen indicador del método IRI.

Al tener una ecuación de segundo grado, se puede deducir que la relación sigue una forma curva, esta forma dependerá de los coeficientes de la ecuación.

La dimensión de Sensibilidad muestra un rango de valores de (2.26; 3.39), fuera de este rango, los valores de IRI son muy bajos y poco comunes. Es importante destacar que el valor del IRI no puede llegar a ser cero, ya que representa una regularidad ficticia y no es un escenario realista en el contexto analizado.

**Figura 17**

Ecuación de la curva del Método IRI y la percepción de la dimensión de Seguridad

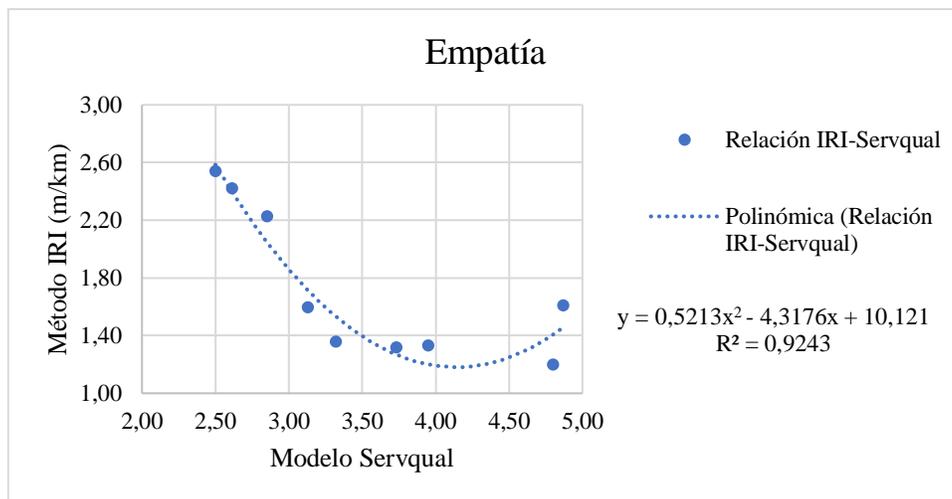


En este caso al tener un valor de r cuadrado alto del 93%, junto con la forma curva de la relación, se explica que el modelo SERVQUAL tiene una buena capacidad para predecir el método IRI.

La gráfica representa una ecuación de segundo orden, se ajusta mejor a los datos y describe de manera más precisa la relación entre las variables. Esto se evidencia en el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), el cual se aproxima a 1, indicando una coincidencia casi perfecta entre la línea de tendencia y los datos recopilados. Los límites de valores correspondientes a esta gráfica, al igual que las demás mencionadas anteriormente, son de (2.45; 3.36). Estos límites se determinan considerando los motivos expuestos previamente, es decir, que los valores fuera de este rango no son representativos debido a la presencia de una regularidad ficticia.

**Figura 18**

Ecuación de la curva del Método IRI y la percepción de la dimensión de Empatía



El modelo SERVQUAL es un buen indicador del método IRI, con una correlación fuerte y significativa del 92%. La forma curva de la relación entre ambas variables implica que el modelo SERVQUAL proporciona información valiosa para comprender el método IRI.

Para esta gráfica se utilizó una línea de tendencia curva para ajustar los datos, lo cual indica que no se sigue una relación lineal simple entre las variables. Sin embargo, se marcaron límites (2.50; 4.87) para indicar el rango de valores considerados más representativos. Al observar el comportamiento de las gráficas anteriores, se puede determinar que la forma de la gráfica también puede ser parabólica, con un grado de curvatura suave.

Establecer estos límites ayuda a enfocar el análisis y la interpretación de los datos dentro de un rango más definido y confiable.

## 4.2. Discusión

Los usuarios de las vías de segundo orden en el cantón Salcedo al contar con una vía asfaltada por donde transitan también consideran varios criterios adicionales al evaluar la calidad de estas vías. Algunos de estos criterios incluyen: la seguridad, señalización, para garantizar un tránsito seguro y ordenado. Es por ello que los criterios a considerar reflejan la importancia de tener una red vial bien desarrollada y con un mantenimiento adecuado para satisfacer la eficiencia y la seguridad en el transporte.

Es relevante destacar que el índice de serviciabilidad presente (PSI) se calculó utilizando la correlación entre el índice de regularidad internacional (IRI), el cual fue medido mediante el uso del equipo Merlín. Por otro lado, el modelo Servqual se basa en las expectativas y percepciones de los usuarios.

En este estudio se destaca una correlación significativa entre el Índice de Regularidad Internacional (IRI) y el modelo SERVQUAL, lo que sugiere que la calidad percibida del pavimento por los usuarios está directamente relacionada con la regularidad de las vías. Esta relación establecida a través de encuestas elimina la necesidad de mediciones directas del IRI mediante el Merlín, ofreciendo una metodología más eficiente y rentable para evaluar la condición de las carreteras.

Al utilizar encuestas basadas en SERVQUAL para evaluar la calidad del pavimento, se reduce drásticamente el tiempo y los recursos que normalmente se emplearían en mediciones extensas con dispositivos especializados.

Es interesante señalar que en todas las vías es notable que, en los primeros y últimos tramos de la vía, se observan valores altos del índice de regularidad (IRI). Este cambio podría ser causado por diferentes factores que pueden influir en la regularidad de la vía. Uno de los factores que puede contribuir es el cambio de tipo de vía, la velocidad con la cual se ingresa entre otros, afectando la comodidad y la calidad del viaje.

Es importante notar que las gráficas de predicción fueron representadas como parábolas. Esto se debe a la complejidad de obtener una ecuación que se ajuste perfectamente a los datos observados, por ello se optó por utilizar un fragmento de una parábola. Esta decisión se debe a que la parábola ofrece una forma curva suave que se ajusta bien a ciertos rangos de valores.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Al medir el IRI de las vías de segundo orden del cantón Salcedo, se obtiene que las vías se encuentran en un estado BUENO, debido a que se hallan en el rango de 1.20 a 1.61, con la excepción de las vías Mulalillo - Holguín, Holguín – E35, Panzaleo – E35, que se encuentran en el rango de 2.22 a 2.54 indicando un estado REGULAR, presentando problemas para altas velocidades de tránsito.
- En la aplicación del modelo Servqual a través de encuestas se observó que las expectativas son altas en las diferentes dimensiones. Esto implica que los usuarios tienen estándares exigentes en cuanto a calidad y seguridad, y requieren que las vías estén bien pavimentadas para poder transitar.
- Al analizar y comparar los valores obtenidos a través del método IRI y las evaluaciones del modelo Servqual, se establece una correlación entre ambos. Los resultados indican que el valor del coeficiente de determinación ( $r$  cuadrado) son superiores a 0.90 para cada una de las dimensiones implicando que aproximadamente el 90% de las evaluaciones del modelo Servqual puede ser explicada por los valores obtenidos a través del método IRI. Esto revela que existe una relación fuerte y consistente.
- Además, las gráficas resultantes mostraron una forma polinomial de segundo grado, específicamente cóncavas entre las dos variables. A excepción de la dimensión de fiabilidad donde la gráfica es lineal con una pendiente negativa, indica una relación inversamente proporcional entre los valores obtenidos. Por ende, a medida que los valores del método IRI aumentan, las evaluaciones del modelo Servqual tienden a disminuir. Mostrando una correlación notable entre la medición técnica y la percepción de los usuarios en cuanto a la calidad de las vías.
- Al realizar una comparativa entre el índice de Serviciabilidad PSI y el modelo Servqual, se busca comprender cómo se relacionan estas dos métricas en términos de la calidad del servicio vial por medio del coeficiente de correlación

de Pearson obteniendo un valor de 0.95 el cual muestra una correlación positiva fuerte entre los valores obtenidos, los cuales están estrechamente relacionados con las percepciones de los usuarios evaluadas por el modelo Servqual. Esto refuerza la importancia de considerar los aspectos técnicos.

- En este estudio, se llevó a cabo una evaluación técnica de las vías de segundo orden del cantón Salcedo utilizando el indicador IRI y el modelo Servqual. Mediante el objetivo de medir el IRI del pavimento flexible utilizando el Merlín, se pudo valorar el estado de las vías y determinar que se encuentran en estado bueno y regular, destacando una prioridad de buen estado.

## **5.2.Recomendaciones**

Dados los recursos limitados y la necesidad de datos precisos, se recomienda explorar herramientas digitales como aplicaciones móviles y formularios en línea para aplicar las encuestas. Estas herramientas facilitan la recopilación y el análisis de datos de los usuarios de manera eficiente mejorando el rendimiento del proceso.

Es importante definir criterios claros para la selección de los usuarios en las encuestas. Se recomienda encuestar únicamente a personas que residen o usan activamente las vías de estudio en lugar de incluir a usuarios no relacionados. Esto asegurará que las respuestas reflejen las experiencias reales.



- Competitiveness and Prosperity” August* (pp. 14-16).  
<https://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP065.pdf>
- Cantillo Zuleta, J. L. (2016). *Análisis de las percepciones de los usuarios acerca de la serviciabilidad en vías urbanas*. [Tesis Pregrado, Fundación Universidad del Norte]. Repositorio Institucional.  
<https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/9211/125132.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras, 2da Edición*. Biblioteca Nacional de Colombia
- Carhuapoma Carlos, J. H. (2019). *Evaluación del nivel de servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) utilizando el rugosímetro MERLIN en el pavimento flexible de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca–2019*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional.  
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1823>
- Colcha Guashpa, V. M. (2022). *Aplicación del método PSI y modelo Servqual para la valoración técnica de las vías de segundo orden del cantón Guano*. [Trabajo Titulación, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Institucional.  
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8998>
- Del Águila Rodríguez, P. (1999). Metodología para la determinación de la rugosidad de los pavimentos con equipo de bajo costo y gran precisión. *In Ponencia presentada al X Congreso Ibero Latinoamericano de Asfalto*.
- Diaz Quispe, M. I. (2021). *Evaluación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) mediante el equipo MERLIN del pavimento flexible de la carretera los Baños del Inca – cruce carretera aeropuerto – Otuzco, distrito los Baños del Inca - Cajamarca*. [Trabajo Titulación, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional.  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29477>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Salcedo. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. [https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0560000620001\\_DIAGNOSTICO%20POR%20COMPONENTES\\_15-04-2016\\_15-56-19.pdf](https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0560000620001_DIAGNOSTICO%20POR%20COMPONENTES_15-04-2016_15-56-19.pdf)

- Hernández Cáceres, J. C. (2018). *Determinar el índice de rugosidad IRI y desarrollar un manual para el equipo Merlín*. [Trabajo Titulación, Universidad Pontificia Bolivariana]. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5627>
- Hurtado Arias, W. M. (2016). *Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha*. [Trabajo Titulación, Universidad Internacional del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1263>
- Jiménez, R. B. (2011). Equipos de evaluación de alto desempeño de redes viales. *Infraestructura Vial*, 13(24), 31–39. <https://doi.org/10.15517/IV.V13I24.1981>
- Martin, T., & Sen, R. (2023). *Austroads Road Deterioration Model Update: Roughness*. <https://austroads.com.au/publications/pavement/ap-t369-23>
- Martínez Ospino, L. M., & Noguera Núñez, R. D. (2020). *Modelos de serviciabilidad de pavimentos a partir del índice de condición del pavimento (PCI) con relación a las velocidades de operación*. [Trabajo Titulación, Universidad de la Costa]. <https://doi.org/10.1/JQUERY.MIN.JS>
- Matsumoto Nishizawa, R. (2014). Desarrollo del Modelo Servqual para la medición de la calidad del servicio en la empresa de publicidad Ayuda Experto. *Revista Perspectivas*, 34, 181–209. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1994-37332014000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332014000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Mendieta Quito, D. E. (2016). *Aplicación de una Metodología para Rehabilitación de Pavimentos Mediante Sobrecapas de Refuerzo, utilizando AASHTO 93*. [Trabajo Titulación, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5501>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú. (2007). *Especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras*. <https://www.yumpu.com/es/document/view/13235262/especificaciones-tecnicas-generales-para-la-conservacion>
- Moreno Gómez, J. L. (2016). *Influencia de la velocidad en la medición de IRI con el equipo perfilómetro láser*. [Trabajo Titulación, Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/7659>

- Palmer, A., Jiménez, R., & Montaña, J. J. (2001). *Tutorial sobre el coeficiente de correlación lineal de Pearson en Internet*.  
<https://www.researchgate.net/publication/331640788>
- Ponte Fernández, J. S. (2022). *Evaluación del índice de serviciabilidad del pavimento flexible en la carretera Costanera ubicado en Huanchaco entre avenida Circunvalación y Km 8 + 058*. [Trabajo Titulación, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8531>
- Ramírez, L. (2004). *Manual para priorización de inversiones proyecto municipal*.  
[https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/852/MANUAL\\_PRIORIZACION\\_%20INVERSIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/852/MANUAL_PRIORIZACION_%20INVERSIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Reyes Pionce, b. A. (2021). *Determinación del índice de rugosidad internacional en la av. La prensa, usando aparatos inteligentes y el rugosímetro de merlín*. [Trabajo Titulación, Universidad Estatal del Sur de Manabí].  
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2727>
- Rodríguez Orozco, A. I. (2020). *Calidad de servicio de las vías de segundo orden de la provincia de Chimborazo*. [Trabajo Titulación, Universidad Nacional de Chimborazo].  
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6347>
- Rodríguez Zelaya, E. V., Torres Mayorga, L. M., & Villeda Alvarenga, M. I. Angel. (2019). *Desarrollo de metodología para la medición de IRI (International Roughness Index), mediante el uso de un rugosímetro basado en el MERLIN (Machine Evaluating Roughness Using Low Cost Instrumentation), para evaluación de pavimentos flexibles y rígidos en El Salvador*. [Trabajo Titulación, Universidad de el Salvador].  
<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20699>
- Valverde Cordero, C., & Barrantes Jiménez, R. (2019). *Rangos del índice de regularidad internacional y su impacto en las venas de operación*.  
<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1422>

## ANEXOS

### Anexo 1 Evidencia fotográfica de la capa asfáltica sobre el adoquinado vehicular



### Anexo 2 Población futura de las parroquias donde se localizan las vías de estudio.

Parroquias	Tasa de crecimiento (%)	Censo		Población Futura (hab.)
		2001	2010	2023
Cusubamba	0,15	7102	7200	7344
Mulalillo	1,08	5787	6379	7343
Panzaleo	2,46	2768	3455	4759
A.J. Holguín	1,15	2401	2664	3096
Mulliquindil	1,04	6559	7203	8246
<b>TOTAL HABITANTES</b>		<b>24617</b>	<b>26901</b>	<b>30788</b>

**Anexo 3 Evidencia fotográfica del ensayo realizado utilizando el equipo Merlín**



**Foto 1** Ensayo de regularidad de la vía Panzaleo - Mulalillo



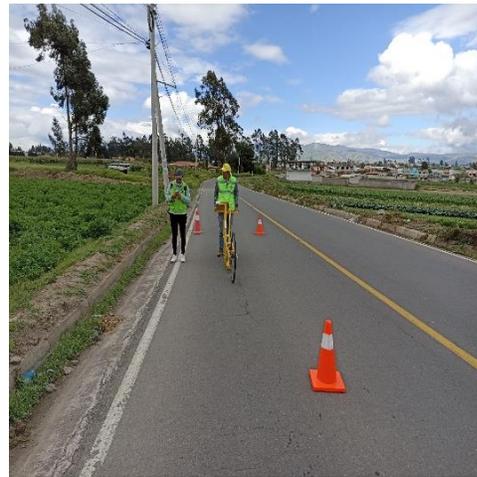
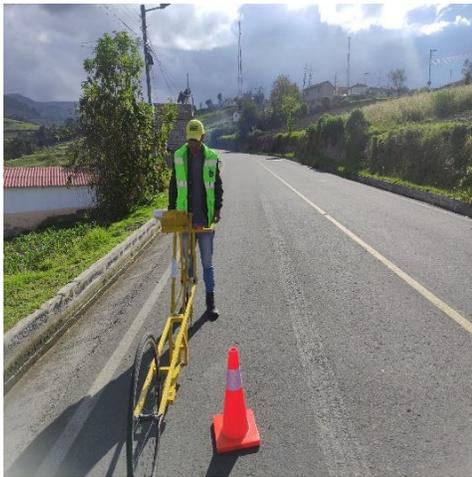
**Foto 2** Ensayo de regularidad de la vía Mulalillo - Cusubamba



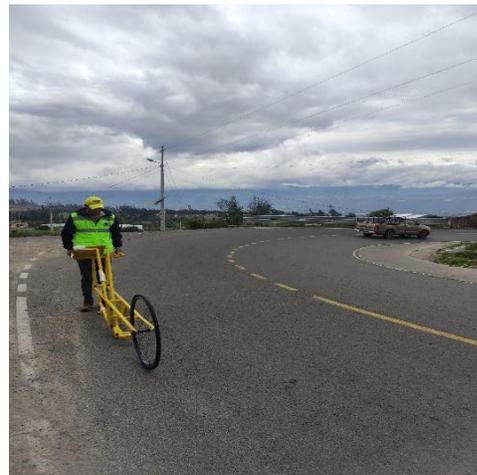
**Foto 3** Ensayo de regularidad de la vía Mulalillo - Holguín



**Foto 4** Ensayo de regularidad de la vía Holguín – E35



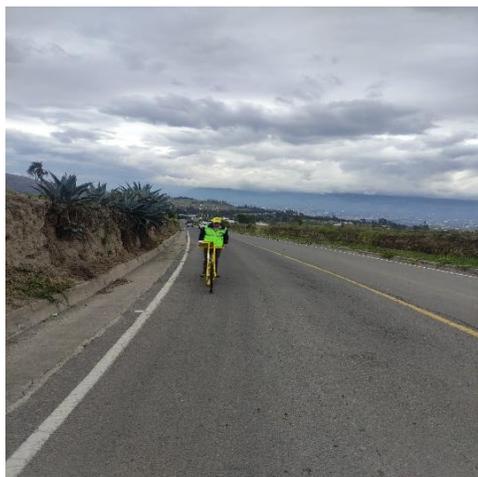
**Foto 5** Ensayo de regularidad de la vía Holguín - Panzaleo



**Foto 6** Ensayo de regularidad de la vía Salcedo - Panzaleo



**Foto 7** Ensayo de regularidad de la vía Salcedo – E35



**Foto 8** Ensayo de regularidad de la vía Salcedo - Mulliquindil



**Foto 9** Ensayo de regularidad de la vía Panzaleo - E35

Anexo 4 Hoja de campo utilizado para el ensayo Merlín de la vía Panzaleo - Mulalillo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO**  
**HOJA DE CAMPO**



**Proyecto:** Aplicación del método IRI y el modelo Servqual para la valoración técnica de las vías de segundo orden del cantón salcedo  
**Sector:** Panzaleo **Carril:** Derecho  
**Nombre de la vía:** Panzaleo - Mulalillo **Operador:** F. Lema & S. Unapucha  
**Tramo:** K0+000 – K0+400 **Fecha:** 26/03/2023

**Ensayo N°**  **Km**  **Hora**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<b>Tipo de Pavimento</b>
<b>1</b>	24	33	24	26	27	23	23	22	25	25	Afirmado <input type="checkbox"/>
<b>2</b>	26	24	27	25	25	23	23	25	25	27	Base Granular <input type="checkbox"/>
<b>3</b>	25	28	24	26	28	24	23	24	25	26	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
<b>4</b>	25	25	25	26	23	24	24	24	26	26	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
<b>5</b>	22	31	24	29	25	24	20	23	27	25	Carpeta en frío <input type="checkbox"/>
<b>6</b>	24	29	24	26	24	23	25	23	27	30	Carpeta en caliente <input checked="" type="checkbox"/>
<b>7</b>	25	27	24	25	24	23	24	25	26	24	Recapeo Asfaltico <input type="checkbox"/>
<b>8</b>	23	26	25	24	25	24	23	23	26	25	Sello <input type="checkbox"/>
<b>9</b>	28	24	26	25	26	24	22	23	24	26	Otros <input type="checkbox"/>
<b>10</b>	24	24	28	24	25	22	24	24	25	27	
<b>11</b>	28	26	26	26	23	22	25	26	25	26	
<b>12</b>	27	28	25	26	25	22	22	24	26	23	
<b>13</b>	26	26	26	24	24	22	22	24	25	26	
<b>14</b>	23	22	24	23	25	22	23	23	27	25	
<b>15</b>	27	23	24	24	23	24	23	24	30	25	
<b>16</b>	33	24	24	24	23	24	25	25	25	27	
<b>17</b>	35	25	25	25	25	26	22	24	26	33	
<b>18</b>	28	24	29	23	24	22	22	23	24	26	
<b>19</b>	31	23	27	24	25	23	23	26	25	27	
<b>20</b>	37	26	28	29	24	17	23	25	25	26	

**Observaciones:**

---



---

**Anexo 5 Nivel de Servicio de la vía Panzaleo - Mulalillo**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
MÉTODO IRI - MÉTODO PSI**



**Nombre de la vía:** Panzaleo -Mulalillo  
**Tipo de superficie:** Pavimento Flexible  
**Evaluado por:** Fabián Lema & Soledad Unapcha

Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
1	K0+000	K0+400	Derecho	7.18	35.89	1.74	4.26	3.64	3.18	3.63	3.18	BUENO	BUENO
2	K0+400	K0+800	Derecho	8.33	41.67	2.56	3.91	3.14	2.57	3.16	2.57	REGULAR	REGULAR
3	K0+800	K1+200	Derecho	8.92	44.60	2.69	3.86	3.06	2.48	3.09	2.48	REGULAR	REGULAR
4	K1+200	K1+600	Derecho	4.98	24.92	1.21	4.50	4.01	3.65	4.00	3.65	BUENO	BUENO
5	K1+600	K2+000	Derecho	5.00	25.00	1.21	4.49	4.01	3.65	4.00	3.65	BUENO	BUENO
6	K2+000	K2+400	Derecho	5.71	28.54	1.38	4.42	3.89	3.49	3.87	3.49	BUENO	BUENO
7	K2+400	K2+800	Derecho	4.44	22.19	1.08	4.56	4.11	3.78	4.11	3.78	BUENO	BUENO
8	K2+800	K3+200	Derecho	5.23	26.13	1.27	4.47	3.97	3.60	3.96	3.60	BUENO	BUENO
9	K3+200	K3+600	Derecho	4.68	23.41	1.14	4.53	4.07	3.72	4.06	3.72	BUENO	BUENO
10	K3+600	K4+000	Derecho	7.03	35.13	1.70	4.27	3.67	3.21	3.66	3.21	BUENO	BUENO
11	K4+000	K4+400	Derecho	5.79	28.97	1.41	4.41	3.87	3.47	3.86	3.47	BUENO	BUENO
12	K4+400	K4+628	Derecho	4.83	24.13	1.17	4.51	4.04	3.69	4.03	3.69	BUENO	BUENO

Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
13	K0+000	K0+400	Izquierdo	5.29	26.43	1.28	4.46	3.96	3.58	3.95	3.58	BUENO	BUENO
14	K0+400	K0+800	Izquierdo	5.73	28.67	1.39	4.41	3.88	3.48	3.87	3.48	BUENO	BUENO
15	K0+800	K1+200	Izquierdo	5.71	28.57	1.39	4.42	3.89	3.49	3.87	3.49	BUENO	BUENO
16	K1+200	K1+600	Izquierdo	4.66	23.32	1.13	4.53	4.07	3.73	4.06	3.73	BUENO	BUENO
17	K1+600	K2+000	Izquierdo	4.91	24.55	1.19	4.50	4.03	3.67	4.02	3.67	BUENO	BUENO
18	K2+000	K2+400	Izquierdo	5.99	29.94	1.45	4.39	3.84	3.43	3.83	3.43	BUENO	BUENO
19	K2+400	K2+800	Izquierdo	5.32	26.62	1.29	4.46	3.95	3.57	3.94	3.57	BUENO	BUENO
20	K2+800	K3+200	Izquierdo	5.79	28.93	1.40	4.41	3.87	3.47	3.86	3.47	BUENO	BUENO
21	K3+200	K3+600	Izquierdo	9.12	45.60	2.74	3.84	3.04	2.45	3.07	2.45	REGULAR	REGULAR
22	K3+600	K4+000	Izquierdo	8.18	40.90	2.52	3.93	3.16	2.60	3.18	2.60	REGULAR	REGULAR
23	K4+000	K4+400	Izquierdo	6.20	31.00	1.50	4.36	3.80	3.38	3.79	3.38	BUENO	BUENO
24	K4+400	K4+622	Izquierdo	9.40	47.00	2.81	3.81	3.00	2.41	3.04	2.41	REGULAR	REGULAR

La Vía Panzaleo - Mulalillo tiene un valor de IRI = 1.61 y PSI =3.32 indicando una serviciabilidad de "Bueno"

**Anexo 6 Nivel de Servicio de la vía Mulalillo – Cusubamba**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO**  
**MÉTODO IRI - MÉTODO PSI**



**Nombre de la vía:** Mulalillo - Cusubamba  
**Tipo de superficie:** Pavimento Flexible  
**Evaluado por:** Fabián Lema & Soledad Unapcha

Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
1	K0+000	K0+400	Derecho	7.83	39.17	2.44	3.96	3.21	2.65	3.23	2.65	REGULAR	REGULAR
2	K0+400	K0+800	Derecho	4.58	22.90	1.11	4.54	4.09	3.75	4.08	3.75	BUENO	BUENO
3	K0+800	K1+200	Derecho	4.73	23.65	1.15	4.52	4.06	3.71	4.05	3.71	BUENO	BUENO
4	K1+200	K1+600	Derecho	5.26	26.31	1.28	4.47	3.96	3.59	3.95	3.59	BUENO	BUENO
5	K1+600	K2+000	Derecho	4.16	20.82	1.01	4.59	4.16	3.85	4.16	3.85	BUENO	BUENO
6	K2+000	K2+400	Derecho	4.90	24.48	1.19	4.51	4.03	3.67	4.02	3.67	BUENO	BUENO
7	K2+400	K2+800	Derecho	3.67	18.33	0.89	4.64	4.25	3.97	4.27	3.97	MUY BUENO	BUENO
8	K2+800	k3+200	Derecho	4.06	20.32	0.99	4.60	4.18	3.87	4.18	3.87	MUY BUENO	BUENO
9	k3+200	K3+600	Derecho	4.52	22.59	1.10	4.55	4.10	3.76	4.09	3.76	BUENO	BUENO
10	K3+600	K4+000	Derecho	3.83	19.17	0.93	4.62	4.22	3.93	4.23	3.93	MUY BUENO	BUENO
11	K4+000	K4+400	Derecho	3.50	17.50	0.85	4.66	4.28	4.01	4.30	4.01	MUY BUENO	MUY BUENO
12	K4+400	K4+800	Derecho	3.48	17.38	0.84	4.67	4.29	4.02	4.31	4.02	MUY BUENO	MUY BUENO
13	K4+800	K5+200	Derecho	5.40	26.98	1.31	4.45	3.94	3.56	3.93	3.56	BUENO	BUENO
14	K5+200	K5+600	Derecho	4.39	21.94	1.06	4.56	4.12	3.79	4.12	3.79	BUENO	BUENO
15	K5+600	K6+000	Derecho	3.88	19.42	0.94	4.62	4.21	3.91	4.22	3.91	MUY BUENO	BUENO
16	K6+000	K6+400	Derecho	3.61	18.05	0.88	4.65	4.26	3.98	4.28	3.98	MUY BUENO	BUENO
17	K6+400	K6+800	Derecho	3.17	15.83	0.77	4.70	4.35	4.10	4.38	4.10	MUY BUENO	MUY BUENO
18	K6+800	K7+200	Derecho	5.57	27.83	1.35	4.43	3.91	3.52	3.90	3.52	BUENO	BUENO
19	K7+200	K7+600	Derecho	5.53	27.67	1.34	4.44	3.92	3.53	3.90	3.53	BUENO	BUENO
20	K7+600	K8+000	Derecho	4.41	22.03	1.07	4.56	4.12	3.79	4.11	3.79	BUENO	BUENO
21	K8+000	K8+400	Derecho	3.52	17.62	0.85	4.66	4.28	4.00	4.30	4.00	MUY BUENO	MUY BUENO
22	K8+400	K8+800	Derecho	3.43	17.14	0.83	4.67	4.30	4.03	4.32	4.03	MUY BUENO	MUY BUENO
23	K8+800	K9+200	Derecho	8.78	43.90	2.66	3.87	3.08	2.50	3.11	2.50	REGULAR	REGULAR
24	K9+200	K9+600	Derecho	4.18	20.89	1.01	4.59	4.16	3.84	4.16	3.84	BUENO	BUENO
25	K9+600	K10+00	Derecho	3.75	18.75	0.91	4.63	4.24	3.95	4.25	3.95	MUY BUENO	BUENO
26	K10+00	K10+400	Derecho	5.96	29.78	1.44	4.39	3.85	3.43	3.83	3.43	BUENO	BUENO
27	K10+400	K10+642	Derecho	10.50	52.50	3.07	3.71	2.86	2.25	2.91	2.25	REGULAR	REGULAR

Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
28	K0+000	K0+400	Izquierdo	5.51	27.55	1.34	4.44	3.92	3.53	3.91	3.53	BUENO	BUENO
29	K0+400	K0+800	Izquierdo	5.51	27.56	1.34	4.44	3.92	3.53	3.91	3.53	BUENO	BUENO
30	K0+800	K1+200	Izquierdo	3.46	17.31	0.84	4.67	4.29	4.02	4.31	4.02	MUY BUENO	MUY BUENO
31	K1+200	K1+600	Izquierdo	4.24	21.19	1.03	4.58	4.15	3.83	4.15	3.83	BUENO	BUENO
32	K1+600	K2+000	Izquierdo	8.20	41.00	2.52	3.93	3.16	2.59	3.18	2.59	REGULAR	REGULAR
33	K2+000	K2+400	Izquierdo	3.34	16.69	0.81	4.68	4.32	4.05	4.34	4.05	MUY BUENO	MUY BUENO
34	K2+400	K2+800	Izquierdo	3.43	17.15	0.83	4.67	4.30	4.03	4.32	4.03	MUY BUENO	MUY BUENO
35	K2+800	K3+200	Izquierdo	5.61	28.06	1.36	4.43	3.90	3.51	3.89	3.51	BUENO	BUENO
36	K3+200	K3+600	Izquierdo	6.53	32.67	1.58	4.33	3.75	3.31	3.74	3.31	BUENO	BUENO
37	K3+600	K4+000	Izquierdo	3.44	17.20	0.83	4.67	4.30	4.03	4.32	4.03	MUY BUENO	MUY BUENO
38	K4+000	K4+400	Izquierdo	3.50	17.49	0.85	4.66	4.29	4.01	4.30	4.01	MUY BUENO	MUY BUENO
39	K4+400	K4+800	Izquierdo	4.14	20.68	1.00	4.59	4.17	3.85	4.17	3.85	BUENO	BUENO
40	K4+800	K5+200	Izquierdo	3.87	19.36	0.94	4.62	4.22	3.92	4.22	3.92	MUY BUENO	BUENO
41	K5+200	K5+600	Izquierdo	4.59	22.93	1.11	4.54	4.08	3.74	4.08	3.74	BUENO	BUENO
42	K5+600	K6+000	Izquierdo	3.71	18.57	0.90	4.64	4.24	3.96	4.26	3.96	MUY BUENO	BUENO
43	K6+000	K6+400	Izquierdo	4.60	23.00	1.12	4.54	4.08	3.74	4.08	3.74	BUENO	BUENO
44	K6+400	K6+800	Izquierdo	3.62	18.08	0.88	4.65	4.26	3.98	4.28	3.98	MUY BUENO	BUENO
45	K6+800	K7+200	Izquierdo	5.25	26.26	1.27	4.47	3.97	3.59	3.95	3.59	BUENO	BUENO
46	K7+200	K7+600	Izquierdo	4.46	22.28	1.08	4.55	4.11	3.78	4.10	3.78	BUENO	BUENO
47	K7+600	K8+000	Izquierdo	3.58	17.88	0.87	4.65	4.27	3.99	4.29	3.99	MUY BUENO	BUENO
48	K8+000	K8+400	Izquierdo	5.13	25.63	1.24	4.48	3.99	3.62	3.98	3.62	BUENO	BUENO
49	K8+400	K8+800	Izquierdo	4.44	22.22	1.08	4.56	4.11	3.78	4.11	3.78	BUENO	BUENO
50	K8+800	K9+200	Izquierdo	5.60	28.02	1.36	4.43	3.91	3.51	3.89	3.51	BUENO	BUENO
51	K9+200	K9+600	Izquierdo	4.97	24.83	1.20	4.50	4.02	3.66	4.01	3.66	BUENO	BUENO
52	K9+600	K10+00	Izquierdo	4.91	24.55	1.19	4.50	4.03	3.67	4.02	3.67	BUENO	BUENO
53	K10+00	K10+400	Izquierdo	5.92	29.58	1.43	4.39	3.85	3.44	3.84	3.44	BUENO	BUENO
54	K10+400	K10+634	Izquierdo	6.72	33.61	1.63	4.31	3.72	3.27	3.71	3.27	BUENO	BUENO

La Vía Mulalillo - Cusubamba tiene un valor de IRI = 1.20 y PSI = 3.68 indicando una serviciabilidad de "Bueno"

## Anexo 7 Nivel de Servicio de la vía Mulalillo - Holguín



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO**  
**MÉTODO IRI - MÉTODO PSI**



**Nombre de la vía:** Mulalillo - Holguín  
**Tipo de superficie:** Pavimento Flexible  
**Evaluado por:** Fabián Lema & Soledad Unapcha

Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
1	K0+000	K0+400	Derecho	9.14	45.71	2.75	3.84	3.03	2.45	3.07	2.45	REGULAR	REGULAR
2	K0+400	K0+800	Derecho	11.11	55.54	3.21	3.65	2.79	2.17	2.84	2.17	REGULAR	REGULAR
3	K0+800	K1+200	Derecho	6.00	30.00	1.46	4.38	3.84	3.43	3.82	3.43	BUENO	BUENO
4	K1+200	K1+600	Derecho	6.95	34.74	1.69	4.28	3.68	3.23	3.67	3.23	BUENO	BUENO
5	K1+600	K2+000	Derecho	7.14	35.69	1.73	4.26	3.65	3.19	3.64	3.19	BUENO	BUENO
6	K2+000	K2+400	Derecho	7.83	39.17	2.44	3.96	3.21	2.65	3.23	2.65	REGULAR	REGULAR
7	K2+400	K2+800	Derecho	6.32	31.62	1.53	4.35	3.78	3.36	3.77	3.36	BUENO	BUENO
8	K2+800	k2+996	Derecho	8.58	42.92	2.61	3.89	3.11	2.53	3.13	2.53	REGULAR	REGULAR

Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
9	K0+000	K0+400	Izquierdo	7.10	35.50	1.72	4.27	3.66	3.20	3.65	3.20	BUENO	BUENO
10	K0+400	K0+800	Izquierdo	8.55	42.73	2.61	3.89	3.11	2.54	3.14	2.54	REGULAR	REGULAR
11	K0+800	K1+200	Izquierdo	8.36	41.79	2.56	3.91	3.14	2.57	3.16	2.57	REGULAR	REGULAR
12	K1+200	K1+600	Izquierdo	8.05	40.24	2.49	3.94	3.18	2.62	3.20	2.62	REGULAR	REGULAR
13	K1+600	K2+000	Izquierdo	6.33	31.67	1.54	4.35	3.78	3.35	3.77	3.35	BUENO	BUENO
14	K2+000	K2+400	Izquierdo	7.25	36.25	1.76	4.25	3.63	3.17	3.62	3.17	BUENO	BUENO
15	K2+400	K2+800	Izquierdo	9.33	46.67	2.79	3.82	3.01	2.42	3.04	2.42	REGULAR	REGULAR
16	K2+800	k2+994	Izquierdo	9.30	46.50	2.78	3.82	3.01	2.42	3.05	2.42	REGULAR	REGULAR

La Vía Mulalillo - Holguín tiene un valor de IRI = 2.23 y PSI = 2.83 indicando una serviciabilidad de "Regular"

## Anexo 8 Nivel de Servicio de la vía Holguín - E35

Nº		ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
		Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
1		K0+000	K0+400	Derecho	9.60	48.00	2.85	3.79	2.98	2.38	3.01	2.38	REGULAR	REGULAR
2		K0+400	K0+800	Derecho	7.93	39.64	2.46	3.95	3.20	2.64	3.21	2.64	REGULAR	REGULAR
3		K0+800	K1+148	Derecho	8.67	43.33	2.63	3.88	3.10	2.52	3.12	2.52	REGULAR	REGULAR
Nº		ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
		Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
4		K0+000	K0+400	Izquierdo	6.87	34.33	1.67	4.29	3.69	3.24	3.68	3.24	BUENO	BUENO
5		K0+400	K0+800	Izquierdo	8.08	40.38	2.49	3.94	3.18	2.61	3.20	2.61	REGULAR	REGULAR
6		K0+800	K1+148	Izquierdo	10.83	54.17	3.14	3.68	2.82	2.21	2.87	2.21	REGULAR	REGULAR
La Vía Holguín - E35 tiene un valor de IRI = 2.54 y PSI = 2.60 indicando una serviciabilidad de "Regular"														

**Anexo 9** Nivel de Servicio de la vía Holguín - Panzaleo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO**  
**MÉTODO IRI - MÉTODO PSI**



**Nombre de la vía:** Holguín - Panzaleo  
**Tipo de superficie:** Pavimento Flexible  
**Evaluado por:** Fabián Lema & Soledad Unapcha

Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
1	K0+000	K0+400	Derecho	7.18	35.89	1.74	4.26	3.64	3.18	3.63	3.18	BUENO	BUENO
2	K0+400	K0+800	Derecho	8.33	41.67	2.56	3.91	3.14	2.57	3.16	2.57	REGULAR	REGULAR
3	K0+800	K1+200	Derecho	8.92	44.60	2.69	3.86	3.06	2.48	3.09	2.48	REGULAR	REGULAR
4	K1+200	K1+600	Derecho	4.98	24.92	1.21	4.50	4.01	3.65	4.00	3.65	BUENO	BUENO
5	K1+600	K2+000	Derecho	5.00	25.00	1.21	4.49	4.01	3.65	4.00	3.65	BUENO	BUENO
6	K2+000	K2+400	Derecho	5.79	28.97	1.41	4.41	3.87	3.47	3.86	3.47	BUENO	BUENO
7	K2+400	K2+800	Derecho	5.29	26.46	1.28	4.46	3.96	3.58	3.95	3.58	BUENO	BUENO
8	K2+800	k3+200	Derecho	5.51	27.56	1.34	4.44	3.92	3.53	3.91	3.53	BUENO	BUENO
9	k3+200	K3+600	Derecho	5.26	26.32	1.28	4.47	3.96	3.59	3.95	3.59	BUENO	BUENO
10	K3+600	K4+000	Derecho	5.22	26.08	1.26	4.47	3.97	3.60	3.96	3.60	BUENO	BUENO
11	K4+000	K4+400	Derecho	5.46	27.29	1.32	4.44	3.93	3.54	3.92	3.54	BUENO	BUENO
12	K4+400	K4+486	Derecho	5.50	27.50	1.33	4.44	3.92	3.53	3.91	3.53	BUENO	BUENO

Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
13	K0+000	K0+400	Izquierdo	5.97	29.87	1.45	4.39	3.84	3.43	3.83	3.43	BUENO	BUENO
14	K0+400	K0+800	Izquierdo	4.52	22.60	1.10	4.55	4.10	3.76	4.09	3.76	BUENO	BUENO
15	K0+800	K1+200	Izquierdo	4.67	23.33	1.13	4.53	4.07	3.73	4.06	3.73	BUENO	BUENO
16	K1+200	K1+600	Izquierdo	5.51	27.57	1.34	4.44	3.92	3.53	3.91	3.53	BUENO	BUENO
17	K1+600	K2+000	Izquierdo	4.77	23.86	1.16	4.52	4.05	3.70	4.04	3.70	BUENO	BUENO
18	K2+000	K2+400	Izquierdo	6.55	32.74	1.59	4.33	3.75	3.31	3.73	3.31	BUENO	BUENO
19	K2+400	K2+800	Izquierdo	5.20	25.99	1.26	4.47	3.98	3.60	3.96	3.60	BUENO	BUENO
20	K2+800	k3+200	Izquierdo	5.90	29.50	1.43	4.40	3.85	3.45	3.84	3.45	BUENO	BUENO
21	k3+200	K3+600	Izquierdo	9.75	48.75	2.89	3.78	2.96	2.36	2.99	2.36	REGULAR	REGULAR
22	K3+600	K4+000	Izquierdo	7.50	37.50	1.82	4.22	3.59	3.12	3.58	3.12	BUENO	BUENO
23	K4+000	K4+400	Izquierdo	5.43	27.14	1.32	4.45	3.94	3.55	3.92	3.55	BUENO	BUENO
24	K4+400	K4+494	Izquierdo	11.33	56.67	3.26	3.63	2.76	2.14	2.82	2.14	REGULAR	REGULAR

La Vía Holguín - Panzaleo tiene un valor de IRI = 1.60 y PSI =3.34 indicando una serviciabilidad de "Bueno"

**Anexo 10** Nivel de Servicio de la vía Salcedo - Panzaleo

Nº		ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
		Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
1		K0+000	K0+400	Derecho	6.40	32.00	1.55	4.34	3.77	3.34	3.76	3.34	BUENO	BUENO
2		K0+400	K0+800	Derecho	5.38	26.88	1.30	4.45	3.95	3.56	3.93	3.56	BUENO	BUENO
3		K0+800	K1+200	Derecho	6.15	30.75	1.49	4.37	3.81	3.39	3.80	3.39	BUENO	BUENO
4		K1+200	K1+600	Derecho	5.18	25.88	1.25	4.47	3.98	3.61	3.97	3.61	BUENO	BUENO
5		K1+600	K1+984	Derecho	5.38	26.90	1.30	4.45	3.94	3.56	3.93	3.56	BUENO	BUENO
Nº		ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
		Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
6		K0+000	K0+400	Izquierdo	5.17	25.85	1.25	4.48	3.98	3.61	3.97	3.61	BUENO	BUENO
7		K0+400	K0+800	Izquierdo	4.74	23.72	1.15	4.52	4.06	3.71	4.05	3.71	BUENO	BUENO
8		K0+800	K1+200	Izquierdo	4.83	24.15	1.17	4.51	4.04	3.69	4.03	3.69	BUENO	BUENO
9		K1+200	K1+600	Izquierdo	5.75	28.75	1.39	4.41	3.88	3.48	3.87	3.48	BUENO	BUENO
10		K1+600	K1+984	Izquierdo	7.13	35.63	1.73	4.26	3.65	3.19	3.64	3.19	BUENO	BUENO

La Vía Salcedo - Panzaleo tiene un valor de IRI = 1.36 y PSI = 3.51 indicando una serviciabilidad de "Bueno"

**Anexo 11** Nivel de Servicio de la vía Salcedo – E35

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO</b> <b>MÉTODO IRI - MÉTODO PSI</b>											
<b>Nombre de la vía:</b>		Salcedo - E35											
<b>Tipo de superficie:</b>		Pavimento Flexible											
<b>Evaluado por:</b>		Fabián Lema & Soledad Unapcha											
Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
1	K0+000	K0+400	Derecho	5.82	29.08	1.41	4.40	3.87	3.47	3.85	3.47	BUENO	BUENO
2	K0+400	K0+800	Derecho	4.91	24.56	1.19	4.50	4.03	3.67	4.02	3.67	BUENO	BUENO
3	K0+800	K1+200	Derecho	5.53	27.64	1.34	4.44	3.92	3.53	3.90	3.53	BUENO	BUENO
4	K1+200	K1+352	Derecho	5.67	28.33	1.37	4.42	3.89	3.50	3.88	3.50	BUENO	BUENO
Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
5	K0+000	K0+400	Izquierdo	4.77	23.84	1.16	4.52	4.05	3.70	4.04	3.70	BUENO	BUENO
6	K0+400	K0+800	Izquierdo	4.89	24.45	1.19	4.51	4.03	3.67	4.02	3.67	BUENO	BUENO
7	K0+800	K1+200	Izquierdo	5.44	27.22	1.32	4.45	3.93	3.55	3.92	3.55	BUENO	BUENO
8	K1+200	K1+350	Izquierdo	7.00	35.00	1.70	4.28	3.67	3.22	3.66	3.22	BUENO	BUENO
La Vía Salcedo - E35 tiene un valor de IRI = 1.33 y PSI =3.54 indicando una serviciabilidad de "Bueno"													

**Anexo 12** Nivel de Servicio de la vía Salcedo - Mulliquindil

		<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO</b>  <b>MÉTODO IRI - MÉTODO PSI</b></p>											
<b>Nombre de la vía:</b>		Salcedo - Mulliquindil											
<b>Tipo de superficie:</b>		Pavimento Flexible											
<b>Evaluado por:</b>		Fabián Lema & Soledad Unapcha											
Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
1	K0+000	K0+400	Derecho	5.55	27.73	1.34	4.43	3.92	3.52	3.90	3.52	BUENO	BUENO
2	K0+400	K0+800	Derecho	4.72	23.58	1.14	4.53	4.06	3.71	4.05	3.71	BUENO	BUENO
3	K0+800	K1+200	Derecho	4.90	24.50	1.19	4.51	4.03	3.67	4.02	3.67	BUENO	BUENO
4	K1+200	K1+400	Derecho	6.88	34.38	1.67	4.29	3.69	3.24	3.68	3.24	BUENO	BUENO
Nº	ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
	Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
5	K0+000	K0+400	Izquierdo	5.40	26.98	1.31	4.45	3.94	3.56	3.93	3.56	BUENO	BUENO
6	K0+400	K0+800	Izquierdo	4.53	22.63	1.10	4.55	4.10	3.76	4.09	3.76	BUENO	BUENO
7	K0+800	K1+200	Izquierdo	6.13	30.67	1.49	4.37	3.82	3.40	3.80	3.40	BUENO	BUENO
8	K1+200	K1+400	Izquierdo	5.44	27.22	1.32	4.45	3.93	3.55	3.92	3.55	BUENO	BUENO
La Vía Salcedo - Mulliquindil tiene un valor de IRI = 1.32 y PSI = 3.55 indicando una serviciabilidad de "Bueno"													

**Anexo 13** Nivel de Servicio de la vía Panzaleo – E35

Nº		ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
		Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
1		K0+000	K0+400	Derecho	9.62	48.10	2.86	3.79	2.97	2.38	3.01	2.38	REGULAR	REGULAR
2		K0+400	K0+800	Derecho	12.00	60.00	3.42	3.57	2.69	2.06	2.74	2.06	REGULAR	REGULAR
3		K0+800	K1+200	Derecho	10.00	50.00	2.95	3.76	2.93	2.32	2.97	2.32	REGULAR	REGULAR
4		K1+200	K1+600	Derecho	7.56	37.80	1.83	4.22	3.58	3.10	3.58	3.10	BUENO	BUENO
5		K1+600	K2+000	Derecho	7.64	38.18	1.85	4.21	3.57	3.09	3.56	3.09	BUENO	BUENO
6		K2+000	K2+300	Derecho	10.67	53.33	3.11	3.70	2.84	2.23	2.89	2.23	REGULAR	REGULAR
Nº		ABSCISAS		Carril	"D" (U)	"D <sub>corr</sub> " (mm)	IRI (m/Km)	PSI					Estado IRI	Estado PSI- CRÍTICO
		Inicial	Final					PSI-1	PSI-2	PSI-3	PSI-4	PSI-CR		
7		K0+000	K0+400	Izquierdo	9.85	49.25	2.91	3.77	2.94	2.34	2.98	2.34	REGULAR	REGULAR
8		K0+400	K0+800	Izquierdo	6.96	34.81	1.69	4.28	3.68	3.22	3.67	3.22	BUENO	BUENO
9		K0+800	K1+200	Izquierdo	6.63	33.13	1.61	4.32	3.73	3.29	3.72	3.29	BUENO	BUENO
10		K1+200	K1+600	Izquierdo	7.44	37.22	1.81	4.23	3.60	3.13	3.59	3.13	BUENO	BUENO
11		K1+600	K2+000	Izquierdo	8.33	41.67	2.56	3.91	3.14	2.57	3.16	2.57	REGULAR	REGULAR
12		K2+000	K2+300	Izquierdo	8.13	40.63	2.51	3.93	3.17	2.61	3.19	2.61	REGULAR	REGULAR
La Vía Panzaleo - E35 tiene un valor de IRI = 2.42 y PSI = 2.70 indicando una serviciabilidad de "Regular"														

**Anexo 14** Modelo de cuestionario utilizado a usuarios del cantón Salcedo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

"El presente cuestionario forma parte de un proyecto de investigación, tiene como objetivo emplear el modelo SERVQUAL a los usuarios para determinar la calidad de servicio que brindan las vías de segundo orden del cantón Salcedo. "

Se solicita de la manera más comedida que responda a las preguntas con la mayor sinceridad posible.

Señale la vía que utiliza comúnmente:

Panzaleo - Mulalillo	
Mulalillo - Cusubamba	
Mulalillo - Holguín	
Holguín – E35	
Holguín - Panzaleo	
Salcedo - Panzaleo	
Salcedo – E35	
Salcedo - Mulliquindil	
Panzaleo - E35	

Señale a qué lugares de destino le comunican las vías:

Hogar	
Trabajo	
Centros de educación	
Centros de salud	
Cultos religiosos	
Actividades recreativas	

"Indique cuantas veces por día realiza uno de los recorridos que se menciona anteriormente"

1-2 veces	
3-4 veces	
5-6 veces	
Mas de 7 veces	

Marque del 1 al 5 según el nivel de satisfacción en los siguientes ítems (donde 5 indica un nivel muy alto y 1 un nivel muy bajo)

	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
<b>Fiabilidad</b>					
1. ¿Cuándo se planifica un mantenimiento vial, se lo realiza en la fecha establecida?	5	4	3	2	1
2. ¿Cuándo existen fallas puntuales en la vía (hueco que apareció por el producto de una fuerte lluvia, etc.) se reparan de forma rápida?	5	4	3	2	1
3. Cuando la vía fue pavimentada en qué estado se encontraban.	5	4	3	2	1
4. Se realiza limpieza de las vías (maleza, basura), sumideros, y alcantarillas periódicamente.	5	4	3	2	1
5. En qué condiciones se encuentra el sistema de drenaje.	5	4	3	2	1
<b>Sensibilidad</b>					
6. La planificación del mantenimiento de las vías es socializada con la comunidad.	5	4	3	2	1
7. Considera usted que la limpieza de cunetas en temporada de lluvia se realiza de forma oportuna y rápida.	5	4	3	2	1
8. Si existe un desperfecto en las vías, este se repara inmediatamente o se espera un mayor desgaste para ser intervenido.	5	4	3	2	1
9. Piensa usted que: ¿Cuándo las vías son afectadas por desastres naturales, existe personal y equipo suficiente?	5	4	3	2	1
<b>Seguridad</b>					
10. ¿Cuándo se han realizado trabajos como bacheos, la garantía del trabajo es a largo tiempo para no provocar accidentes?	5	4	3	2	1
11. Al transitar por las vías, siente confianza de que no haya obstáculos que afecte su seguridad.	5	4	3	2	1
12. Las vías presentan condiciones de peligro para provocar un accidente (Señalética borradas, mal ubicada, rotas, intersecciones mal diseñadas, etc.). (5= no presentan condiciones de peligro)	5	4	3	2	1
13. La capa superficial de las vías tiene la suficiente adherencia para que los vehículos no patinen en épocas de lluvia.	5	4	3	2	1
<b>Empatía</b>					
14. Las vías cuentan con el ancho suficiente de carriles para no experimentar congestionamiento vehicular.	5	4	3	2	1

15. Según su apreciación visual. ¿En qué estado se encuentran las vías?	5	4	3	2	1
16. Se organizan reuniones periódicas con el fin de manifestar los problemas existentes en las vías.	5	4	3	2	1
17. Cuando las vías van a estar inhabilitadas al tránsito se informa a los usuarios de este suceso por medios de comunicación (radio, periódicos, internet, etc.)	5	4	3	2	1
18. Se siente cómodo al transitar por las vías.	5	4	3	2	1
<b>NOTA:</b> para la correlación del modelo Servqual con el método IRI se toma preguntas únicamente relacionadas con el estado de la capa superficial del pavimento, identificando un total de 10 preguntas. Estas preguntas numeradas como: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 13, 15, 18.					

### Anexo 15 Evidencia Fotográfica de la aplicación de encuesta



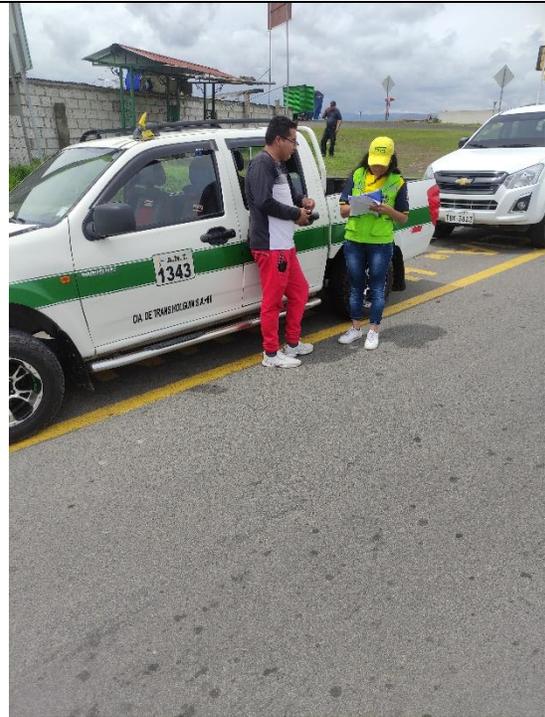
**Foto 10** Aplicación de encuesta en la vía Panzaleo - Mulalillo



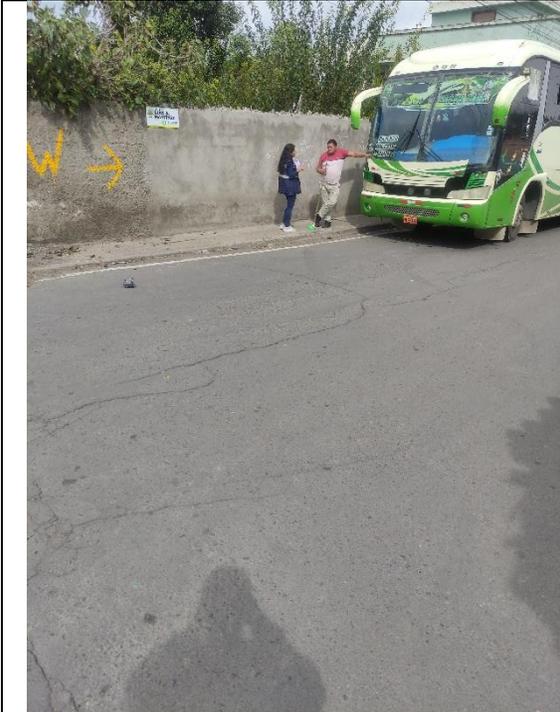
**Foto 11** Aplicación de encuesta en la vía Mulalillo - Cusubamba



**Foto 12** Aplicación de encuesta en la vía Mulalillo - Holguín



**Foto 13** Aplicación de encuesta en la vía Holguín – E35



**Foto 14** Aplicación de encuesta en la vía Holguín - Panzaleo



**Foto 15** Aplicación de encuesta en la vía Salcedo - Panzaleo



**Foto 16** Aplicación de encuesta en la vía Salcedo – E35



**Foto 17** Aplicación de encuesta en la vía Salcedo - Mulliquindil



**Foto 18** Aplicación de encuesta en la vía Panzaleo - E35

Anexo 16 Resultados del Modelo Servqual

Dimensión Servqual	Fiabilidad					PROM	Sensibilidad					PROM	Seguridad					PROM	Empatía					PROM
	P1	P2	P3	P4	P5		P6	P7	P8	P9	P10		P11	P12	P13	P14	P15		P16	P17	P18			
Vía Panzaleo - Mulalillo																								
<b>Expectativa</b>	3,61	3,73	3,73	3,61	3,50	<b>3,63</b>	3,59	3,65	3,59	3,56	<b>3,60</b>	3,67	3,62	3,32	3,55	<b>3,54</b>	3,50	3,67	3,67	3,83	3,89	<b>3,71</b>		
<b>Percepción</b>	3,10	2,93	2,33	2,65	3,71	<b>2,94</b>	2,62	2,44	2,76	3,25	<b>2,77</b>	3,15	2,87	3,36	3,31	<b>3,17</b>	4,00	4,84	2,44	3,22	4,90	<b>3,88</b>		
<b>Brecha</b>	-0,50	-0,79	-1,40	-0,95	0,21	<b>-0,69</b>	-0,97	-1,21	-0,83	-0,31	<b>-0,83</b>	-0,52	-0,76	0,04	-0,23	<b>-0,37</b>	0,50	1,18	-1,23	-0,61	1,00	<b>0,17</b>		
Vía Mulalillo - Cusubamba																								
<b>Expectativa</b>	3,50	3,53	3,67	3,51	3,30	<b>3,50</b>	3,48	3,64	3,63	3,63	<b>3,59</b>	3,51	3,43	3,55	3,38	<b>3,47</b>	3,43	3,35	3,69	3,47	3,69	<b>3,53</b>		
<b>Percepción</b>	3,18	2,86	3,08	2,99	3,38	<b>3,10</b>	3,25	2,79	2,96	3,51	<b>3,13</b>	3,41	3,38	2,86	3,31	<b>3,24</b>	3,04	4,89	2,82	2,56	4,70	<b>3,60</b>		
<b>Brecha</b>	-0,32	-0,67	-0,59	-0,52	0,08	<b>-0,40</b>	-0,23	-0,85	-0,67	-0,12	<b>-0,47</b>	-0,10	-0,05	-0,69	-0,07	<b>-0,23</b>	-0,38	1,54	-0,87	-0,90	1,01	<b>0,08</b>		
Vía Mulalillo - Holguín																								
<b>Expectativa</b>	3,64	3,36	3,52	3,62	3,67	<b>3,56</b>	3,48	3,71	3,48	3,69	<b>3,59</b>	3,21	3,64	3,38	3,55	<b>3,45</b>	3,45	3,38	3,64	3,45	3,36	<b>3,46</b>		
<b>Percepción</b>	2,80	2,34	2,23	2,60	3,17	<b>2,63</b>	2,34	2,17	2,46	3,37	<b>2,59</b>	2,94	2,89	3,11	2,34	<b>2,82</b>	3,89	3,03	2,46	3,06	2,66	<b>3,02</b>		
<b>Brecha</b>	-0,84	-1,01	-1,30	-1,02	-0,50	<b>-0,93</b>	-1,13	-1,54	-1,02	-0,32	<b>-1,00</b>	-0,27	-0,76	-0,27	-1,20	<b>-0,63</b>	0,43	-0,35	-1,19	-0,40	-0,70	<b>-0,44</b>		
Vía Holguín - E35																								
<b>Expectativa</b>	3,50	3,50	3,42	4,17	3,75	<b>3,67</b>	3,75	3,33	4,33	3,42	<b>3,71</b>	3,50	3,25	3,17	3,83	<b>3,44</b>	3,75	3,83	2,75	3,50	3,17	<b>3,40</b>		
<b>Percepción</b>	2,00	2,31	2,23	2,31	3,04	<b>2,38</b>	2,42	2,46	1,88	3,35	<b>2,53</b>	2,65	2,77	2,42	2,23	<b>2,52</b>	3,15	2,42	2,50	2,62	2,58	<b>2,65</b>		
<b>Brecha</b>	-1,50	-1,19	-1,19	-1,86	-0,71	<b>-1,29</b>	-1,33	-0,87	-2,45	-0,07	<b>-1,18</b>	-0,85	-0,48	-0,74	-1,60	<b>-0,92</b>	-0,60	-1,41	-0,25	-0,88	-0,59	<b>-0,75</b>		
Vía Holguín - Panzaleo																								
<b>Expectativa</b>	3,90	3,61	3,94	3,87	3,61	<b>3,79</b>	3,81	4,13	3,71	3,81	<b>3,86</b>	3,61	3,81	3,71	3,48	<b>3,65</b>	3,97	3,94	3,81	3,90	3,77	<b>3,88</b>		
<b>Percepción</b>	2,89	3,00	3,00	2,89	4,00	<b>3,16</b>	3,44	3,56	3,11	3,33	<b>3,36</b>	3,00	3,11	2,67	2,78	<b>2,89</b>	3,67	3,00	2,44	2,44	3,33	<b>2,98</b>		
<b>Brecha</b>	-1,01	-0,61	-0,94	-0,98	0,39	<b>-0,63</b>	-0,36	-0,57	-0,60	-0,47	<b>-0,50</b>	-0,61	-0,70	-1,04	-0,71	<b>-0,76</b>	-0,30	-0,94	-1,36	-1,46	-0,44	<b>-0,90</b>		

Vía Salcedo - Panzaleo																						
<b>Expectativa</b>	3,43	3,62	3,24	3,24	3,29	<b>3,36</b>	3,69	3,81	3,67	3,88	<b>3,76</b>	4,07	3,62	3,71	3,62	<b>3,76</b>	3,55	3,79	3,67	3,57	3,69	<b>3,65</b>
<b>Percepción</b>	3,29	3,40	2,90	2,97	3,72	<b>3,26</b>	3,29	3,50	3,05	3,28	<b>3,28</b>	2,97	2,97	2,91	2,97	<b>2,95</b>	3,53	3,36	2,57	2,76	3,26	<b>3,10</b>
<b>Brecha</b>	-0,14	-0,22	-0,34	-0,27	0,44	<b>-0,11</b>	-0,40	-0,31	-0,61	-0,61	<b>-0,48</b>	-1,11	-0,65	-0,80	-0,65	<b>-0,80</b>	-0,01	-0,42	-1,10	-0,81	-0,43	<b>-0,56</b>
Vía Salcedo – E35																						
<b>Expectativa</b>	3,80	3,84	3,80	3,88	3,60	<b>3,78</b>	3,44	3,52	3,40	3,88	<b>3,56</b>	3,80	3,56	3,64	3,76	<b>3,69</b>	3,52	3,36	3,64	3,68	3,88	<b>3,62</b>
<b>Percepción</b>	3,67	3,50	3,08	3,50	3,75	<b>3,50</b>	3,00	3,50	3,25	3,25	<b>3,25</b>	2,92	2,83	2,92	3,33	<b>3,00</b>	3,42	3,92	2,33	2,67	4,00	<b>3,27</b>
<b>Brecha</b>	-0,13	-0,34	-0,72	-0,38	0,15	<b>-0,28</b>	-0,44	-0,02	-0,15	-0,63	<b>-0,31</b>	-0,88	-0,73	-0,72	-0,43	<b>-0,69</b>	-0,10	0,56	-1,31	-1,01	0,12	<b>-0,35</b>
Vía Salcedo - Mulliquindil																						
<b>Expectativa</b>	3,48	3,28	3,62	3,61	3,51	<b>3,50</b>	3,51	3,72	3,51	3,57	<b>3,58</b>	3,31	3,77	3,39	3,67	<b>3,54</b>	3,11	3,59	3,59	3,20	3,56	<b>3,41</b>
<b>Percepción</b>	3,46	3,34	2,86	3,00	3,28	<b>3,19</b>	3,28	2,78	2,60	3,30	<b>2,99</b>	2,96	2,80	2,80	3,22	<b>2,95</b>	3,24	3,60	2,66	2,40	3,86	<b>3,15</b>
<b>Brecha</b>	-0,02	0,06	-0,76	-0,61	-0,23	<b>-0,31</b>	-0,23	-0,94	-0,91	-0,27	<b>-0,59</b>	-0,35	-0,97	-0,59	-0,45	<b>-0,59</b>	0,13	0,01	-0,93	-0,80	0,30	<b>-0,26</b>
Vía Panzaleo - E35																						
<b>Expectativa</b>	3,80	3,90	4,20	3,70	3,70	<b>3,86</b>	3,70	4,50	3,80	4,20	<b>4,05</b>	3,60	3,70	4,10	3,50	<b>3,73</b>	3,80	3,70	4,00	3,70	3,50	<b>3,74</b>
<b>Percepción</b>	2,38	2,52	2,00	2,66	4,48	<b>2,81</b>	2,52	2,69	1,93	3,38	<b>2,63</b>	2,34	3,21	2,79	2,79	<b>2,78</b>	3,64	2,67	2,21	2,21	2,54	<b>2,65</b>
<b>Brecha</b>	-1,42	-1,38	-2,20	-1,04	0,78	<b>-1,05</b>	-1,18	-1,81	-1,87	-0,82	<b>-1,42</b>	-1,26	-0,49	-1,31	-0,71	<b>-0,94</b>	-0,16	-1,03	-1,79	-1,49	-0,96	<b>-1,09</b>

Anexo 17 Vías de estudio del cantón Salcedo

Mapa Vial del Cantón Salcedo

