



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

**APLICACIÓN DEL MÉTODO PSI Y MODELO SERVQUAL PARA
LA VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VÍAS DE SEGUNDO
ORDEN DEL CANTÓN GUANO**

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

Autor:

Colcha Guashpa Vannessa Mireya

Tutor:

Mgc. Ing. Saldaña Garcia Carlos Sebastian

Riobamba, Ecuador. 2022

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Vannessa Mireya Colcha Guashpa, con cédula de ciudadanía 060397235-7, autora del trabajo de investigación titulado: **“APLICACIÓN DEL MÉTODO PSI Y MODELO SERVQUAL PARA LA VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DEL CANTÓN GUANO”**, 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, a la fecha de su presentación.



Vannessa Mireya Colcha Guashpa

C.I: 060397235-7

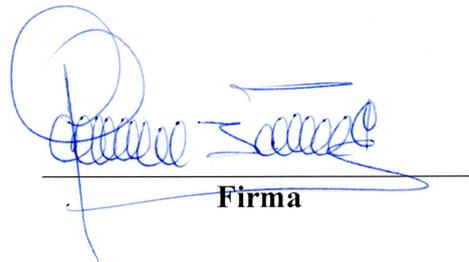
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**APLICACIÓN DEL MÉTODO PSI Y MODELO SERVQUAL PARA LA VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DEL CANTÓN GUANO.**”, presentado por **Vannessa Mireya Colcha Guashpa**, con cédula de identidad **060397235-7**, 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 27 de abril del 2022.

Para constancia de lo expuesto firman:

Mgs. Marco Javier Palacios Carvajal
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



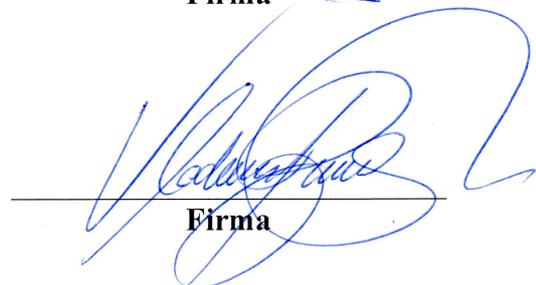
Firma

Mgs. Víctor Renee Velásquez Benavides
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Hernán Vladimir Pazmiño Chiluiza
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Carlos Sebastián Saldaña García
TUTOR



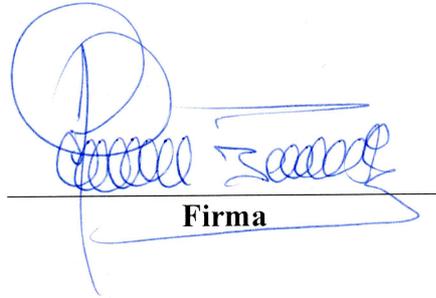
Firma

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**APLICACIÓN DEL MÉTODO PSI Y MODELO SERVQUAL PARA LA VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DEL CANTÓN GUANO.**”, presentado por **Vannessa Mireya Colcha Guashpa**, con cédula de identidad **0603972357**, bajo la tutoría de **Mgs. Carlos Sebastián Saldaña García**; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 27 de abril del 2022.

Mgs. Marco Javier Palacios Carvajal
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Víctor Renee Velásquez Benavides
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Hernán Vladimir Pazmiño Chiliza
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma



CERTIFICACIÓN

Que, **Colcha Guashpa Vanessa Mireya** con CC: **060397235-7**, estudiante de la Carrera de **Ingeniería Civil, NO VIGENTE**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"APLICACIÓN DEL MÉTODO PSI Y MODELO SERVQUAL PARA LA VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DEL CANTÓN GUANO"**, que corresponde al dominio científico **Desarrollo Territorial – Productivo y Hábitat Sustentable para mejorar la calidad de vida**, y alineado a la línea de investigación **Ingeniería, Construcción, Industria y Producción** cumple con el 1%, de acuerdo con el reporte del sistema Anti - plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo con la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 29 de marzo de 2022



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS
SEBASTIAN
SALDAÑA GARCIA**

Ing. Carlos Saldaña García
DOCENTE TUTOR

DEDICATORIA

El presente proyecto quiero dedicar a mis padres Santiago y Zoila por el esfuerzo, sacrificio, apoyo y amor que me han brindado día tras día sirviéndome como ejemplo de perseverancia para lograr mis sueños; a mis hermanos Luis, Karina y Jhon por comprenderme y encontrar palabras precisas para mantenerme enfocada en mis objetivos; a mis sobrinos de corazón Alan y Samantha quienes con su amor y locura han alegrado mi corazón en esta etapa de mi vida.

A mis queridos tíos Ipolito, Rosa, Gladys, Gonzalo y Ermelinda con quienes he compartido desde siempre cada triunfo y cada caída; quienes han sabido brindarme consejos y palabras de aliento para no renunciar este camino que ahora concluye.

A Stalin y Katherine quienes estuvieron a mi lado en los momentos amenos y situaciones tormentosas, siempre ayudándome. Me ayudaron hasta donde les era posible, incluso hasta más que eso.

A cada uno de mis familiares y amigos que creyeron en mí desde el principio de este gran sueño que se está cumpliendo, por brindarme siempre su apoyo incondicional que me ha impulsado a no rendirme y luchar por lo que tanto anhelo.

Vannessa Mireya Colcha Guashpa

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer en primer lugar a Dios y a la virgen santísima de Baños por brindarme fortaleza y sabiduría para salir adelante en este camino de preparación profesional, por proteger siempre en cada momento.

Agradezco a mis padres y hermanos quienes han sido el pilar fundamental para cumplir esta meta y a cada uno de mis familiares quienes me han brindado su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A cada uno de mis amig@s que me acompañaron a enfrentar esta travesía en especial a quienes me han brindado su cariño y amistad incondicional.

A la Universidad Nacional de Chimborazo y a la Facultad de Ingeniería por darme la oportunidad de prepararme y lograr ser un profesional.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Civil quienes me han brindado su apoyo y me han compartido sus conocimientos durante mí proceso de aprendizaje para incursionarme en la vida laboral.

Finalmente quiero agradecer a mi tutor el Ing. Carlos Saldaña por haber aceptado ser parte de este proyecto y haberme brindado su conocimiento y su tiempo para el desarrollo del mismo.

Vannessa Mireya Colcha Guashpa

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I : INTRODUCCIÓN	15
1.1 Antecedentes	15
1.2 Planteamiento del Problema.....	16
1.3 Justificación.....	16
1.4 Objetivos	17
1.4.1 Objetivo General	17
1.4.2 Objetivos Específicos.....	17
CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO	18
2.1 Estado del Arte	18
2.2 Marco conceptual	19
2.2.1 Serviciabilidad de Pavimentos	19
2.2.2 Evaluación Funcional del Pavimento.....	19
2.2.2.1 Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	19
2.2.2.2 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	20
2.2.2.3 Correlación entre el IRI y PSI	23
2.2.2.4 Modelo SERVQUAL	25
2.2.2.5 Coeficiente alfa de Cronbach	26
2.2.2.6 Coeficiente de correlación de Pearson.....	27
CAPÍTULO III : METODOLOGÍA	28
3.1 Tipo de la investigación	28
3.2 Diseño de la investigación.....	29
3.3 Técnicas para la recolección de datos	29
3.4 Población de estudio y tamaño de la muestra	29
3.5 Hipótesis.....	30
3.6 Métodos de análisis y procesamiento de datos.....	31

CAPÍTULO IV : RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1 Resultados	32
4.2 Discusión.....	42
CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
4.3 Conclusiones	43
4.4 Recomendaciones.....	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Jerarquización vial del cantón Guano.	18
Tabla 2	Clasificación de equipos de medición del IRI.	21
Tabla 3	Tipos de equipos de medición del IRI.	22
Tabla 4	Escala de calificación de serviciabilidad para pavimentos flexibles.	24
Tabla 5	Rangos del coeficiente de Alfa de Cronbach.	27
Tabla 7	Vías de segundo orden del cantón Guano en estudio.	30
Tabla 8	Cuadro de resumen del índice de serviciabilidad presente a partir del índice de rugosidad internacional.	34
Tabla 9	Validación de la encuesta.	34
Tabla 10	Correlación del Índice de serviciabilidad presente (PSI) con el modelo Servqual.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Desviación respecto a la cuerda promedio.	22
Figura 2 Diagrama del proceso metodológico.	28
Figura 3 Histograma de frecuencias de datos obtenidos en el ensayo de Merlín de la vía Guano-San Andrés.	32
Figura 4 Histograma de frecuencias eliminado el 5% de datos (datos poco representativos o erráticos) de la vía Guano-San Andrés.	33
Figura 5 Resultados de la dimensión de Fiabilidad.	35
Figura 6 Resultados de la dimensión de Sensibilidad.	35
Figura 7 Resultados de la dimensión de Seguridad.	36
Figura 8 Resultados de la dimensión de Empatía.	37
Figura 9 Resultados de la dimensión de Elementos tangibles.	37
Figura 10 Método IRI - Percepciones de la dimensión de fiabilidad y ecuación de la curva.	39
Figura 11 Método IRI - Percepciones de la dimensión de sensibilidad y ecuación de la curva.	40
Figura 12 Método IRI - Percepciones de la dimensión de seguridad y ecuación de la curva.	41
Figura 13 Método IRI - Percepciones de la dimensión de empatía y ecuación de la curva.	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Población futura de las parroquias donde se encuentran las vías en estudio.....	48
Anexo 2	Evidencia fotográfica del ensayo mediante el rugosímetro de Merlín.....	48
Anexo 3	Hoja de campo que se utilizó para el ensayo de Merlín de la vía Guano-San Andrés.	50
Anexo 4	Índice de serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guano – San Andrés.....	51
Anexo 5	Índice de serviciabilidad presente (PSI) de la vía San Andrés - San Isidro de Patulú.	52
Anexo 6	Índice de serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guano – Ilapo.	53
Anexo 7	Índice de serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guano – Valparaíso	55
Anexo 8	Índice de serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guano – San Gerardo	57
Anexo 9	Formato de Encuesta aplicada a usuarios del cantón Guano.	58
Anexo 10	Evidencia fotográfica de la aplicación de la encuesta.....	60

RESUMEN

Actualmente los organismos encargados de la gestión vial establecen estrategias para realizar mantenimientos viales bajo criterios técnicos considerando indicadores como: la rugosidad, deflexiones, severidad de fallas entre otros que son obtenidos mediante instrumentos técnicos; sin embargo, la opinión de los usuarios no es considerada, debido a que se piensa que la información obtenida de sus percepciones no contribuye a los aspectos técnicos. El presente trabajo de investigación está enfocado a realizar una valoración técnica de las vías de segundo orden del cantón Guano aplicando del método PSI y del modelo Servqual, con el fin de observar posibles coincidencias entre el factor técnico y la percepción de los usuarios. Para la recolección de datos se manejan tres tipos de técnica; revisión documental, ensayo del rugosímetro Merlín y la aplicación de encuestas. Una vez obtenido los resultados del método PSI y el modelo Servqual se realizó la respectiva correlación mediante el coeficiente de Pearson obteniendo una correlación lineal positiva de 0,729 donde se indica que las variables se encuentran asociadas de forma directa. A partir de ello, se desarrolló un modelo de predicción con las preguntas relacionadas a la capa superficial del pavimento del cuestionario Servqual. Para la aplicación del modelo de predicción en otras vías se debe tener en cuenta los valores muy altos y muy bajos del IRI (método utilizado para la obtención del PSI) limitan el uso de la ecuación de correlación.

Palabras claves: Gestión vial, Guano, método PSI, modelo Servqual, percepción, correlación.

ABSTRACT

Currently, the agencies in charge of road management establish strategies for road maintenance under technical criteria considering indicators such as roughness, deflections, and the severity of faults, among others, obtained through specialized instruments. However, the users' opinion is not considered because the information obtained from their perceptions does not contribute to the technical aspects.

The present research focuses on a technical evaluation of the second-order roads of Guano canton, applying the PSI method and the Servqual model to observe possible coincidences between the technical factor and the perception of the users.

Data collection involved three techniques: document review, Merlin roughness tester testing, and survey application.

PSI method and Servqual model were obtained, and the respective correlation was performed using Pearson's coefficient, bringing a positive linear correlation of 0.729, which indicates that the variables are directly associated. Based on this, a prediction model was developed with the questions related to the pavement surface layer of the Servqual questionnaire. For the application of the prediction model on other roads, the exceptionally high and shallow values of the IRI (a method used to obtain the PSI) limit the use of the correlation equation.

Keywords: Road management, Guano, PSI method, Servqual model, perception, correlation.



Firmado electrónicamente por:
**ANA ELIZABETH
MALDONADO LEON**

Reviewed by:

Ms.C. Ana Maldonado León

ENGLISH PROFESSOR

C.I.060197598

CAPÍTULO I : INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Por su conexión directa con el desarrollo económico y social, la infraestructura vial es un importante elemento jerárquico del patrimonio nacional, ya que permite la comunicación y conectividad entre los centros de población, asentamientos, así como el intercambio de bienes y servicios (Corros et al., 2009).

Las vías brindan el servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes; por lo cual, se constituyen como vías de gran utilidad para los pobladores de las diferentes zonas que se adaptan a las condiciones. Al mismo tiempo estas vías provocan la movilidad y prestan la facilidad para que los usuarios puedan transitar de forma segura, ordenada, mismas que pueden estar a cargo Gobiernos Municipales o Gobiernos Provinciales.

La funcionalidad de una vía puede ser apreciada por los usuarios, es decir la seguridad y confort que sienten al circular por una vía (Abad & Sangurima, 2018). En la actualidad todo bien y servicio adquirido por los usuarios está bajo su observación y dependerá si cumple con sus expectativas o requerimientos para que el usuario lo califique como bueno o malo en su calidad y funcionalidad.

Es importante señalar que la utilización de métodos o modelos técnicos sirven para evaluar los diferentes componentes o los servicios existentes, están diseñados con el objeto de mejorar estos servicios ya que, al contar con una medición se puede realizar análisis situacionales que contribuyan a mejorar futuras condiciones o servicios que se prestan para la población. En el caso de las vías se genera un sinnúmero de requerimientos y especificaciones que deben ser constatados por un profesional, y en caso de pretender mejorarlas es importante que cuente con estudios previos para dar un diagnóstico adecuado de las acciones que se pueden realizar.

1.2 Planteamiento del Problema

Actualmente la evaluación técnica es parte fundamental de la gestión de recursos en las diferentes áreas, por lo que se vuelve indispensable establecer parámetros para delimitar resultados y establecer posibles mejoras a los diferentes productos o servicios que se está utilizando. En el caso de la infraestructura vial, las entidades encargadas de la conservación vial se basan en indicadores técnicos para determinar la calidad de servicio que puede brindar una vía y tomar decisiones sobre posibles inversiones. Sin embargo, se ha quedado de lado la expectativa y percepción que tiene el usuario, siendo el quien circula por las vías y quien puede calificar si este recurso cumple adecuadamente con los requerimientos de los usuarios. A partir de lo cual se ha creado la siguiente interrogante: ¿Los usuarios de las vías están capacitados para determinar la calidad de servicio que brinda la capa de rodadura del pavimento?

1.3 Justificación

La presente investigación se realizó con el propósito de encontrar un método más económico de obtener información sobre el estado de la capa superficial del pavimento y la serviciabilidad que brindan las vías, dicha información podrá ser utilizada por los organismos de gestión vial que no cuenten con mucho presupuesto y en lugares de difícil acceso donde exista dificultad de acceso para realizar evaluaciones técnicas por profesionales.

Al requerir de personal calificado y equipo costoso para realizar el levantamiento de información, se pretende establecer incidencia entre el factor técnico (método PSI) y la percepción de los usuarios (modelo Servqual).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar la valoración técnica de las vías de segundo orden del cantón Guano a través de la aplicación del método PSI y el modelo Servqual.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Aplicar el método PSI para valorar la clasificación de serviciabilidad de las vías de segundo orden del cantón Guano.
- Emplear el modelo Servqual con los usuarios de las vías de segundo orden del cantón Guano.
- Comparar los resultados obtenidos a través del método PSI y el modelo Servqual.
- Analizar los supuestos que implican la valoración de los usuarios de las vías de segundo orden.

CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del Arte

La infraestructura vial es uno de los pilares fundamentales de crecimiento socioeconómico y desarrollo de un país, provincia, cantón o ciudad ya que permite la comunicación, interrelación e intercambio tanto de bienes y servicios.

De acuerdo al inventario del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Chimborazo, la red vial provincial tiene una longitud de 4113.22 km, donde la red vial de segundo orden se encuentra a nivel de asfalto en condiciones aceptables de serviciabilidad, misma que cuenta aproximadamente con una longitud de 600 km (GADPCH, 2020).

El cantón Guano cuenta con una longitud de 103.3 Km de pavimento flexible (CONGOPE, 2019), la red vial del cantón Guano está clasificada en base a su funcionalidad cumpliendo con la necesidad operacional e interés del cantón, en sus diferentes niveles que son: vías de primer orden, segundo orden, tercer orden, vecinales y rurales (Equipo técnico CESA, 2020).

Tabla 1

Jerarquización vial del cantón Guano.

Jerarquía	Longitud (Km)	%
Vías de primer orden	32.61	2.3
Vías de segundo orden	75.52	5.2
Vías de tercer orden	48.43	3.4
Vías Urbanas	114.66	8.0
Vías Vecinales	1170.28	81.0
TOTAL	1441.50	100.0

Fuente: (Equipo técnico CESA, 2020).

Las vías de segundo orden están conformadas por tramos de vías que unen a cabeceras cantonales y parroquiales que se conectan con una vía de primer orden; como se observa en la tabla 1, el cantón Guano posee 75.52 km de longitud en vías de esta categoría, lo cual representa el 5.2% del total de la jerarquización de las vías.

La información desactualizada sobre la serviciabilidad que brindan las vías de segundo orden de la provincia de Chimborazo ha dado lugar a que los planes de gestión vial se basen básicamente en planificaciones de años pasados. Sin embargo se han elaborado encuestas de satisfacción a los usuarios para determinar la calidad de servicio tomando en cuenta variables de movilidad, seguridad y comodidad creando así un línea de investigación (Rodríguez, 2020).

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Serviciabilidad de Pavimentos

La serviciabilidad es un indicador de comportamiento funcional y estructural del pavimento, el comportamiento funcional se relaciona con la seguridad y el confort que se ofrece al usuario cuando transita por la vía, mientras que el comportamiento estructural se relaciona con las características físicas del pavimento. La serviciabilidad de los pavimentos puede ser evaluada de forma objetiva o subjetiva (Sornoza, 2019).

2.2.2 Evaluación Funcional del Pavimento

Se han desarrollado varios métodos y modelos para determinar la calidad de servicio que puede ofrecer una vía mediante la aplicación de criterios técnicos desarrollados por expertos o mediante encuestas de satisfacción de los usuarios (Rodríguez, 2020).

2.2.2.1 Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

El índice de serviciabilidad presente (PSI), establece la capacidad de servicio que brinda la capa de rodadura de vía basada en la seguridad y en el grado de confort.

Sin embargo, en busca de un valor más exacto de la serviciabilidad la AASHTO Road Test correlaciona el PSR con mediciones objetivas a través de un perfilómetro llamado CHLOE

donde se obtiene mediciones de las variaciones del perfil longitudinal dado por la irregularidad superficial del pavimento.

La AASHTO presenta la siguiente ecuación:

$$PSI = 5,03 - 1,91 * \log(1 - sv) - 0.01 * \sqrt{C + P} + 1.38 * RD^2 \quad (1)$$

Donde:

sv = la varianza de la pendiente longitudinal dada por la medición del perfilómetro CHLOE.

RD^2 = Ahuellamiento

$C + P$ = Superficie agrietada y bacheada respectivamente.

Cambiando así la manera de calificar la serviciabilidad dada en un inicio por los usuarios al deterioro físico de los pavimentos (Pallasco, 2018).

Con el pasar de los tiempos, varias agencias viales convirtieron el término de varianza de pendiente de la fórmula original con el índice de rugosidad, a través de correlaciones con medida realizadas con diferentes equipos, correlacionando directamente el PSI con la rugosidad.

Los valores del método PSI se evalúan en una escala de valoración que va desde 0 – 5, donde 0 representa un pavimento con condición superficial muy pobre y 5 un pavimento con condición superficial perfecta (Flores & Pilco, 2021).

2.2.2.2 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

Es el parámetro que evalúa el estado de la capa superficial del pavimento de una vía tomando en cuenta irregularidades que se presentan con respecto a una superficie plana teórica, conceptualmente el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) relaciona la acumulación de desplazamientos del sistema de suspensión de un vehículo modelo.

2.2.2.2.1 Clasificación de equipos para evaluar la rugosidad.

El Banco Mundial clasifica los métodos para medir la rugosidad 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: Perfilométricos 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 0.5 m 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: 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: 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: (Montoya, 2013)

Los equipos son diversos, entre los cuales se encuentran: los perfilómetros dinámicos y los sistemas estáticos.

Tabla 3

Tipos de equipos de medición del IRI.

Equipos de medición	Tipos
Equipos de medición dinámicos	Perfilógrafos
	Perfilómetro inercial APL.
	Perfilómetro inercial
Equipos de medición estáticos	Levantamientos con mira y nivel.
	Perfilómetros de barra del TRRL.
	Face Dipstick. Rugosímetro Merlín.

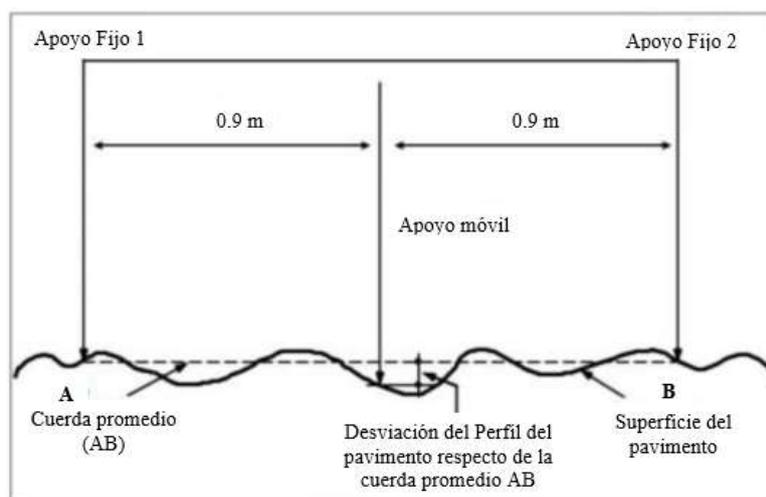
Fuente:(Gutiérrez & Quispetupa, 2019)

2.2.2.2.2 Evaluación del IRI con el rugosímetro Merlín

El rugosímetro Merlín es un instrumento de aplicación manual y uso sencillo cuyo principio se basó en utilizar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto a una cuerda promedio (desplazamiento), donde se debe medir 200 desviaciones respecto a la cuerda promedio de forma continua a lo largo de la vía.(Zeballos & Vizcarro, 2021).

Figura 1

Desviación respecto a la cuerda promedio.



Fuente: (Aguila, 1993)

2.2.2.2.3 Rugosidad en escala IRI

Debido a la gran variedad de instrumentos existentes para determinar la rugosidad se uniformiza los resultados provenientes de dichos instrumentos a través de las siguientes fórmulas:

$$\text{Cuando } 2,4 < RI < 15,9 \text{ , entonces el } IRI = 0,0485 D \quad (2)$$

$$\text{Cuando } IRI < 2,4 \text{ , entonces el } IRI = 0,0485 D \quad (3)$$

Donde:

D = Rugosidad del pavimento en unidades Merlín (Fernandez, 2021).

2.2.2.3 Correlación entre el IRI y PSI

Según (Hurtado, 2016) luego de calcular el índice de rugosidad internacional (IRI), varios investigadores han decidido correlacionar el IRI con el PSI con el fin de obtener un valor de serviciabilidad. Estos modelos se resumen a continuación:

El modelo desarrollado por Paterson en el HDM 111, esta relación es aplicable para pavimentos hechos con material bituminoso.

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

Donde:

e = Base de logaritmos naturales

IRI= Índice de Rugosidad Internacional, (m/km)

El modelo desarrollado por Al-Omar y M.I Darte, esta relación es aplicable para pavimentos asfálticos y de hormigón en base a la información de los diferentes países.

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

Tabla 4

Escala de calificación de serviciabilidad para pavimentos flexibles.

Métodos		RANGO		Descripción
PSI	IRI	IRI		
5,0	0,0			Solo califican para su categoría los pavimentos nuevos o casi nuevos, lisos y en buenas condiciones. La mayoría de los pavimentos construidos y renovados durante el año de prueba obtuvieron una calificación muy buena en general.
4,2	0,8	0 – 1,0	Muy bueno	
4,0	1,0			
3,0	1,9	1,0 – 1,9	Bueno	Los pavimentos de esta categoría, aunque no tan suaves como "Muy buenas", tienen excelentes propiedades de procesamiento y pocas o ninguna señal de deterioro en la superficie. En los pavimentos flexibles, pueden comenzar a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria.
2,5	2,6			En esta categoría la calidad de manejo es significativamente inferior que en los pavimentos nuevos y puede notar problemas al transitar a altas velocidades. Los defectos de la superficie pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento.
2,0	3,6	1,9 – 3,6	Regular	
1,5	4,9			Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde se ve afectada la velocidad de tránsito. Pueden tener grandes baches y grietas profundas. Incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento que ocurren en un 50% o más de la superficie.
1,0	6,4	3,6 - 6,4	Malo	
0,0	9,5	>6,4	Muy malo	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Las velocidades al transitar son reducidas y se presentan varios problemas de manejo, existen en la carretera grandes baches y grietas profundas.

Fuente: (Carhuapoma, 2018)

2.2.2.4 Modelo SERVQUAL

El modelo Servqual es utilizado para construir instrumentos de evaluación de calidad de un servicio donde se obtiene la información sobre las percepciones y expectativas de los usuarios sobre dicho servicio determinando las brechas correspondientes (Yovera & Rodríguez, 2018).

Al no existir información necesaria sobre la aplicación de este modelo en proyectos de ingeniería civil. En la presente investigación se ha optado por adaptar las dimensiones del modelo Servqual basándose en preguntas relacionadas a la movilidad, comodidad, seguridad, mantenimientos e infraestructura donde se crea un modelo de cuestionario:

Fiabilidad: se refiere a la habilidad para ejecutar el servicio de mantenimientos viales forma rápida y cuidadosa.

Sensibilidad: es la disposición por parte de las entidades para escuchar y solucionar los problemas viales.

Seguridad: es el conjunto de acciones que garantice el buen funcionamiento del tránsito para evitar accidentes automovilísticos e inspirar confianza al usuario.

Empatía: se realizan preguntas donde se refleja la atención, comunicación y estado de la capa superficial de la vía para satisfacer las necesidades particulares de la comunidad en dicho aspecto.

Elementos tangibles: representan los elementos físicos que forman parte de la estructura vial.

Existen cinco ejes de análisis de calidad, comúnmente conocidos como brechas que son esencialmente el resultado de las diferencias entre sí:

1. Expectativas de los usuarios y percepciones de la organización sobre las expectativas no comprende las necesidades del usuario.

2. Percepciones de la organización sobre las expectativas de los usuarios y las especificaciones de calidad en el servicio.
3. Las especificaciones de calidad en el servicio y el servicio que actualmente se está brindando a los usuarios, si no se cumplen las normas y procedimientos no será viable determinar la calidad de servicio.
4. El servicio que actualmente se está brindando a los usuarios y lo que se comunicó a los usuarios respecto a dicho servicio, es decir cumple su función el servicio.
5. Servicio esperado y servicio percibido, es decir es una brecha global (Matsumoto, 2014).

En la presente investigación solamente se considera la brecha número 5, en la que se analiza lo que los usuarios esperan de las vías como parte de calidad de servicio vs lo que realmente perciben al transitar por el recorrido de la vía.

2.2.2.5 Coeficiente alfa de Cronbach

En el modelo Servqual implica el cálculo de alfa de Cronbach, que es el valor que permite cuantificar el nivel de confianza.

Para el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach se emplea la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left| 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right| \quad (6)$$

Dónde:

α = Alfa de Cronbach

k =Número de ítems

Vi = Varianza de cada ítem

Vt = Varianza del total (González & Pazmiño, 2015).

Tabla 5

Rangos del coeficiente de Alfa de Cronbach.

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

Fuente: (González & Pazmiño, 2015).

2.2.2.6 Coeficiente de correlación de Pearson

El coeficiente de correlación de Pearson es el índice que mide la relación lineal entre dos variables (X, Y).

Para el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson se utiliza la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sigma_{XY}}{S_X * S_Y} \quad (7)$$

Dónde:

σ_{XY} = Covarianza

S_X = Desviación Típica x

S_Y = Desviación Típica y

$$\sigma_{XY} = \frac{\sum(x-\bar{X})*(Y-\bar{Y})}{n-1} \quad (8)$$

Dónde:

σ_{XY} = Covarianza de la variable X con Y.

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

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

n = Representa la cantidad de ítems que hay.(Fernández & Pértega, 2001)

CAPÍTULO III : METODOLOGÍA

3.1 Tipo de la investigación

Para cumplir con el objetivo propuesto se desarrolló el tipo de investigación con enfoque cuali - cuantitativo, debido a la naturaleza de los datos y la información, este tipo de investigación se utilizó para tomar los datos equivalentes a la medición de la rugosidad del pavimento de las vías en estudio igualmente para la aplicación de las encuestas donde se evaluó las cinco dimensiones del modelo Servqual; en la figura 2, se presenta el diagrama del proceso metodológico desde la revisión bibliográfica hasta el desarrollo de las conclusiones y recomendaciones.

Figura 2

Diagrama del proceso metodológico.



3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental transversal debido que se obtienen los datos de forma directa y se analizan sin manipular las variables, de tipo transversal puesto que se realiza la medición, observación y el registro de los datos en un cierto tiempo y a su vez es de diseño mixto (descriptivo y correlacional), descriptivo porque se realiza estudios que describen las variables y correlacional porque se ejecutó cuatro correlaciones en el desarrollo del presente proyecto de investigación.

3.3 Técnicas para la recolección de datos

Se ejecutó un trabajo de campo para la recolección de los datos, en el cual se manejó tres técnicas directas: la técnica de revisión de documentos que permitió obtener información sobre la longitud de las vías de segundo orden del cantón Guano y una revisión bibliográfica del tema que se va a desarrollar; la técnica de observación fue utilizada en el reconocimiento de las vías y en el desarrollo del ensayo con el rugosímetro de Merlín empleando la hoja de campo donde se registraron 200 lecturas por cada 400 metros con el fin de obtener la medición de la rugosidad de los pavimentos flexibles ver anexo 2 y 3; finalmente se ejecutó la técnica de las encuestas adaptadas al modelo Servqual para determinar la calidad de servicio que ofrecen las vías de segundo orden según la percepción y expectativa que tiene el usuario, el modelo de la encuesta se encuentra en el anexo 9.

3.4 Población de estudio y tamaño de la muestra

La población de estudio corresponde a una población finita establecida por las vías de segundo orden del cantón Guano, con un total de 75.52 km de longitud. (Equipo técnico CESA, 2020). Para determinar la población futura de las parroquias donde están ubicadas las vías en estudio se utilizó el método geométrico en base a los censos, obteniendo una población de 27442 habitantes en el año 2021 (ver anexo 1).

En el tamaño de la muestra se optó por realizar un muestreo no probabilístico mediante la técnica de muestreo por conveniencia, debido a que la población en kilometraje es muy extensa para obtener los datos del ensayo de rugosidad en dos sentido (derecho e izquierdo), se optó por ensayar el kilometraje total en los dos sentido de las vías: Guano-San Andrés, San Andrés - San Isidro de Patulú, Guano-Ilapo, Guano-Valparaíso, Guano-San Gerardo de Pacaicaguán basándose en el número de habitantes y la relación de los asentamientos que existe en cada parroquia (Equipo técnico CESA, 2020).

Tabla 6

Vías de segundo orden del cantón Guano en estudio.

Nombre de la vía	Longitud total (km)
Guano-San Andrés	5,37
San Andrés - San Isidro de Patulú	2,15
Guano-Ilapo	12,00
Guano-Valparaíso	4,00
Guano-San Gerardo de Pacaicaguán	4,00
Total	27,54

También se utilizó el mismo tipo de muestreo para la aplicación de las encuestas, por los siguientes motivos: los usuarios de las vías en estudio en su mayoría no cuentan con un vehículo propio para transitar, el no contar con acceso a internet dificulta realizar encuestas en línea, es mejor realizar las encuestas de forma presencial ya que al no entender alguna pregunta se puede reformular de manera simple.

3.5 Hipótesis

Podrá el modelo Servqual ser utilizado para reemplazar los datos obtenidos del PSI, y así obtener de una manera más rápida la servicialidad de los pavimentos en lugares de difícil acceso donde no se pueda aplicar métodos convencionales.

3.6 Métodos de análisis y procesamiento de datos

Para realizar el análisis e interpretación de los datos obtenidos en campo se manejó la información mediante el software de hojas de cálculo Microsoft Excel. Para determinar el método IRI se tomó en cuenta el Manual de Merlín, en donde se detalla el procedimiento para el cálculo del rango “D” (ancho del histograma) en unidades merlín y las fórmulas para transformar la rugosidad a m/km; para obtener así la clasificación de serviciabilidad presente de las vías se correlacionó con el IRI a través de las formulas descritas por (Hurtado, 2016), donde se detalla el modelo desarrollado por Paterson en el HDM 111 y el modelo desarrollado por Al-Omar y M.I Darte.

Al procesar los datos obtenidos mediante las encuestas basadas en el modelo Servqual, se graficó las cinco dimensiones mediante gráficas de barras y se realizó el respectivo análisis de los resultados obtenidos.

Una vez aplicada la encuesta con el cuestionario adaptado al modelo Servqual se procedió a validar el modelo mediante el coeficiente de Alfa de Cronbach obteniendo un resultado de 0.78 para las expectativas y un resultado de 0.77 para las percepciones obteniendo un nivel de confianza alto finalmente se tabuló y graficó los resultados obtenidos.

Con los resultados obtenidos mediante la aplicación del método PSI y el modelo Servqual se realizó una correlación lineal mediante la aplicación del coeficiente de Pearson obteniendo como resultado 0,729 donde se interpreta que las variables están asociadas de forma directa.

Para realizar el análisis de los supuestos se correlaciona el método IRI con el modelo Servqual, en donde se toma en cuenta sólo las preguntas relaciones sobre la capa superficial del pavimento, dando un total de 10 preguntas divididas en las cuatro dimensiones (fiabilidad, sensibilidad, seguridad, empatía) para obtener así un las respectivas gráficas y ecuaciones de los modelos de predicción.

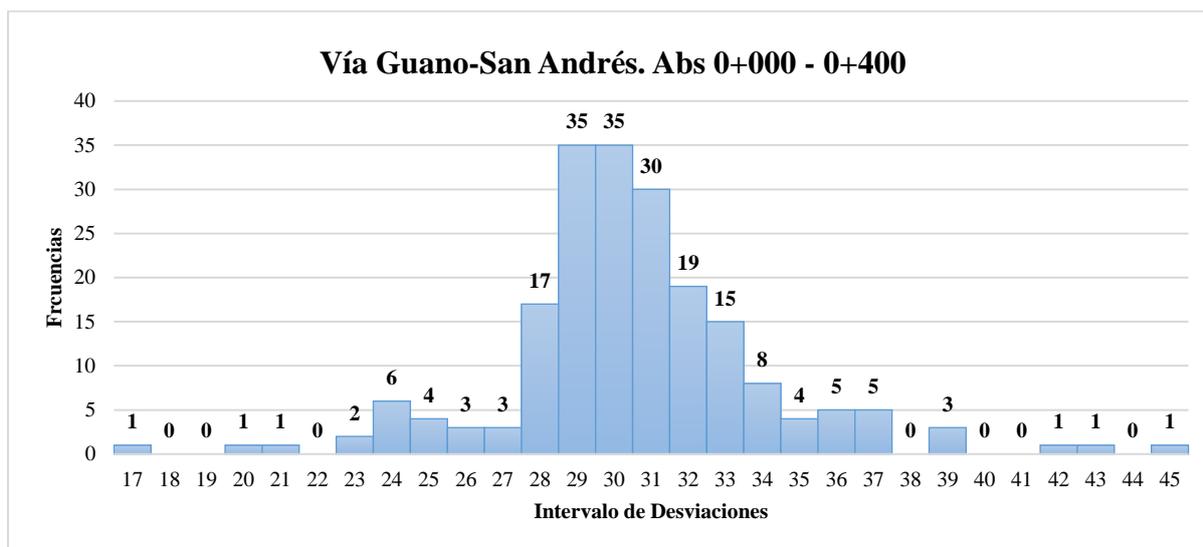
CAPÍTULO IV : RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Una vez desarrollado el levantamiento de información con el instrumento de Merlín se digitalizo los datos obtenidos en las hojas de campo (ver anexo 3). Para detallar el procedimiento del PSI en relación al IRI se presenta el cálculo en el primer tramo (Abs. 0+000 – 0+400) de la Vía Guano – San Andrés. En base a estos datos se procede a realizar el cálculo para determinar el IRI.

Figura 3

Histograma de frecuencias de datos obtenidos en el ensayo de Merlín de la vía Guano-San Andrés.

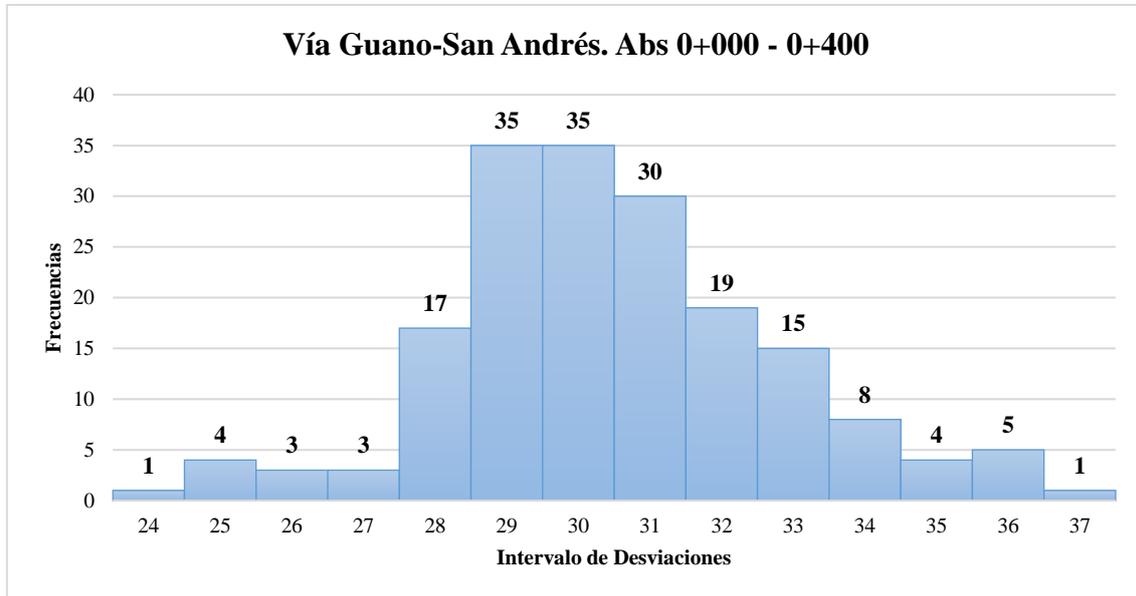


Al tabular los datos recolectados se puede observar una distribución en forma de campana de Gauss, la cual indica que los datos recolectados son correctos y a continuación serán procesados mediante el método citado en manual de rugosímetro (Aguila, 1993).

En la figura 4, se eliminan los datos en los extremos de la campaña correspondiente al 5% de todos los datos (10 datos) de cada lado correspondientes a valores que se alejan más allá de la desviación estándar.

Figura 4

Histograma de frecuencias eliminado el 5% de datos (datos poco representativos o erráticos) de la vía Guano-San Andrés.



Al descartar ciertos valores que se encontraban dispersos se puede ver que los valores en el rugosímetro varían entre 24-37, se puede recalcar se presenta una variedad de datos de 30 hacia en adelante lo que nos da a conocer que en la toma de datos de la vía se encuentra en subida.

Una vez descartado los datos, se calcula el ancho de histograma denominado rango D en milímetros, mismo valor que se utilizará para correlacionar con el método IRI mediante la fórmula propuesta por (Fernandez, 2021).

$$D = 12 + \left(\frac{1}{5}\right) + \left(\frac{1}{6}\right) = 12,37 \times 5 = 61.83 \text{ mm}$$

$$IRI = 0,593 + (0,0471 * D) = 3,505 \text{ m/km}$$

A partir del cálculo del IRI, se correlaciona el PSI con las fórmulas descritas por (Hurtado, 2016)

$$PSI_1 = 5 * e^{\left(\frac{-IRI}{5.5}\right)} = 5 * e^{\left(\frac{-3.505}{5.5}\right)} = 2,64$$

$$PSI_2 = 5 * e^{(-0,26 IRI)} = 5 * e^{(-0.91)} = 2,00$$

Se escogió la fórmula del modelo desarrollado por Al-Omar y M.I Darte porque representa valores de serviciabilidad más acorde con lo observado en el campo, dando una serviciabilidad regular en este caso. Este procedimiento se replicó en todos los tramos de las demás vías.

En la tabla 7 se representa exclusivamente un resumen del índice de serviciabilidad presente obtenido en las vías de segundo orden pertenecientes al cantón Guano.

Tabla 7 Cuadro de resumen del índice de serviciabilidad presente a partir del índice de rugosidad internacional.

Nombre de la vía	IRI (m/km)	PSI	Estado
Guano - San Andrés	1,1316	3,778	Bueno
San Andrés - San Isidro de Patulú	1,4476	3,4876	Bueno
Guano – Ilapo	1,4542	3,4494	Bueno
Guano – Valparaíso	0,1710	4,7818	Muy Bueno
Guano - San Gerardo de Pacaicaguán	1,0768	3,7825	Bueno

Tabla 8

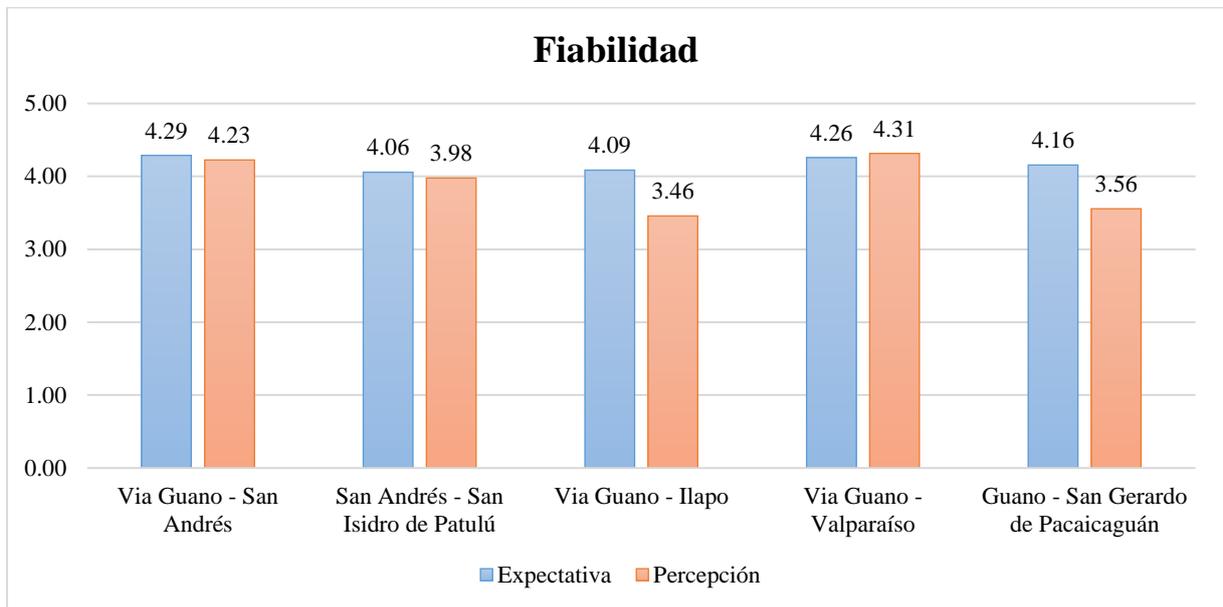
Validación de la encuesta.

N° de Elementos	44
Alfa de Cronbach	
Expectativas	0,7798
Percepciones	0,7684

A continuación, se presenta las gráficas obtenidas entre las expectativas y las percepciones que tiene los usuarios respecto a la calidad de servicio que brindan las vías de segundo orden según las dimensiones que presenta el modelo Servqual tomando en cuenta la brecha número 5 donde se obtiene una diferencia ente el servicio esperado vs el servicio percibido.

Figura 5

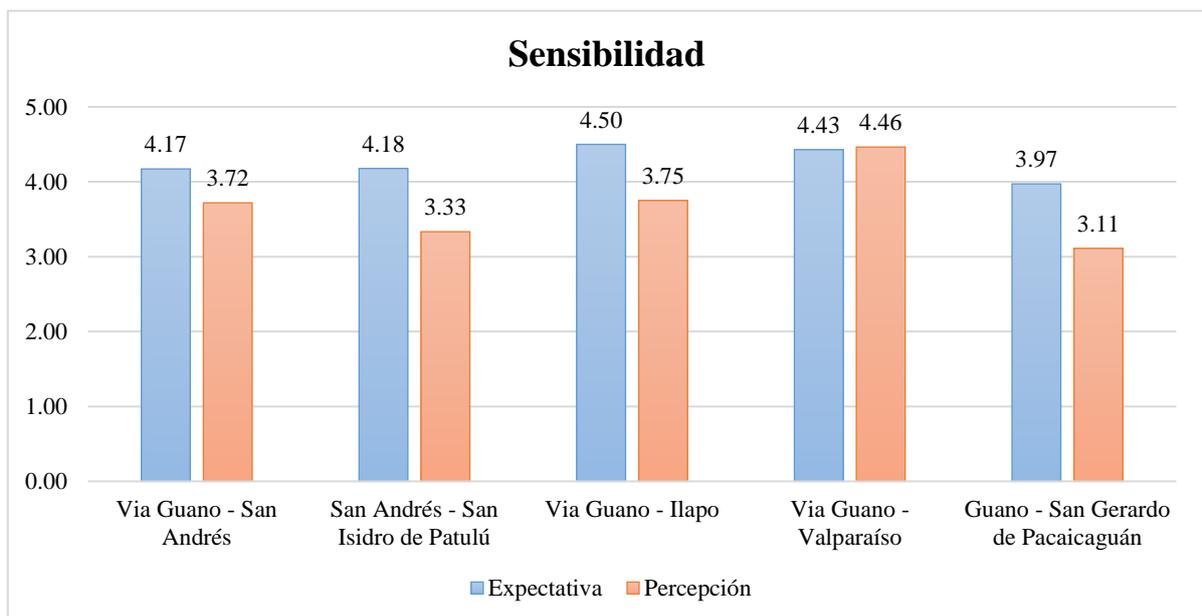
Resultados de la dimensión de Fiabilidad.



En la figura 3, se puede apreciar que las expectativas son mayores a las percepciones en las diferentes vías lo que significa que no cumplen con la dimensión de fiabilidad que esperan los usuarios; sin embargo, en la vía Guano – Valparaíso se cumple los tiempos establecidos para realizar cualquier tipo de mantenimiento y limpieza de la infraestructura vial.

Figura 6

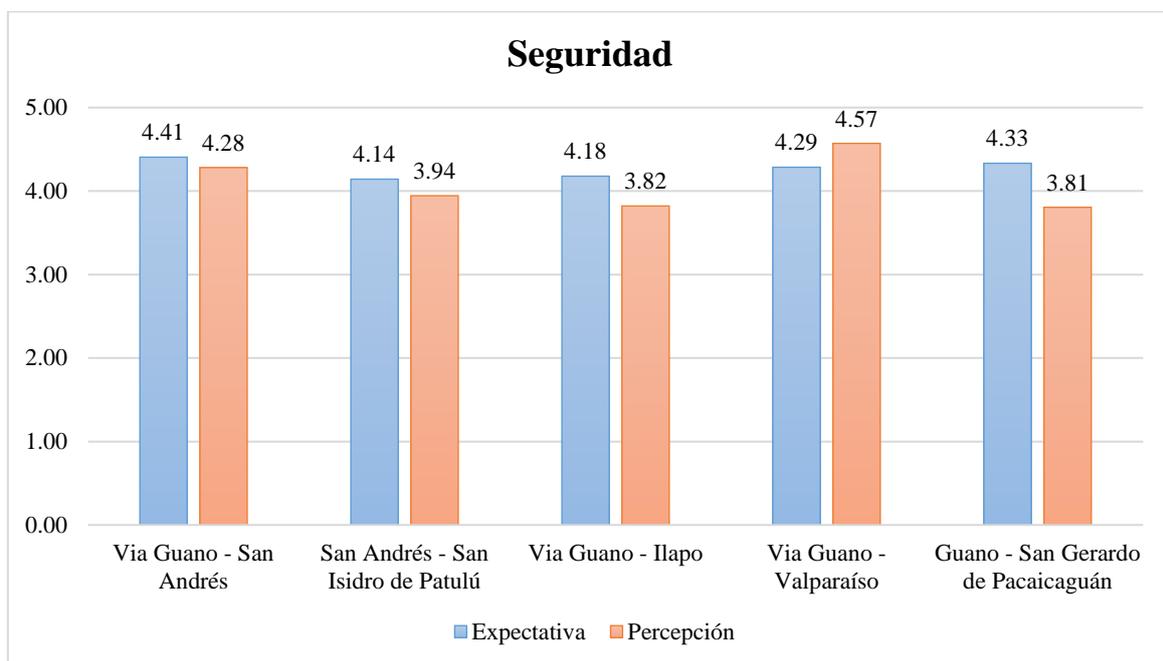
Resultados de la dimensión de Sensibilidad.



Se puede observar que la vía Guano – Valparaíso es la única que supera las expectativas que se tuvo en esta vía lo que significa que los problemas y requerimientos de esta vía son solucionados de forma rápido cuando se solicita, en la dimensión sensibilidad para las demás vías no superan el 3,75 y no supera a las expectativas lo cual representa que no se está brindando un buen servicio de calidad.

Figura 7

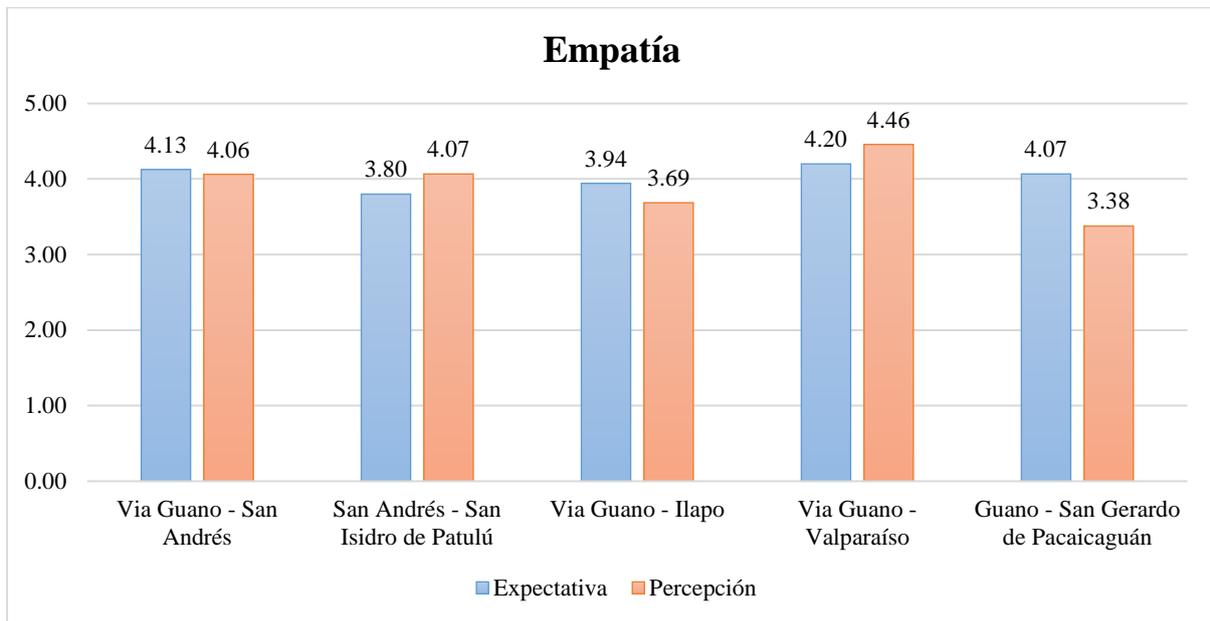
Resultados de la dimensión de Seguridad.



En la dimensión de seguridad se recomienda que su calificación sea muy alta, cabe recalcar que se refiere a la integridad de las personas que transitan por las vías, los usuarios deberían tener mayor exigencia en este apartado sin embargo en las encuestas infravaloran las expectativas de seguridad en las vías también las percepciones de los usuarios son bajas debido a que existe señaléticas horizontales borradas, curvas muy cerradas, etc.

Figura 8

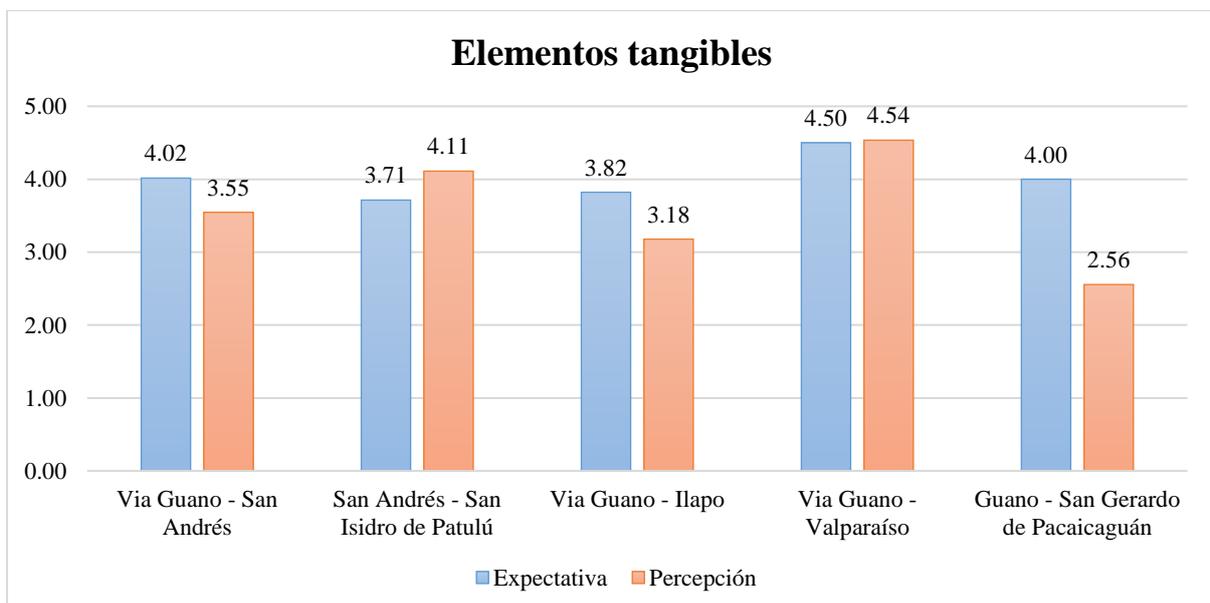
Resultados de la dimensión de Empatía.



En las vías San Andrés – San Isidro de Patulú y Guano – Valparaíso la calificación de percepciones supera a las expectativas de los usuarios, donde se satisface la variable de movilidad de las parroquias. Se observa que la percepción de los usuarios de la vía Guano – San Gerardo de Pacaicaguán no es muy baja en esta dimensión.

Figura 9

Resultados de la dimensión de Elementos tangibles.



La calificación de las percepciones de vía Guano – San Gerardo de Pacaicaguán es baja debido a que no cuenta con suficiente señalética, cunetas, barreras laterales entre otros, estos elementos son fácilmente notados al recorrer por la vía; estos elementos de infraestructura vial deben ser dotados desde que la vía fue construida.

Con los resultados obtenidos en el método PSI y con las percepciones adquiridas en modelo Servqual se relaciona las variables mediante el coeficiente de correlación de Pearson (r).

Tabla 9

Correlación del Índice de serviciabilidad presente (PSI) con el modelo Servqual.

Nombre de la Vía	X (Valor del Método PSI)	Y (Valor Modelo Servqual)	del	$(X - \bar{X})$	$(Y - \bar{Y})$	$(X - \bar{X})$ * $(Y - \bar{Y})$
Vía Guano - San Andrés	3,778	3,967		-0,078	0,131	-0,010
San Andrés - San Isidro de Patulú	3,488	3,887		-0,368	0,050	-0,019
Vía Guano - Ilapo	3,449	3,579		-0,406	-0,258	0,105
Vía Guano - Valparaíso	4,782	4,469		0,926	0,632	0,585
Guano - San Gerardo de Pacaicaguán	3,782	3,281		-0,073	-0,555	0,041
Promedio (\bar{X}), (\bar{Y})	3,856	3,836		$\sum (X - \bar{X}) * (Y - \bar{Y})$		0,702
S_x	0,541				σ_{xy}	0,176
S_y	0,446			r		0,729

El coeficiente de Pearson encontrado entre las variables es de 0,729 lo que se interpreta como una correlación lineal positiva fuerte indicando que las variables están asociadas de forma directa.

Los resultados obtenidos por el método PSI se basan en mediciones de la rugosidad de la capa superficial del pavimento mientras que en el modelo Servqual se evalúa de manera

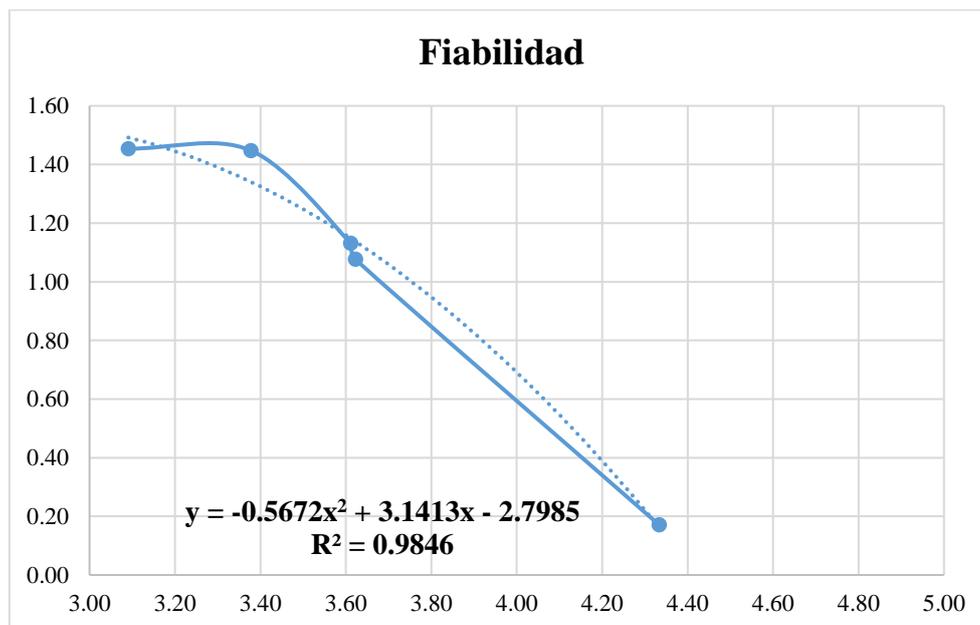
integral el funcionamiento y los complementos de la infraestructura vial; al considerar más factores en el modelo Servqual su calificación disminuye o aumenta influenciado por sus dimensiones.

Para correlacionar el método IRI con el modelo Servqual, se tomó en cuenta sólo las preguntas referentes a la capa superficial del pavimento y así lograr un modelo de predicción para examinar la validez del modelo Servqual en cualquier vía de segundo orden.

En la dimensión de fiabilidad las preguntas que se tomaron en cuenta fueron: Pregunta 1, pregunta 2 y pregunta 3(ver anexo 9).

Figura 10 Método IRI - Percepciones de la dimensión de fiabilidad y ecuación de la curva.

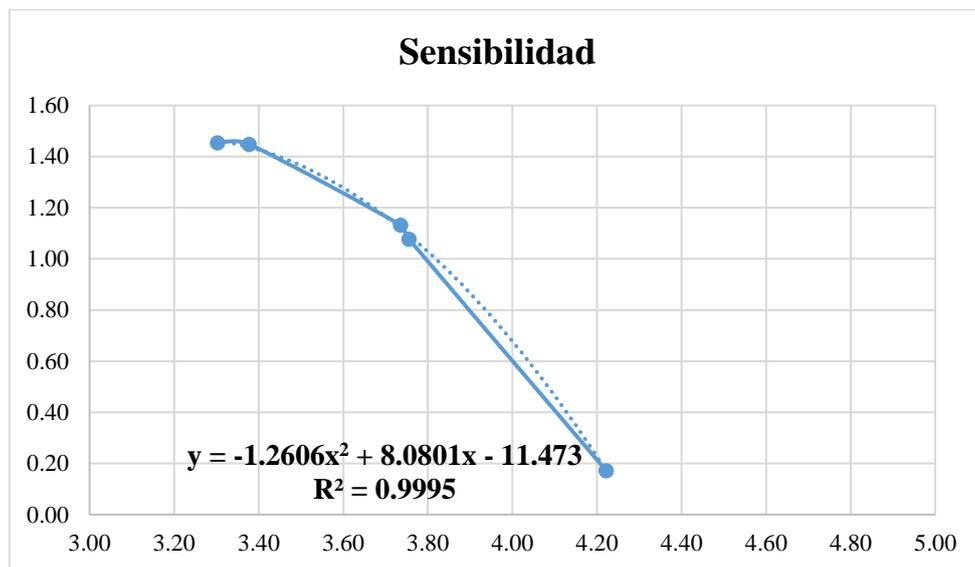
Método IRI - Percepciones de la dimensión de fiabilidad y ecuación de la curva.



En la figura 10 se puede observar que existe una relación con una ecuación polinómica de segundo orden donde se indica que pasado de 1,4 del IRI, los valores del modelo Servqual decaen más rápido debido a la fórmula de la ecuación. El rango de valores del modelo Servqual que puede ser utilizado son (2,7691; 4,4227) debido a que solo se hallaron muestras de este rango y fuera de estos límites el comportamiento no es claro.

Figura 11

Método IRI - Percepciones de la dimensión de sensibilidad y ecuación de la curva.



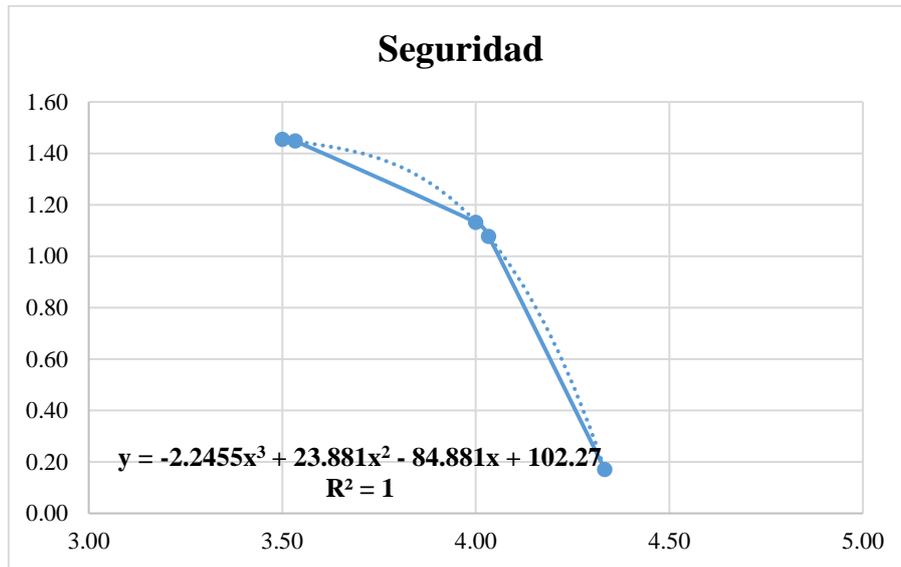
En la gráfica de la dimensión de sensibilidad se tomó en cuenta las siguientes preguntas:

Pregunta 6, pregunta 7 y pregunta 8 (ver anexo 9).

La gráfica de la dimensión Sensibilidad tiene un rango de valores de (3,2049; 4,2865); los rangos de valores del modelo Servqual es de 4,2865 ya que fuera de este rango los valores del IRI son muy bajos y por lo tanto son poco comunes además el valor del IRI no puede llegar a ser cero ya que representa una rugosidad ficticia.

Figura 12 Método IRI - Percepciones de la dimensión de seguridad y ecuación de la curva.

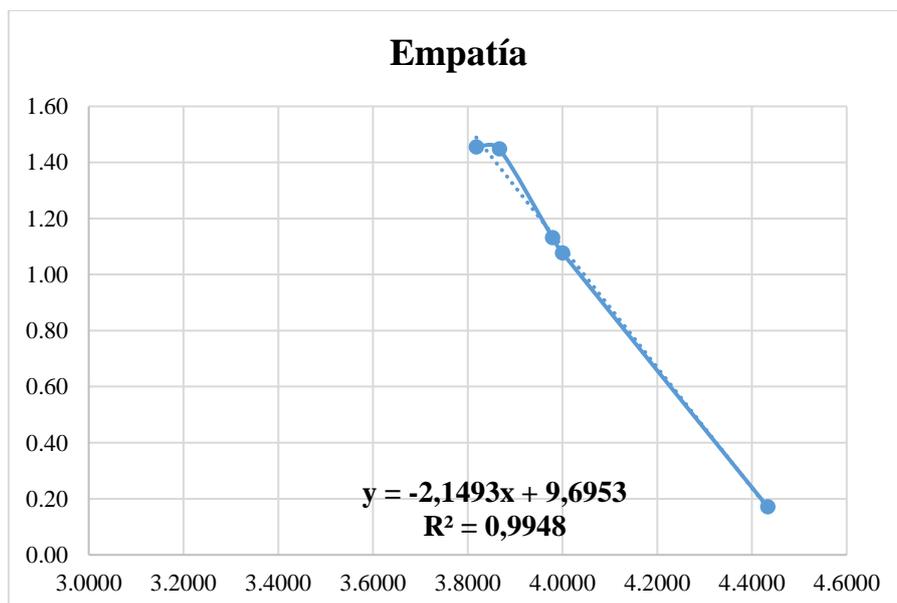
Método IRI - Percepciones de la dimensión de seguridad y ecuación de la curva.



En la gráfica de seguridad se tomó en cuenta la Pregunta 10 y pregunta 13 (ver anexo 9). Dicha gráfica representa una ecuación de tercer orden debido a que se adapta mejor a lo que los datos y describe de forma perfecta los datos tomados debido a que $R^2 = 1$, indicando una perfecta coincidencia entre la línea de tendencia y los datos; los límites de valores son de (3,5450; 4,3697) al igual que las demás gráficas debido a los motivos expuestos anteriormente.

Figura 13 Método IRI - Percepciones de la dimensión de empatía y ecuación de la curva.

Método IRI - Percepciones de la dimensión de empatía y ecuación de la curva.



En la dimensión de empatía se tomó en cuenta la pregunta 15 y la pregunta 18 (ver anexo 9), para esta gráfica se tomó una línea de tendencia recta sin embargo es importante marcar límites porque no se sabe con exactitud la forma de la gráfica fuera de (3,8182; 4,4333). Pero al mirar el comportamiento de las gráficas anteriores podríamos sospechar un parecido en su forma parabólica con un grado de curvatura muy suave.

4.2 Discusión

Los usuarios de las vías de segundo orden del cantón Guano le dan mayor importancia a contar con una vía asfaltada por donde transitar dejando atrás varios criterios como seguridad, mantenimientos, elementos de infraestructura, señalización entre otros.

Es importante mencionar que en el índice de serviciabilidad presente (PSI) se lo realizó mediante la correlación entre el índice de rugosidad presente (IRI) a través de mediciones que se obtuvo con el rugosímetro de Merlín mientras que el modelo Servqual se base en las expectativas y percepciones de los usuarios.

En todas las vías en los primeros y en los últimos 1000 m aproximadamente los valores del IRI son altos, este cambio se podría dar por diferentes factores: como el cambio de tipo de vía, por la velocidad con la cual se ingresa a las vías o por factores naturales.

Las gráficas de predicción se representaron como parábolas, pero se piensa que pueden tener un comportamiento de una división entre dos polinomios, debido a la complejidad de modelar una ecuación que se ajuste a los datos se tomó un fragmento de una parábola para representarlos.

CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.3 Conclusiones

En su gran mayoría las vías de segundo orden del cantón Guano se encuentra en buen estado de serviciabilidad con una valoración del PSI de 3 a 4, estos valores son correspondidos con una calificación en el modelo Servqual equivalente; exceptuando a la vía Guano - San Gerardo de Pacaicaguán que su valor en este modelo baja por la inexistencia de cunetas y barreras en algunos tramos de la vía, sin embargo tomando en cuenta a todas las vías se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0,729 que indica una relación positiva fuerte entre las variables de método PSI y de modelo Servqual .

Las vías de segundo orden del cantón Guano al ser administrado por una misma entidad se esperaba que los valores del PSI sean próximos, sin embargo, una vía supera ampliamente a los valores de las demás, debido a que la vía tiene una rugosidad que varía muy poco en todo su recorrido indicando así que la capa superficial se encuentra en un muy buen estado.

En el modelo Servqual se evaluó las expectativas y percepciones que tienen los usuarios sobre la serviciabilidad que brindan las vías, sin embargo, las expectativas no son altas en las diferentes dimensiones, es decir, que los usuarios no exigen estándares de calidad y seguridad únicamente requieren de una vía pavimentada para transitar.

Mediante el coeficiente de correlación de Pearson se demostró que existe una relación fuerte entre las variables de 0,729, es importante destacar que las variables pueden desvincularse si no se da una mayor importancia a las preguntas relacionadas al estado de la capa de rodadura debido a que el modelo Servqual no solo se califica la calidad de la capa superficial del pavimento sino en conjunto con su infraestructura, esta relación puede ser útil para calificar las vías de segundo orden de una manera más rápida que por otros métodos.

Al analizar los datos y sus líneas de tendencia lo que se suponía un parecido entre el modelo Servqual y los valores del IRI son acertados, debido a su parecido en la forma de media parábola cóncava hacia abajo donde los valores de R^2 son muy cercanos a 1, indicando que las ecuaciones propuestas reflejan el comportamiento real de las vías y por ende son útiles para determinar la serviciabilidad de otras vías de segundo orden.

4.4 Recomendaciones

Para futuros trabajos de investigación se recomienda ampliar el rango de valores para definir el comportamiento de las ecuaciones fuera del rango de los expuestos en el presente proyecto de investigación.

Se recomienda realizar la gestión de conservación vial por tramos de longitud no mayor a 500 m, debido a que en tramos mayores a 500 m no se puede apreciar las partes que tienen mayor desgaste y se ven solapados por las partes que están en buen estado.

Se puede apreciar que los deterioros que presentaron las diferentes vías se deben principalmente a efectos climáticos por falta de infraestructura vial y no por volumen de tráfico por lo cual se recomienda para futuras investigaciones medir la influencia de la falta de infraestructura vial en el deterioro de las vías por causas climáticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, L., & Sangurima, A. (2018). Análisis de correlación del desempeño estructural y funcional de la Vía Cuenca - Molleturo - Naranjal, en el tramo Puente Tamarindo - Jesus María [Tesis Pregrado, Universidad de Cuenca]. *Repositorio institucional Universidad de Cuenca*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30301>
- Aguila, P. (1993). Metodología para la determinación de la rugosidad de los pavimentos. *Camineros S.A.C.* [http://files.israel-tecnico-qualidade.webnode.com/200001107-1805f18fe9/Manual do Usuario - Merlin.pdf](http://files.israel-tecnico-qualidade.webnode.com/200001107-1805f18fe9/Manual%20do%20Usuario%20-%20Merlin.pdf)
- Carhuapoma, C. (2018). Evaluación del nivel de servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) utilizando el rugosímetro MERLIN en el pavimento flexible de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca–2019 [Tesis pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. In *Repositorio Institucional UNDAC* (Vol. 0, Issue 0). <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1823>
- CONGOPE. (2019). *Plan de desarrollo vial integral de la Provincia de Chimborazo*. <http://www.congope.gob.ec/?publicacion=plan-vial-integral-provincia-de-chimborazo>
- Corros B, M., Urbáez P, E., & Corredor M, G. (2009). *Manual de evaluación de pavimentos*.
- Equipo técnico CESA. (2020). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Guano*. <http://www.municipiodeguano.gob.ec/index.php/transparencia/pdot/pdot-2019-2023>
- Fernandez, C. (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 [Tesis Pregrado, Universidad Privada del Norte]. *Repositorio institucional UPN*. <https://hdl.handle.net/11537/26381>

- Fernández, P., & Pértega, S. (2001). *Relación entre variables cuantitativas*. 4, 141–144.
http://desarrollo.fisterra.com/mbe/investiga/var_cuantitativas/var_cuantitativas2.pdf
- Flores, E., & Pilco, D. (2021). Análisis funcional del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular, utilizando el rugosímetro de Merlín en la Av. Gustavo Pinto, Tacna - 2020 [Tesis pregrado, Universidad Privada de Tacna]. *Repositorio institucional Universidad Privada de Tacna*. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1760>
- GADPCH. (2020). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. 53, 681.
<https://chimborazo.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/1.-PDOT-Provincial.pdf>
- González, A., & Pazmiño, M. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando*, 2 (1), 62–67. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-423821>
- Gutiérrez, R., & Quispetupa, D. (2019). *Tratamiento con estabilizadores para mejorar el desempeño del afirmado de la ruta AP-830 (km 0+000-km 12+000), distrito Circa-Apurímac, 2017*. [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes].
<http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/254>
- Hurtado, W. (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*. [Tesis pregrado, Universidad Internacional del Ecuador].
<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1263>
- Matsumoto, R. (2014). Desarrollo del Modelo Servqual para la medición de la calidad del servicio en la empresa de publicidad Ayuda Experto. *Red de Revistas Científicas de America Latina*, 34, 181–209. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425941264005>

- Pallasco, L. (2018). *Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento flexible de la avenida Quevedo en Santo Domingo De Los Tsáchilas* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. *Repositorio institucional PUCE*.
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15816>
- Rodríguez, A. (2020). Calidad de servicio de las vías de segundo orden de la provincia de Chimborazo [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. *Repositorio institucional UNACH*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6347>
- Sornoza, Y. (2019). Evaluación de las condiciones de seguridad y comodidad de la capa de rodadura de la avenida de los choferes (Km 1+044.62). [Tesis Pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. *Repositorio institucional Universidad Estatal del Sur de Manabí*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1740>
- Yovera, C., & Rodríguez, J. (2018). El modelo SERVQUAL en la evaluación de la calidad de servicio de los centrales azucareros. *Revista Científica “Teorías, Enfoques y Aplicaciones En Las Ciencias Sociales,”* 10 (22), 26–38.
<https://revistas.uclave.org/index.php/teacs/article/view/1894>
- Zeballos, G., & Vizcarro, C. (2021). Aplicación de teléfonos inteligentes y el rugosímetro de Merlín para la determinación de la rugosidad del pavimento flexible en la carretera TA-615, tramo: puente el peligro – emp. PE-40, Tacna - 2020. [Tesis Pregrado, Universidad Privada de Tacna]. *Repositorio institucional Universidad Privada de Tacna*.
<http://www.upt.edu.pe/upt/web/home/contenido/100000000/65519409>

ANEXOS

Anexo 1 Población futura de las parroquias donde se encuentran las vías en estudio.

Parroquias	Tasa de crecimiento (%)	Censo		Población futura (hab.)
		2001	2010	2021
San Andrés	2.3	10984	13481	17316
San Isidro de Patulú	1,02	412	404	5304
Ilapo	0,33	1613	1662	1724
Valparaíso	0.02	412	404	5304
San Gerardo de Pacaicaguán	0,94	4330	4744	2703
TOTAL HABITANTES	1,67	19581	22730	27442

Anexo 2 Evidencia fotográfica del ensayo mediante el rugosímetro de Merlín.



Foto 1 Ensayo de rugosidad en la vía Guano-San Andrés.



Foto 2 Ensayo de rugosidad en la vía San Andrés - San Isidro de Patulú



Foto 3 Ensayo de rugosidad en la vía Guano-Ilapo



Foto 4 Ensayo de rugosidad en la vía Guano-Valparaíso



Foto 5 Ensayo de rugosidad en la vía Guano-San Gerardo de Pacaicaguán

Anexo 3 Hoja de campo que se utilizó para el ensayo de Merlín de la vía Guano-San Andrés.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO HOJA DE CAMPO										
Proyecto:	Aplicación del método PSI y modelo SERVQUAL para la valoración técnica de las vías de segundo orden del cantón Guano.										
Nombre de la vía:	Guano-San Andrés	Carril: Derecho									
Tramo:	0+000 - 0+400	Operador: Vannessa Colcha									
		Fecha: 08/10/2021									
Ensayo N°	1	Km	0 - 0,4	Hora	10:26 - 11:01	AM					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	43	33	29	30	35	28	33	29	33	29	
2	42	36	33	30	31	21	30	31	24	29	Afirmado <input type="checkbox"/>
3	30	36	30	32	30	32	29	29	24	29	Base Granular <input type="checkbox"/>
4	31	28	28	34	31	31	31	30	25	29	Base Imprimida <input type="checkbox"/>
5	30	30	31	30	29	31	26	29	30	26	Tratamiento Bicapa <input type="checkbox"/>
6	31	31	30	31	26	29	32	30	36	33	Carpeta en Frío <input checked="" type="checkbox"/>
7	29	29	33	37	30	28	28	30	30	23	Carpeta en Caliente <input type="checkbox"/>
8	29	31	31	29	29	31	29	30	33	25	Recapeo Asfáltico <input type="checkbox"/>
9	32	20	31	25	29	37	28	27	24	32	Sello <input type="checkbox"/>
10	37	30	30	30	32	31	30	34	39	23	Otros <input type="checkbox"/>
11	29	32	34	36	29	34	28	24	29	45	
12	33	35	33	29	36	30	29	30	24	31	
13	30	28	34	24	39	29	30	28	29	28	
14	33	30	33	29	39	29	31	28	33	30	
15	31	32	31	29	30	30	31	32	35	31	
16	30	29	30	28	32	33	27	31	28	17	
17	27	29	28	31	31	35	37	37	31	25	
18	29	32	29	30	34	32	31	28	33	30	
19	31	32	33	30	32	29	31	32	34	28	
20	34	32	29	32	28	31	32	29	32	30	
Observaciones:											

Anexo 4 Índice de serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guano – San Andrés.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) 									
Nombre de la vía: Guano - San Andrés									
Tipo de superficie: Pavimento flexible									
Evaluado por: Vannessa Colcha									
N°	Abscisa	Carril	Valor "D" (U)	Valor "D" (mm)	IRI (m/km)	PSI			Estado
						PSI (1)	PSI (2)	PSI (F)	
1	0+000 - 0+400	Derecho	12,37	61,83	3,51	2,64	2,00	2,00	Regular
		Izquierdo	11,26	56,29	3,24	2,77	2,14	2,14	Regular
2	0+400 - 0+800	Derecho	8,59	42,95	2,62	3,11	2,53	2,53	Regular
		Izquierdo	6,64	33,21	1,61	3,73	3,28	3,28	Bueno
3	0+800 - 1+200	Derecho	3,42	17,12	0,83	4,30	4,03	4,03	Muy Bueno
		Izquierdo	3,92	19,60	0,95	4,21	3,90	3,90	Bueno
4	1+200 - 1+600	Derecho	3,61	18,03	0,87	4,27	3,98	3,98	Bueno
		Izquierdo	3,20	15,98	0,78	4,34	4,08	4,08	Muy Bueno
5	1+600 - 2+000	Derecho	4,23	21,16	1,03	4,15	3,82	3,82	Bueno
		Izquierdo	4,30	21,51	1,04	4,14	3,81	3,81	Bueno
6	2+000 - 2+400	Derecho	3,28	16,38	0,79	4,33	4,06	4,06	Muy Bueno
		Izquierdo	3,07	15,37	0,75	4,37	4,12	4,12	Muy Bueno
7	2+400 - 2+800	Derecho	3,87	19,35	0,94	4,22	3,91	3,91	Bueno
		Izquierdo	3,11	15,55	0,75	4,36	4,11	4,11	Muy Bueno
8	2+800 - 3+200	Derecho	3,44	17,22	0,84	4,30	4,02	4,02	Muy Bueno
		Izquierdo	4,64	23,20	1,13	4,07	3,73	3,73	Bueno
9	3+200 - 3+600	Derecho	3,35	16,76	0,81	4,31	4,04	4,04	Muy Bueno
		Izquierdo	3,42	17,12	0,83	4,30	4,03	4,03	Muy Bueno
10	3+600 - 4+000	Derecho	3,24	16,18	0,78	4,34	4,07	4,07	Muy Bueno
		Izquierdo	4,25	21,25	1,03	4,15	3,82	3,82	Bueno

11	4+000 - 4+400	Derecho	4,04	20,19	0,98	4,18	3,87	3,87	Bueno
		Izquierdo	4,07	20,36	0,99	4,18	3,86	3,86	Bueno
12	4+400 - 4+800	Derecho	2,81	14,05	0,68	4,42	4,19	4,19	Muy Bueno
		Izquierdo	2,80	13,98	0,68	4,42	4,19	4,19	Muy Bueno
13	4+800 - 5+200	Derecho	3,83	19,15	0,93	4,22	3,92	3,92	Bueno
		Izquierdo	3,39	16,94	0,82	4,31	4,03	4,03	Muy Bueno
14	5+200 - 5+374	Derecho	3,04	15,21	0,74	4,37	4,12	4,12	Muy Bueno
		Izquierdo	3,23	16,16	0,78	4,34	4,07	4,07	Muy Bueno

La Vía Guano-San Andrés tiene un valor de IRI= 1,132 y PSI=3,778 equivalente a una serviciabilidad de "Bueno"

Anexo 5 Índice de serviciabilidad presente (PSI) de la vía San Andrés - San Isidro de Patulú.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) 									
Nombre de la vía: San Andrés - San Isidro de Patulú									
Tipo de superficie: Pavimento flexible									
Evaluado por: Vannessa Colcha									
N°	Abscisa	Carril	Valor "D" (U)	Valor "D" (mm)	IRI (m/km)	PSI			Estado
						PSI (1)	PSI (2)	PSI (F)	
1	0+000 - 0+400	Derecho	11,32	56,61	3,26	2,76	2,14	2,14	Regular
		Izquierdo	9,45	47,26	2,82	2,99	2,40	2,40	Regular
2	0+400 - 0+800	Derecho	4,14	20,70	1,00	4,17	3,85	3,85	Bueno
		Izquierdo	3,90	19,49	0,95	4,21	3,91	3,91	Bueno
3	0+800 - 1+200	Derecho	4,92	24,58	1,19	4,03	3,66	3,66	Bueno
		Izquierdo	5,54	27,68	1,34	3,92	3,52	3,52	Bueno
4	1+200 - 1+600	Derecho	4,81	24,05	1,17	4,04	3,69	3,69	Bueno
		Izquierdo	4,73	23,67	1,15	4,06	3,71	3,71	Bueno

5	1+600 - 2+000	Derecho	6,64	33,18	1,61	3,73	3,29	3,29	Bueno
		Izquierdo	5,64	28,18	1,37	3,90	3,50	3,50	Bueno
6	2+000 - 2+400	Derecho	3,21	16,03	0,78	4,34	4,08	4,08	Muy Bueno
		Izquierdo	3,06	15,30	0,74	4,37	4,12	4,12	Muy Bueno

La Vía San Andrés - San Isidro de Patulú tiene un valor de IRI= 1,448 y PSI=3,488 equivalente a una serviciabilidad de "Bueno"

Anexo 6 Índice de serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guano – Ilapo.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) 									
Nombre de la vía: Guano – Ilapo									
Tipo de superficie: Pavimento flexible									
Evaluado por: Vannessa Colcha									
N°	Abscisa	Carril	Valor "D" (U)	Valor "D" (mm)	IRI (m/km)	PSI			Estado
						PSI (1)	PSI (2)	PSI (F)	
1	0+000 - 0+400	Derecho	8,92	44,60	2,69	3,06	2,48	2,48	Regular
		Izquierdo	6,79	33,93	1,65	3,71	3,25	3,25	Bueno
2	0+400 - 0+800	Derecho	4,64	23,18	1,12	4,08	3,73	3,73	Bueno
		Izquierdo	4,67	23,37	1,13	4,07	3,72	3,72	Bueno
3	0+800 - 1+200	Derecho	3,75	18,77	0,91	4,24	3,94	3,94	Bueno
		Izquierdo	3,93	19,64	0,95	4,20	3,90	3,90	Bueno
4	1+200 - 1+600	Derecho	6,38	31,88	1,55	3,77	3,34	3,34	Bueno
		Izquierdo	5,00	25,00	1,21	4,01	3,64	3,64	Bueno
5	1+600 - 2+000	Derecho	5,62	28,10	1,36	3,90	3,50	3,50	Bueno
		Izquierdo	3,92	19,58	0,95	4,21	3,90	3,90	Bueno
6	2+000 - 2+400	Derecho	9,57	47,86	2,85	2,98	2,38	2,38	Regular
		Izquierdo	5,33	26,67	1,29	3,95	3,57	3,57	Bueno

7	2+400 - 2+800	Derecho	6,42	32,12	1,56	3,77	3,33	3,33	Bueno
		Izquierdo	5,54	27,71	1,34	3,92	3,52	3,52	Bueno
8	2+800 - 3+200	Derecho	4,34	21,69	1,05	4,13	3,80	3,80	Bueno
		Izquierdo	5,61	28,06	1,36	3,90	3,51	3,51	Bueno
9	3+200 - 3+600	Derecho	4,16	20,78	1,01	4,16	3,84	3,84	Bueno
		Izquierdo	5,04	25,21	1,22	4,00	3,63	3,63	Bueno
10	3+600 - 4+000	Derecho	5,11	25,54	1,24	3,99	3,62	3,62	Bueno
		Izquierdo	4,64	23,21	1,13	4,07	3,73	3,73	Bueno
11	4+000 - 4+400	Derecho	4,23	21,15	1,03	4,15	3,83	3,83	Bueno
		Izquierdo	5,79	28,93	1,40	3,87	3,47	3,47	Bueno
12	4+400 - 4+800	Derecho	4,22	21,11	1,02	4,15	3,83	3,83	Bueno
		Izquierdo	6,18	30,91	1,50	3,81	3,38	3,38	Bueno
13	4+800 - 5+200	Derecho	3,91	19,54	0,95	4,21	3,90	3,90	Bueno
		Izquierdo	4,10	20,50	0,99	4,17	3,86	3,86	Bueno
14	5+200 - 5+600	Derecho	6,83	34,17	1,66	3,70	3,24	3,24	Bueno
		Izquierdo	5,83	29,17	1,41	3,87	3,46	3,46	Bueno
15	5+600 - 6+000	Derecho	9,66	48,30	2,87	2,97	2,37	2,37	Regular
		Izquierdo	3,95	19,73	0,96	4,20	3,90	3,90	Bueno
16	6+000 - 6+400	Derecho	5,78	28,88	1,40	3,88	3,47	3,47	Bueno
		Izquierdo	6,64	33,21	1,61	3,73	3,28	3,28	Bueno
17	6+400 - 6+800	Derecho	3,98	19,88	0,96	4,20	3,89	3,89	Bueno
		Izquierdo	7,40	36,99	1,79	3,61	3,13	3,13	Bueno
18	6+800 - 7+200	Derecho	5,45	27,26	1,32	3,93	3,54	3,54	Bueno
		Izquierdo	8,66	43,30	2,63	3,10	2,52	2,52	Regular
19	7+200 - 7+600	Derecho	5,70	28,49	1,38	3,89	3,49	3,49	Bueno
		Izquierdo	3,96	19,79	0,96	4,20	3,89	3,89	Bueno
20	7+600 - 8+000	Derecho	8,47	42,33	2,59	3,12	2,55	2,55	Regular
		Izquierdo	4,83	24,17	1,17	4,04	3,68	3,68	Bueno
21	8+000 - 8+400	Derecho	6,26	31,29	1,52	3,79	3,36	3,36	Bueno
		Izquierdo	4,90	24,51	1,19	4,03	3,67	3,67	Bueno
22	8+400 - 8+800	Derecho	6,42	32,12	1,56	3,77	3,33	3,33	Bueno
		Izquierdo	6,50	32,51	1,58	3,75	3,31	3,31	Bueno

23	8+800 - 9+200	Derecho	7,75	38,73	1,88	3,55	3,06	3,06	Bueno
		Izquierdo	8,26	41,29	2,54	3,15	2,58	2,58	Regular
24	9+200 - 9+600	Derecho	5,61	28,03	1,36	3,91	3,51	3,51	Bueno
		Izquierdo	7,42	37,12	1,80	3,60	3,13	3,13	Bueno
25	9+600 -	Derecho	5,26	26,29	1,27	3,97	3,58	3,58	Bueno
	10+000	Izquierdo	6,61	33,03	1,60	3,74	3,29	3,29	Bueno
26	10+000 -	Derecho	4,16	20,78	1,01	4,16	3,84	3,84	Bueno
	10+400	Izquierdo	4,92	24,59	1,19	4,03	3,66	3,66	Bueno
27	10+400 -	Derecho	4,73	23,67	1,15	4,06	3,71	3,71	Bueno
	10+800	Izquierdo	4,33	21,65	1,05	4,13	3,80	3,80	Bueno
28	10+800 -	Derecho	5,05	25,27	1,23	4,00	3,63	3,63	Bueno
	11+200	Izquierdo	6,32	31,61	1,53	3,78	3,35	3,35	Bueno
29	11+200 -	Derecho	4,32	21,61	1,05	4,13	3,80	3,80	Bueno
	11+600	Izquierdo	5,85	29,24	1,42	3,86	3,45	3,45	Bueno
30	11+600 -	Derecho	5,62	28,10	1,36	3,90	3,50	3,50	Bueno
	12+000	Izquierdo	8,61	43,07	2,62	3,10	2,52	2,52	Regular

La Vía Guano-Ilapo tiene un valor de IRI=1,454 y PSI=3,449 equivalente a una serviciabilidad de "Bueno"

Anexo 7 Índice de serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guano – Valparaíso

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL							
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)									
Nombre de la vía: Guano – Valparaíso									
Tipo de superficie: Pavimento flexible									
Evaluado por: Vannessa Colcha									
N°	Abscisa	Carril	Valor "D" (U)	Valor "D" (mm)	IRI (m/km)	PSI			Estado
						PSI (1)	PSI (2)	PSI (F)	

1	0+000 - 0+400	Derecho	3,59	17,96	0,17	4,84	4,78	4,78	Muy Bueno
		Izquierdo	4,00	19,98	0,19	4,83	4,75	4,75	Muy Bueno
2	0+400 - 0+800	Derecho	3,99	19,95	0,19	4,83	4,75	4,75	Muy Bueno
		Izquierdo	3,92	19,60	0,19	4,83	4,76	4,76	Muy Bueno
3	0+800 - 1+200	Derecho	3,89	19,43	0,19	4,83	4,76	4,76	Muy Bueno
		Izquierdo	3,34	16,72	0,16	4,85	4,79	4,79	Muy Bueno
4	1+200 - 1+600	Derecho	3,25	16,25	0,16	4,86	4,80	4,80	Muy Bueno
		Izquierdo	3,31	16,54	0,16	4,86	4,80	4,80	Muy Bueno
5	1+600 - 2+000	Derecho	3,32	16,61	0,16	4,86	4,79	4,79	Muy Bueno
		Izquierdo	3,12	15,58	0,15	4,86	4,81	4,81	Muy Bueno
6	2+000 - 2+400	Derecho	3,44	17,21	0,17	4,85	4,79	4,79	Muy Bueno
		Izquierdo	3,26	16,28	0,16	4,86	4,80	4,80	Muy Bueno
7	2+400 - 2+800	Derecho	4,02	20,09	0,19	4,83	4,75	4,75	Muy Bueno
		Izquierdo	2,64	13,20	0,13	4,88	4,84	4,84	Muy Bueno
8	2+800 - 3+200	Derecho	3,25	16,25	0,16	4,86	4,80	4,80	Muy Bueno
		Izquierdo	3,22	16,10	0,16	4,86	4,80	4,80	Muy Bueno
9	3+200 - 3+600	Derecho	3,40	17,00	0,16	4,85	4,79	4,79	Muy Bueno
		Izquierdo	3,95	19,75	0,19	4,83	4,76	4,76	Muy Bueno
10	3+600 - 4+000	Derecho	4,18	20,91	0,20	4,82	4,74	4,74	Muy Bueno
		Izquierdo	3,44	17,18	0,17	4,85	4,79	4,79	Muy Bueno
<p>La Vía Guano-Valparaíso tiene un valor de IRI=0,171 y PSI=4,782 equivalente a una serviciabilidad de "Muy Bueno"</p>									

Anexo 8 Índice de serviciabilidad presente (PSI) de la vía Guano – San Gerardo

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) 									
Nombre de la vía: Guano – San Gerardo de Pacaicaguán									
Tipo de superficie: Pavimento flexible									
Evaluated por: Vannessa Colcha									
N°	Abscisa	Carril	Valor "D" (U)	Valor "D" (mm)	IRI (m/km)	PSI			Estado
						PSI (1)	PSI (2)	PSI (F)	
1	0+000 - 0+400	Derecho	4,87	24,35	1,18	4,03	3,67	3,67	Bueno
		Izquierdo	4,96	24,79	1,20	4,02	3,65	3,65	Bueno
2	0+400 - 0+800	Derecho	4,83	24,17	1,17	4,04	3,68	3,68	Bueno
		Izquierdo	4,08	20,39	0,99	4,18	3,86	3,86	Bueno
3	0+800 - 1+200	Derecho	3,98	19,88	0,96	4,20	3,89	3,89	Bueno
		Izquierdo	3,28	16,41	0,80	4,33	4,06	4,06	Muy Bueno
4	1+200 - 1+600	Derecho	3,83	19,14	0,93	4,22	3,92	3,92	Bueno
		Izquierdo	3,45	17,26	0,84	4,29	4,02	4,02	Muy Bueno
5	1+600 - 2+000	Derecho	5,08	25,39	1,23	4,00	3,63	3,63	Bueno
		Izquierdo	4,78	23,89	1,16	4,05	3,70	3,70	Bueno
6	2+000 - 2+400	Derecho	5,33	26,67	1,29	3,95	3,57	3,57	Bueno
		Izquierdo	6,86	34,28	1,66	3,70	3,24	3,24	Bueno
7	2+400 - 2+800	Derecho	5,64	28,21	1,37	3,90	3,50	3,50	Bueno
		Izquierdo	5,88	29,39	1,43	3,86	3,45	3,45	Bueno
8	2+800 - 3+200	Derecho	3,94	19,68	0,95	4,20	3,90	3,90	Bueno
		Izquierdo	3,32	16,59	0,80	4,32	4,05	4,05	Muy Bueno
9	3+200 - 3+600	Derecho	3,15	15,76	0,76	4,35	4,10	4,10	Muy Bueno
		Izquierdo	3,32	16,59	0,80	4,32	4,05	4,05	Muy Bueno
10	3+600 - 4+000	Derecho	3,37	16,85	0,82	4,31	4,04	4,04	Muy Bueno
		Izquierdo	4,88	24,38	1,18	4,03	3,67	3,67	Bueno

La Vía Guano- San Gerardo de Pacaicaguán tiene un valor de IRI=1,077 y PSI=3,782 equivalente a una serviciabilidad de "Muy Bueno"

Anexo 9 Formato de Encuesta aplicada a usuarios del cantón Guano.



**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 Guano.

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

Señale la vía que utiliza comúnmente

Vía Guano – Ilapo	<input type="checkbox"/>
Vía San Andrés – San Isidro	<input type="checkbox"/>
Vía Guano – San Andrés	<input type="checkbox"/>
Vía Guano – Valparaíso	<input type="checkbox"/>
Vía Guano – San Gerardo	<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)

Fiabilidad	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
1. ¿Cuándo se planifica un mantenimiento vial, se lo realiza en la fecha establecida?	5	4	3	2	1
2. ¿Cuándo existen fallas puntuales en la vía (hueco que apareció por el producto de una fuerte lluvia, etc.) se reparan de forma rápida?	5	4	3	2	1

3. Cuando la vía fue pavimentada en qué estado se encontraban.	5	4	3	2	1
4. Se realiza limpieza de las vías (maleza, basura), sumideros, y alcantarillas periódicamente.	5	4	3	2	1
5. En qué condiciones se encuentra el sistema de drenaje.	5	4	3	2	1
Sensibilidad					
6. La planificación del mantenimiento de las vías es socializada con la comunidad.	5	4	3	2	1
7. Considera usted que la limpieza de cunetas en temporada de lluvia se realiza de forma oportuna y rápida.	5	4	3	2	1
8. Si existe un desperfecto en las vías, este se repara inmediatamente o se espera un mayor desgaste para ser intervenido.	5	4	3	2	1
9. Piensa usted que: ¿Cuándo las vías son afectadas por desastres naturales, existe personal y equipo suficiente?	5	4	3	2	1
Seguridad					
10. ¿Cuándo se han realizado trabajos como bacheos, la garantía del trabajo es a largo tiempo para no provocar accidentes?	5	4	3	2	1
11. Al transitar por las vías, siente confianza de que no haya obstáculos que afecte su seguridad.	5	4	3	2	1
12. Las vías presentan condiciones de peligro para provocar un accidente (Señalética borradas, mal ubicada, rotas, intersecciones mal diseñadas, etc.).(5= no presentan condiciones de peligro)	5	4	3	2	1
13. La capa superficial de las vías tiene la suficiente adherencia para que los vehículos no patinen en épocas de lluvia.	5	4	3	2	1
Empatía					
14. Las vías cuentan con el ancho suficiente de carriles para no experimentar congestionamiento vehicular.	5	4	3	2	1
15. Según su apreciación visual. ¿En qué estado se encuentran las vías?	5	4	3	2	1
16. Se organizan reuniones periódicas con el fin de manifestar los problemas existentes en las vías.	5	4	3	2	1
17. Cuando las vías van a estar inhabilitadas al tránsito se informa a los usuarios de este suceso por medios de comunicación (radio, periódicos, internet, etc.)	5	4	3	2	1
18. Se siente cómodo al transitar por las vías.	5	4	3	2	1
Elementos tangibles					
19. Las vías cuentan con suficientes señales de tránsito (verticales y horizontales).	5	4	3	2	1
20. Las vías están adecuadas con elementos de seguridad como barreras laterales, reflectantes, etc.	5	4	3	2	1
21. En las vías existen un ancho adicional al número de carriles que le permita orillarse en caso de averías.	5	4	3	2	1
22. Las vías están dotadas de cunetas a lo largo de todo su recorrido.	5	4	3	2	1

Gracias por su colaboración

Anexo 10 Evidencia fotográfica de la aplicación de la encuesta.



Foto 6 Aplicación de la encuesta en la vía Guano-San Andrés.



Foto 7 Aplicación de la encuesta en la vía San Andrés - San Isidro de Patulú



Foto 8 Aplicación de la encuesta en la vía Guano-Ilapo



Foto 9 Aplicación de la encuesta en la vía Guano-Valparaíso



Foto 10 Aplicación de la encuesta en la vía Guano-San Gerardo de Pacaicaguán

Anexo 11 Resultados del modelo Servqual.

Dimensión	Vía Guano - Ilapo			Vía Guano - San Andrés			Vía Guano - Valparaíso			Guano - San Gerardo de Pacaicaguán			San Andrés - San Isidro de Patulú		
	Expectativa	Percepción	Brecha	Expectativa	Percepción	Brecha	Expectativa	Percepción	Brecha	Expectativa	Percepción	Brecha	Expectativa	Percepción	Brecha
Fiabilidad	4,09	3,46	-0,63	4,29	4,23	-0,06	4,26	4,31	0,06	4,16	3,56	-0,60	4,06	3,98	-0,08
Pregunta 1.	3,86	2,14	-1,71	4,06	4,00	-0,06	4,00	4,43	0,43	4,00	3,33	-0,67	4,14	3,78	-0,37
Pregunta 2.	3,57	3,00	-0,57	4,25	4,19	-0,06	4,29	4,43	0,14	4,22	2,89	-1,33	4,00	3,78	-0,22
Pregunta 3.	4,29	4,00	-0,29	4,38	4,06	-0,31	3,86	4,14	0,29	3,89	4,00	0,11	3,71	4,11	0,40
Pregunta 4.	4,43	3,86	-0,57	4,44	4,63	0,19	4,71	4,29	-0,43	4,44	3,78	-0,67	4,43	4,11	-0,32
Pregunta 5.	4,29	4,29	0,00	4,31	4,25	-0,06	4,43	4,29	-0,14	4,22	3,78	-0,44	4,00	4,11	0,11
Sensibilidad	4,50	3,75	-0,75	4,17	3,72	-0,45	4,43	4,46	0,04	3,97	3,11	-0,86	4,18	3,33	-0,85
Pregunta 6.	4,57	4,29	-0,29	4,06	3,44	-0,63	4,71	4,57	-0,14	4,22	4,22	0,00	4,00	4,00	0,00
Pregunta 7.	4,57	4,00	-0,57	4,44	4,44	0,00	4,29	4,57	0,29	3,56	2,56	-1,00	4,57	3,33	-1,24
Pregunta 8.	4,29	2,57	-1,71	4,06	3,75	-0,31	4,29	4,43	0,14	4,00	2,44	-1,56	4,00	2,78	-1,22
Pregunta 9.	4,57	4,14	-0,43	4,13	3,25	-0,88	4,43	4,29	-0,14	4,11	3,22	-0,89	4,14	3,22	-0,92
Seguridad	4,18	3,82	-0,36	4,41	4,28	-0,13	4,29	4,57	0,29	4,33	3,81	-0,53	4,14	3,94	-0,20
Pregunta 10.	3,71	3,57	-0,14	4,38	4,38	0,00	4,14	4,57	0,43	4,11	3,44	-0,67	3,86	3,67	-0,19
Pregunta 11.	4,29	4,71	0,43	4,44	4,38	-0,06	4,43	4,57	0,14	4,44	2,56	-1,89	4,57	4,00	-0,57
Pregunta 12.	4,43	3,57	-0,86	4,19	3,81	-0,38	4,14	4,43	0,29	4,33	2,44	-1,89	3,86	3,78	-0,08

Pregunta 13.	4,29	3,43	-0,86	4,63	4,56	-0,06	4,43	4,71	0,29	4,44	3,22	-1,22	4,29	4,33	0,05
Empatía	3,94	3,69	-0,26	4,13	4,06	-0,06	4,20	4,46	0,26	4,07	3,38	-0,69	3,80	4,07	0,27
Pregunta 14.	3,86	2,43	-1,43	4,31	3,88	-0,44	4,29	4,71	0,43	4,56	4,33	-0,22	4,00	4,44	0,44
Pregunta 15.	3,86	3,43	-0,43	4,00	4,06	0,06	4,14	4,29	0,14	3,89	3,56	-0,33	4,29	3,89	-0,40
Pregunta 16.	3,71	4,43	0,71	3,94	3,94	0,00	4,29	4,43	0,14	3,89	2,56	-1,33	3,71	4,00	0,29
Pregunta 17.	4,00	4,14	0,14	4,13	3,75	-0,38	4,00	4,14	0,14	3,89	3,00	-0,89	3,29	4,11	0,83
Pregunta 18.	4,29	4,00	-0,29	4,25	4,69	0,44	4,29	4,71	0,43	4,11	3,44	-0,67	3,71	3,89	0,17
Elementos tangibles	3,82	3,18	-0,64	4,02	3,55	-0,47	4,50	4,54	0,04	4,00	2,56	-1,44	3,71	4,11	0,40
Pregunta 19.	3,71	3,43	-0,29	3,75	3,56	-0,19	4,29	4,57	0,29	3,89	2,33	-1,56	3,57	4,22	0,65
Pregunta 20.	4,00	3,00	-1,00	3,94	3,19	-0,75	4,86	4,86	0,00	4,00	2,11	-1,89	3,57	4,22	0,65
Pregunta 21.	4,00	2,00	-2,00	3,94	2,50	-1,44	4,29	4,43	0,14	3,89	2,11	-1,78	4,00	3,78	-0,22
Pregunta 22.	3,57	4,29	0,71	4,44	4,94	0,50	4,57	4,29	-0,29	4,22	3,67	-0,56	3,71	4,22	0,51
Total	4,11	3,58	-0,53	4,20	3,97	-0,23	4,33	4,47	0,13	4,11	3,28	-0,82	3,98	3,89	-0,09