



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

**MEDICIÓN INDIRECTA DE LA SERVICIABILIDAD EN  
LAS VÍAS ASFALTADAS DE SEGUNDO ORDEN DEL  
CANTÓN GUARANDA**

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

**Autor:**

Lara Lara David Joel

**Tutor:**

MgSc.Ing. Saldaña Garcia Carlos Sebastian

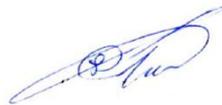
**Riobamba, Ecuador. 2023**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, David Joel Lara Lara, con cédula de ciudadanía 020234606-0, autor del trabajo de investigación titulado: **MEDICIÓN INDIRECTA DE LA SERVICIABILIDAD EN LAS VÍAS ASFALTADAS DE SEGUNDO ORDEN DEL CANTÓN**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

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

En Riobamba, 8 de marzo del 2023.



---

David Joel Lara Lara

C.I:020234606-0

## DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación, **Medición indirecta de la Serviciabilidad en las vías asfaltadas de segundo orden del cantón Guaranda**, presentado por **David Joel Lara Lara**, con cédula de identidad número **0202346060**, 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 8 de marzo del 2023.

Mgs. Alexis Iván Andrade Valle  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**

PhD. Tito Oswaldo Castillo Campoverde  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**

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

Mgs. Carlos Sebastián Saldaña García  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto quiero dedicar a mis padres Luis Lara y Yolanda Lara por todo el apoyo y esfuerzo que día tras día me han brindado en el transcurso de toda mi vida académica; a mis hermanos Alex, Marcelo y Andrés por entenderme y aconsejarme con las palabras adecuadas para mantenerme enfocado en todas mis metas y sueños.

A cada uno de los miembros de mi familiares y amigos que nunca perdieron la fe en mi y siempre me apoyaron con su consejo, motivación y confianza, ayudándome a cumplir esta gran meta.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a mis padres y hermanos por haber estado siempre a mi lado apoyándome, motivándome y siempre viendo lo mejor por mi para cumplir todas mis metas y sueños.

A María José la persona que siempre me ha apoyado en todo con su consejo, compañía y motivación.

A la universidad Nacional de Chimborazo por darme esa oportunidad de luchar por este sueño.

A la carrera de Ingeniería Civil y los docentes que la conforman por brindarme ese conocimiento, valores y principios.

Finalmente desea agradecer a mi tutor Ing. Carlos Saldaña por ser parte de este proyecto y haberme brindado todo su conocimiento y tiempo en el desarrollo del mismo

# ÍNDICE GENERAL

|   |    |
|---|----|
| CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....                               | 13 |
| 1.1 Antecedentes .....                                      | 13 |
| 1.2 Planteamiento del Problema .....                        | 14 |
| 1.3 Justificación .....                                     | 14 |
| 1.4 Objetivos.....  | 15 |
| 1.4.1 Objetivo General .....                                | 15 |
| 1.4.2 Objetivos específicos.....                            | 15 |
| 2.CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....                           | 16 |
| 2.1 Estado del Arte.....                                    | 16 |
| 2.2 Marco conceptual.....                                   | 17 |
| 2.2.1 Serviciabilidad de pavimentos.....                    | 17 |
| 2.2.2 Evaluación Funcional del Pavimento .....              | 17 |
| 2.2.3 Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) .....        | 17 |
| 2.2.4 Índice de rugosidad internacional (IRI).....          | 18 |
| 2.2.5 Clasificación de equipos para medir la rugosidad..... | 19 |
| 2.2.6 Evaluación del IRI con el rugosímetro Merlín .....    | 20 |
| 2.2.7 Rugosidad con el uso de la escala del IRI .....       | 20 |
| 2.2.8 Correlación entre el IRI Y PSI .....                  | 20 |
| 2.2.9 Modelo SERVQUAL .....                                 | 21 |
| 2.2.10 Coeficiente de correlación de Pearson.....           | 21 |
| 3.CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....                            | 23 |

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Tipo de investigación.....                          | 23 |
| 3.2 Diseño de Investigación.....                        | 23 |
| 3.3 Técnicas de recolección de Datos .....              | 24 |
| 3.4 Población de estudio y tamaño de muestra.....       | 25 |
| 3.5 Hipótesis .....                                     | 26 |
| 3.6 Métodos de análisis, y procesamiento de datos ..... | 27 |
| 4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....             | 29 |
| 4.1 Resultados.....                                     | 29 |
| 4.2 Discusión .....                                     | 36 |
| 5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....     | 37 |
| 5.1 Conclusiones.....                                   | 37 |
| 5.2 Recomendaciones .....                               | 37 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1</b> Jerarquía vial del cantón Guaranda.....                                     | 16 |
| <b>Tabla 2</b> Clasificación de equipos de medición del IRI. ....                          | 19 |
| <b>Tabla 3</b> Vías de segundo orden del cantón Guaranda.....                              | 25 |
| <b>Tabla 4</b> Serviabilidad presente a partir del índice de rugosidad internacional. .... | 30 |
| <b>Tabla 5</b> Correlación de Pearson entre el método PSI y modelo Servqual .....          | 34 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> Diagrama del proceso metodológico.....  | 23 |
| <b>Figura 2</b> Histograma de frecuencia vía Salinas-Simiatug (datos obtenidos en el ensayo de merlín).....     | 29 |
| <b>Figura 3</b> Histograma de frecuencia vía Salinas-Simiatug (eliminado el 5% de datos) .                      | 30 |
| <b>Figura 5</b> Resultados obtenidos de la dimensión de Fiabilidad .....  | 31 |
| <b>Figura 6</b> Resultados obtenidos de la dimensión de sensibilidad.....                                       | 32 |
| <b>Figura 7</b> Resultados obtenidos de la dimensión de sensibilidad.....                                       | 32 |
| <b>Figura 8</b> Resultados obtenidos de la dimensión de sensibilidad.....                                       | 33 |
| <b>Figura 9</b> Ecuación de la curva, Método IRI-Modelo servqual dimensión de fiabilidad (percepciones).....    | 34 |
| <b>Figura 10</b> Ecuación de la curva, Método IRI-Modelo servqual dimensión de sensibilidad (percepciones)..... | 35 |
| <b>Figura 11</b> Ecuación de la curva, Método IRI-Modelo servqual dimensión de seguridad (percepciones).....    | 35 |
| <b>Figura 12</b> Ecuación de la curva, Método IRI-Modelo servqual dimensión de empatía (percepciones).....      | 36 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| <b>Anexo 1</b> Población futura de las parroquias donde se encuentran las vías de segundo orden de estudio.....                          | 42 |
| <b>Anexo 2</b> Evidencia fotográfica del ensayo (Rugosímetro de Merlín) realizado en las vías de segundo orden del cantón Guaranda. .... | 42 |
| <b>Anexo 3</b> Hoja de campo que se utilizó para el ensayo de Merlín en las vías de segundo orden del cantón Guaranda. ....              | 44 |
| <b>Anexo 4</b> Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Salinas – Simiatug .....   | 45 |
| <b>Anexo 5</b> Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guaranda – Santa Fe .....  | 47 |
| <b>Anexo 6</b> Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guaranda – Salinas .....   | 48 |
| <b>Anexo 7</b> Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guaranda – Julio Moreno  | 53 |
| <b>Anexo 8</b> Formato de Encuesta aplicada a usuarios del cantón Guaranda .....   | 55 |
| <b>Anexo 9</b> Evidencia fotográfica de la aplicación de la encuesta .....   | 57 |
| <b>Anexo 10</b> Resultados del Modelo Servqual .....   | 58 |

## **RESUMEN**

Las entidades encargadas de la gestión vial nos presentan estrategias de cómo realizar mantenimientos en las vías de nuestro país, tomando en cuenta criterios técnicos para garantizar los resultados como: la rugosidad, severidad de las fallas presentes en el pavimento entre otros, haciendo uso de instrumentos técnicos; aunque, lo que los usuarios perciben no es considerado al momento de realizar estas evaluaciones, teniendo en mente que no podrían colaborar con una información técnica. En el siguiente trabajo de investigación se realizará la valoración técnica de las vías de segundo orden del cantón Guaranda, haciendo uso del método PSI y modelo Servqual, con la finalidad de examinar una similitud en los resultados del método técnico y la percepción de los usuarios.

En la ejecución de la recolección de datos se tomó en cuenta tres técnicas; revisión de literatura, ensayo de rugosímetro de merlín y la ejecución de encuestas. Cuando se obtuvieron los resultados del método PSI y modelo Servqual, se realizó la correlación del coeficiente de Pearson obteniendo una correlación lineal positiva fuerte de 0,990 en donde se explica que las variables estas vinculadas de manera directa, posterior a la obtención de estos resultados se realizó un modelo de predicción tomando en cuenta cuatro dimensiones del modelo Servqual con el IRI. Para utilizar el modelo de predicción se debe tener en cuenta el rango en que las ecuaciones son fiables.

**Palabras claves:** Guaranda, método PSI, modelo Servqual, IRI, correlación de Pearson.

## ABSTRACT

“The aim of the present research is to drive “THE RESPONSIBILITY OF ROAD MAINTENANCE AND TRAFFIC MANAGEMENT” presenting us strategies how to repair the roads of our country, taking into consideration technical criteria to guarantee results such as: resurfacing, patching and repairing in the pavement, among others, using technician tools ; even though road users perceive these suggestions aren’t taken into account, they couldn’t contribute with a technical information. In the next research work, the technical road assistance will be able to make it , in the second class roads of Guaranda canton, using the PSI method and the Servqual model, in order to examine a similarity in the results of the technical method of the road user’s evaluation and perception.

In the implementation of data collection, three techniques were taken into account; literature review on roads construction, merlin road roughness measurement . Due the results of the PSI method and the Servqual model were obtained, the Pearson coefficient was carried out, obtaining a strong positive linear correlation of 0.990, where it is explained that the variables are directly bond, after obtaining these results, a prediction model was taken into account four dimensions of the Servqual model with the IRI. In order to use the predict method, the range in which the structural equations are valid and reliable.

**Keywords: Guaranda, PSI method, Servqual model, IRI, Pearson correlation**

**DORIS ELIZABETH VALLE VINUEZA**  
Firmado digitalmente por DORIS ELIZABETH VALLE VINUEZA  
Fecha: 2023.02.28 08:00:18 -05'00'

**Reviewed by: Mgs. Doris Valle V.**

**ENGLISH PROFESSOR**

c.c 0602019697

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCION.**

### **1.1 Antecedentes**

Guaranda es un cantón de la provincia de Bolívar en la Republica del Ecuador, Tiene una superficie de 1898 km<sup>2</sup>, Delimitada al norte por la provincia de Cotopaxi, al sur por los cantones Chimbo y San Miguel, Al este por las Provincias de Chimborazo Y Tungurahua, Al oeste por los cantones de Las Naves y Echandía (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda 2015).

Las vías de segundo orden siempre han llegado a los lugares más alejados del país y de este modo juegan un papel muy importante en su Crecimiento (Ospina 2016). Porque está directamente relacionado con el desarrollo social y económico, la infraestructura vial es un importante elemento jerárquico del patrimonio nacional, porque permite la comunicación entre regiones y áreas pobladas, así como el intercambio de bienes y servicios (Ávila, Albarracín, and Bojorque 2015).

Las vías nos brindan el servicio tanto de tránsito como de paso, por lo que, están diseñadas como carreteras de gran utilidad para los usuarios de las diferentes zonas del cantón Guaranda. Al mismo tiempo, estas priorizan la movilidad y permiten a los usuarios transitar de manera segura. Estas responsabilidades deben estar a cargo de Gobiernos Municipales o Gobiernos Provinciales (Correa Montoya 2021).

El estado operacional de una vía puede ser percibido por sus usuarios, es decir la seguridad y confort que aprecian al transitar por la vía (Abad and Sangurima 2018). Hoy en día todo bien o servicio adquirido por un usuario está bajo observación y depende de si cumple sus expectativas o necesidades para que el usuario lo califique como bueno o malo en su calidad y funcionalidad (Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial 2012).

La correlación de Pearson es un método que nos ayuda a saber que tan relacionada se encuentran dos variables, la relación de estas variables puede ser de manera directa perfecta o indirecta perfecta. Para garantizar una fiabilidad mucho más alta del método de correlación entre las variables (Modelo Servqual y Método PSI), se debe ampliar los datos en futuras investigaciones (Fernandez 2021).

## **1.2 Planteamiento del Problema**

En la actualidad la aplicación de la evaluación técnica es parte indispensable en la gestión de carreteras, por lo que se ha vuelto una prioridad establecer parámetros para delimitar resultados y proporcionar posibles mejoras a los diferentes productos o servicios que esté utilizando.

En la situación de la infraestructura vial, las organizaciones encargadas en el mantenimiento y conservación de carreteras toman en cuenta los indicadores técnicos para determinar la calidad de servicio que puede brindar a una vía y tomar las mejores decisiones en posibles inversiones. Por lo tanto, se ha quedado de lado la expectativa y apreciación que poseen de los usuarios, siendo ellos quienes circular día a día por las vías, nos pueden dar una calificación del estado en que se encuentra el recurso y si cumple adecuadamente con los requerimientos de sus usuarios. A partir de la cual surge la siguiente interrogante: ¿Existe relación entre la Serviciabilidad obtenida a través del método PSI con la obtenida en encuestas a los usuarios?

## **1.3 Justificación**

La investigación presente tiene el propósito de realizar una evaluación de la Serviciabilidad de las vías de segundo orden del cantón Guaranda haciendo uso de métodos en los que podamos optimizar el tiempo y la economía, para que dicha información sea utilizada por entidades de gestión vial que no dispongan de mucho presupuesto y personal técnico.

Con lo que se pretende establecer una relación entre el método técnico PSI y el modelo Servqual (percepción de los usuarios).

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Determinar la Serviciabilidad de las vías de segundo orden mediante la aplicación del método PSI y el método Servqual en el cantón Guaranda, Provincia de Bolívar.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Calcular el IRI en las vías de segundo orden del cantón Guaranda utilizando el Rugosímetro de Merlín.
- Emplear el método PSI para estimar la clasificación de Serviciabilidad de las vías de segundo orden del cantón Guaranda.
- Aplicar el método Servqual con los usuarios de las vías de segundo orden del cantón Guaranda.
- Analizar los diferentes resultados obtenidos tanto del método PSI como método Servqual.

## 2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1 Estado del Arte

En la actualidad no existen métodos para encontrar el PSI de las vías haciendo uso de la opinión de los usuarios que transitan por las mismas, por esta razón, se toma en cuenta en la presente investigación la perspectiva que poseen los usuarios del cantón Guaranda.

Una de las gestiones más importantes para el desarrollo socioeconómico de una ciudad son las vías, ya que esta permite la comunicación entre ciudades y con ello abre las puertas al comercio, turismo, entre otros (Obregón 2008).

**Tabla 1**  
*Jerarquía vial del cantón Guaranda*

| <b>Jerarquía</b>      | <b>Longitud (Km)</b> | <b>%</b>   |
|-----------------------|----------------------|------------|
| Vías de primer orden  | 101,90               | 7,53       |
| Vías de segundo orden | 126,71               | 9,37       |
| Vías de tercer orden  | 277,53               | 20,5       |
| Vías de cuarto orden  | 846,68               | 62,6       |
| <b>Total</b>          | <b>1352,82</b>       | <b>100</b> |

**Fuente:** (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda 2015).

Las vías de segundo orden del cantón Guaranda están conformadas por tramos que unen las cabeceras cantonales y parroquias, ésta a su vez conectan con una vía de primer orden; como podemos ver en la Tabla 1, el cantón Guaranda tiene un total de 126,71 km de longitud en vías de este tipo (vías de segundo orden).

Para poder crear una línea de investigación se ha realizado encuestas basadas en la comodidad, seguridad y movilidad debido a los datos desactualizados sobre la serviciabilidad que presentan estas vías (Cepal and Bull 2003).

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Serviciabilidad de pavimentos**

La serviciabilidad es una guía para encontrar el desempeño funcional y estructural del pavimento, el comportamiento funcional en relación a la seguridad y comodidad brindada al usuario cuando transita por la vía (Castro et al. 2020).

El comportamiento de la estructura está relacionado con las características físicas de la superficie de la carretera. La serviciabilidad del pavimento se puede evaluar objetiva o subjetivamente (Orozco 2019).

La valoración objetiva parte del ensayo del rugosímetro de Merlín en la cual se determina el IRI y a su vez se lo correlaciona con el PSI obteniendo la serviciabilidad de un pavimento (Change et al. 2021).

Una valoración subjetiva de la serviciabilidad de un pavimento, es la valoración proporcionada por un experto tomando en cuenta los valores de 0 para una vía intransitable y 5 para una vía excelente (Orozco y Orozco et al. 2004).

### **2.2.2 Evaluación funcional del pavimento**

Se han descubierto varios modelos y métodos para saber cuál es la calidad de servicio y confort que ofrece una vía a través de la ejecución de criterios técnicos, los mismos que fueron desarrollados por expertos, tales como encuestas de satisfacción a los usuarios (Ávila et al. 2015).

### **2.2.3 Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)**

(PSI) Se lo define como una condición necesaria de comodidad y confort que percibe el usuario al transitar por el pavimento, se realiza la medida de la serviciabilidad empleando medios mecánicos. En la estimación del PSI se determina la rugosidad o deformación longitudinal del pavimento (Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2008).

El PSI se analiza en una escala de valoración que va desde 0-5, en donde 0 figura un pavimento con unas condiciones muy pobres y 5 un pavimento con unas condiciones de superficies excelentes (Flores and Pilco 2021).

Tomando en cuenta la importancia que conlleva buscar un valor más preciso de la serviciabilidad la normativa AASHTO mediante las mediciones objetivas a través de un perfilómetro llamado CHLOE, el cual obtiene mediciones de las variaciones del perfil longitudinal proporcionada por la irregularidad de la superficie del pavimento

La norma AASHTO nos presenta las siguientes ecuaciones:

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

Donde:

*sv = La varianza de la pendiente longitudinal dada por la medición del perfilómetro*

**CHLOE**

*RD<sup>2</sup> = Ahuellamiento*

*C + P = Superficie agrietada y bacheada respectivamente*

Modificando así la manera de evaluar la Serviciabilidad establecida en un inicio por los usuarios al desgaste de los pavimentos.

Varias agencias viales con el transcurrir de los tiempos han transformado las ecuaciones originales de la varianza de la pendiente en el índice de rugosidad, tomando en relación a las medidas realizadas en diferentes equipos, contrarrestándola directamente el PSI con la rugosidad (Martinez Ospino and Noguera Nuñez 2020).

#### **2.2.4 Índice de rugosidad internacional (IRI)**

Es un indicador que determina el estado superficial de la carpeta asfáltica del pavimento de una vía, teniendo en cuenta sus irregularidades presentes con respecto a una superficie plana teórica.

Literalmente el Índice de Rugosidad internacional (IRI) tiene que ver con la acumulación de desplazamientos del sistema de suspensión de un vehículo modelo (Colcha 2022).

### 2.2.5 Clasificación de equipos para medir la rugosidad

Los métodos para medir la rugosidad se los clasifica en cuatro categorías en base a cuan directamente sus mediciones se aproximan al IRI real:

**Tabla 2**  
*Clasificación de equipos de medición del IRI.*

| Clasificación del Equipo                                   | Requerimientos   |
|--|--|
| Clase 1:<br>Perfiló métricos de precisión                  | Se requiere medir el perfil longitudinal de la carretera como una serie de puntos de elevación equidistantes a través de la huella o rodera de la vía para calcular el IRI. Esta distancia no debería superar los 0.25 mm y la precisión del altímetro debería de ser 0.5 mm para pavimentos que posean valores de IRI de 1 a 3 m/km y de 3.00 mm para pavimentos con valores de IRI entre 10 y 20 m/km. |
| Clase 2: Otros métodos perfilométricos.                    | Se requieren una frecuencia de puntos de perfil, no superior a 0.5m y una precisión en la medición de la elevación comprendida entre 1.0 mm para pavimentos que posean valores de IRI entre 1 y 3 m/km y 6.0 mm para pavimentos con valores de IRI entre 10 y 20 m/km.   |
| Clase 3:<br>Estimaciones del IRI mediante correlaciones.   | El perfil longitudinal se obtiene mediante equipos de respuesta previamente calibrado con un perfilador de precisión utilizando una ecuación de correlación.   |
| Clase 4:<br>Valoraciones subjetivas y medida sin calibrar. | Estos incluyen mediciones con equipos no calibrados, estimaciones subjetivas basadas en la experiencia de la calidad de conducción o pruebas visuales en carretera.  |

Fuente 1: (Montoya 2013).

En los diversos equipos podemos encontrar perfilómetros dinámicos y los sistemas estáticos.

### **2.2.6 Evaluación del IRI con el rugosímetro Merlín**

El rugosímetro de Merlín mide el desplazamiento vertical entre la superficie de la vía, es un instrumento de ejecución manual y de uso sencillo, el desplazamiento es conocido como la desviación con respecto a la cuerda promedio donde se deben medir 200 desviaciones respecto a la cuerda promedio de manera continua a lo largo de la vía (Rodríguez Zelaya, Torres Mayorga, and Villeda Alvarenga 2019).

### **2.2.7 Rugosidad con el uso de la escala del IRI**

Con la gran cantidad de instrumentos que existen para determinar la rugosidad en las vías, se realizó una uniformización de resultados para los mencionados instrumentos haciendo uso de las siguientes ecuaciones (Calderon, Perez, and Viana 2008):

$$\text{Cuando } 2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces el } IRI = 0,593 + 0,0471 D$$

$$\text{Cuando } IRI < 2,4, \text{ entonces el } IRI = 0,0485 D$$

Donde:

*D = Rugosidad del pavimento en unidades de merlin*

### **2.2.8 Correlación entre el IRI Y PSI**

Tomando en cuenta lo que nos menciona (Hurtado 2016) una vez calculado el IRI (Índice de rugosidad internacional), podemos saber cuál es el índice Serviciabilidad presente (PSI) en la vía.

Al-Omar y M.I Darte, desarrollaron el modelo que se aplica en pavimentos asfálticos y de hormigón tomando en cuenta la información de cada país.

$$PSI = 5 * e^{(0,26*IRI)}$$

Donde:

$e$  = Base de logaritmo natural

IRI = Índice de Rugosidad Internacional

PSI = Índice de Serviciabilidad Presente

### **2.2.9 Modelo SERVQUAL**

El modelo presente es utilizado para la elaboración de instrumentos de evaluación de calidad de un servicio donde se obtiene la información sobre las percepciones y apreciación de los usuarios del presente servicio determinando los vacíos correspondientes (Colcha 2022).

Por la poca información que existe sobre el modelo Servqual en la rama de la ingeniería civil, se opta por tomar en cuenta el modelo adaptado de (Colcha 2022), en el cual toma en cuenta cuatro de las cinco dimensiones, considerando la dimensión de Fiabilidad, Sensibilidad, Seguridad y empatía (Matsumoto Nishizawa 2014).

El modelo presente nos va a proporcionar las percepciones y expectativas que tendrán los usuarios con respecto a las vías de segundo orden del cantón Guaranda.

### **2.2.10 Coeficiente de correlación de Pearson**

Este coeficiente es utilizado para saber cuál es la relación lineal entre dos variables (X, Y) (Fallas 2015).

Para encontrar el coeficiente de correlación de Pearson, se hace uso de las siguientes ecuaciones:

$$r = \frac{\sigma_{XY}}{S_X * S_Y}$$

Donde:

$\sigma_{XY}$  = Covarianza

$S_X$  = Desviación típica en X

$S_Y$  = Desviación típica en Y

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

Donde:

$\sigma_{XY}$  = 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

$n$  = La cantidad de datos que hay

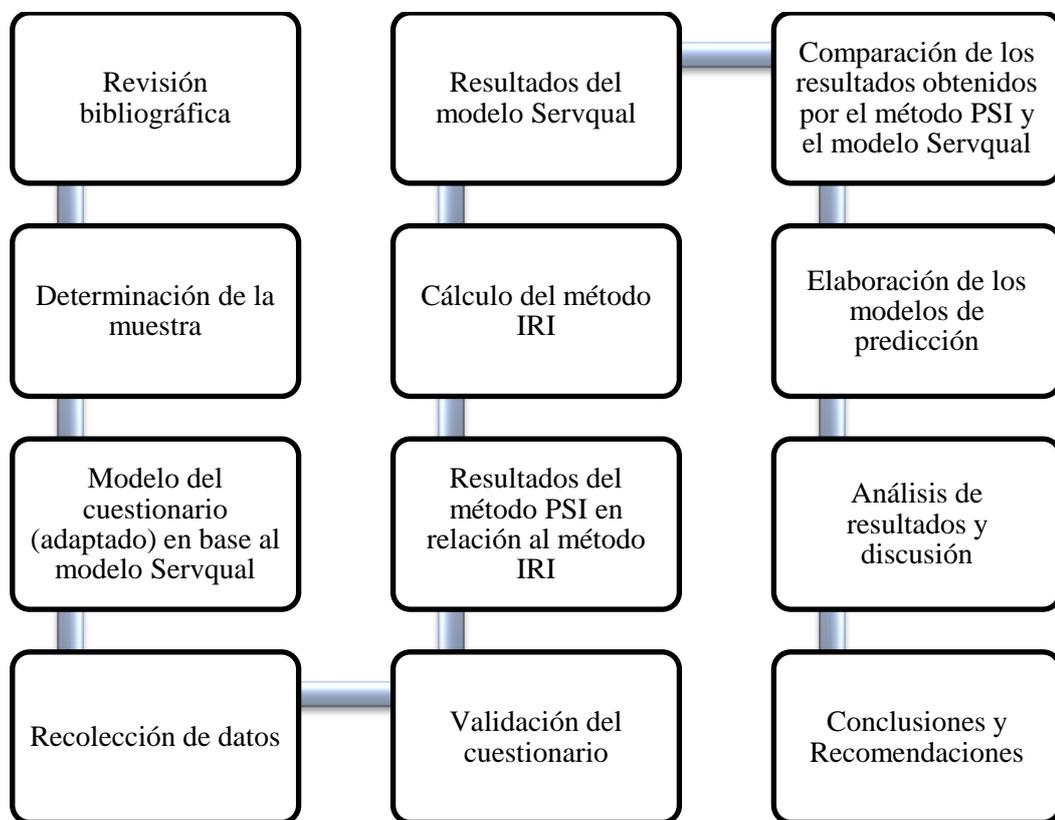
### 3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

#### 3.1 Tipo de investigación

Para llegar a satisfacer nuestros objetivos propuestos, el tipo de investigación tiene un enfoque cualitativo, debido a la esencia de los datos y la información, este modelo de investigación se realizó para tomar los datos equivalentes a la medición de la rugosidad del pavimento de las vías en estudio, para la aplicación de las encuestas donde se evalúa las cinco dimensiones del modelo Servqual.

**Figura 1**

*Diagrama del proceso metodológico.*



#### 3.2 Diseño de Investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental transversal ya que se observa el contexto de cómo se desarrolla el fenómeno. Los datos se obtienen de forma directa y se realiza un análisis sin manipular las variables. Se procede a realizar la medición,

visualización y el registro de información en un determinado periodo de tiempo debido a que el diseño es mixto (descriptivo y correlacional).

Se lo considera descriptivo debido a que se realiza un análisis que describe a las variables; y correlacional por que se realizó una correlación entre dos variables para el desarrollo del actual proyecto de investigación.

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

#### **3.3.1 Revisión documental**

Se realizó una previa investigación en documentos como revistas indexadas, artículos científicos, libros y portales digitales de las entidades gubernamentales del cantón Guaranda. Para tener una información amplia sobre los métodos que se van a utilizar y sobre el lugar donde se va llevar a cabo la investigación.

Revisamos la información del proyecto de investigación de Colcha (2022), ya que habla sobre el método que se va a ejecutar en la presente investigación sobre la correlación del método PSI Y Servqual.

Se recabó información del Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Guaranda del periodo 2018-2022, en el cual se toma como prioridad la información de vías de segundo orden y sus habitantes.

#### **3.3.2 Técnicas de recolección de Datos, método PSI**

Empezamos obteniendo el IRI mediante el uso del rugosímetro de Merlín, el cual es un instrumento que nos proporcionara la rugosidad del pavimento.

Para desarrollar el ensayo del rugosímetro de Merlín tomamos 200 desviaciones en un tramo de 400 metros, el mismo que se repite a lo largo de toda la vía.

Para obtener el PSI de las vías de estudio, realizamos la aplicación del modelo propuesto por Al-Omar y M.I Darte, en el cual se utiliza una ecuación para relacionar el IRI con el PSI.

### 3.3.3 Técnicas de recolección de Datos, modelo Servqual

Se realizaron unas encuestas, en la que se adaptó el modelo Servqual para establecer la calidad de servicio que brindan las vías asfaltadas de segundo orden del cantón Guaranda, tomando en cuenta la expectativa y percepción que poseen los usuarios, modelo de encuesta ver anexo 8.

El presente modelo inicia con la determinación del número de habitantes estimados en las vías de estudio, para determinar el número de personas que van a ser encuestadas, mediante un muestreo de población no finita.

Las encuestas fueron ejecutadas en los centros de las ciudades de cada una de las parroquias, a personas adultas que transiten por estas vías. Para garantizar los resultados, se procesan los datos y mediante la aplicación del modelo Servqual se determina el PSI.

### 3.4 Población de estudio y tamaño de muestra

#### 3.4.1 Muestreo para las aplicaciones del método PSI

En el muestreo se toma el 100% de las vías asfaltadas de segundo orden del cantón Guaranda, debido a que son únicamente cuatro, las cuales son: Guaranda-Salinas, Guaranda-Julio Moreno, Guaranda-Santa Fe, Salinas-Simiatug.

#### Tabla

3

*Vías de segundo orden del cantón Guaranda*

| <b>Nombre de la vía</b> | <b>Longitud total<br/>(km)</b> |
|-------------------------|--------------------------------|
| Guaranda-Salinas        | 20                             |
| Guaranda-Julio Moreno   | 5,8                            |
| Salinas-Simiatug        | 5                              |
| Guaranda-Santa Fe       | 1,84                           |
| <b>Total</b>            | <b>32,64</b>                   |

### 3.4.2 Muestreo para las aplicaciones del modelo Servqual

Para esta investigación se tomó en cuenta los habitantes que residen en las vías de estudio. La población estimada es 22.298 habitantes (ver anexo 1).

Para encontrar nuestro tamaño de muestra se realizó un muestreo de población no finita propuesta por Murray y Larry (2005).

El resultado de la muestra es de 384.

Se repartió el número de encuestas en relación a la cantidad de habitantes que existía por cada una de las vías correspondiente a las parroquias del cantón Guaranda.

**Tabla 4**

*Repartición de encuestas para las vías de segundo orden del cantón Guaranda*

| <b>Nombre de la vía</b>  | <b>Longitud total<br/>(km)</b> | <b>Encuestas</b> |
|--------------------------|--------------------------------|------------------|
| Guaranda-Salinas         | 20                             | 102              |
| Guaranda-Julio<br>Moreno | 5,8                            | 52               |
| Salinas-Simiatug         | 5                              | 199              |
| Guaranda-Santa Fe        | 1,84                           | 31               |
| <b>Total</b>             | <b>32,64</b>                   | <b>384</b>       |

### 3.5 Hipótesis

En esta investigación podemos decir que, si existe una relación entre la serviciabilidad obtenida a través del método PSI con la obtenida en el modelo Servqual, se puede conseguir una manera más económica y rápida de evaluar la serviciabilidad que posee una vía.

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

#### **3.6.1 Método de análisis y procesamiento de datos para el PSI**

Para ejecutar la interpretación y análisis de datos obtenidos en campo, se procesó información mediante la herramienta informática Microsoft Excel. Para efectuar el método IRI se utilizó como base el manual de usuario de Merlín (Rodríguez 1999), en el cual se muestra todo el procedimiento que se debe tener en cuenta para encontrar el valor del rango “D” (ancho del histograma) en unidades de Merlín y las ecuaciones para convertir la rugosidad en m/km; encontrando de esta manera la clasificación de serviciabilidad presente en las vías de segundo orden del cantón Guaranda, realizando una correlación con los valores del IRI descritas por (Hurtado 2016), en el cual se detalla el modelo que desarrolló Paterson en el HMD 111 y el modelo realizado por Al-Omar y M.I Darte.

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

Cuando se procesaron los datos obtenidos de las encuestas a los usuarios, se procedió a la aplicación del modelo Servqual, se realizó las gráficas correspondientes (gráfico de barras) a las cinco dimensiones y se analizó los resultados obtenidos.

Realizada la encuesta adaptada al modelo Servqual se ejecutó la validación del modelo mediante la aplicación del coeficiente alfa de Cronbach. El nivel de confianza obtenido es alto, finalmente se tabularon los datos y se obtuvo los resultados.

Una vez realizada la validación el modelo Servqual y encontrado la serviciabilidad presente con el método PSI, realizamos una correlación ejecutando en coeficiente de Pearson tomando como variables al modelo Servqual y método PSI, dónde se interpreta que las variables están asociadas de manera directa.

Para realizar los modelos de predicción se descartaron los datos obtenidos de la vía Guaranda-Santa Fe, por tener una cantidad baja de habitantes, el número de encuestas no es

significativo y de este modo nos da valores que no corresponden a la tendencia que los usuarios presentan.

Como nos menciona Colcha (2022), se correlacionó el PSI con el modelo Servqual, en el cual se toman solo preguntas relacionadas con el estado de la capa superficial del pavimento, dando así un total de 10 preguntas (ver anexo 8), divididas en 4 dimensiones, (fiabilidad, sensibilidad, seguridad y empatía) y de esta manera obtener las gráficas del modelo de predicción con sus respectivas ecuaciones.

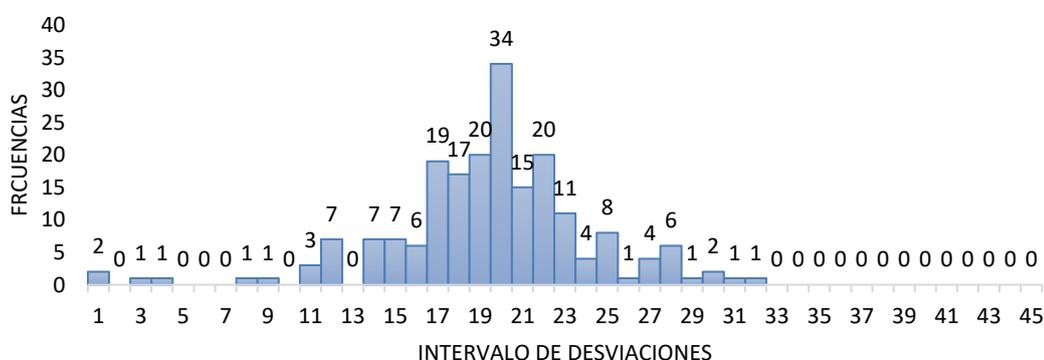
En el modelo de predicción se considera los resultados obtenidos de las 4 dimensiones del modelo Servqual y los del IRI. Para encontrar la relación existente entre ambos métodos, al encontrar la rugosidad presente en las vías de segundo orden del cantón Guaranda.

## 4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

Finalizado el ensayo con el rugosímetro de Merlín, se digitalizaron los datos obtenidos (ver anexo 3). Se presenta el cálculo del IRI en el primer tramo de vía (Abs. 0+000 – 0+400) de la vía Salinas-Simiátug.

**Figura** **2**  
*Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones en forma consecutiva, vía Salinas-Simiátug (datos obtenidos en el ensayo de Merlín)*

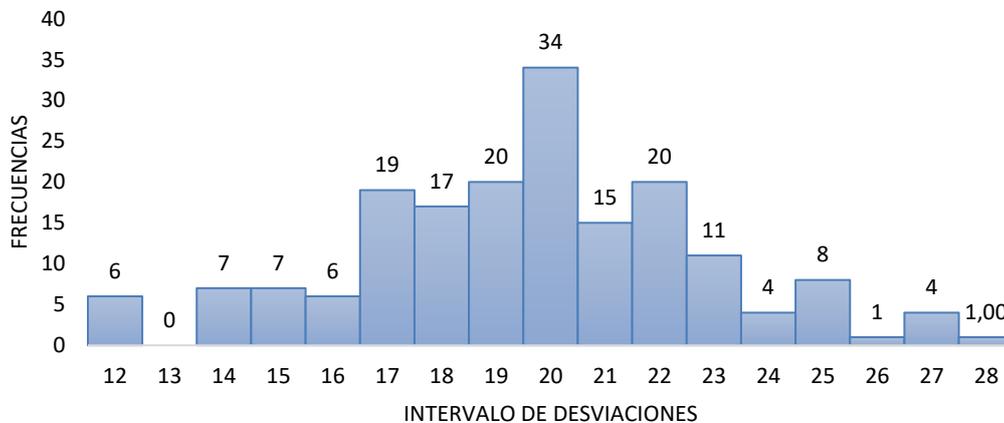


Cuando colocamos los datos en forma de histogramas obtenemos lo que se denomina campana de Gauss. Tomando en cuenta lo que nos menciona el manual del rugosímetro de Merlín, podemos decir que los resultados son muy confiables. (Rodríguez 1999).

Para encontrar el valor D tenemos que eliminar (10 datos) de cada extremo, los cuales representan el 5% de las 200 desviaciones (ver figura 3).

**Figura 3**

*Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones en forma consecutiva, vía Salinas-Simiatug (eliminado el 5% de datos)*



Cuando ya tenemos la gráfica sin el 5% de cada uno de los extremos, procedemos a realizar el cálculo del ancho del histograma (D) con el que podremos a su vez obtener el valor del IRI en este tramo de vía (Fernandez 2021).

$$D = 15 + \left(\frac{6}{7}\right) + \left(\frac{1}{6}\right) = 16,02 \times 5 = 80,12 \text{ mm}$$

$$IRI = 0,593 + (0,0471 * D) = 4,367 \text{ m/km}$$

Con el IRI calculado se correlaciona con el PSI tomando en cuenta las ecuaciones propuestas por (Hurtado 2016).

$$PSI = 5 * e^{(-0,26 * IRI)} = 5 * e^{(-1,135)} = 1,6$$

La ecuación que se elige es la segunda del modelo desarrollado por Al-Omar y M.I Darte, ya que representa valores más acordes a la Serviciabilidad que se observa en campo. Este proceso se aplicó para todos los tramos de cada una de las vías de estudio.

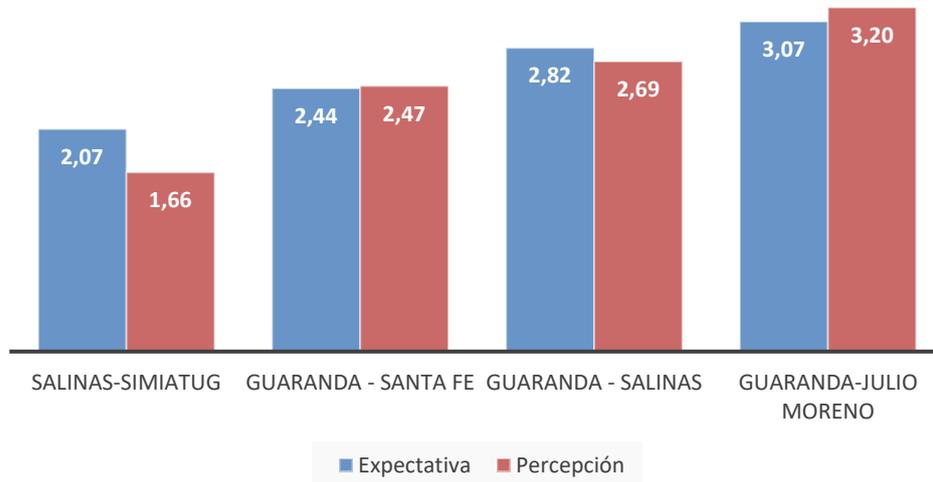
**Tabla 5**

*Serviciabilidad presente a partir del índice de rugosidad internacional.*

| Nombre de la vía      | IRI  | PSI  | Estado    |
|-----------------------|------|------|-----------|
| Salinas-Simiatug      | 4,49 | 1,58 | Malo      |
| Guaranda - Santa Fe   | 2,20 | 2,85 | Regular   |
| Guaranda-Salinas      | 1,89 | 3,10 | Bueno     |
| Guaranda-Julio Moreno | 0,79 | 4,15 | Muy Bueno |

En la Tabla 3, se presentan los resultados del índice de rugosidad internacional y el índice de serviciabilidad presentes de todas las vías de segundo orden del cantón Guaranda.

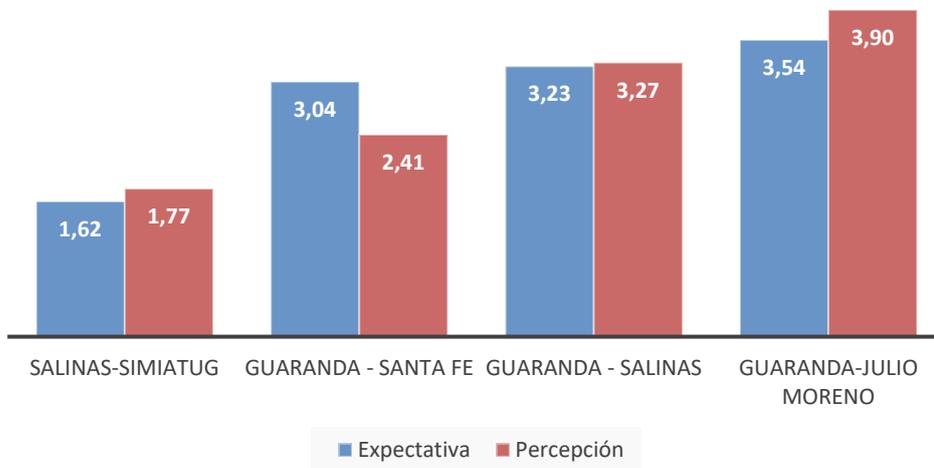
**Figura 4**  
*Resultados obtenidos de la dimensión de Fiabilidad*



En la figura 4, podemos observar que las expectativas son más elevadas a las percepciones, por esta razón la dimensión de fiabilidad no cumple con lo que los usuarios esperan obtener; aunque, la vía Guaranda-Julio Moreno cumple satisfactoriamente la dimensión de fiabilidad.

La dimensión fiabilidad no se cumple en todas las vías, esto puede pasar por la falta de mantenimiento en las vías de estudio.

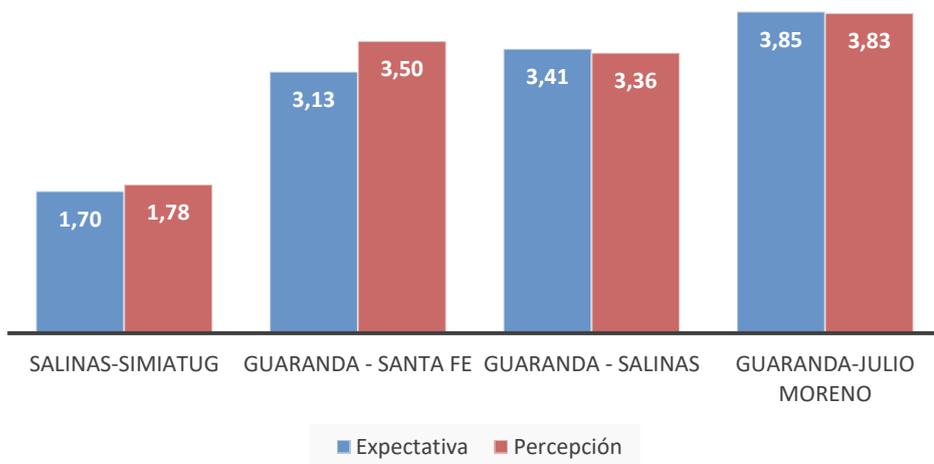
**Figura 5**  
*Resultados obtenidos de la dimensión de sensibilidad*



Podemos apreciar en la figura 5, que la vía Guaranda-Santa Fe no cumple con la dimensión de sensibilidad.

Lo que nos da a conocer que los requerimientos y problemas de esta vía no son atendidos con el debido tiempo; sin embargo, las vías restantes cumplen con la dimensión de sensibilidad.

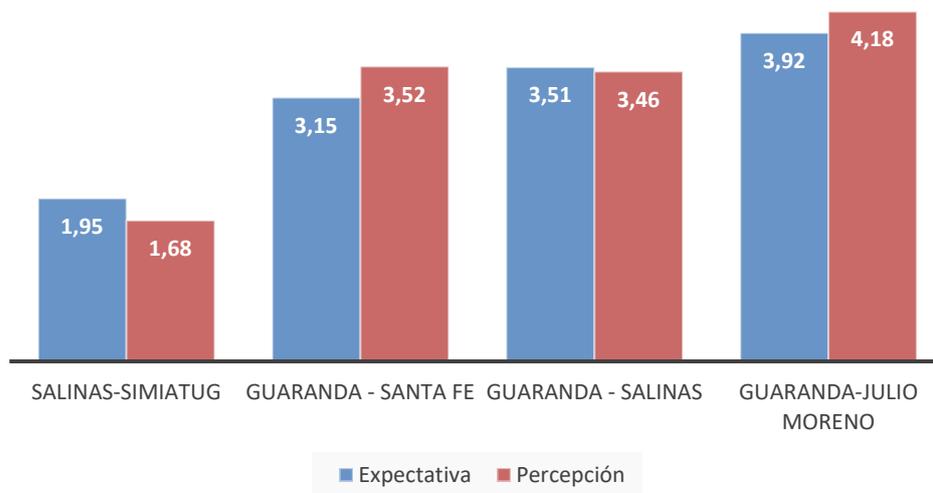
**Figura 6**  
*Resultados obtenidos de la dimensión de seguridad*



En la Figura 6, nos damos cuenta que la vía Salinas-Simiatug, se encuentra en mal estado, según lo perciben los usuarios.

Esto se debe a la inexistencia de un mantenimiento periódico, lo que lleva a que la vía se vaya deteriorando cada vez más.

**Figura 7**  
*Resultados obtenidos de la dimensión de empatía*



Los resultados que podemos observar en la figura 7, satisfacen totalmente la variable de movilidad de las parroquias.

La vía Salinas-Simiatug, nos da a conocer que los usuarios no poseen una conformidad con la variable de movilidad.

Debido a que ellos esperan una carretera en mejores condiciones por parte de las autoridades pertinentes.

Una vez obtenidos los resultados del método PSI y modelo Servqual, realizamos la correlación del coeficiente de Pearson, se tomó en cuenta como primera variable el método PSI y como segunda variable las percepciones obtenidas del modelo Servqual.

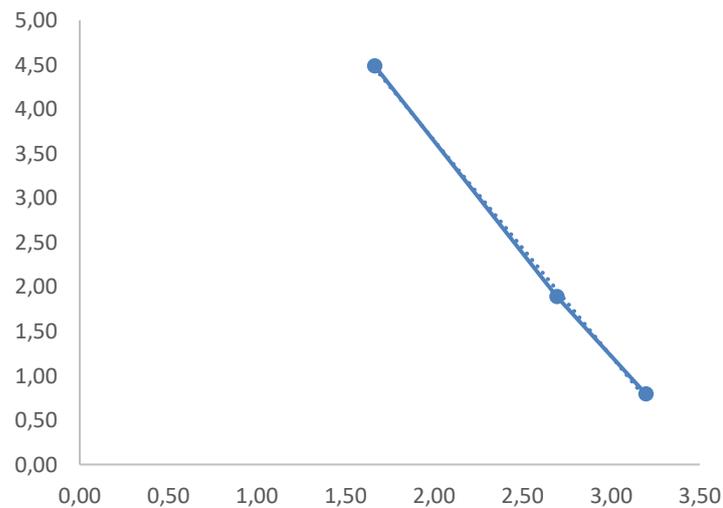
**Tabla 6***Correlación de Pearson entre el método PSI y modelo Servqual*

| Nombre de la vía   | X (Valor del Método PSI) | Y (Valor del Modelo Servqual) | $(X - \bar{X})$                      | $(Y - \bar{Y})$                 | $(X - \bar{X}) * (Y - \bar{Y})$ |
|--|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Salinas-Simiatug   | 1,581                    | 1,724                         | -1,362                               | -1,175                          | 1,600                           |
| Guaranda - Salinas   | 3,096                    | 3,197                         | 0,153                                | 0,297                           | 0,046                           |
| Guaranda-Julio Moreno  | 4,152                    | 3,777                         | 1,209                                | 0,878                           | 1,061                           |
| <b>Promedio (<math>\bar{X}</math>), (<math>\bar{Y}</math>)</b> | 2,943                    | 2,899                         | $\sum (X - \bar{X}) * (Y - \bar{Y})$ |                                 | 2,706                           |
| <b><math>S_x</math></b>  |                          | 1,292                         |                                      | <b><math>\sigma_{xy}</math></b> | 1,353                           |
| <b><math>S_y</math></b>  |                          | 1,058                         |                                      | <b>r</b>                        | 0,990                           |

El resultado obtenido mediante la correlación de Pearson es de 0,990, este resultado nos muestra que las variables están vinculadas de manera directa.

**Figura 8**

*Ecuación de la curva, Método IRI-Modelo servqual dimensión de fiabilidad (percepciones).*



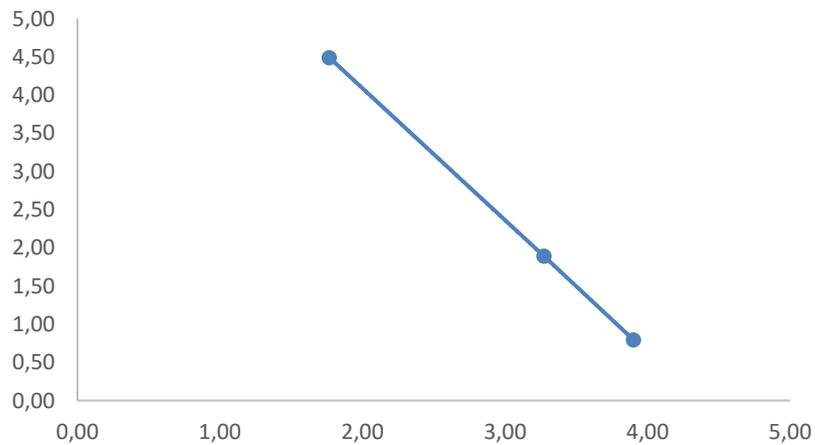
Podemos observar en la figura 8, que existe una relación con una ecuación lineal.

Podemos utilizar el modelo Servqual en el rango de valores que muestra la (Figura 8).

Porque solo se encontraron muestras de este rango y fuera de estos límites el comportamiento de este gráfico no es muy claro.

### Figura 9

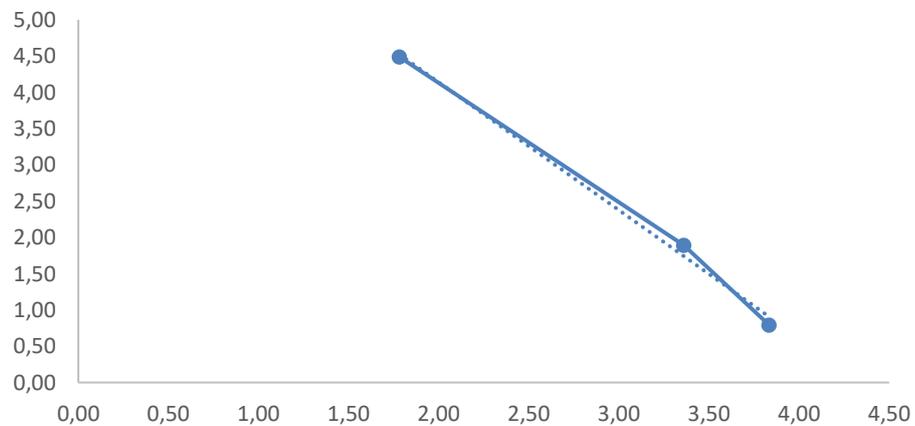
*Ecuación de la curva, Método IRI-Modelo servqual dimensión de sensibilidad (percepciones).*



Fuera de este rango de valores, no se pueden considerar datos, ya que no se garantiza la confiabilidad de los resultados.

### Figura 10

*Ecuación de la curva, Método IRI-Modelo Servqual dimensión de seguridad (percepciones).*

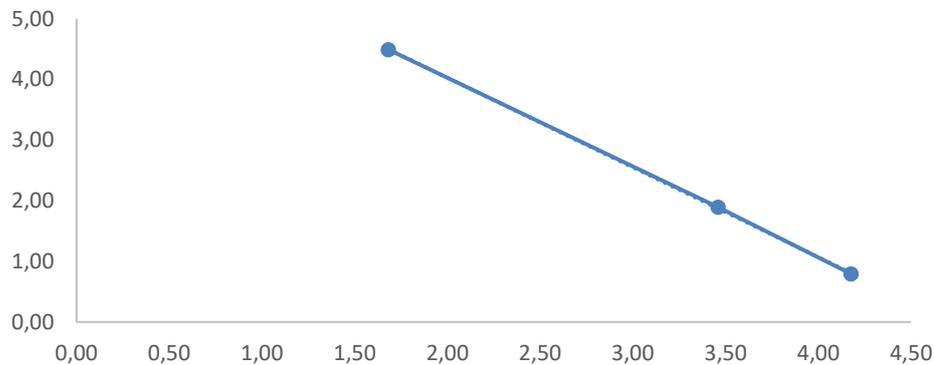


En esta gráfica la ecuación lineal es la que se acopla más a la gráfica ya que  $R^2$ , se aproxima mucho a 1.

Esto se debe a que la relación que existe entre estas dos variables es muy fuerte.

### Figura 11

*Ecuación de la curva, Método IRI-Modelo servqual dimensión de empatía (percepciones).*



En la dimensión de empatía la gráfica nos muestra que la ecuación lineal que se usó para predecir su línea de tendencia es correcta, ya que nos da a conocer que las variables se encuentran estrechamente relacionadas.

#### 4.2 Discusión

Tomando en cuenta la investigación de Colcha (2022), considero que los usuarios de las vías de segundo orden del cantón Guaranda, presenta una inconformidad con la información que se les proporcionan cuando se va a realizar un mantenimiento o reparación; no obstante, le dan una mayor importancia a poseer una vía con pavimento flexible que exigir mayor seguridad o una señalización de mejor calidad.

Se debe resaltar que para realizar la obtención del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), tomamos como referente al Índice de Rugosidad Internacional (IRI) mediante las mediciones realizadas con el rugosímetro de Merlín. El modelo Servqual está centrado en las expectativas y percepciones que poseen los usuarios.

Para las gráficas de predicción se consideró una ecuación lineal ya que ésta es la que mejor representa la predicción que forman los datos acercándose mucho al valor de 1, debido a la complejidad del modelo, los datos solo forman una pequeña parte de la recta por este motivo solo se deben considerar los rangos indicados y cada una de las dimensiones del modelo Servqual.

## **5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

- Las variables (Modelo Servqual) y (Método PSI), están estrechamente relacionadas ya que las percepciones que tienen los usuarios que transitan por estas vías es muy elevada y puede ser utilizada para reemplazar al método técnico.
- La correlación de Pearson entre las dos variables, presentan una relación directa, cabe mencionar que, para garantizar una mayor solidez en la efectividad de esta relación entre variables, se deja abierta la posibilidad de ampliar los datos en futuras investigaciones, tomando en cuenta que se debería usar vías de segundo orden de más de un cantón, debido a que las vías asfaltadas en nuestro país no son muy extensas.
- Finalizado el análisis de datos encontrados, podemos decir que la relación que se suponía entre el modelo Servqual y método IRI son reales, ya que en los gráficos de predicción  $R^2$  es muy cercano a 1.

### **5.2 Recomendaciones**

- Para las futuras investigaciones se recomienda realizar una ampliación en el rango de valores de las ecuaciones presentadas en esta investigación.
- Cuando se empiece a realizar el ensayo del rugosímetro de Merlín, debemos tomar en cuenta que el instrumento se encuentre encerado tanto al inicio del ensayo como al final, para no tener que utilizar el factor de corrección que nos menciona el manual de Merlín.
- Para realizar la aplicación de encuestas se debe capacitar al encuestador para que pueda resolver cualquier duda que presente el usuario al momento de contestar las preguntas que se encuentran en el modelo Servqual.

- Se debe tomar una muestra grande de habitantes para que la fiabilidad de los resultados no se vea afectados por la baja cantidad de encuestas que tendríamos que ejecutar, debido a que si en número es bajo la contestación errónea de una sola persona podría alterar los resultados representativamente.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, Luis, and Alvaro Sangurima. 2018. “Análisis de Correlación Del Desempeño Estructural y Funcional de La Vía Cuenca - Molleturo - Naranjal, En El Tramo Puente Tamarindo - Jesus María.” *Repositorio Universidad de Cuenca*.
- Ávila, Edison, Flavio Albarracín, and Jaime Bojorque. 2015. “Evaluación de Pavimentos En Base a Métodos No Destructivos y Análisis Inverso.” *Maskana* 6(1):149–67. doi: 10.18537/mskn.06.01.11.
- Calderon, Juan Carlos Onofre, Julio Cesar Snachez Perez, and Walter Santiago Viana. 2008. ““ Determinacion Del Indice De Rugosidad Internacional De Pavimentos Usando El Perfilometro Romdas Z-250 .”” 187.
- Castro et al. 2020. “Aplicación Práctica Del Método AASHTO-93 Para El Diseño de Pavimento Rígido Practical Application of the AASHTO-93.” *Polo Del Conocimiento* 5(09):640–63. doi: 10.23857/pc.v5i9.1717.
- Cepal, Comisiòn Económica Para América Latina Y. El Caribe, and Alberto Bull. 2003. *Mejoramietno de La Gestión Vial Con Aportes Específicos Del Sector Privado*.
- Change, Global, Michael Cimino, New York, Umi Alifah, Affiifi. Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, York Chinatown, Chinese Staff, and Global Change. 2021. “ESTUDIO DE LA CORELACIÓN DEL ÍNDICE DE ESTADO ‘IRI’ ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL, RESPECTO DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO, ESPECÍFICAMENTE CON LOS CUENCOS DE DEFLEXIÓN PARA CONCESIONES DE CUARTA GENERACIÓN ‘4G.’” *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* 3(2):6.
- Colcha, Vannesa. 2022. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO ORDEN DEL CANTÓN GUANO Trabajo de Titulación Para Optar Al Título de Ingeniero Civil Autor : Colcha Guashpa Vannessa Mireya Tutor :*

- Correa Montoya, Mariana. 2021. "Manual de Diseño de Vías Urbanas."
- Fallas, Jorge. 2015. "Midiendo La Relación Entre Dos Variables." *Univercidad Para La Coperación Internacional* 30.
- Fernandez, Carlos. 2021. "Correlación Del Estado de Conservación Funcional y Estructural Del Pavimento Flexible de La Av. Metropolitana, Tramo (Ida y Vuelta): Av. Universitaria - Av. Gregorio Apaza, En El Distrito de Comas, Ciudad de Lima, En El Año 2019." *Repositorio Institucional UPN*.
- Flores, Erick, and Dikver Pilco. 2021. "Análisis Funcional Del Pavimento Flexible Para Mejorar La Transitabilidad Vehicular, Utilizando El Rugosímetro de Merlín En La Av. Gustavo Pinto, Tacna - 2020." *Repositorio Universidad Privada de Tacna*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda. 2015. "Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial." *Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Guaranda*.
- Hurtado. 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." 217.
- Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial. 2012. "Reglamento a Ley de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial." *Ley 1-91*.
- Martinez Ospino, Laura Marcela, and Ruben Dario Noguera Nuñez. 2020. "Modelos De Serviciabilidad De Pavimentos a Partir Del Indice De Condicion Del Pavimento (Pci) Con Relacion a Las Velocidades De Operacion." *Encephale*.
- Matsumoto Nishizawa, Reina. 2014. "Desarrollo Del Modelo Servqual Para La Medición de La Calidad Del Servicio En La Empresa de Publicidad Ayuda Experto." *Perspectivas* 1-30.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2008. "Manual Para El Diseño de Carreteras

- Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.” 172.
- Montoya, Jorge Eduardo. 2013. “Análisis Del IRI Para Un Proyecto de Carretera Sinousa Concesionada En El Perú.” *Universidad de Piura* 82.
- Obregón, Biosca Saúl Antonio. 2008. “Impactos Sociales y Económicos de Las Infraestructuras de Transporte Viario: Estudio Comparativo de Dos Ejes.” *Tesis Doctoral* 597.
- Orozco, Andrés Isaías Rodríguez. 2019. *Calidad De Servicio De Las Vías De Segundo Orden De La Provincia De Chimborazo*.
- Orozco y Orozco, Juan Manuel, Rodolfo Téllez Gutiérrez, Ricardo Solorio Murillo, Alfonso Pérez Salazar, María Ariadna Sánchez Loo, and Sandra Torras Ortiz. 2004. “Sistema de Evaluación de Pavimentos: VERSION 2.0. Publicación Técnica No 245.” *Publicación Técnica Querétaro* (245).
- Ospina, Germán. 2016. “El Papel de Las Vías Secundarias y Los Caminos Vecinales En El Desarrollo de Colombia.” *Revista de Ingeniería* 0(44):20. doi: 10.16924/riua.v0i44.911.
- Rodríguez, Pablo del Aguila. 1999. “Metodología Para La Determinación de La Rugosidad de Los Pavimentos Con Equipo de Bajo Costo y Gran Precisión.” *Consultor Independiente, Ponencia Presentada Al X Congreso Ibero Latinoamericano Del Asfalto* 1–11.
- Rodríguez Zelaya, Edgar Vladimir, Luis Mario Torres Mayorga, and Miguel Ángel Villeda Alvarenga. 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 Depavimentos Flexibles Y Rígidosen El S.”

## 7. ANEXOS

**Anexo 1** Población futura de las parroquias donde se encuentran las vías de segundo orden de estudio.

| Parroquias              | Tasa de crecimiento (%) | Censo 2010 | PDOT 2021 | Población futura (hab.) |
|-------------------------|-------------------------|------------|-----------|-------------------------|
| Guaranda -Santa Fe      | 0,82                    | 1615       | 1752      | 1781                    |
| Guaranda - Julio moreno | 1,37                    | 2574       | 2948      | 3029                    |
| Guaranda - Simiatug     | 1,61                    | 9588       | 11246     | 11611                   |
| Guaranda - Salinas      | 0,48                    | 5551       | 5821      | 5877                    |
| Total habitantes        |                         | 19328      | 21767     | 22298                   |

**Anexo 2** Evidencia fotográfica del ensayo (Rugosímetro de Merlín) realizado en las vías de segundo orden del cantón Guaranda.



**Foto 1** Ensayo de rugosidad realizado en la vía Guaranda-Santa Fe



**Foto 2** Ensayo de rugosidad realizado en la vía Guaranda-Julio Moreno



**Foto 3** Ensayo de rugosidad realizado en la vía Salinas-Simiátug



**Foto 4** Ensayo de rugosidad realizado en la vía Guaranda-Salinas

**Anexo 3** Hoja de campo que se utilizó para el ensayo de Merlín en las vías de segundo orden del cantón Guaranda.

|   |   |   |   |          |          |          |          |          |          |           |                     |                                     |
|---|---|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|---------------------|-------------------------------------|
|                                      | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b><br><b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO</b><br><b>HOJA DE CAMPO</b> |  |   |          |          |          |          |          |          |           |                     |                                     |
| <b>Proyecto:</b> Medición indirecta de la Serviciabilidad en las vías asfaltadas de segundo orden del cantón Guaranda |   |   |   |          |          |          |          |          |          |           |                     |                                     |
| <b>Sector:</b> Santa Fe   |   | <b>Carril:</b> Derecho  |   |          |          |          |          |          |          |           |                     |                                     |
| <b>Nombre de la vía:</b> Guaranda-Santa Fe  |   | <b>Operador:</b> David Joel Lara Lara   |   |          |          |          |          |          |          |           |                     |                                     |
| <b>Tramo:</b> 0+000 - 0+400   |   | <b>Fecha:</b> 13 10 2022  |   |          |          |          |          |          |          |           |                     |                                     |
| <b>Ensayo N°</b>  | <input type="text" value="1"/>  | <b>Km</b> <input type="text" value="0 - 0,4"/>                                      | <b>Hora</b> <input type="text" value="08:59 - 09:31"/> AM |          |          |          |          |          |          |           |                     |                                     |
|   | <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>3</b>  | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> |                     |                                     |
| <b>1</b>  | 23  | 23  | 23  | 26       | 25       | 27       | 25       | 26       | 27       | 36        | Afirmado            | <input type="checkbox"/>            |
| <b>2</b>  | 23  | 24  | 23  | 23       | 21       | 26       | 26       | 25       | 24       | 41        | Base Granular       | <input type="checkbox"/>            |
| <b>3</b>  | 23  | 25  | 23  | 24       | 22       | 22       | 26       | 26       | 24       | 34        | Base Imprimida      | <input type="checkbox"/>            |
| <b>4</b>  | 25  | 26  | 17  | 23       | 21       | 26       | 26       | 27       | 24       | 31        | Tratamiento Bicapa  | <input type="checkbox"/>            |
| <b>5</b>  | 26  | 25  | 20  | 23       | 21       | 29       | 24       | 23       | 23       | 27        | Carpeta en Frío     | <input type="checkbox"/>            |
| <b>6</b>  | 23  | 26  | 21  | 24       | 24       | 17       | 26       | 28       | 27       | 27        | Carpeta en Caliente | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>7</b>  | 23  | 25  | 23  | 23       | 24       | 24       | 25       | 24       | 23       | 24        | Recapeo Asfáltico   | <input type="checkbox"/>            |
| <b>8</b>  | 23  | 25  | 18  | 23       | 24       | 28       | 26       | 27       | 25       | 28        | Sello               | <input type="checkbox"/>            |
| <b>9</b>  | 23  | 24  | 21  | 23       | 22       | 25       | 25       | 25       | 27       | 28        | Otros               | <input type="checkbox"/>            |
| <b>10</b>   | 23  | 25  | 22  | 24       | 24       | 25       | 26       | 27       | 27       | 22        |                     |                                     |
| <b>11</b>   | 25  | 25  | 22  | 24       | 23       | 22       | 29       | 25       | 25       | 24        |                     |                                     |
| <b>12</b>   | 25  | 25  | 22  | 22       | 25       | 28       | 27       | 26       | 27       | 26        |                     |                                     |
| <b>13</b>   | 29  | 25  | 25  | 21       | 24       | 22       | 27       | 26       | 26       | 20        |                     |                                     |
| <b>14</b>   | 29  | 24  | 26  | 24       | 24       | 24       | 28       | 24       | 27       | 24        |                     |                                     |
| <b>15</b>   | 24  | 25  | 25  | 29       | 24       | 23       | 29       | 25       | 31       | 23        |                     |                                     |
| <b>16</b>   | 25  | 26  | 25  | 19       | 26       | 24       | 25       | 24       | 31       | 24        |                     |                                     |
| <b>17</b>   | 26  | 24  | 25  | 24       | 23       | 26       | 27       | 25       | 31       | 25        |                     |                                     |
| <b>18</b>   | 26  | 23  | 24  | 23       | 21       | 25       | 29       | 25       | 36       | 20        |                     |                                     |
| <b>19</b>   | 30  | 26  | 23  | 25       | 21       | 24       | 27       | 24       | 37       | 22        |                     |                                     |
| <b>20</b>   | 25  | 21  | 21  | 24       | 18       | 25       | 26       | 25       | 34       | 23        |                     |                                     |
| <b>Observaciones:</b>   |   |   |   |          |          |          |          |          |          |           |                     |                                     |
| <hr/>   |   |   |   |          |          |          |          |          |          |           |                     |                                     |
| <hr/>   |   |   |   |          |          |          |          |          |          |           |                     |                                     |

Anexo 4 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Salinas – Simiatug



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO**  
**ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)**



**Nombre de la vía:** Salinas-Simiatug  
**Tipo de superficie:** Pavimento flexible  
**Evaluado por:** David Lara

| Ensayo | Abscisa       | Carril    | Valor "D" (Unidades) | Valor "D" (mm) | IRI (m/km) | PSI     |         |      |                 |
|--------|---------------|-----------|----------------------|----------------|------------|---------|---------|------|-----------------|
|        |               |           |                      |                |            | PSI (1) | PSI (2) | PSI  | Serviciabilidad |
| 1      | 0+000 - 0+400 | Derecho   | 16,02                | 80,12          | 4,367      | 2,26    | 1,60    | 1,60 | Malo            |
|        |               | Izquierdo | 24,33                | 121,67         | 6,32       | 1,58    | 0,96    | 0,96 | Muy malo        |
| 2      | 0+400 - 0+800 | Derecho   | 14,33                | 71,67          | 3,97       | 2,43    | 1,77    | 1,77 | Malo            |
|        |               | Izquierdo | 17,33                | 86,67          | 4,68       | 2,14    | 1,48    | 1,48 | Malo            |
| 3      | 0+800 - 1+200 | Derecho   | 15,80                | 79,00          | 4,31       | 2,28    | 1,62    | 1,62 | Malo            |
|        |               | Izquierdo | 16,00                | 80,00          | 4,36       | 2,26    | 1,60    | 1,60 | Malo            |
| 4      | 1+200 - 1+600 | Derecho   | 21,00                | 105,00         | 5,54       | 1,83    | 1,18    | 1,18 | Malo            |
|        |               | Izquierdo | 14,00                | 70,00          | 3,89       | 2,46    | 1,81    | 1,81 | Malo            |
| 5      | 1+600 - 2+000 | Derecho   | 17,50                | 87,50          | 4,71       | 2,12    | 1,46    | 1,46 | Malo            |
|        |               | Izquierdo | 14,00                | 70,00          | 3,89       | 2,46    | 1,81    | 1,81 | Malo            |
| 6      | 2+000 - 2+400 | Derecho   | 23,00                | 115,00         | 6,01       | 1,68    | 1,04    | 1,04 | Malo            |
|        |               | Izquierdo | 16,33                | 81,67          | 4,44       | 2,23    | 1,57    | 1,57 | Malo            |
| 7      | 2+400 - 2+800 | Derecho   | 16,05                | 80,24          | 4,37       | 2,26    | 1,60    | 1,60 | Malo            |

|  |                  |           |       |        |      |      |      |      |         |
|--|------------------|-----------|-------|--------|------|------|------|------|---------|
|  |                  | Izquierdo | 11,50 | 57,50  | 3,30 | 2,74 | 2,11 | 2,11 | Regular |
| 8  | 2+800 -<br>3+200 | Derecho   | 23,00 | 115,00 | 6,01 | 1,68 | 1,04 | 1,04 | Malo    |
|  |                  | Izquierdo | 13,73 | 68,64  | 3,83 | 2,49 | 1,84 | 1,84 | Malo    |
| 9  | 3+200 -<br>3+600 | Derecho   | 15,80 | 79,00  | 4,31 | 2,28 | 1,62 | 1,62 | Malo    |
|  |                  | Izquierdo | 14,00 | 70,00  | 3,89 | 2,46 | 1,81 | 1,81 | Malo    |
| 10   | 3+600 -<br>4+000 | Derecho   | 17,50 | 87,50  | 4,71 | 2,12 | 1,46 | 1,46 | Malo    |
|  |                  | Izquierdo | 17,33 | 86,67  | 4,68 | 2,14 | 1,48 | 1,48 | Malo    |
| 11   | 4+000 -<br>4+400 | Derecho   | 20,50 | 102,50 | 5,42 | 1,87 | 1,21 | 1,21 | Malo    |
|  |                  | Izquierdo | 11,50 | 57,50  | 3,30 | 2,74 | 2,11 | 2,11 | Regular |
| 12   | 4+400 -<br>4+800 | Derecho   | 15,80 | 79,00  | 4,31 | 2,28 | 1,62 | 1,62 | Malo    |
|  |                  | Izquierdo | 17,33 | 86,67  | 4,68 | 2,14 | 1,48 | 1,48 | Malo    |
| 13   | 4+800 -<br>5+200 | Derecho   | 14,00 | 70,00  | 3,89 | 2,46 | 1,81 | 1,81 | Malo    |
|  |                  | Izquierdo | 12,33 | 61,67  | 3,50 | 2,65 | 2,01 | 2,01 | Regular |
| PROMEDIO   |                  |           |       |        | 4,49 |      |      | 1,58 | Malo    |
| <p><b>La Vía Salinas-Simiatug tiene un valor de IRI= 4.49 y PSI=1,58 equivalente a una Serviciabilidad de "Malo"</b></p> |                  |           |       |        |      |      |      |      |         |

Anexo 5 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guaranda – Santa Fe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO**  
**ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)**



**Nombre de la vía:** Guaranda - Santa Fe  
**Tipo de superficie:** Pavimento flexible  
**Evaluado por:** David Lara

| Ensayo   | Abscisa       | Carril    | Valor "D" | Valor "D" | IRI (m/km) | PSI     |         |          | Serviciabilidad |
|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|------------|---------|---------|----------|-----------------|
|          |               |           |           |           |            | PSI (1) | PSI (2) | PSI (pr) |                 |
| 1        | 0+000 - 0+400 | Derecho   | 9,80      | 49,00     | 2,90       | 2,95    | 2,35    | 2,35     | Regular         |
|          |               | Izquierdo | 7,98      | 39,91     | 1,94       | 3,52    | 3,02    | 3,02     | Bueno           |
| 2        | 0+400 - 0+800 | Derecho   | 6,08      | 30,42     | 1,48       | 3,82    | 3,40    | 3,40     | Bueno           |
|          |               | Izquierdo | 9,20      | 46,00     | 2,76       | 3,03    | 2,43    | 2,43     | Regular         |
| 3        | 0+800 - 1+200 | Derecho   | 7,33      | 36,63     | 1,78       | 3,62    | 3,15    | 3,15     | Bueno           |
|          |               | Izquierdo | 5,07      | 25,36     | 1,23       | 4,00    | 3,63    | 3,63     | Bueno           |
| 4        | 1+200 - 1+600 | Derecho   | 8,39      | 41,96     | 2,57       | 3,13    | 2,56    | 2,56     | Regular         |
|          |               | Izquierdo | 6,88      | 34,38     | 1,67       | 3,69    | 3,24    | 3,24     | Bueno           |
| 5        | 1+600 - 1+840 | Derecho   | 10,25     | 51,25     | 3,01       | 2,89    | 2,28    | 2,28     | Regular         |
|          |               | Izquierdo | 8,83      | 44,17     | 2,67       | 3,08    | 2,49    | 2,49     | Regular         |
| PROMEDIO |               |           |           |           | 2,20       |         |         | 2,85     | Regular         |

**La Vía Guaranda-Santa Fe tiene un valor de IRI= 2,20 y PSI=2,85 equivalente a una Serviciabilidad de "Regular"**

Anexo 6 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guaranda – Salinas



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO**  
**ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)**



**Nombre de la vía:** Guaranda-Salinas  
**Tipo de superficie:** Pavimento flexible  
**Evaluado por:** David Lara

| Ensayo | Abscisa          | Carri<br>l    | Valor<br>"D" | Valor<br>"D" | IRI<br>(m/km) | PSI        |            |             |                     |
|--------|------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|------------|------------|-------------|---------------------|
|        |                  |               |              |              |               | PSI<br>(1) | PSI<br>(2) | PSI<br>(pr) | Serviciabi<br>lidad |
| 1      | 0+000 -<br>0+400 | Derec<br>ho   | 9,90         | 49,50        | 2,92          | 2,94       | 2,33       | 2,33        | Regular             |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 4,89         | 24,43        | 1,18          | 4,03       | 3,67       | 3,67        | Bueno               |
| 2      | 0+400 -<br>0+800 | Derec<br>ho   | 7,96         | 39,78        | 1,93          | 3,52       | 3,02       | 3,02        | Bueno               |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 7,51         | 37,56        | 1,82          | 3,59       | 3,11       | 3,11        | Bueno               |
| 3      | 0+800 -<br>1+200 | Derec<br>ho   | 8,29         | 41,44        | 2,55          | 3,15       | 2,57       | 2,57        | Regular             |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 6,73         | 33,64        | 1,63          | 3,72       | 3,27       | 3,27        | Bueno               |
| 4      | 1+200 -<br>1+600 | Derec<br>ho   | 7,76         | 38,78        | 1,88          | 3,55       | 3,06       | 3,06        | Bueno               |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 4,25         | 21,25        | 1,03          | 4,15       | 3,82       | 3,82        | Bueno               |
| 5      | 1+600 -<br>2+000 | Derec<br>ho   | 7,62         | 38,10        | 1,85          | 3,57       | 3,09       | 3,09        | Bueno               |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 4,20         | 21,02        | 1,02          | 4,15       | 3,83       | 3,83        | Bueno               |
| 6      | 2+000 -<br>2+400 | Derec<br>ho   | 8,67         | 43,35        | 2,63          | 3,10       | 2,51       | 2,51        | Regular             |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 6,79         | 33,94        | 1,65          | 3,71       | 3,25       | 3,25        | Bueno               |
| 7      | 2+400 -<br>2+800 | Derec<br>ho   | 7,77         | 38,86        | 1,88          | 3,55       | 3,06       | 3,06        | Bueno               |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 3,76         | 18,81        | 0,91          | 4,24       | 3,94       | 3,94        | Bueno               |

|    |                  |           |       |       |      |      |      |      |         |
|----|------------------|-----------|-------|-------|------|------|------|------|---------|
| 8  | 2+800 -<br>3+200 | Derecho   | 8,00  | 40,00 | 1,94 | 3,51 | 3,01 | 3,01 | Bueno   |
|    |                  | Izquierdo | 4,60  | 22,98 | 1,11 | 4,08 | 3,74 | 3,74 | Bueno   |
| 9  | 3+200 -<br>3+600 | Derecho   | 9,80  | 49,02 | 2,90 | 2,95 | 2,34 | 2,34 | Regular |
|    |                  | Izquierdo | 6,08  | 30,39 | 1,47 | 3,82 | 3,40 | 3,40 | Bueno   |
| 10 | 3+600 -<br>4+000 | Derecho   | 10,78 | 53,89 | 3,13 | 2,83 | 2,21 | 2,21 | Regular |
|    |                  | Izquierdo | 5,33  | 26,67 | 1,29 | 3,95 | 3,57 | 3,57 | Bueno   |
| 11 | 4+000 -<br>4+400 | Derecho   | 9,28  | 46,38 | 2,78 | 3,02 | 2,42 | 2,42 | Regular |
|    |                  | Izquierdo | 6,27  | 31,35 | 1,52 | 3,79 | 3,36 | 3,36 | Bueno   |
| 12 | 4+400 -<br>4+800 | Derecho   | 9,91  | 49,55 | 2,93 | 2,94 | 2,33 | 2,33 | Regular |
|    |                  | Izquierdo | 4,30  | 21,51 | 1,04 | 4,14 | 3,81 | 3,81 | Bueno   |
| 13 | 4+800 -<br>5+200 | Derecho   | 6,78  | 33,91 | 1,64 | 3,71 | 3,25 | 3,25 | Bueno   |
|    |                  | Izquierdo | 7,50  | 37,50 | 1,82 | 3,59 | 3,11 | 3,11 | Bueno   |
| 15 | 5+600 -<br>6+000 | Derecho   | 8,40  | 42,00 | 2,57 | 3,13 | 2,56 | 2,56 | Regular |
|    |                  | Izquierdo | 4,93  | 24,64 | 1,20 | 4,02 | 3,66 | 3,66 | Bueno   |
| 16 | 6+000 -<br>6+400 | Derecho   | 8,25  | 41,26 | 2,54 | 3,15 | 2,58 | 2,58 | Regular |
|    |                  | Izquierdo | 7,65  | 38,24 | 1,85 | 3,57 | 3,08 | 3,08 | Bueno   |
| 17 | 6+400 -<br>6+800 | Derecho   | 6,25  | 31,23 | 1,51 | 3,80 | 3,37 | 3,37 | Bueno   |
|    |                  | Izquierdo | 7,36  | 36,81 | 1,79 | 3,61 | 3,14 | 3,14 | Bueno   |
| 18 | 6+800 -<br>7+200 | Derecho   | 5,77  | 28,83 | 1,40 | 3,88 | 3,47 | 3,47 | Bueno   |
|    |                  | Izquierdo | 6,20  | 31,00 | 1,50 | 3,80 | 3,38 | 3,38 | Bueno   |
| 19 | 7+200 -<br>7+600 | Derecho   | 8,60  | 43,00 | 2,62 | 3,11 | 2,52 | 2,52 | Regular |
|    |                  | Izquierdo | 4,13  | 20,67 | 1,00 | 4,17 | 3,85 | 3,85 | Bueno   |
| 20 | 7+600 -<br>8+000 | Derecho   | 9,29  | 46,43 | 2,78 | 3,02 | 2,42 | 2,42 | Regular |
|    |                  | Izquierdo | 4,44  | 22,19 | 1,08 | 4,11 | 3,78 | 3,78 | Bueno   |

|    |                    |           |       |       |      |      |      |      |         |
|----|--------------------|-----------|-------|-------|------|------|------|------|---------|
| 21 | 8+000 -<br>8+400   | Derecho   | 7,70  | 38,50 | 1,87 | 3,56 | 3,07 | 3,07 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 4,64  | 23,21 | 1,13 | 4,07 | 3,73 | 3,73 | Bueno   |
| 22 | 8+400 -<br>8+800   | Derecho   | 9,31  | 46,55 | 2,79 | 3,01 | 2,42 | 2,42 | Regular |
|    |                    | Izquierdo | 7,70  | 38,50 | 1,87 | 3,56 | 3,07 | 3,07 | Bueno   |
| 23 | 8+800 -<br>9+200   | Derecho   | 6,23  | 31,14 | 1,51 | 3,80 | 3,37 | 3,37 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 7,57  | 37,86 | 1,84 | 3,58 | 3,10 | 3,10 | Bueno   |
| 24 | 9+200 -<br>9+600   | Derecho   | 6,71  | 33,56 | 1,63 | 3,72 | 3,27 | 3,27 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 4,25  | 21,23 | 1,03 | 4,15 | 3,82 | 3,82 | Bueno   |
| 25 | 9+600 -<br>10+000  | Derecho   | 7,92  | 39,58 | 1,92 | 3,53 | 3,03 | 3,03 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 6,01  | 30,05 | 1,46 | 3,84 | 3,42 | 3,42 | Bueno   |
| 26 | 10+000 -<br>10+400 | Derecho   | 9,64  | 48,22 | 2,86 | 2,97 | 2,37 | 2,37 | Regular |
|    |                    | Izquierdo | 3,64  | 18,22 | 0,88 | 4,26 | 3,97 | 3,97 | Bueno   |
| 27 | 10+400 -<br>10+800 | Derecho   | 7,67  | 38,33 | 1,86 | 3,57 | 3,08 | 3,08 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 4,85  | 24,25 | 1,18 | 4,04 | 3,68 | 3,68 | Bueno   |
| 28 | 10+800 -<br>11+200 | Derecho   | 7,86  | 39,29 | 1,91 | 3,54 | 3,04 | 3,04 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 7,07  | 35,34 | 1,71 | 3,66 | 3,20 | 3,20 | Bueno   |
| 29 | 11+200 -<br>11+600 | Derecho   | 8,79  | 43,97 | 2,66 | 3,08 | 2,49 | 2,49 | Regular |
|    |                    | Izquierdo | 5,81  | 29,03 | 1,41 | 3,87 | 3,46 | 3,46 | Bueno   |
| 30 | 11+600 -<br>12+000 | Derecho   | 7,85  | 39,23 | 1,90 | 3,54 | 3,04 | 3,04 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 7,50  | 37,50 | 1,82 | 3,59 | 3,11 | 3,11 | Bueno   |
| 31 | 12+000 -<br>12+400 | Derecho   | 11,60 | 58,02 | 3,33 | 2,73 | 2,10 | 2,10 | Regular |
|    |                    | Izquierdo | 6,27  | 31,36 | 1,52 | 3,79 | 3,36 | 3,36 | Bueno   |
| 32 | 12+400 -<br>12+800 | Derecho   | 10,09 | 50,44 | 2,97 | 2,91 | 2,30 | 2,30 | Regular |
|    |                    | Izquierdo | 6,64  | 33,19 | 1,61 | 3,73 | 3,28 | 3,28 | Bueno   |

|    |                    |           |       |       |      |      |      |      |         |
|----|--------------------|-----------|-------|-------|------|------|------|------|---------|
| 33 | 12+800 -<br>13+200 | Derecho   | 7,97  | 39,83 | 1,93 | 3,52 | 3,02 | 3,02 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 7,36  | 36,78 | 1,78 | 3,62 | 3,14 | 3,14 | Bueno   |
| 34 | 13+200 -<br>13+600 | Derecho   | 7,91  | 39,55 | 1,92 | 3,53 | 3,03 | 3,03 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 9,10  | 45,50 | 2,74 | 3,04 | 2,45 | 2,45 | Regular |
| 35 | 13+600 -<br>14+000 | Derecho   | 12,89 | 64,44 | 3,63 | 2,59 | 1,94 | 1,94 | Malo    |
|    |                    | Izquierdo | 5,99  | 29,94 | 1,45 | 3,84 | 3,42 | 3,42 | Bueno   |
| 36 | 14+000 -<br>14+400 | Derecho   | 6,50  | 32,50 | 1,58 | 3,75 | 3,31 | 3,31 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 5,60  | 28,01 | 1,36 | 3,91 | 3,51 | 3,51 | Bueno   |
| 37 | 14+400 -<br>14+800 | Derecho   | 8,03  | 40,14 | 2,48 | 3,18 | 2,61 | 2,61 | Regular |
|    |                    | Izquierdo | 4,73  | 23,66 | 1,15 | 4,06 | 3,71 | 3,71 | Bueno   |
| 38 | 14+800 -<br>15+200 | Derecho   | 6,39  | 31,97 | 1,55 | 3,77 | 3,34 | 3,34 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 4,64  | 23,22 | 1,13 | 4,07 | 3,73 | 3,73 | Bueno   |
| 39 | 15+200 -<br>15+600 | Derecho   | 5,56  | 27,81 | 1,35 | 3,91 | 3,52 | 3,52 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 8,06  | 40,30 | 2,49 | 3,18 | 2,61 | 2,61 | Regular |
| 40 | 15+600 -<br>16+000 | Derecho   | 7,03  | 35,14 | 1,70 | 3,67 | 3,20 | 3,20 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 4,69  | 23,44 | 1,14 | 4,07 | 3,72 | 3,72 | Bueno   |
| 41 | 16+000 -<br>16+400 | Derecho   | 7,76  | 38,79 | 1,88 | 3,55 | 3,06 | 3,06 | Bueno   |
|    |                    | Izquierdo | 4,45  | 22,26 | 1,08 | 4,11 | 3,77 | 3,77 | Bueno   |
| 42 | 16+400 -<br>16+800 | Derecho   | 8,63  | 43,13 | 2,62 | 3,10 | 2,52 | 2,52 | Regular |
|    |                    | Izquierdo | 6,83  | 34,17 | 1,66 | 3,70 | 3,24 | 3,24 | Bueno   |
| 43 | 16+800 -<br>17+200 | Derecho   | 8,68  | 43,40 | 2,64 | 3,10 | 2,51 | 2,51 | Regular |
|    |                    | Izquierdo | 7,50  | 37,50 | 1,82 | 3,59 | 3,11 | 3,11 | Bueno   |
| 44 | 17+200 -<br>17+600 | Derecho   | 9,61  | 48,06 | 2,86 | 2,97 | 2,37 | 2,37 | Regular |
|    |                    | Izquierdo | 8,40  | 42,00 | 2,57 | 3,13 | 2,56 | 2,56 | Regular |

|  |                    |           |      |       |      |      |      |       |         |
|--|--------------------|-----------|------|-------|------|------|------|-------|---------|
| 45   | 17+600 -<br>18+000 | Derecho   | 9,98 | 49,89 | 2,94 | 2,93 | 2,32 | 2,32  | Regular |
|  |                    | Izquierdo | 7,00 | 35,00 | 1,70 | 3,67 | 3,21 | 3,21  | Bueno   |
| 46   | 18+000 -<br>18+400 | Derecho   | 8,50 | 42,50 | 2,59 | 3,12 | 2,54 | 2,54  | Regular |
|  |                    | Izquierdo | 9,17 | 45,83 | 2,75 | 3,03 | 2,44 | 2,44  | Regular |
| 47   | 18+400 -<br>18+800 | Derecho   | 4,31 | 21,56 | 1,05 | 4,13 | 3,81 | 3,81  | Bueno   |
|  |                    | Izquierdo | 7,73 | 38,67 | 1,88 | 3,56 | 3,06 | 3,06  | Bueno   |
| 48   | 18+800 -<br>19+200 | Derecho   | 5,97 | 29,86 | 1,45 | 3,84 | 3,43 | 3,43  | Bueno   |
|  |                    | Izquierdo | 9,32 | 46,61 | 2,79 | 3,01 | 2,42 | 2,42  | Regular |
| 49   | 19+200 -<br>19+600 | Derecho   | 6,20 | 31,00 | 1,50 | 3,80 | 3,38 | 3,38  | Bueno   |
|  |                    | Izquierdo | 4,60 | 23,00 | 1,12 | 4,08 | 3,74 | 3,74  | Bueno   |
| 50   | 19+600 -<br>20+000 | Derecho   | 9,19 | 45,95 | 2,76 | 3,03 | 2,43 | 2,43  | Regular |
|  |                    | Izquierdo | 5,29 | 26,43 | 1,28 | 3,96 | 3,58 | 3,58  | Bueno   |
| PROMEDIO   |                    |           |      |       | 1,89 |      | 3,10 | Bueno |         |
| <p align="center"><b>La Vía Guaranda-Salinas tiene un valor de IRI= 1,89 y PSI=3,10 equivalente a una Serviciabilidad de "Bueno"</b></p> |                    |           |      |       |      |      |      |       |         |

Anexo 7 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guaranda – Julio Moreno



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO**  
**ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)**



**Nombre de la vía:** Guaranda-Julio Moreno  
**Tipo de superficie:** Pavimento flexible  
**Evaluado por:** David Lara

| Ensayo | Abscisa          | Carri<br>l    | Valor<br>"D" | Valor<br>"D" | IRI<br>(m/km) | PSI        |            |             | Serviciabil<br>idad |
|--------|------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|------------|------------|-------------|---------------------|
|        |                  |               |              |              |               | PSI<br>(1) | PSI<br>(2) | PSI<br>(pr) |                     |
| 1      | 0+000 -<br>0+400 | Derec<br>ho   | 7,11         | 35,56        | 0,34          | 4,70       | 4,57       | 4,57        | Muy<br>Bueno        |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 7,36         | 36,81        | 0,36          | 4,69       | 4,56       | 4,56        | Muy<br>Bueno        |
| 2      | 0+400 -<br>0+800 | Derec<br>ho   | 8,00         | 40,00        | 0,39          | 4,66       | 4,52       | 4,52        | Muy<br>Bueno        |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 7,59         | 37,94        | 0,37          | 4,68       | 4,54       | 4,54        | Muy<br>Bueno        |
| 3      | 0+800 -<br>1+200 | Derec<br>ho   | 10,00        | 50,00        | 0,49          | 4,58       | 4,41       | 4,41        | Muy<br>Bueno        |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 5,14         | 25,71        | 0,25          | 4,78       | 4,68       | 4,68        | Muy<br>Bueno        |
| 4      | 1+200 -<br>1+600 | Derec<br>ho   | 7,21         | 36,06        | 0,35          | 4,69       | 4,56       | 4,56        | Muy<br>Bueno        |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 5,16         | 25,79        | 0,25          | 4,78       | 4,68       | 4,68        | Muy<br>Bueno        |
| 5      | 1+600 -<br>2+000 | Derec<br>ho   | 7,75         | 38,75        | 0,38          | 4,67       | 4,53       | 4,53        | Muy<br>Bueno        |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 5,39         | 26,94        | 0,26          | 4,77       | 4,67       | 4,67        | Muy<br>Bueno        |
| 6      | 2+000 -<br>2+400 | Derec<br>ho   | 8,27         | 41,36        | 0,40          | 4,65       | 4,50       | 4,50        | Muy<br>Bueno        |
|        |                  | Izquie<br>rdo | 4,63         | 23,13        | 0,22          | 4,80       | 4,72       | 4,72        | Muy<br>Bueno        |
| 7      | 2+400 -<br>2+800 | Derec<br>ho   | 7,03         | 35,13        | 0,34          | 4,70       | 4,57       | 4,57        | Muy<br>Bueno        |

|  |                  |           |       |       |      |      |      |      |           |
|--|------------------|-----------|-------|-------|------|------|------|------|-----------|
|  |                  | Izquierdo | 4,92  | 24,60 | 0,24 | 4,79 | 4,70 | 4,70 | Muy Bueno |
| 8  | 2+800 -<br>3+200 | Derecho   | 5,65  | 28,25 | 0,27 | 4,76 | 4,65 | 4,65 | Muy Bueno |
|  |                  | Izquierdo | 6,43  | 32,14 | 0,31 | 4,72 | 4,61 | 4,61 | Muy Bueno |
| 9  | 3+200 -<br>3+600 | Derecho   | 4,29  | 21,43 | 0,21 | 4,81 | 4,74 | 4,74 | Muy Bueno |
|  |                  | Izquierdo | 6,11  | 30,54 | 0,30 | 4,74 | 4,63 | 4,63 | Muy Bueno |
| 10   | 3+600 -<br>4+000 | Derecho   | 6,76  | 33,82 | 0,33 | 4,71 | 4,59 | 4,59 | Muy Bueno |
|  |                  | Izquierdo | 5,84  | 29,18 | 0,28 | 4,75 | 4,64 | 4,64 | Muy Bueno |
| 11   | 4+000 -<br>4+400 | Derecho   | 7,13  | 35,63 | 1,73 | 3,65 | 3,19 | 3,19 | Bueno     |
|  |                  | Izquierdo | 4,75  | 23,75 | 1,15 | 4,06 | 3,70 | 3,70 | Bueno     |
| 12   | 4+400 -<br>4+800 | Derecho   | 7,44  | 37,18 | 1,80 | 3,60 | 3,12 | 3,12 | Bueno     |
|  |                  | Izquierdo | 7,19  | 35,94 | 1,74 | 3,64 | 3,17 | 3,17 | Bueno     |
| 13   | 4+800 -<br>5+200 | Derecho   | 7,71  | 38,55 | 1,87 | 3,56 | 3,07 | 3,07 | Bueno     |
|  |                  | Izquierdo | 9,03  | 45,13 | 2,72 | 3,05 | 2,46 | 2,46 | Regular   |
| 15   | 5+600 -<br>6+000 | Derecho   | 11,75 | 58,75 | 3,36 | 2,71 | 2,08 | 2,08 | Regular   |
|  |                  | Izquierdo | 6,21  | 31,04 | 1,51 | 3,80 | 3,38 | 3,38 | Bueno     |
| PROMEDIO   |                  |           |       |       | 0,79 |      |      | 4,15 | Muy Bueno |
| <p><b>La Vía Guaranda-Julio Moreno tiene un valor de IRI=0,79 y PSI= 4,15 equivalente a una serviciabilidad de "Muy Bueno"</b></p> |                  |           |       |       |      |      |      |      |           |

**Anexo 8** Formato de Encuesta aplicada a usuarios del cantón Guaranda



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE  
INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA 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 Guaranda.

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

**Señale la vía que utiliza comúnmente**

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| Vía Guaranda – Santa Fé     | <input type="checkbox"/> |
| Vía Guaranda – Julio Moreno | <input type="checkbox"/> |
| Vía Guaranda – Salinas      | <input type="checkbox"/> |
| Vía Salinas – Simiatug      | <input type="checkbox"/> |

**Señale a qué lugares de destino le comunican las vías:**

|                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| Hogar                   | <input type="checkbox"/> |
| Trabajo                 | <input type="checkbox"/> |
| Centros de educación    | <input type="checkbox"/> |
| Centros de salud        | <input type="checkbox"/> |
| Cultos religiosos       | <input type="checkbox"/> |
| Actividades recreativas | <input type="checkbox"/> |

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

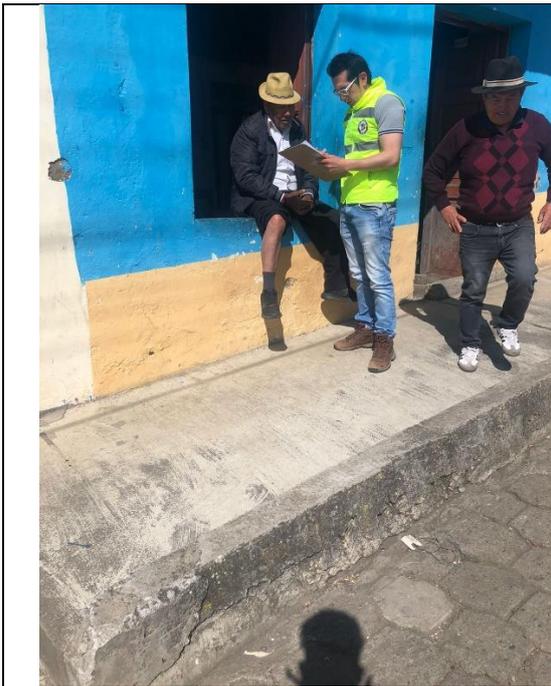
|                |                          |
|----------------|--------------------------|
| 1-2 veces      | <input type="checkbox"/> |
| 3-4 veces      | <input type="checkbox"/> |
| 5-6 veces      | <input type="checkbox"/> |
| Más de 7 veces | <input type="checkbox"/> |

**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)**

| <b>Fiabilidad</b>   | <b>Muy bueno</b> | <b>Bueno</b> | <b>Regular</b> | <b>Malo</b> | <b>Muy malo</b> |
|---|------------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|
| 1. ¿Cuándo se planifica un mantenimiento vial, se lo realiza en la fecha establecida?   | 5                | 4            | 3              | 2           | 1               |
| 2. ¿Considera usted que 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               |
| <b>Sensibilidad</b>   |                  |              |                |             |                 |
| 4. La planificación del mantenimiento de las vías es socializada con la comunidad.  | 5                | 4            | 3              | 2           | 1               |
| 5. Considera usted que la limpieza de cunetas en temporada de lluvia se realiza de forma oportuna y rápida.   | 5                | 4            | 3              | 2           | 1               |
| 6. 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               |
| <b>Seguridad</b>  |                  |              |                |             |                 |
| 7. ¿Cuándo se han realizado trabajos como bacheos, la garantía del trabajo es a largo tiempo para no provocar accidentes?                                     | 5                | 4            | 3              | 2           | 1               |
| 8. 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>  |                  |              |                |             |                 |
| 9. Según su apreciación visual. ¿En qué estado se encuentran las vías?  | 5                | 4            | 3              | 2           | 1               |
| 10. Se siente cómodo al transitar por las vías.   | 5                | 4            | 3              | 2           | 1               |

**Gracias por su colaboración**

**Anexo 9** Evidencia fotográfica de la aplicación de la encuesta



**Foto 5** Aplicación de encuestas en la vía  
Guaranda-Santa Fe



**Foto 6** Aplicación de encuestas en la vía  
Guaranda-Salinas



**Foto 7** Aplicación de encuestas en la vía  
Guaranda-Simiatug



**Foto 8** Aplicación de encuestas en la vía  
Guaranda-Julio Moreno

**Anexo 10** Resultados del Modelo Servqual

|  | Salinas-Simiatug |             |        | Guaranda - Santa Fe |             |        | Guaranda - Salinas |             |        | Guaranda-Julio Moreno |             |        |
|--|------------------|-------------|--------|---------------------|-------------|--------|--------------------|-------------|--------|-----------------------|-------------|--------|
|  | Expectativa      | Percepción  | Brecha | Expectativa         | Percepción  | Brecha | Expectativa        | Percepción  | Brecha | Expectativa           | Percepción  | Brecha |
| <b>Fiabilidad</b>  | <b>2,07</b>      | <b>1,66</b> | -0,40  | <b>2,44</b>         | <b>2,47</b> | 0,02   | <b>2,82</b>        | <b>2,69</b> | -0,13  | <b>3,07</b>           | <b>3,20</b> | 0,13   |
| 1. Cumplir el manteniendo vial en la fecha establecida                 | 2,12             | 1,58        | -0,54  | 2,63                | 2,87        | 0,23   | 2,75               | 2,49        | -0,26  | 2,92                  | 2,98        | 0,06   |
| 2. Interes de resolver las fallas de las vías                          | 1,75             | 1,95        | 0,21   | 3,13                | 3,17        | 0,03   | 3,31               | 3,28        | -0,03  | 3,59                  | 3,98        | 0,39   |
| 3. Estado de las vías al ser pavimentadas.                             | 2,33             | 1,46        | -0,87  | 1,57                | 1,37        | -0,20  | 2,40               | 2,31        | -0,09  | 2,69                  | 2,63        | -0,06  |
| <b>Sensibilidad</b>  | <b>1,62</b>      | <b>1,77</b> | 0,15   | <b>3,04</b>         | <b>2,41</b> | -0,63  | <b>3,23</b>        | <b>3,27</b> | 0,04   | <b>3,54</b>           | <b>3,90</b> | 0,36   |
| 6. Socialización sobre la planificación del mantenimiento vial.        | 1,68             | 1,61        | -0,07  | 2,87                | 2,60        | -0,27  | 2,83               | 3,09        | 0,26   | 3,10                  | 3,63        | 0,53   |
| 7. En temporada de lluvia la limpieza de cunetas es oportuna y rápida. | 1,69             | 1,94        | 0,26   | 2,90                | 2,20        | -0,70  | 3,35               | 3,40        | 0,05   | 3,80                  | 4,08        | 0,27   |
| 8. Disposición de realizar mantenimientos.                             | 1,49             | 1,75        | 0,26   | 3,37                | 2,43        | -0,93  | 3,51               | 3,33        | -0,18  | 3,73                  | 4,00        | 0,27   |
| <b>Seguridad</b>   | <b>1,70</b>      | <b>1,78</b> | 0,08   | <b>3,13</b>         | <b>3,50</b> | 0,37   | <b>3,41</b>        | <b>3,36</b> | -0,05  | <b>3,85</b>           | <b>3,83</b> | -0,02  |
| 10. Garantía de mantenimientos para no provocar accidentes             | 1,71             | 1,52        | -0,19  | 2,97                | 3,43        | 0,47   | 3,16               | 3,04        | -0,12  | 3,65                  | 3,67        | 0,02   |
| 13. La capa superficial de las vías tiene la suficiente adherencia.    | 1,69             | 2,05        | 0,36   | 3,30                | 3,57        | 0,27   | 3,65               | 3,68        | 0,03   | 4,06                  | 4,02        | -0,04  |
| <b>Empatía</b>   | <b>1,95</b>      | <b>1,68</b> | -0,26  | <b>3,15</b>         | <b>3,52</b> | 0,37   | <b>3,51</b>        | <b>3,46</b> | -0,05  | <b>3,92</b>           | <b>4,18</b> | 0,25   |

|  |             |             |                  |             |             |             |             |             |                  |             |             |             |
|--|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 15. Estado de las vías.                  | 1,70        | 1,58        | -<br>0,11        | 2,93        | 3,37        | 0,43        | 3,45        | 3,34        | -<br>0,11        | 3,78        | 4,00        | 0,22        |
| 18. Comodidad al transitar por las vías. | 2,20        | 1,78        | -<br>0,42        | 3,37        | 3,67        | 0,30        | 3,57        | 3,58        | 0,01             | 4,06        | 4,35        | 0,29        |
| <b>Total</b>                             | <b>1,83</b> | <b>1,72</b> | -<br><b>0,11</b> | <b>2,94</b> | <b>2,97</b> | <b>0,03</b> | <b>3,24</b> | <b>3,20</b> | -<br><b>0,04</b> | <b>3,60</b> | <b>3,78</b> | <b>0,18</b> |