



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación estructural del pavimento rígido para mejorar la  
serviciabilidad Vial aplicando métodos no destructivos, Jr.  
Las Casuarinas, Cajamarca 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Carranza Atalay, Katerin Fabiola ([orcid.org/0000-0002-7900-9993](https://orcid.org/0000-0002-7900-9993))

Ruiz Montenegro, Jheill Yheison ([orcid.org/0000-0003-0824-7369](https://orcid.org/0000-0003-0824-7369))

**ASESOR:**

Mg. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo ([orcid.org/0000-0001-8625-3989](https://orcid.org/0000-0001-8625-3989))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

## DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por ser uno de los pilares más importantes, por demostrarme que la distancia no es pretexto para que ella siga brindándome su apoyo incondicional sin importar las circunstancias, tu bendición a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien.

A mi padre, mi pilar fundamental quien me enseñó que en esta vida estamos para cumplir nuestros sueños, con perseverancia y constancia, por instruirme para afrontar las verdades de esta vida.

Katerin Fabiola, Carranza Atalay.

A mi padre Ruperto Ruiz Cabrera y madre Georgina Montenegro Ruiz, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; mucho de mis logros se los debo a ustedes entre que se incluye este.

Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Jheill Yheison Ruiz Montenegro.

## AGRADECIMIENTO

Al finalizar este proyecto quiero utilizar este espacio para agradecer a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la fe.

A mis padres que con su sacrificio y apoyo incondicional fueron suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible, ellos fueron mi motor y mi mayor inspiración quienes me ayudan a trazar mi camino y a cumplir esta meta que tanto anhele.

Gracias papito Ángel y mamita Sonia por todo, a mis tres hermanas por ser parte de mi vida y darme ese ejemplo de superación. A mi novio por todo el cariño y apoyo.

No puedo dejar de agradecer a mis asesores Ms. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo y el Ing. Ronal Rojas Lumba por haberme brindado sus conocimientos y guiado en el desarrollo de este proyecto de titulación. Gracias.

Katerin Fabiola, Carranza Atalay.

El principal agradecimiento a dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además por su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo. Gracias

Jheill Yheison Ruiz Montenegro.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
I.-INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	25
3.2 Variables y operacionalización .....	25
3.3 Población, Muestra, Muestreo Población .....	27
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	28
3.5 Procedimientos .....	29
3.6 Método de análisis de datos y procesamiento de datos .....	31
3.7 Aspectos éticos .....	45
IV. RESULTADOS .....	46
V. DISCUSIÓN .....	54
VI. CONCLUSIONES.....	57
VII. RECOMENDACIONES .....	58
REFERENCIAS .....	60
ANEXOS.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1</b> FACTORES CAUSANTES DE INCERTIDUMBRE EN LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO .....	12
<b>TABLA 2</b> ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.....	20
<b>TABLA 3</b> RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LA COMPRESIÓN .....	46
<b>TABLA 4</b> UNIDADES DE MUESTREO.....	48
<b>TABLA 5</b> FALLAS MÁS COMUNES EN EL PAVIMENTO RÍGIDO Jr. LAS CASUARINAS .....	49
<b>TABLA 6</b> CÁLCULO DEL PCI.....	52
<b>TABLA 7</b> VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS .....	53
<b>TABLA 8</b> CALIFICACIÓN FINAL DEL PCI.....	54

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> SECCIÓN TÍPICA - PAVIMENTO RÍGIDO.....	10
<b>FIGURA 2</b> ESQUEMA DE RUGOSÍMETRO MERLÍN.....	11
<b>FIGURA 3</b> PARTES DEL ESCLERÓMETRO.....	15
<b>FIGURA 4</b> CORTE TRANSVERSAL DEL MARTILLO VISUALIZANDO SUS COMPONENTES.....	15
<b>FIGURA 5</b> FUNCIONAMIENTO DEL ESCLERÓMETRO.....	16
<b>FIGURA 6</b> ESCLERÓMETRO.....	18
<b>FIGURA 7</b> GRÁFICO DE CORRELACIÓN PARA EL MARTILLO SCHMIDT ENTRE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, DENSIDAD DE ROCA Y REBOTE MILLER 1965.....	19
<b>FIGURA 8</b> FORMATO DE SONDEO PARA PAVIMENTO RÍGIDO.....	22
<b>FIGURA 9</b> UBICACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO.....	30
<b>FIGURA 10</b> PAVIMENTO RÍGIDO DE LA Vía.....	31
<b>FIGURA 11</b> ENSAYO N° 01.....	33
<b>FIGURA 12</b> ENSAYO N° 02.....	34
<b>FIGURA 13</b> ENSAYO N° 03.....	35
<b>FIGURA 14</b> ENSAYO N° 04.....	36
<b>FIGURA 15</b> ENSAYO N° 5.....	37
<b>FIGURA 16</b> ENSAYO N° 06.....	38
<b>FIGURA 17</b> ENSAYO N° 07.....	39
<b>FIGURA 18</b> ENSAYO N° 08.....	40
<b>FIGURA 19</b> ENSAYO N° 09.....	41
<b>FIGURA 20</b> ENSAYO N° 10.....	42
<b>FIGURA 21</b> ENSAYO N° 11.....	43
<b>FIGURA 22</b> ENSAYO N° 12.....	44
<b>FIGURA 23</b> ESQUEMA DE INSPECCIÓN.....	49
<b>FIGURA 24</b> CALCULO DEL PORCENTAJE DE DENSIDADES.....	50
<b>FIGURA 25</b> VALORES DEDUCIDOS.....	51

## RESUMEN

La estrategia de conservar las calles de una ciudad con pavimento rígido es un fundamental para lograr un transporte sostenible y tener un nivel de comodidad y seguridad percibida por los usuarios.

La presente tesis se titula “Evaluación Estructural del Pavimento Rígido para Mejorar la Serviciabilidad Vial Aplicando Métodos no Destructivos, Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022” tuvo como objetivo determinar la relación entre la estructura del pavimento rígido y la serviciabilidad vial aplicando métodos no destructivos en el Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022, se utilizó el tipo de investigación aplicada con un diseño no experimental; para determinar la resistencia a la compresión se utilizó un ensayo no destructivo del esclerómetro con la normativa ASTM D5873-05 y también el cálculo de la condición del pavimento (PCI) con la normativa ASTM D6433-03 (2010), teniendo como resultados; que el pavimento rígido del Jr. Las Casuarinas tiene resistencias menores a la resistencia de diseño  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , siendo la  $f'c$  mínima de  $122.37 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c$  máximo de  $244.73 \text{ kg/cm}^2$  y la  $f'c$  promedio de  $286.46 \text{ kg/cm}^2$ , además el índice de condición del pavimento, PCI fue de 63, indicándonos que su estado es BUENO, sin embargo, requiere su intervención y su rehabilitación, en conclusión la estructura del pavimento rígido tiene relación con la serviciabilidad vial, por lo que recomienda realizar un diagnóstico de todas las vías y para realizar los mantenimientos oportunos.

**Palabras clave:** pavimento rígido, PCI, serviciabilidad, esclerómetro.

## ABSTRACT

The strategy of preserving the streets of a city with rigid paving is essential to achieve sustainable transport and have a level of comfort and safety perceived by users.

This research project entitled "Structural Evaluation of Rigid Pavement to Improve Road Serviceability Applying Non-Destructive Methods, jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022" aimed to determine the relationship between the structure of the rigid pavement and road serviceability by applying non-destructive methods in Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022, the type of applied research was used with a non-experimental design; To determine the compressive strength, a non-destructive test of the sclerometer was used with the ASTM D5873-05 standard and also the calculation of the pavement condition (PCI) with the ASTM D6433-03 (2010) standard, having as results; that the rigid pavement of Jr. Las Casuarinas has resistances lower than the design resistance  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , with the minimum  $f'c$  being  $122.37 \text{ kg/cm}^2$ , the maximum  $f'c$  being  $244.73 \text{ kg/cm}^2$  and the  $f'c$  average of  $286.46 \text{ kg/cm}^2$ , in addition to the pavement condition index, PCI was 63, indicating that its condition is GOOD, however, it requires intervention and rehabilitation, in conclusion the structure of the rigid pavement is related to the road serviceability, for which it recommends carrying out a diagnosis of all the roads and to carry out the appropriate maintenance.

**Keywords:** Rigid pavement, PCI, serviceability, sclerometer



## I.-INTRODUCCIÓN

Este tema de investigación es muy importante, debido al constante crecimiento de la población, lo que genera el incremento del tránsito, ya sean vehículos de carga liviana y los de carga pesada, resultando necesario que la capa de rodadura sea más resistente. Además, de acuerdo con, Dong et al. (2022) menciona que, la estructura de un pavimento rígido no solo es perjudicado por el crecimiento poblacional, sino que los eventos climáticos extremos y las inundaciones perjudican la resiliencia del transporte, y, además, Los selladores de juntas juegan un papel importante en el mantenimiento del concreto (Kim et al., 2022). Por lo tanto, debe de monitorearse continuamente y de igual manera desarrollar metodologías a fin de evaluar su desempeño y realizar predicciones a corto, mediano o largo plazo. Así mismo; de acuerdo con Chau et al. (2023) menciona que los pavimentos rígidos se utilizan en el mundo entero, debido a los beneficios ambientales, económicos y sociales a largo plazo que proporciona.

Sin embargo, en el ámbito internacional; de acuerdo con, Caroles (2022) estudio que, “el daño vial se refiere al estado en el que los pavimentos funcionales y estructurales ya no son efectivos para brindar un servicio óptimo a los vehículos que cruzan la carretera” (p. 275). Y encontró que, hubo daños severos en la capa de pavimento de la carretera, que podrían haber sido causados por el ciclo seco-húmedo, por eso se recomienda que, el suelo debe protegerse de los impactos del clima para superar y evitar daños adicionales, siempre que el suelo se clasifique como cohesivo (Caroles, 2022). Además, de acuerdo con, Darter et al. (1996) estudio la idoneidad para predecir el número de cargas pesadas por eje de carga y encontró que el número de cargas de un solo eje equivale a 80 KN. Así mismo, los pavimentos actuales tienen una vida útil de 20 – años, existe los perpetua pavimentos que duran más de 50 años sin requerir ninguna intervención de mantenimiento y rehabilitación (Walubita et al., 2022).

Según publicaciones en el ámbito nacional, empleando las palabras de, Vásquez (2018) menciona que, el pavimento rígido, está en proceso de deterioro estructural, por causas como el uso, diseño propio, clima, humedad relativa, encontrando, en la que encontró diversas patologías en las que se puede

mencionar a las grietas, al igual como el daño en las juntas, también deterioros de superficies, etc. Además; desde la opinión de Qamhia et al. (2022) estudió una alternativa de diseño en una base granular iluminada que proporciona uniformidad, capacidad de drenaje, estabilidad y durabilidad para concreto simple articulado, en los cuales se observaron varios niveles de tráfico y bajos niveles de deterioro y severidad, por lo que se recomienda un diseño de subbase granular, estable, drenable y duradero para niveles de tráfico de hasta de tráfico de hasta 10 millones de cargas equivalentes por eje único.

Por ello, con respecto a la realidad problemática establecida en el presente estudio. se planteó como problema general ¿Cuál es la relación entre la estructura del pavimento rígido y la serviciabilidad vial aplicando métodos no destructivos en el Jr. Las Casuarinas Cajamarca 2022?, de igual manera se plantearon los siguientes problemas específicos ¿Cuál será la capacidad estructural del pavimento rígido en Jr. Las Casuarinas Cajamarca 2022?, ¿Cuál será el estado de la serviciabilidad vial en el Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022? Y ¿Cuáles son las condiciones del pavimento rígido y la serviciabilidad vial en el Jr Las Casuarinas, Cajamarca 2022?

Por otro lado, de acuerdo con Aguirre et al. (2022) menciona que, los métodos actuales en el diseño de pavimentos rígidos asumen deformaciones que estarán dentro de los límites elásticos, sin embargo; el aumento del tráfico ha hecho que la capa aumente de espesor para soportar las cargas. Al mismo tiempo tiene Justificación práctica, debido a que pretende ayudar a resolver un problema real, como mejorar la serviciabilidad vial realizando la evaluación estructural del pavimento rígido, ya que son problemas que deben ser resueltos a la brevedad en las ciudades incluyendo el ámbito económico, político, y social y de igual manera sin dejar de lado a los datos climáticos (Singh et al., 2022). De igual manera, porque una ciudad con un sistema vial deficiente, estará en constante peligro. Por otro lado, en la justificación social, la investigación pretende desarrollarse con la finalidad de apoyar a los vecinos del Jr. Las casuarinas, brindándoles datos técnicos y puedan realizar las gestiones correspondientes a sus autoridades para la mejora de tal servicio, además, porque el rendimiento de una vía influye en la comodidad, serviciabilidad y seguridad en las personas (Guo et al., 2022). Por otro lado, tiene

una justificación teórica, ya que se pretende desarrollar las teorías más importantes de esta problemática, por lo tanto, aportara de manera teórica las implicancias empíricas, para ayudar al esclarecimiento de un constructo, complejo tema como es la mejora de la serviciabilidad basado en la evaluación de pavimento rígido. Así mismo, porque los pavimentos están sujetos a varios defectos debido a errores de construcción, envejecimiento, condiciones ambientales, carga de tráfico cambiante y mantenimiento deficiente (Elseicy et al., 2022). Finalmente, tiene una justificación metodológica, se realizará mediante aplicación de técnicas no destructivas como en nuestro caso la utilización del esclerómetro que nos permitirá saber la resistencia promedio a la compresión y el PCI para concluir el nivel de serviciabilidad de la calle que se está estudiando

Además, teniendo claro los acápites anteriores, respecto al objetivo general es determinar la relación entre la estructura del pavimento rígido y la serviciabilidad vial aplicando métodos no destructivos en el Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022, en tal sentido, los objetivos específicos se mencionan; **OE1**, determinar la capacidad estructural del pavimento rígido en Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022, como **OE2** determinar el estado de serviciabilidad vial del Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022 y como **OE3** evaluar las condiciones del pavimento rígido y la serviciabilidad vial en el Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022.

Por otro lado, respecto a la hipótesis del proyecto de investigación, se plantea como hipótesis general existe relación entre la estructura del pavimento rígido y la serviciabilidad vial aplicando métodos no destructivos en el Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022. Planteándose las siguientes hipótesis específicas; **HE1**: el estado de serviciabilidad vial en el Jr. Las casuarinas, Cajamarca 2022 es bajo, y como **HE2**: las condiciones del pavimento rígido y la serviciabilidad vial en el Jr Las Casuarinas, Cajamarca 2022 son negativas.

## II. MARCO TEÓRICO

Respecto a los antecedentes que respaldan el informe de investigación se encuentran los internacionales, nacionales y locales. En relación con los antecedentes internacionales tenemos: a juicio de, Teja Abhilash et al. (2022) en el artículo de revista “Variability in compressive and split tensile strength of roller compacted concrete for rigid pavements”. Tuvo como objetivo identificar la resistencia del concreto del pavimento rígido a la compresión y de igual manera el cálculo a la resistencia a la tracción parcial del concreto compactado con rodillo preparado variando el porcentaje de cemento. Llegó a la **conclusión** que la gradación media (GM) ha mostrado un aumento del 6 % y el 11 % en comparación con las mezclas de gradación inferior y superior, respectivamente, además; la resistencia a la tracción dividida para la gradación media (GM) ha mostrado un aumento del 12 % en comparación con las mezclas de gradación inferior y superior, respectivamente.

Según los autores Cho & Nam (2022), en el artículo de revista titulado “Concrete composites reinforced with graphene oxide nanoflake (GONF) and steel fiber for application in rigid pavement”, tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas estáticas y el comportamiento ante la fatiga de las diferentes mezclas de concreto que contienen GONF y/o fibras de acero, y examinar los efectos y la aplicabilidad de las mezclas de concreto en estructuras de pavimento rígido. Llegó a la conclusión que la adición de GONF mejora la vida de fatiga por flexión para CTRL y SFRC con altos coeficientes de correlación para las probabilidades de falla de 0.1 y 0.5, por lo tanto, la importancia del GONF se muestra en el comportamiento de fatiga por flexión de los compuestos de hormigón.

El autor Pleşcan et al. (2021), en el artículo de revista “Sensitivity analysis of rigid pavement design based on semi-empirical methods: Romanian case study”, tuvo como **objetivo** ofrecer una nueva posibilidad en el diseño de estructuras para pavimentos rígidos con estimación de desempeños estructurales y funcionales, debido a que la metodología el NP081/2002, tiene limitaciones en los datos y falta de estimación en el rendimiento estructural y funcional. Llegó a la conclusión que el artículo presentado conocido como método MEPDG conduce objetivamente para

eliminar la posible variante del JPCP, que no hagan cumplir los criterios del desempeño de la estructura del pavimento, así como su funcionalidad. Por lo tanto, de acuerdo con los resultados que encuentre el constructor o el beneficiario elegirá el método más conveniente sin perjudicar el tema económico.

Como otro antecedente internacional se tiene a Zhao & Zheng (2022), en el documento de sesión “Back-calculation of Rigid Pavement Parameters Using Average Distance of Deflection Basin and Its Comprehensive Analysis”, tuvo como objetivo analizar las leyes del deterioro, así como el mecanismo de daño estructural de tres índices de desempeño, las cuales incluye; la capacidad estructural, vacíos debajo de la losa y la transferencia de carga. El estudio llegó a la conclusión que los índices anteriormente mencionados tienen una interrelación y se reflejaría en el deterioro del desempeño del lugar de estudio. además; las cargas de impacto tendrían un efecto positivo, funcionando como compactador a la base del pavimento, retrasando el deterioro del pavimento, finalmente, con el refuerzo de la lechada es posible mejorar el desempeño de la estructura del pavimento. La importancia de este estudio es que está basado en la deflexión del difractor de peso pesado (HWD).

Como ultimo antecedente internacional se tiene a Bhardwaj et al. (2021) en el artículo de revista titulado “A Comparative Study between the Usages of Differently Sized Waste Rubber Obtained From Tires over the Strength Performance of Rigid Road Pavement”, tuvo como objetivo sustituir la fracción de agregado grueso por el caucho de desecho para mejorar la resistencia del concreto, esta investigación pudo llegar a la conclusión que la resistencia a la tracción en su división de resistencia a la flexión depende del tamaño del caucho desechable, además; menciona que la adición de caucho desechable mejora la microestructura interna del hormigón. finalmente, la importancia de los resultados se dio debido a las propiedades físicas y a la composición química de las partículas de caucho; lo que produjo que los poros internos se llenaran de manera más amplia, teniendo como resultado una mayor resistencia mecánica.

El autor Flores (2017), como primer antecedente nacional en la tesis de pregrado titulada “Determinación y evaluación de las patologías del concreto para

obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido y condición operacional en la avenida Perú del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, agosto – 2016”, tuvo como objetivo determinar el PCI en las que tenía que emplear el procedimiento como evaluar las patologías del concreto, llegando a tener concluir que el PCI = 14.05, permitiendo afirmar que las calles se encuentran en un nivel muy malo, además; las patologías características como: grietas lineales, grieta esquina, losa dividida, pulimento de agregados, etc. La importancia de esta investigación se encuentra que la estructura del pavimento deberá ser cambiada, para evitar accidentes de tránsito.

El segundo antecedente nacional tenemos a los autores Inchicaqui & Salas (2016), en la tesis de pregrado titulada “Evaluación estructural del pavimento rígido aplicando el método PCI de la Av. Centenario y el Jr. Sebastián de Aliste del distrito de Independencia en la ciudad de Huaraz - Ancash”, tuvo como objetivo identificar la condición del pavimento y las patologías existentes con el propósito de evaluar el estado de la calle, llegando a concluir que al realizar las pruebas con diamantinay el esclerómetro, la resistencia a la compresión de la estructura del pavimento se encuentra en buenas condiciones, llegando a deducir que las fallas producidas son producto de las fallas funcionales del mismo. la importancia de esta investigación, se debe a que los pavimentos rígidos llegan a fallar por diferentes factores, entre los que se encuentran; mala ejecución, calidad del agregado, tipos de suelos, soporte de la fundación, temperatura, etc.

Como tercer antecedente nacional se tiene al autor Briceño & Tello (2019), en la tesis de pregrado titulada “Análisis comparativo del diseño estructural y evaluación económica entre un pavimento rígido, flexible y adoquinado utilizando el método ASSHTO-93 para la Av. Miguel Grau, tres de octubre, Nuevo Chimbote”, tuvo como objetivo realizar la comparación entre el diseño estructural y la evaluación económica de un pavimento del tipo flexible, así como de un pavimento rígido y de un adoquinado, en dicha investigación se utilizó el método de ASASHTO – 93. Llegando a concluir que, de los tres pavimentos evaluados, el flexible es el más económico, el mismo que consideraba el espesor de la carpeta asfáltica como 8 cm, base granular 15cm, y sub base granular 10cm. La importancia de esta

investigación realizada, sugiere realizar ensayos de CBR en una cantidad superior a 2 de la capa sub rasante, tener en cuenta los costos de mantenimiento, etc.

Como otro antecedente nacional se tiene a los autores Pastor & Magariño (2022), en la tesis de pregrado titulada “Evaluación de las Patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie del pavimento rígido de todo el jirón comandante Suarez de la ciudad de Pucallpa–2019”, tuvo como objetivo evaluar en qué nivel las patologías tienen incidencia en el índice de integridad estructural y la condición operacional del pavimento rígido, llegando a concluir que de la evaluación realizada a 13 cuadras del lugar de estudio, se logró la muestra de 244 paños, llegando a obtener el valor de condición del pavimento el valor de 54.37, clasificándolo al estado del pavimento en regular, las mismas que pueden ser reparadas, además; encontró a patologías más concurrentes como pulimentos de agregados, grieta lineal, grieta de esquina, parcheo grande. La importancia de esta investigación, sugiere que el método PCI no es suficiente para realizar el análisis del estado del funcionamiento de la vía de estudio, sino que es necesario el análisis de la estructura en laboratorio de materiales.

Y como ultimo antecedente nacional se tiene al autor Tamayo (2022) en la tesis de pregrado titulada “Evaluación de Juntas en Pavimentos Rígidos y su Relación con el Desempeño Estructural en las Calles de Paucartambo, 2021”, tuvo como objetivo evaluar las juntas en los pavimentos rígidos y la relación que tiene con el desempeño estructural del pavimento rígido, llego a concluir que la estructura del pavimento rígido presentaba daños, por el pésimo estado del sello de las juntas; la misma que fue de arena y asfalto caliente, la que llego a desprenderse a una edad joven. La importancia de estudio permitió evaluar la totalidad de la vía, permitiendo concluir que los daños se encuentran presentes en su totalidad y que el pavimento tiene un estado pésimo.

Y finalmente, como antecedentes locales, se tomó en consideración al trabajo de los autores Hernández & Ayala, (2019), en la tesis de pregrado titulada “evaluación de la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida pakamuros para determinar la Serviciabilidad de los usuarios,

provincia de jaen,2019” tuvo como objetivo la evaluación de la condición del pavimento rígido superficial en la Av. Mencionada en el título y tener que determinar el nivel de serviciabilidad para los usuarios en la provincia fronteriza de Jaén año 2022. Llegó a la conclusión que, utilizando el método del PCI, identificó fallas predominantes como desconchamientos, grietas lineales, parcheos, etc. Finalmente recomienda que previo a la puesta de servicio de las vías pavimentadas se debe de tomar registro si se logró el PSI inicial recomendando por el manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Luego de analizar detenidamente nuestros antecedentes internacionales, nacionales y locales, tenemos en consideración hacer de conocimiento algunos conceptos que nos servirán de ayuda en el desenlace de esta tesis.

Dentro del Enfoque Conceptual, Teniendo en cuenta a Ministerio de Transportes y comunicaciones en el manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos (MTC, 2014), “El Pavimento está conformado por diferentes capas construidas por encima de la subrasante de cualquier camino con el propósito de distribuir las fuerzas originadas por los vehículos para mejorar las condiciones de seguridad y la comodidad de los transeúntes.

Por otro lado, de acuerdo con Chuquimango (2019), menciona que los pavimentos son estructuras ubicadas sobre otras capas de materiales que han sido procesados sobre un terreno como se encuentra en la naturaleza, y tener la función de distribuir los esfuerzos a toda la subrasante.

Así mismo; está constituida por diferentes capas como: base, de igual manera encontramos a la subbase y finalmente a la capa de rodadura.

**Capa de rodadura:** es la capa principal observable de un pavimento, pudiendo ser flexible, rígido, adoquinado, y tiene como función sostener de manera directa el tránsito (MTC, 2014).

**Base:** es la capa siguiente a la capa de rodadura, y su objetivo es el sostenimiento y la distribución y además la transmisión de cargas generadas



producto del tránsito. Así mismo; se considerará que esta capa de tener un material de características granulares drenantes con un  $\text{CBR} \geq 80\%$ , de lo contrario será considerada con asfalto, o también con cal o material cementante (MTC, 2014).

**Subbase:** esta capa contiene material con características de espesor y de diseño definido, sirve para soportar las capas mencionadas anteriormente, así mismo esta capa se utiliza o se conoce como la capa donde se realizan los drenajes y además es la capa con la capacidad de controlar la capilaridad del agua. Además, se precisa mencionar que esta capa se puede obviar y puede estar conformada por material granular con una característica de un  $\text{CBR} \geq 40\%$  o también puede ser tratada con asfalto, cal o material cementante (MTC, 2014).

Además, de los anterior se tiene a los tipos de pavimentos, los cuales son los siguientes:

**Pavimentos flexibles:** son aquellos tipos de pavimentos que están compuesto por capas con características granulares (subbase y base) y por una capa de rodadura; una carpeta constituida por materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y en algunos casos aditivos. Así mismo, se considera a la capa de rodadura asfáltica sobre las capas de forma granular como mortero asfáltico, tratamiento superficial de bicapa, micropavimentos, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente (MTC, 2014).

Además, desde otro punto de vista, el pavimento flexible es un pavimento conformado con una capa asfáltica puesta sobre otra capa base y sobre una capa de sub- base (Chuquimango, 2019).

por otro lado, tenemos al Pavimento semirrígido: se define como un pavimento compuesto por capas de forma asfáltica con un espesor total bituminoso, de igual manera es pavimento de este tipo a la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre una base tratada con cemento o con cal, finalmente, en este tipo se ha considerado a los pavimentos adoquinados (MTC, 2014).

**Pavimentos rígidos:** este tipo de pavimentos esta compuesto por una capa de subbase granular, pudiendo ser de base granular o se puede estabilizar con cemento, asfalto o cal y adicionando una capa de rodadura o

cemento hidráulico como aglomerante (MTC, 2014).

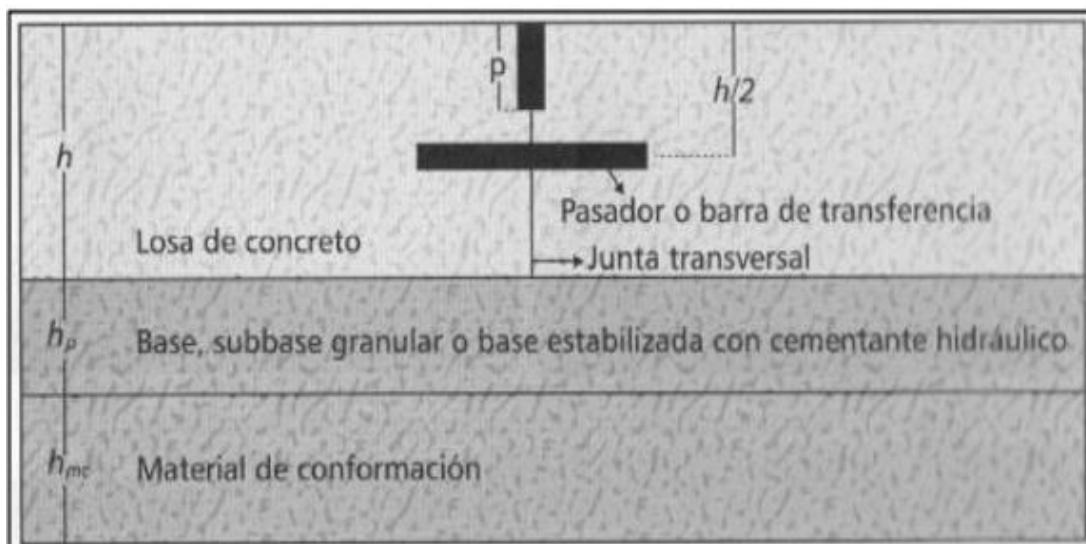
Por otro lado, el pavimento rígido “esta compuesto de losas de concreto hidráulico de varios espesores, hechas de cemento, agua y áridos como piedra chancada o canto rodado y arena gruesa seleccionados sobre una base estable o subestructura según especificaciones” (Tamayo, 2022, p. 33).

De acuerdo con el MTC (2014), menciona que los pavimentos de concreto reciben el nombre de “rígidos” debido a que la losa tiene esta constitución. Además, la naturaleza rígida, permite absorber casi la totalidad de esfuerzos generados por las diferentes cargas de tránsito, haciendo que los esfuerzos se proyecten en menor intensidad a las demás capas, hasta la subrasante, produciendo una muy distribución de cargas y una buena resistencia estructural.

Por otro lado, Martínez & Noguera (2020), menciona que las losas de los pavimentos rígidos son elementos estructurales cuya función es transportar cargas como efecto del tránsito vehicular; las mismas que producen esfuerzos, los cuales se deben calcular y poder seleccionar el material, así como las dimensiones apropiadas para la conformación de la estructura.

### Figura 1

Sección Típica - Pavimento Rígido



Nota. en la figura se muestra la sección típica de un pavimento rígido.

Fuente: Espinoza & Pocco (2021).



**Tabla 1**

*Factores Causantes de Incertidumbre en la Evaluación Estructural de un Pavimento*

Parámetro	Factor
Carga de diseño	Comportamiento del crecimiento del tránsito. Factores empíricos de equivalencia de daño. Factor común. Propiedades de los materiales. Suposiciones sobre el comportamiento del material.
Vida útil del pavimento	aproximaciones en los métodos de diseño. condiciones de carga. Correlación empírica y factores de calibración de las funciones de transferencia de vida útil del pavimento.

*Nota.* En la tabla mostrada se observa los factores causantes en la evaluación estructural de un pavimento. **Fuente:** Osorio et al (2020).

Por otro lado, el propósito de analizar la confiabilidad de la estructura de un pavimento, radica en tener la certeza de que se tiene la confianza específica, en el pavimento tiene la característica funcional y estructural.

Proporciona un grado específico de confianza, donde la estructural del pavimento funcione correctamente soportando el número de cargas en el transcurso de su vida útil de esta estructura.

Así mismo, debemos de comprender que la resistencia a la compresión del concreto es la principal característica mecánica, y se entiende como la capacidad que tiene para resistir un esfuerzo por unidad de área y se mide en kg/cm<sup>2</sup>, Mpa, Psi.

Los factores incidentes en la resistencia del concreto son

**Contenido de cemento:** El cemento es un material aglomerante y tiene las propiedades de adherirse y cohesionarse, permitiendo unir aglomerantes naturales entre sí, formando un todo compacto resistente y durable.

**Relación agua cemento y contenido de aire:** el concreto tiene su resistencia a ciertas edades, la cual es proporcional a la relación agua – cemento. Por lo tanto, si el contenido de agua es mayor, la resistencia es menor y viceversa

**Influencia de los agregados:** los agregados son muy importantes con su forma cubica o rugosa se adhieren permitiendo tener una mejor resistencia, mientras que los lisos al no tener adherencia, necesitan menos agua para ser trabajables (Sota & Vera, 2020).

**Tamaño máximo de agregados:** es el resultado del análisis de granulometría y se entiende como la abertura del menor tamiz de una serie que permite pasar el 100% del mismo material (Sota & Vera, 2020).

**Edad de concreto:** una vez que la concreta fragua este empieza a tener resistencia y se incrementa con los días hasta llegar al día 28 (Sota & Vera, 2020).

**Curado de concreto:** una vez realizado el vaciado del concreto, este tiene una reacción química con la liberación de calor, por lo que resulta necesario mantenerlo hidratado para que no disminuya su resistencia (Sota & Vera, 2020).

**Temperatura:** se realiza el curado debido a las altas temperaturas producidas las reacciones químicas, incrementando su resistencia, pero, perjudican su resistencia posteriormente (Sota & Vera, 2020).

### **Ensayos no destructivos**

Como lo hace notar Sota & Vera (2020), estos métodos se realizan de manera fácil y rápida, y no producen daño no destrucción en la muestra evaluada. Así mismo, depende de la condición en la que se realiza el ensayo y de los parámetros que se desea controlar, tenemos los siguientes:

- Ensayo de esclerometría
- Ensayo de resistencia a penetración
- Prueba de ruptura
- Prueba de cargas

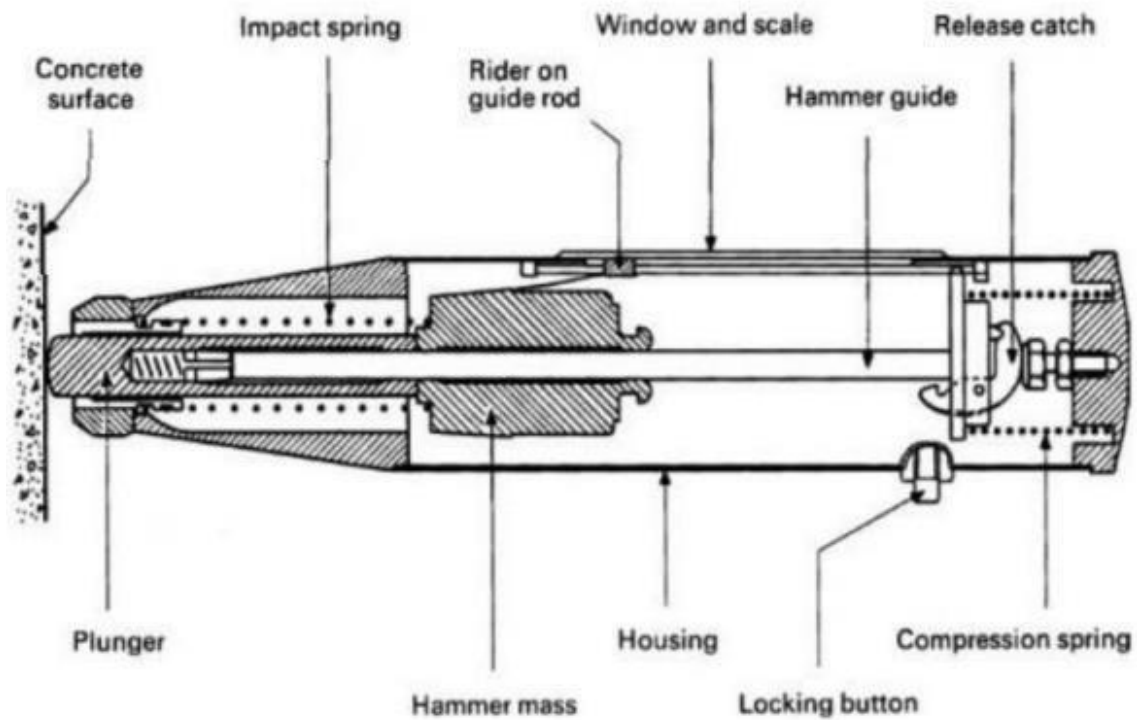
**Prueba del martillo de Scrmidt:** la utilización de esta prueba está basada en la norma ASTM D5873-05, es una técnica utilizada que sirve para realizarlo en el campo o en el laboratorio la resistencia a la compresión simple del concreto a partir de la medida del rebote que es proporcionada por el martillo (Aucay & Ordoñez, 2019).

Por otro lado, de acuerdo con Sota & Vera (2020), menciona que este método es el más popular para medir la dureza de la superficie del hormigón.

Así mismo, el método expuesto anteriormente es utilizado en todo tipo de superficie, pudiendo ser; verticales, horizontales, inclinadas hacia arriba y hacia abajo, pero tiene que formar un ángulo de 90° para poder medirlo.

**Figura 3**

*Partes del Esclerómetro*

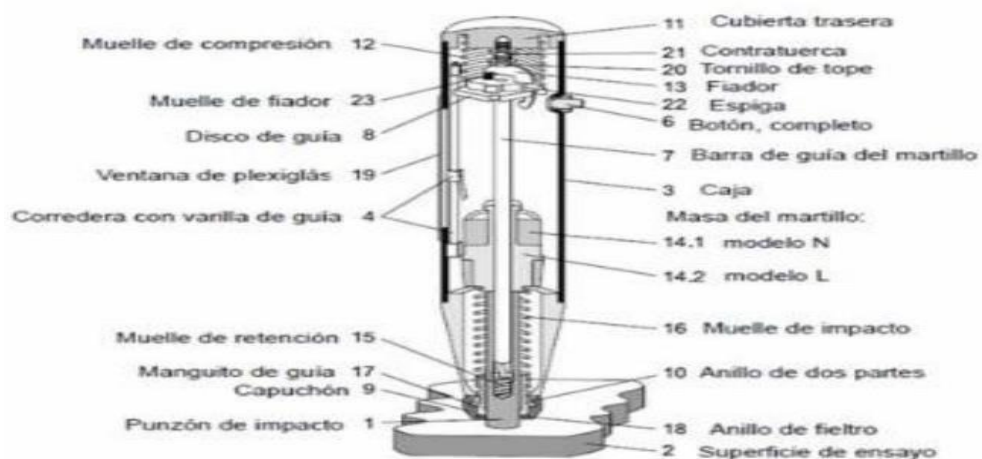


*Nota.* en la figura se muestra las partes del esclerómetro.

**Fuente:** Sota & Vera(2020).

**Figura 4**

*Corte Transversal del Martillo Visualizando sus Componentes*



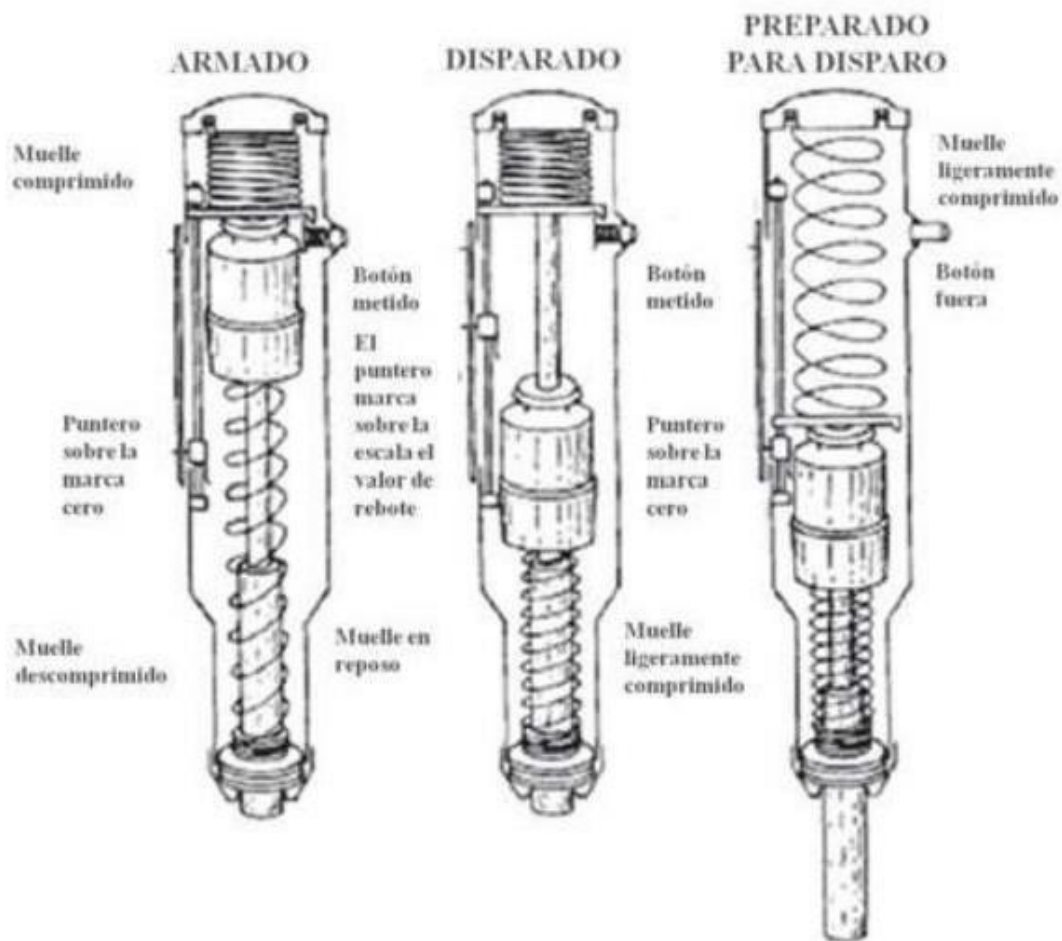
*Nota.* en la figura se muestra al esclerómetro, mostrando cada una de sus partes.

**Fuente:** Sota & Vera (2020).

Este instrumento consta en una varilla juntamente con un resorte adjunto, el vástago de la válvula es colocado sobre el concreto o la roca a medir y se une un martillo para empujarlo hacia el concreto; proceso que causa un almacenamiento de energía en el resorte. Así mismo, la energía elástica al alcanzar un cierto nivel y al aplicar masa al vástago de la válvula mencionada, este libera energía de forma automática; alcanzando una altura que es medida en una escala de 0 a 100, la cual, es proporcional a la dureza, es decir, la resistencia a la compresión del concreto (lozano, 2012 citado por Sota & Vera, 2020).

### Figura 5

*Funcionamiento del Esclerómetro*



Nota. en la figura se muestra el funcionamiento del esclerómetro.

Fuente: Sota & Vera (2020).



Además, de acuerdo con la norma ASTM C805 (1997), menciona que, respecto al número de rebotes, utiliza el martillo suizo o también llamada probador de dureza. este instrumento permite determinar la resistencia del pavimento rígido, golpeando y empujando la punta del probador sobre la superficie a evaluar, obteniendo un número en la escala del probador y se transfiere a un gráfico, proporcionando el resultado de la resistencia a la compresión en función del ángulo de ataque.

Además, existen factores que afectan los resultados, por lo que se tiene que tener mucho cuidado con:

- Posicionamiento del martillo.
- Estado del hormigón y su textura.
- Edad del concreto
- Agregado grueso en la superficie a evaluar.
- Forma, tamaño y rigidez de elementos de construcción
- Muestra húmeda, baja la resistencia.
- Tipo de agregado grueso
- Tipo de cemento
- Tipo de encofrado
- Temperatura, tanto de la muestra como del martillo.

el equipo necesario es:

**Martillo de rebote:** barra de acero, recibe el impacto de una pieza de acero impulsada.

**Piedra abrasiva:** está hecha de hecho de granos de carburo.

**Figura 6**  
*Esclerómetro*



*Nota.* En la figura se muestra el equipo – esclerómetro:

**Fuente:** Sota & Vera(2020).

Procedimiento para emplear el esclerómetro

- Seleccionar un área cuadrada de 0.15x0.15 m.
- Eliminar impurezas con la piedra abrasiva.
- Realizar una cuadrícula en un número de 6 por cada lado.
- Realizar mínimamente 9 lecturas, teniendo cuidado que no varíen mucho, de ser el caso se realizara nuevamente.

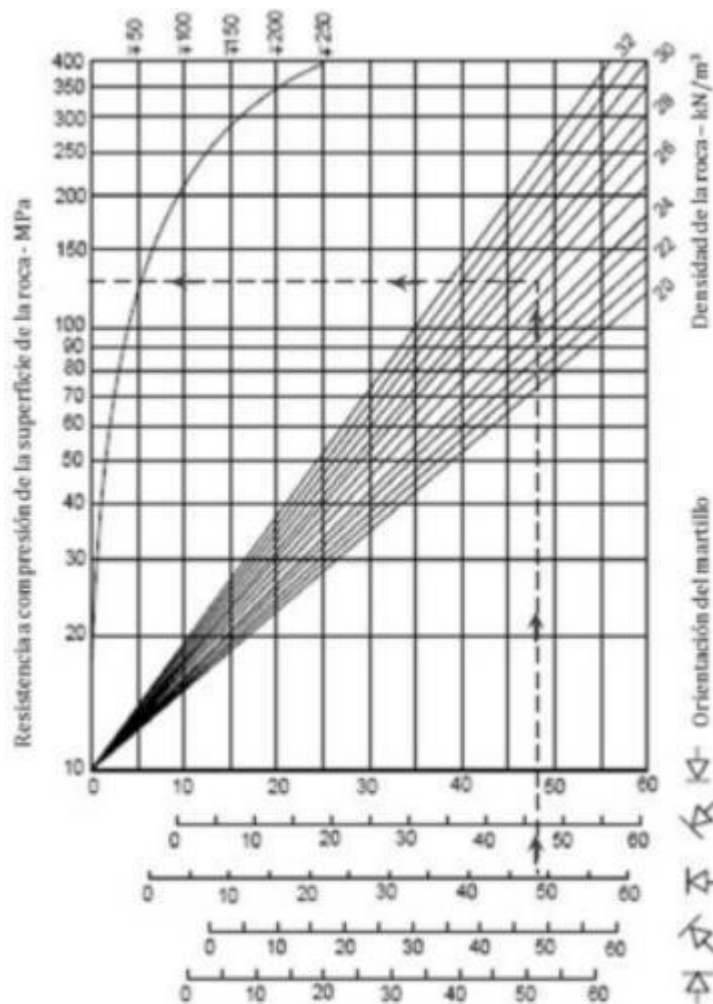
Procedimiento del cálculo del índice de rebote –  $f'c$

- se ordenan los datos de menor a mayor y se calcula la mediana
- tomar de 8 a 10 valores excluyendo los valores máximos y mínimos.

- sí el 20% de lecturas difieren de la mediana en 6 unidades, el total de lecturas serán descartadas y se tomará otra área, ya que la anterior se rechazará. En caso contrario el valor encontrado será la tasa de rebote.
- El valor encontrado se ingresa al gráfico y se obtiene una aproximación de la resistencia del concreto.

**Figura 7**

*Grafico de correlación para el martillo Schmidt entre resistencia a compresión, densidad de roca y rebote Miller 1965*



**Nota.** En la figura se muestra la dispersión media de resistencia para la mayoría de rocas – Mpa.

Otro punto importante es la serviciabilidad del pavimento rígido, el cual se relaciona con la percepción que tienen los transeúntes con el nivel de servicio que brinda este, por lo que la opinión de dichas personas debe de ser tomada en consideración para poder calificar la serviciabilidad (Zevallos, 2018).

La norma Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys ASTM D6433-03 (2010), se basa en el cálculo de condición del pavimento (PCI-Pavement Condition Index), deriva de un índice que abarca la clase de daño, severidad y densidad de la misma y que mediante factores ponderativos nos indican el grado de afectación de un pavimento. Este valor vario de 0 a 100.

**Tabla 2**

*Índice de Condición del Pavimento*

RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
100-85	Excelente
85-70	Muy bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

*Nota.* en la figura se muestra los valores del PCI. **Fuente:** ASTM D6433-03 (2010).

Los niveles de severidad de fallas, se refiere a la condición que representa lo critico del deterioro de una infraestructura, esto quiere decir, cuando más severo sea el daño, la corrección tomara una media importante (Carbajal, 2018). Se clasifican de la siguiente manera:

**Bajo (L):** en este caso se percibe las vibraciones en el vehículo, en lugares que no hace falta disminuir la velocidad del tránsito.

**Medio (M):** en este caso las vibraciones son significativas, ya que se necesita reducir la velocidad, para que no se genere incomodidad e inseguridad en las personas.


**Alto (H):** en este caso las vibraciones son elevadas, además que crean incomodidad; el vehículo tiene un alto índice de peligro, por lo tanto, se tiene que reducir la velo

El siguiente punto es evaluar el PCI del pavimento, para lo cual se determinar el tipo, gravedad y tamaño, para lo cual existe el formato PCI 02, además; mediante esta evaluación se determina la CLASE, SEVERIDAD Y CANTIDAD de cada daño (Vásquez, 2002).

En las carreteras de hormigón armado conformadas con capas de rodadura de concreto y que sus losas sean menores a 7.60 m, el número de muestras debe estar en el rango de 20 +- 8 losas (Vásquez Varela, 2002).

**Figura 8**

*Formato de Sondeo Para Pavimento Rígido*



**INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO**  
**PCI-02 CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRAULICO**  
**EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO**  
**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**TESIS: Análisis de la resistencia a la compresión del pavimento rígido mediante el esclerómetro para determinar su incidencia en los defectos de superficie – Cusco**

ZONA

N° DE LOSA

INSPECCIONADA POR  

Bach. Carranza Atalay, Katerin Fabiola
Bach. Ruiz Montenegro, Jheill Yheison

ABSCISA INICIAL

ABSCISA FINAL

FECHA

UNIDAD DE MUESTREO

NUMERO DE LOSAS

N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO
21	Blow up/Buckling	27	Desnivel Carril / Berma	33	Bombeo
22	Grieta de esquina	28	Grieta lineal	34	Punzonamiento
23	Losa dividida	29	parqueo grande	35	Cruce de via ferrea
24	Grieta de durabilidad "D"	30	Parqueo pequeño	36	Descorchamiento
25	Escala	31	Pulimiento de agregados	37	Retraccion
26	Sello de junta	32	Popouts	38	Descascamiento de esquina
				39	Descascamiento de junta

DAÑO	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA

**Nota.** en la figura, se muestra los diferentes tipos de fallas para el pavimento rígido.

**Fuente:** (Sota & Vera, 2020).

Para realizar el cálculo de las unidades de muestreo es necesario lo siguiente:

En el proceso de evaluación no será posible evaluar el total de numero de muestra, solo se obtendrá un número mínimo de unidades de muestra. De acuerdo con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N\sigma^2}{\frac{e^2}{4}x(N-1)+\sigma^2} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

n: cantidad mínima de unidades de muestreo

N: Cantidad total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

e: Error tolerable en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

$\sigma$ : desviación estándar del PCI entre unidades.

en el reconocimiento la desviación estándar se toma como valor de 15 y el rango del PCI es de 35, además, es preciso mencionar cuando las unidades de muestreo son menores a 5, se analizan todas sin excepción.

En la elección de las unidades de muestreo para la evaluación se calcula con la formula siguiente.

Intervalo de muestreo:

$$i = \frac{N}{n}$$

Donde:

N: totalidad de unidades de muestreo

n: mínima unidad de muestras a evaluar

i: intervalo de muestreo, se consigue redondeando al número entero inferior.

Como punto siguiente se tiene el cálculo de los valores deducidos, para ello se seguirá los siguientes pasos.

- Se calcula el número de losas, para cada tipo de daño y de igual manera el nivel de gravedad

- Una vez obtenida la anterior se divide la cantidad de losas por daño entre el número total de losas analizadas, el resultado se expresa en % y se denomina densidad.
- Se utiliza la curva de “valor de daño deducido” con el propósito de establecer el valor de deducción en la combinación de cada tipo de daño y su nivel de gravedad.

Para determinar el número admisible de máximos deducidos ( $m$ ), se utiliza siguiente ecuación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \dots\dots\dots Ecuación 2$$

Donde:

$m_i$  = número máximo admisible de valores deducidos, para la unidad de muestra  $i$ .

*HDV<sub>i</sub>*: mayor numero deducido individual para la unidad de muestreo.

Para realizar el cálculo del máximo valor deducido corregido CDV, se realiza con el siguiente proceso.

- El valor inferido “q” deberá ser mayor que 2.
- Se calcula la deducción total, se obtiene de sumar todas las deducciones individuales.
- Se calcula el CDV con q y el valor deducido total.
- Disminuir el primer “valor de deducción” mayor a 2.0 y colocar solamente 2.0.

Finalmente, se realiza el cálculo del PCI restando de 100 el máximo valor CDV, con la siguiente ecuación.

$$PCI = 100 - Max CDV \dots\dots\dots Ecuación 3$$



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación

##### Tipo de Investigación

Se considera un tipo de investigación del tipo aplicada, puesto que este estudio tiene el objetivo de realizar la evaluación estructural del pavimento rígido para mejorar la serviciabilidad Vial con la aplicación de métodos no destructivos. Como señala Ñaupas Paitán et al. (2018) mencionando que la investigación aplicada es aquella que está basada en resultados de la investigación básica, y además está orientada a resolver problemas de la sociedad, de las comunidades, regiones, países, en las que incluye los problemas de salubridad, contaminación del medio ambiente. Además; el proyecto se desarrolló con un diseño no experimental – transversal descriptivo, debido a que las pruebas realizadas fueron hechas con métodos no destructivos en el mismo lugar de la investigación, sin alterar su ambiente natural, al respecto, de acuerdo con, Hernández, (2014) menciona que, “los diseño de esta naturaleza, Lo que se observa son situaciones que ya existen y no son provocadas de manera intencional por parte de quien lo realiza, de igual manera las variables ocurren y no hay posibilidad de poder manipularse”. Así mismo; es transversal descriptivo, debido a que tiene como propósito la indagación y la incidencia de la modalidad o nivel de una o varias variables en una determinada población. (Hernández, 2014). Finalmente se recoge datos en un solo instante, es decir, en un tiempo único.

#### 3.2 Variables y operacionalización

**Variable dependiente:** Serviciabilidad Vial

**Definición conceptual:**

“El índice de serviciabilidad de pavimentos (PSI), tiene como propósito dar un valor de nivel de confort y seguridad con la que cuenta un pavimento con respecto al desplazamiento natural y normal de los vehículos” (de la Cruz et al., 2022, p. 3). Además; el índice mencionado tiene un valor que varía desde 0 a 5, el

primero está referido al pavimento en un mal estado y el valor 5, se refiere que este se encuentra en un muy buen estado (de la Cruz et al., 2022)

### **Definición operacional**

El índice de serviciabilidad se obtiene a partir del cálculo de la capacidad de servicio del pavimento (índice del PCI), el cual consiste en la percepción de usuario del nivel de servicio del pavimento rígido (Zevallos, 2018).

**Variable independiente:** Evaluación Estructural del Pavimento Rígido

### **Definición conceptual**

“El pavimento rígido es una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase” (Mancha & Quispe, 2021, p. 40). Los esfuerzos son absorbidos por la losa, debido a su rigidez y al alto módulo de elasticidad, teniendo como resultado tensiones bajas en la subrasante (Mancha & Quispe, 2021).

### **Definición operacional**

“La evaluación estructural consiste en la observación de los tramos cuyo estado de deterioro ha decaído hasta un nivel en el cual el pavimento ha reducido su capacidad de resistir cargas y cualquier programa de mantenimiento tradicional ya no es factible” (Mancha & Quispe, 2021, p 39).

**Dimensión:** Para la variable dependiente se ha tomado al nivel de servicio. Por otro lado, para la variable independiente se ha considerado ha estudios de ingeniería básica, pavimento rígido, presupuesto.

### **Indicadores**

Para la variable dependiente se ha tomado a los siguientes indicadores: capacidad vial (Veh/día) del Jr. Las Casuarinas. Así mismo, para la variable independiente se ha considerado a: levantamiento topográfico, estudio de los suelos, estudio de hidrología, estudio de tránsito, diseño estructural del pavimento

rígido (ml, m3, m2, kg), metrado (Und, m3, m2, ml), costos unitarios (Und), presupuesto (sol peruano).

Escala de medición: se ha considerado pertinente las escalas de medición de razón y nominal para el presente proyecto de investigación.

### **3.3 Población, Muestra, Muestreo**

#### **Población**

La población se encuentra determinada por los tramos del Jr. Las Casuarinas de la ciudad de Cajamarca, en el departamento del mismo nombre año 2022.

Criterio de inclusión: el estado de la estructura del pavimento rígido interviene de manera directa en el nivel de la serviciabilidad vial, realizando la rehabilitación se evitará que las personas se sientan incomodas con el mal estado servicio de la misma.

#### **Criterio de exclusión**

Se ha excluido a las demás cuadras del mismo Jr. Las Casuarinas, debido a que no son representativas como las seleccionadas.

#### **Muestra**

Como muestra de este proyecto de investigación se ha tomado a las cuadras 4, 5, 6 y 7 del Jr. Las Casuarinas, las mismas que se considera son las más representativas para poder sacar las conclusiones correspondientes a nuestro temade investigación.

#### **Muestreo**

No probabilístico. Se ha elegido este tipo de muestreo ya que se ha visto que en estas cuadras se presentan la problemática que se está investigando. Así mismo, “en este tipo de muestreo interviene el criterio del investigador para seleccionar a las unidades muestrales, de acuerdo con ciertas características que

requiera la naturaleza de la investigación que se requiera desarrollar” (Ñaupas Paitán et al., 2018, p. 342).

En el desarrollo de los ensayos, el autor consideró tomar 12 ensayos para poder determinar la resistencia promedio del pavimento.

Finalmente, La unidad de análisis es cada tramo (Paño) del Jr Las Casuarinas Cajamarca.

### **3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:**

#### **Técnicas:**

“Son un conjunto de normas y procedimientos para regular un determinado proceso y alcanzar un determinado objetivo” (Ñaupas Paitán et al., 2018, p. 273). Para la investigación realizada el autor considera la utilización de las siguientes técnicas a utilizar:

**Observación directa no participante:** “En esta técnica no existe la interacción investigadora sujeto, (...), se caracteriza porque el investigador observa el fenómeno u objeto de estudio en su estado natural” (Arias & Covinos, 2021, p. 87).

**Cuestionario:** “Es una modalidad de la técnica de la encuesta, que consiste en formular un conjunto sistemático de preguntas escritas en una cedula que están relacionadas a la hipótesis de trabajo” (Ñaupas Paitán et al., 2018, p. 291).

**Entrevista:** “Consiste en formular preguntas en forma verbal al encuestado con el objetivo de obtener respuestas o informaciones y con el fin de comprobar la hipótesis de trabajo, sirve para recopilar información valida y confiable” (Ñaupas Paitán et al., 2018, p. 295).

#### **Instrumentos de Recolección de Datos:**

“Son las herramientas conceptuales y materiales, mediante los cuales se recolecta los datos e informaciones, a través de preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado” (Ñaupas Paitán et al., 2018, p. 273). Por lo tanto, Los

instrumentos que se pretenden utilizar; son el resultado de las técnicas utilizadas y ordenadas conforme la técnica utilizada anteriormente.

**Lista de cotejo:** “La lista de cotejo es un instrumento de investigación que sirve a la observación, consiste en una cedula u hoja de control, de verificación de secuencia de acciones” (Ñaupas Paitán et al., 2018, p. 289).

**Cedula de cuestionario:** es un instrumento que consiste en la elaboración de un cuestionario teniendo en cuenta el planteamiento del problema, objetivos, hipótesis y variables (Ñaupas Paitán et al., 2018).

**Guía de entrevista:** “Que sirve a la técnica de la entrevista, que consiste en una hoja simple no impresa, bien preparada, que contiene las preguntas a formular al entrevistado, en una secuencia determinada” (Ñaupas Paitán et al., 2018, p. 298).

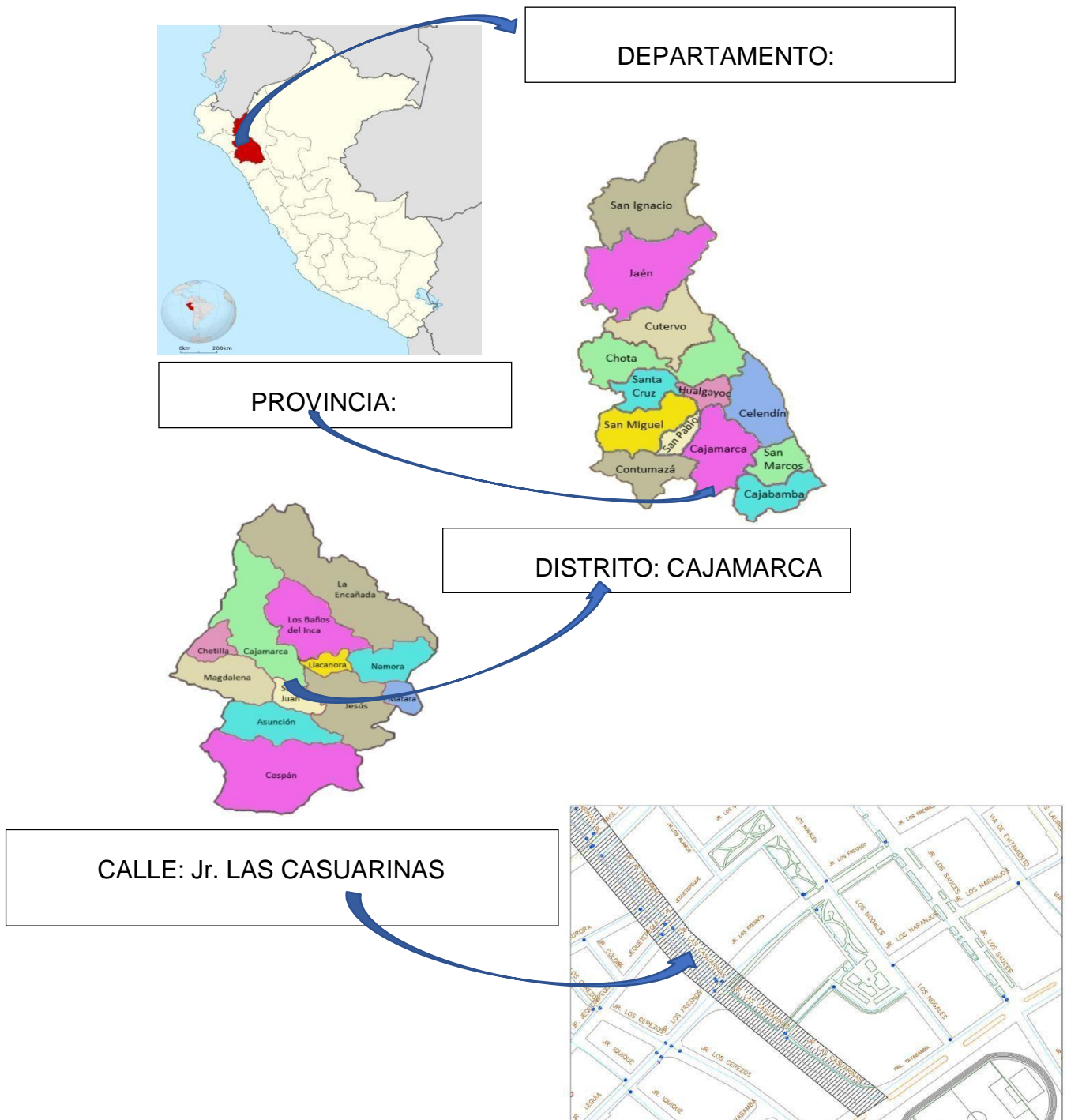
### **3.5 Procedimientos**

#### **DATOS GENERALES**

#### **UBICACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO**

**Figura 9**

*Ubicación del Pavimento Rígido*



*Nota. en la figura mostrada, se explica claramente, la ubicación del pavimento rígido. Fuente: elaboración propia (2022).*

## TIPO DE VÍA: PAVIMENTO RÍGIDO

### Figura 10

*Pavimento Rígido de la Vía*



*Nota.* en la figura mostrada, se observa el pavimento rígido característico de la vía en el Jr. Las Casuarinas, además, se pudo constatar; de acuerdo al expediente técnico la resistencia a la compresión de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Elaboración propia (2022).

### 3.6 Método de análisis de datos y procesamiento de datos

- AutoCAD Civil3d
- Excel
- Word
- Laboratorio Guerzan ingenieros S.A.C.

Determinación de la resistencia a la compresión del pavimento rígido mediante la prueba del esclerómetro en el Jr. Las casuarinas en el departamento de Cajamarca 2020.

La presente investigación tiene como propósito determinar la resistencia a la compresión del Jr. Las Casuarinas para mejorar la serviciabilidad vial mediante


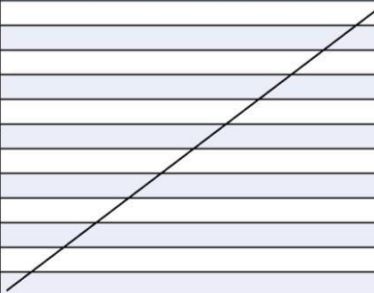

métodos no destructivos, para cumplir tal objetivo, se ha empleado el método del esclerómetro, realizando los siguientes pasos:

- La selección del Jr. Las casuarinas se hicieron en base a que es una de las calles más importantes de la ciudad de Cajamarca y también una de las más transitadas. Por lo que se requiere que cumpla con el propósito de serviciabilidad para todos los transeúntes.
- De acuerdo con la norma Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete ASTM C805 (1997), menciona que el mínimo número de pruebas es de 9 para cada elemento, por lo que se planteó realizar 12 ensayos, por cada paño seleccionado de manera conveniente.
- Cada ensayo consta de 12, 11, 10 disparos con el instrumento esclerómetro, los mismos que serán validados en campo con el técnico de laboratorio.
- Procedimiento del ensayo con el esclerómetro.
  - Se realizó el procedimiento de acuerdo a la norma ASTM C805
    - Área de análisis será superior a 0.15 m de diámetro
    - Las áreas analizadas, serán sin recubrimiento
    - Se prepara la muestra, con la piedra abrasiva
    - Eliminar el agua superficial de la muestra
  - Todo el ensayo se realiza con un solo equipo, obteniendo los siguientes resultados.



**Figura 11**



Ensayo N° 01

	<b>"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"</b>		GI-CCCe-033-08-22
			Fecha: 16/08/2022
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTAS:</b>	KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.		
<b>ENSAYO N° 01</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/08/2022	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	No especificado
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	No especificado	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A (ZCE-A)	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Frotachado
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	15/08/2022	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 7 (E-1)	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	$\alpha = 90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	23	VÁLIDO	
2	19	VÁLIDO	
3	18	VÁLIDO	
4	18	VÁLIDO	
5	14	VÁLIDO	
6	18	VÁLIDO	
7	14	VÁLIDO	
8	14	VÁLIDO	
9	16	VÁLIDO	
10	18	VÁLIDO	
11	17	VÁLIDO	
12	16	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>		17	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>
			2.6
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		105 kg/cm <sup>2</sup> (menor valor registrado)	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  Jhoan Yásquez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 265746	

*Nota.* En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 17 y con una desviación estándar de 2.6, teniendo como menor valor registrado 105 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).

**Figura 12**



*Ensayo N° 02*

	<b>"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"</b>		GI-CCCe-033-08-22																																						
			Fecha: 16/08/2022																																						
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>																																									
<b>TESISTAS:</b>	KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO																																								
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.																																								
<b>ENSAYO N° 02</b>																																									
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>																																							
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/08/2022	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	No especificado																																						
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	No especificado	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>																																						
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>																																							
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A (ZCE-A)	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Frotachado																																						
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna																																						
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	15/08/2022	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco																																						
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>																																									
<b>ESTRUCTURA:</b>	PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 7 (E-2)	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	$\alpha = 90$																																						
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">N° LECTURA</th> <th style="width: 15%;">REBOTE (R)</th> <th style="width: 15%;">ACEPTACIÓN</th> <th style="width: 55%;">OBSERVACIONES INDIVIDUALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>22</td><td>VÁLIDO</td><td rowspan="11" style="text-align: center; vertical-align: middle;">/</td></tr> <tr><td>2</td><td>18</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>3</td><td>16</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>4</td><td>20</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>5</td><td>18</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>6</td><td>16</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>7</td><td>18</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>8</td><td>20</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>9</td><td>16</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>10</td><td>18</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>11</td><td>14</td><td>VÁLIDO</td></tr> </tbody> </table>	N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES	1	22	VÁLIDO	/	2	18	VÁLIDO	3	16	VÁLIDO	4	20	VÁLIDO	5	18	VÁLIDO	6	16	VÁLIDO	7	18	VÁLIDO	8	20	VÁLIDO	9	16	VÁLIDO	10	18	VÁLIDO	11	14	VÁLIDO			
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES																																						
1	22	VÁLIDO	/																																						
2	18	VÁLIDO																																							
3	16	VÁLIDO																																							
4	20	VÁLIDO																																							
5	18	VÁLIDO																																							
6	16	VÁLIDO																																							
7	18	VÁLIDO																																							
8	20	VÁLIDO																																							
9	16	VÁLIDO																																							
10	18	VÁLIDO																																							
11	14	VÁLIDO																																							
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>																																									
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	18	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.3																																						
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		105 kg/cm <sup>2</sup>																																							
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.		(menor valor registrado)																																							
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>																																							
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Jhony Fábquez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 285746																																							

*Nota.* En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 18 y con una desviación estándar de 2.3, teniendo como menor valor registrado 105kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).

**Figura 13**



Ensayo N° 03

	<b>"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"</b>		GI-CCCe-033-08-22																																																				
			Fecha: 16/08/2022																																																				
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>																																																							
<b>TESISTAS:</b>	KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO																																																						
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.																																																						
<b>ENSAYO N° 03</b>																																																							
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>																																																					
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/08/2022	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	No especificado																																																				
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	No especificado	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>																																																				
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>																																																					
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A (ZCE-A)	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Frotachado																																																				
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna																																																				
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	15/08/2022	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco																																																				
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>																																																							
<b>ESTRUCTURA:</b>	PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 7 (E-3)	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	α = 90																																																				
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">N° LECTURA</th> <th style="width: 15%;">REBOTE (R)</th> <th style="width: 15%;">ACEPTACIÓN</th> <th style="width: 60%;">OBSERVACIONES INDIVIDUALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>12</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>14</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>18</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>16</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>12</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>14</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>16</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>18</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>17</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>18</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>16</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>20</td><td>VÁLIDO</td><td></td></tr> </tbody> </table>	N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES	1	12	VÁLIDO		2	14	VÁLIDO		3	18	VÁLIDO		4	16	VÁLIDO		5	12	VÁLIDO		6	14	VÁLIDO		7	16	VÁLIDO		8	18	VÁLIDO		9	17	VÁLIDO		10	18	VÁLIDO		11	16	VÁLIDO		12	20	VÁLIDO				
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES																																																				
1	12	VÁLIDO																																																					
2	14	VÁLIDO																																																					
3	18	VÁLIDO																																																					
4	16	VÁLIDO																																																					
5	12	VÁLIDO																																																					
6	14	VÁLIDO																																																					
7	16	VÁLIDO																																																					
8	18	VÁLIDO																																																					
9	17	VÁLIDO																																																					
10	18	VÁLIDO																																																					
11	16	VÁLIDO																																																					
12	20	VÁLIDO																																																					
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>																																																							
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	16	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.5																																																				
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		105 kg/cm <sup>2</sup> (menor valor registrado)																																																					
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.																																																							
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>																																																					
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Jhony Páez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 265746																																																					

Nota. En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 16 y con una desviación estándar de 2.5, teniendo como menor valor registrado 105 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).

**Figura 14**


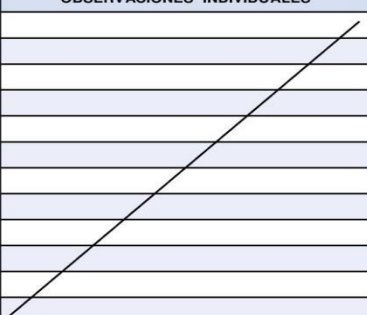

Ensayo N° 04

	"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"		GI-CCCe-033-08-22
			Fecha: 16/08/2022
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTAS:</b>	KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.		
<b>ENSAYO N° 04</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/08/2022	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	No especificado
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	No especificado	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A (ZCE-A)	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Frotachado
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	15/08/2022	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 6 (E-4)	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	α = 90
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	22	VÁLIDO	/
2	20	VÁLIDO	
3	18	VÁLIDO	
4	16	VÁLIDO	
5	18	VÁLIDO	
6	21	VÁLIDO	
7	22	VÁLIDO	
8	20	VÁLIDO	
9	18	VÁLIDO	
10	18	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	19	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.1
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		105 kg/cm <sup>2</sup> (menor valor registrado)	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  Johnny Vásquez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 265746	

*Nota.* En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 19 y con una desviación estándar de 2.1, teniendo como menor valor registrado 105 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).

**Figura 15**

Ensayo N° 5



	<b>"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"</b>		GI-CCCe-033-08-22
			Fecha: 16/08/2022
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTAS:</b>	KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.		
<b>ENSAYO N° 05</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/08/2022	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	No especificado
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	No especificado	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A (ZCE-A)	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Frotachado
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	15/08/2022	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 6 (E-5)	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	α = 90
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	16	VÁLIDO	
2	16	VÁLIDO	
3	18	VÁLIDO	
4	20	VÁLIDO	
5	22	VÁLIDO	
6	24	VÁLIDO	
7	18	VÁLIDO	
8	18	VÁLIDO	
9	20	VÁLIDO	
10	22	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>		19	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>
			2.7
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>			105 kg/cm <sup>2</sup>
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			(menor valor registrado)
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Johnny Vásquez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 255746	

Nota. En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 19 y con una desviación estándar de 2.7, teniendo como menor valor registrado 105 kg/cm<sup>2</sup>.

Fuente: Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).

**Figura 16**



**Ensayo N° 06**

	<b>"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"</b>		<b>GI-CCCe-033-08-22</b>																																													
			<b>Fecha:</b> 16/08/2022																																													
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>																																																
<b>TESISTAS:</b>	KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO																																															
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.																																															
<b>ENSAYO N° 06</b>																																																
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>																																														
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/08/2022	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	No especificado																																													
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	No especificado	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>																																													
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>																																														
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A (ZCE-A)	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Frotachado																																													
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna																																													
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	15/08/2022	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco																																													
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>																																																
<b>ESTRUCTURA:</b>	PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 6 (E-6)	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	$\alpha = 90$																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">REGISTRO DE LECTURAS</th> </tr> <tr> <th>N° LECTURA</th> <th>REBOTE (R)</th> <th>ACEPTACIÓN</th> <th>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>20</td><td>VÁLIDO</td><td rowspan="12" style="text-align: center; vertical-align: middle;">/</td></tr> <tr><td>2</td><td>22</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>3</td><td>24</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>4</td><td>18</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>5</td><td>16</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>6</td><td>14</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>7</td><td>18</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>8</td><td>20</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>9</td><td>20</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>10</td><td>22</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>11</td><td>18</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>12</td><td>14</td><td>VÁLIDO</td></tr> </tbody> </table>				REGISTRO DE LECTURAS				N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES	1	20	VÁLIDO	/	2	22	VÁLIDO	3	24	VÁLIDO	4	18	VÁLIDO	5	16	VÁLIDO	6	14	VÁLIDO	7	18	VÁLIDO	8	20	VÁLIDO	9	20	VÁLIDO	10	22	VÁLIDO	11	18	VÁLIDO	12	14	VÁLIDO
REGISTRO DE LECTURAS																																																
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES																																													
1	20	VÁLIDO	/																																													
2	22	VÁLIDO																																														
3	24	VÁLIDO																																														
4	18	VÁLIDO																																														
5	16	VÁLIDO																																														
6	14	VÁLIDO																																														
7	18	VÁLIDO																																														
8	20	VÁLIDO																																														
9	20	VÁLIDO																																														
10	22	VÁLIDO																																														
11	18	VÁLIDO																																														
12	14	VÁLIDO																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b></td> <td>19</td> <td><b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b></td> <td>3.1</td> </tr> </tbody> </table>				PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA				<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	19	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	3.1																																					
PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA																																																
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	19	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	3.1																																													
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b> (*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.		105 kg/cm <sup>2</sup> (menor valor registrado)																																														
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>																																														
		GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  Johnny Páez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 255746																																														

*Nota.* En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 19 y con una desviación estándar de 3.1, teniendo como menor valor registrado 105 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).

Figura 17



Ensayo N° 07

	<b>"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"</b>		GI-CCCe-033-08-22																																						
			Fecha: 16/08/2022																																						
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>																																									
<b>TESISTAS:</b>	KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO																																								
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.																																								
<b>ENSAYO N° 07</b>																																									
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>																																							
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/08/2022	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	No especificado																																						
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	No especificado	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>																																						
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>																																							
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A (ZCE-A)	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Frotachado																																						
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna																																						
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	15/08/2022	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco																																						
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>																																									
<b>ESTRUCTURA:</b>	PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 5 (E-7)	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	$\alpha = 90$																																						
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">N° LECTURA</th> <th style="width: 15%;">REBOTE (R)</th> <th style="width: 15%;">ACEPTACIÓN</th> <th style="width: 55%;">OBSERVACIONES INDIVIDUALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>20</td><td>VÁLIDO</td><td rowspan="11" style="text-align: center; vertical-align: middle;">/</td></tr> <tr><td>2</td><td>22</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>3</td><td>24</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>4</td><td>18</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>5</td><td>14</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>6</td><td>16</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>7</td><td>16</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>8</td><td>17</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>9</td><td>15</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>10</td><td>20</td><td>VÁLIDO</td></tr> <tr><td>11</td><td>22</td><td>VÁLIDO</td></tr> </tbody> </table>	N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES	1	20	VÁLIDO	/	2	22	VÁLIDO	3	24	VÁLIDO	4	18	VÁLIDO	5	14	VÁLIDO	6	16	VÁLIDO	7	16	VÁLIDO	8	17	VÁLIDO	9	15	VÁLIDO	10	20	VÁLIDO	11	22	VÁLIDO			
N° LECTURA	REBOTE (R)	ACEPTACIÓN	OBSERVACIONES INDIVIDUALES																																						
1	20	VÁLIDO	/																																						
2	22	VÁLIDO																																							
3	24	VÁLIDO																																							
4	18	VÁLIDO																																							
5	14	VÁLIDO																																							
6	16	VÁLIDO																																							
7	16	VÁLIDO																																							
8	17	VÁLIDO																																							
9	15	VÁLIDO																																							
10	20	VÁLIDO																																							
11	22	VÁLIDO																																							
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>																																									
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	19	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	3.3																																						
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		105 kg/cm <sup>2</sup>																																							
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.		(menor valor registrado)																																							
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>																																							
		GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  Jhonny Vásquez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 255746																																							

Nota. En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 19 y con una desviación estándar de 3.3, teniendo como menor valor registrado 105 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).

**Figura 18**

Ensayo N° 08


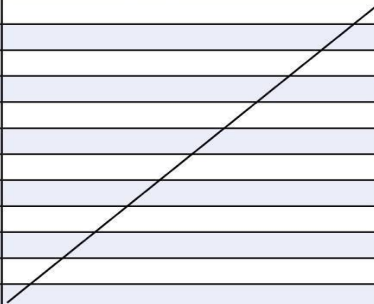
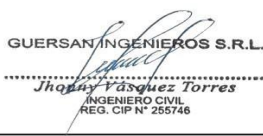
		<b>"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"</b>		<b>GI-CCCe-033-08-22</b> Fecha: <b>16/08/2022</b>	
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>					
<b>TESISTAS:</b>		KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO			
<b>UBICACIÓN:</b>		DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.			
<b>ENSAYO N° 08</b>					
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>		
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		16/08/2022		<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>		No especificado		No especificado	
		<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>		210 kg/cm <sup>2</sup>	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>			<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>		
<b>MARCA - MODELO:</b>		A&A (ZCE-A)		<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	
<b>N° DE SERIE:</b>		503		Frotachado	
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>		15/08/2022		<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	
				Ninguna	
		<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>		Seco	
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>					
<b>ESTRUCTURA:</b>		PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 5 (E-8)		<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	
				α = 90	
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>					
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>		
1	18	VÁLIDO	/		
2	19	VÁLIDO			
3	20	VÁLIDO			
4	22	VÁLIDO			
5	24	VÁLIDO			
6	20	VÁLIDO			
7	22	VÁLIDO			
8	20	VÁLIDO			
9	21	VÁLIDO			
10	18	VÁLIDO			
11	19	VÁLIDO			
12	20	VÁLIDO			
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>					
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>		20		<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	
				1,8	
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>				105 kg/cm <sup>2</sup>	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.				(menor valor registrado)	
<b>OBSERVACIONES:</b>			<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>		
			GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  Jhoan Vásquez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 255746		

*Nota.* En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 20 y con una desviación estándar de 1,8, teniendo como menor valor registrado 105 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).



**Figura 19**


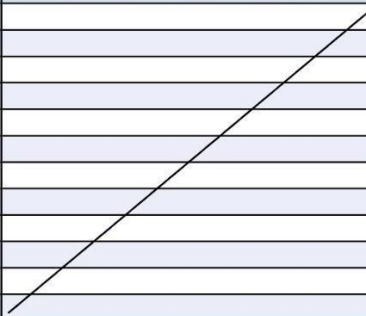

Ensayo N° 09

	<b>"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"</b>		GI-CCCe-033-08-22
			Fecha: 16/08/2022
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTAS:</b>	KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.		
<b>ENSAYO N° 09</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/08/2022	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	No especificado
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	No especificado	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A (ZCE-A)	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Frotachado
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	15/08/2022	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 5 (E-9)	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	$\alpha = 90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	18	VÁLIDO	
2	19	VÁLIDO	
3	20	VÁLIDO	
4	22	VÁLIDO	
5	24	VÁLIDO	
6	20	VÁLIDO	
7	22	VÁLIDO	
8	20	VÁLIDO	
9	22	VÁLIDO	
10	20	VÁLIDO	
11	21	VÁLIDO	
12	18	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	21	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	1.8
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		105 kg/cm <sup>2</sup>	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.		(menor valor registrado)	
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Jhony Vásquez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 255746	

*Nota.* En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 21 y con una desviación estándar de 1.8, teniendo como menor valor registrado 105 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).

**Figura 20**


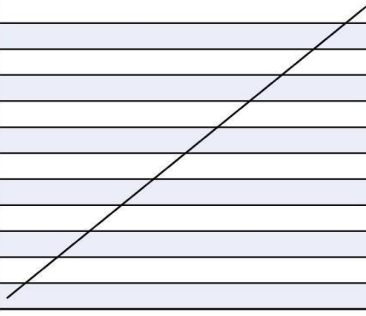

Ensayo N° 10

	<b>"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"</b>		GI-CCCe-033-08-22
			Fecha: 16/08/2022
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTAS:</b>	KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.		
<b>ENSAYO N° 010</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/08/2022	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	No especificado
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	No especificado	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A (ZCE-A)	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Frotachado
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	15/08/2022	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 4 (E-10)	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	$\alpha = 90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	18	VÁLIDO	
2	22	VÁLIDO	
3	20	VÁLIDO	
4	24	VÁLIDO	
5	20	VÁLIDO	
6	18	VÁLIDO	
7	17	VÁLIDO	
8	16	VÁLIDO	
9	18	VÁLIDO	
10	19	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	19	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.4
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		105 kg/cm <sup>2</sup>	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.		(menor valor registrado)	
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  Johnny Vásquez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 255746	

Nota. En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 19 y con una desviación estándar de 2.4, teniendo como menor valor registrado 105 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).

Figura 21

Ensayo N° 11


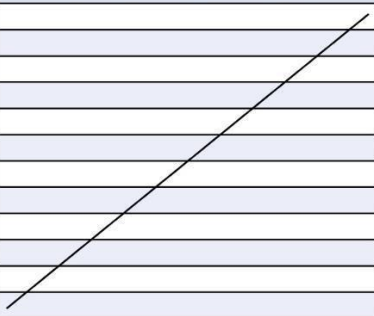

	"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"		GI-CCCe-033-08-22
			Fecha: 16/08/2022
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTAS:</b>	KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO		
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.		
<b>ENSAYO N° 011</b>			
INFORMACIÓN GENERAL		INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/08/2022	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	No especificado
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	No especificado	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:		DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A (ZCE-A)	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Frotachado
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	15/08/2022	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES			
<b>ESTRUCTURA:</b>	PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 4 (E-11)	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	α = 90
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	16	VÁLIDO	
2	14	VÁLIDO	
3	12	VÁLIDO	
4	14	VÁLIDO	
5	18	VÁLIDO	
6	20	VÁLIDO	
7	22	VÁLIDO	
8	20	VÁLIDO	
9	18	VÁLIDO	
10	16	VÁLIDO	
11	16	VÁLIDO	
12	17	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	17	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.9
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		105 kg/cm <sup>2</sup> (menor valor registrado)	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  Jhoan Rodríguez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 255746	

Nota. En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 17 y con una desviación estándar de 2.9, teniendo como menor valor registrado 105 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente:

Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).

**Figura 22**

**Ensayo N° 12**

		<b>"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIALIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS, JR. LAS CASUARINAS, CAJAMARCA 2022"</b>		<b>GI-CCe-033-08-22</b> Fecha: 16/08/2022	
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>					
<b>TESISTAS:</b>		KATERIN FABIOLA CARRANZA ATALAY, JHEILL YHEISON RUIZ MONTENEGRO			
<b>UBICACIÓN:</b>		DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA.			
<b>ENSAYO N° 012</b>					
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>		
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		16/08/2022		<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>		No especificado		No especificado	
		<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>		210 kg/cm <sup>2</sup>	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>			<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>		
<b>MARCA - MODELO:</b>		A&A (ZCE-A)		<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	
<b>N° DE SERIE:</b>		503		Frotachado	
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>		15/08/2022		<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	
				Ninguna	
		<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>		Seco	
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>					
<b>ESTRUCTURA:</b>		PAVIMENTO - JR. LAS CASUARINAS CUADRA 4 (E-12)		<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	
				α = 90	
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>					
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>		
1	18	VÁLIDO			
2	19	VÁLIDO			
3	20	VÁLIDO			
4	21	VÁLIDO			
5	20	VÁLIDO			
6	22	VÁLIDO			
7	20	VÁLIDO			
8	22	VÁLIDO			
9	20	VÁLIDO			
10	18	VÁLIDO			
11	19	VÁLIDO			
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>					
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>		20		<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	
				1.4	
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b> (*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.				105 kg/cm <sup>2</sup> (menor valor registrado)	
<b>OBSERVACIONES:</b>			<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>		
			GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  Johnny Vásquez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 255746		

*Nota.* En la figura mostrada, se puede observar el ensayo de esclerometría realizado, el cual tiene un promedio de lecturas validas de 20 y con una desviación estándar de 1.4, teniendo como menor valor registrado 105 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente:

Guerzan Ingenieros S.R.L. (2022).

Método de Análisis de datos, En el proyecto desarrollado se utilizó el método analítico, ya que logro realizar una propuesta de mejora y rehabilitación del mencionado pavimento. Este método, permite llegar a precisar los daños ocasionados a la estructura del pavimento en las calles del Jr. Las Casuarinas.

Para tal propósito, se ha realizado 12 ensayos con el equipo no destructivo esclerómetro.

### **3.7 Aspectos éticos**

Los aspectos de esta naturaleza están supeditados a la universidad y contiene un trabajo real y se ha desarrollado con los principios de autenticidad y beneficencia, debido a que beneficiara a los vecinos del Jr. Las Casuarinas, los resultados son justos y con la máxima honestidad posible, ya que en los mismos se demostró todo el profesionalismo necesario, finalmente, las fuentes de investigación se han citado correctamente y cada uno de ellos se puede encontrar en las referencias bibliográficas.

## IV. RESULTADOS

La presente tesis tuvo como OE1: determinar la capacidad estructural del pavimento rígido en Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022. Por lo tanto, se realizaron los ensayos con el esclerómetro se llegó al siguiente resultado.

**Tabla 3**

*Resumen de Resultados de los Ensayos a la Compresión*

Resistencia a la compresión	Estadístico	Error estándar
Media	18.61	0.236
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	18.14 19.07
Media recortada al 5%	18.62	
Mediana	18.00	
Varianza	7.494	
Desviación estándar	2.738	
Mínimo	12	
Máximo	24	
Rango	12	
Rango Inter cuartil	3	
Asimetría	-0.176	0.209
Curtosis	-0.319	0.414

*Nota.* en la tabla mostrada, se tiene el resumen de resultados de los ensayos a la compresión, teniendo como media de la compresión el valor de 18.61 Mpa. Fuente: elaboración propia (2022).

A juicio de los resultados, de la tabla anterior se tiene el valor de la media a la compresión es de 18.61 Mpa. El cual equivale a un valor de 189.77 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo; las resistencias  $f_c$  mínima de 12 Mpa. El cual equivale a 122.37 Kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia máxima es de 24 Mpa. Equivalente a 244.73 kg/cm<sup>2</sup>.

Así mismo se tuvo como segundo OE2: a: determinar el estado de Serviciabilidad vial del Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022. Para ello, se realizó lo siguiente:

Primeramente, se realizó una visita de reconocimiento; para observar que la vía tenga sección uniforme y /o pocas variaciones comprendidas en las cuadras mencionadas en líneas anteriores del Jr. Las Casuarinas. Seguidamente se realizó el conteo de cantidad total de lozas.

Según lo mencionado líneas atrás, las unidades de muestreo están en un valor de  $20 \pm 8$ , quiere decir entre 12 y 28 unidades. Por lo tanto, se ha tomado 28 unidades de muestreo.

$$N = 28$$

Cálculo de las unidades mínimas de muestreo

$$n = \frac{Nx\sigma^2}{\frac{e^2}{4}x(N-1) + \sigma^2}$$

Reemplazando valores se tiene.

$$n = \frac{28x15^2}{\frac{5^2}{4}x(28-1) + 15^2}$$

$$n = 16$$

Las unidades totales a evaluarse serán de 16 con una confiabilidad de 95%.

Seleccionamos las unidades de muestreo

$$i = \frac{28}{16}$$

$$i = 1.75$$

Equivale a

$$i = 2.00$$

Entonces, de acuerdo a este resultado se consideró que se tomaría como unidad inicial la (S-1), (S-3), ...(S-27).

Seguidamente se analizó en gabinete, todas las unidades de muestreo seleccionadas para el cálculo del PCI en el Jr. Las Casuarinas.

**Tabla 4**

*Unidades de Muestreo*

N°	UNIDADES DE MUESTREO	PROGRESIVA (m)	
1	S-1	0-000.00	0+020.68
1	S-3	0+040.48	0+060.36
2	S-5	0+080.27	0+100.27
3	S-7	0+120.25	0+139.95
4	S-9	0+159.03	0+178.88
5	S-11	0+199.54	0+218.96
6	S-13	0+240.11	0+259.45
7	S-15	0+278.568	0+299.34
8	S-17	0+318.25	0+338.48
9	S-19	0+358.34	0+378.98
10	S-21	0+398.52	0+418.26
11	S-23	0+438.44	0+458.23
12	S-25	0+478.47	0+498.99
13	S-27	0+519.25	0+538.98
14	S-29	0+558.89	0+578.57
15	S-31	0+629.75	0+651.45
16	S-33	0+668.58	0+692.54

*Nota.* En la tabla se muestra las unidades de muestreo. Fuente: Elaboración propia (2022).

Luego, para la realización de la inspección de las unidades de muestreo seleccionadas, se tiene en cuenta las fallas más comunes y el croquis siguiente:



**Tabla 5***Fallas más comunes en el pavimento Rígido Jr. Las Casuarinas*

N°	TIPOS DEFALLAS COMUNES
1	Grietas longitudinales
2	Grietas transversales y/o diagonales
3	Grietas de esquina
4	Grietas de Durabilidad
5	Grietas en bloque (losa dividida)
6	Deterioro de sello
7	Descascaramiento de juntas
8	Grietas de retracción y descamación
9	Descascaramiento de esquina
10	Pulimiento de superficie
11	Desintegración, agujeros
12	Blow Up
13	Escala
14	Desnivel carril/ berma
15	hundimiento (punzonamiento)
16	Exudación y bombeo
17	Parche pequeño deteriorado
18	Parche grande deteriorado

*Nota.* En la tabla se muestra los diferentes tipos de fallas en el pavimento rígido.

Fuente: Elaboración Propia (2022).

**Figura 23***Esquema de Inspección*

18L 10	18L 10 11M	18M 10 11M	18L 10	18L 10 18L	18L 10 18L
18L 10	18L 10 11M	18L 11M 10	18L 10	9M 10	18L 10 18L

*Nota.* En la figura se muestra el esquema de inspección. Fuente: elaboración propia (2022).

Seguidamente se puede calcular las densidades para hallar el valor deducido de cada falla.

Para calcular las densidades se empleó la siguiente fórmula.

$$Densidad = \frac{N^{\circ} \text{ de losas}}{\text{Total de losas por UM}} \times 100$$

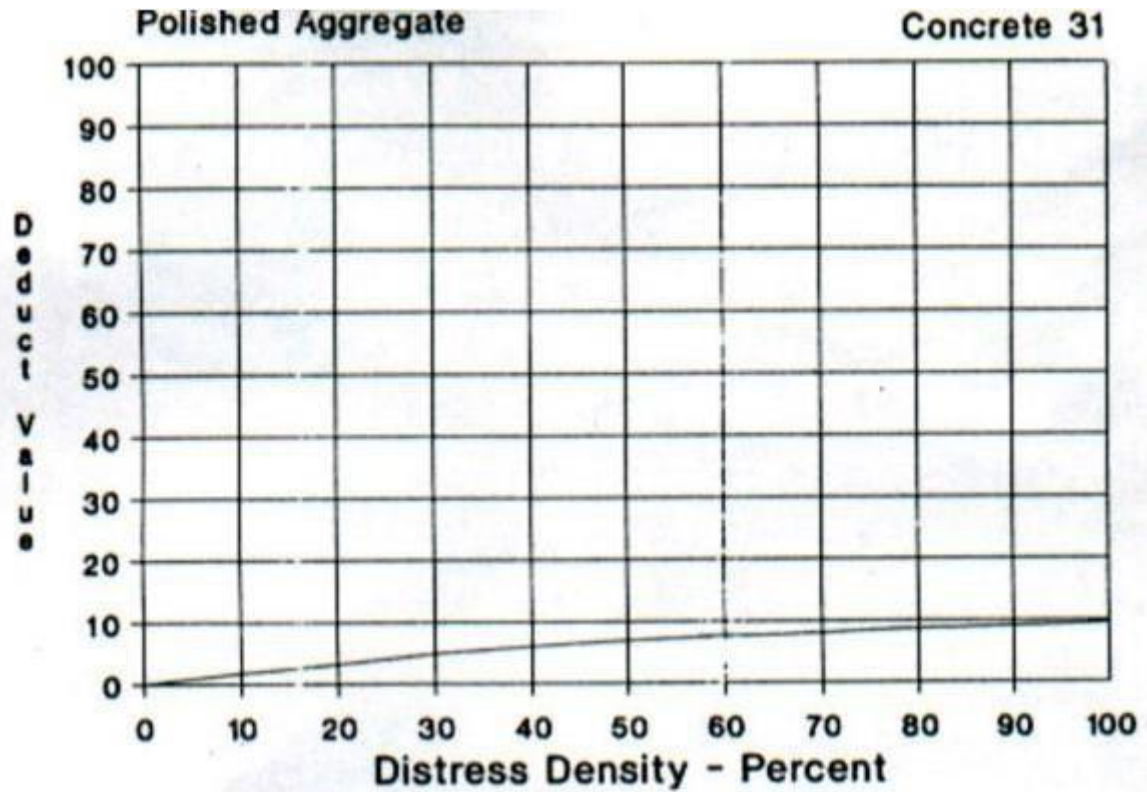
#### Figura 24

##### *Cálculo del Porcentaje de Densidades*

Falla	N° losas	Total, losas	Densidad (%)
9M	2	12	16.67%
10	12	12	100.00%
11M	5	12	41.67%
18L	12	12	100.00%
18M	1	12	8.33%

*Nota.* en la tabla se muestra el porcentaje de densidades. Fuente: elaboración propia (2022).

Con los valores encontrados, ingresamos a los ábacos y encontramos los valores deducidos



**Figura 25**

*Valores Deducidos*

Falla	N° losas	Total, losas	Densidad (%)	Valor deducido
9M	2	12	16.67%	5
10	12	12	100.00%	10
11M	5	12	41.67%	8.5
18L	12	12	100.00%	28.5
18M	1	12	8.33%	4.78

*Nota.* En la figura se muestran los valores deducidos calculados. Fuente: elaboración propia (2022).

A continuación, se calcula el PCI de la unidad de muestreo seleccionada. Teniendo las siguientes consideraciones

- Numero deducidos mayores a 2: 5
- Valor deducido más alto: 28.5
- Cálculo del número máximo admisible deducido mediante la fórmula:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

Reemplazamos los datos que conocemos:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 28)$$

$$m_i = 7.61$$

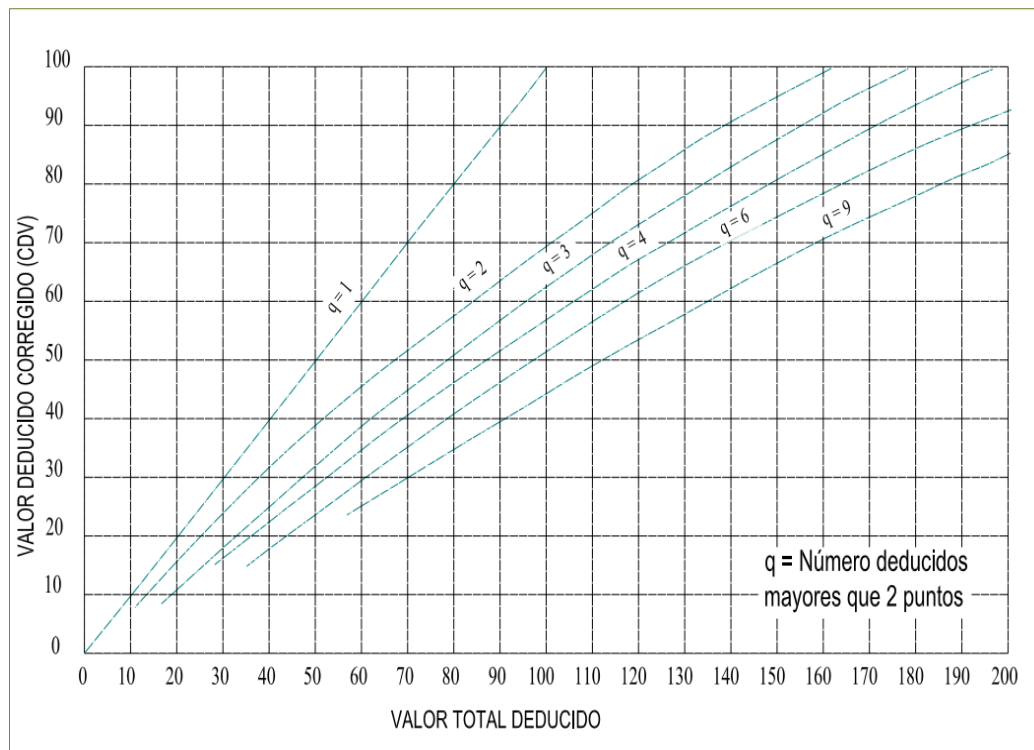
**Tabla 6**

*Cálculo del PCI*

CALCULO DEL PCI	
Numero de deducidos > 2 (q)	5
Valor deducido más alto (HDV)	28.5
Núm. Max. Admisibles deducidos (mi)	7.61

*Nota.* En la tabla se muestra, el cálculo del PCI. Fuente: elaboración propia (2022).

Seguidamente, encontramos los valores deducidos corregidos, con ayuda del ábaco siguiente:



**Tabla 7**

*Valores deducidos corregidos*

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	28.5	10	8.5	5	4.78	56.8	5	27
2	28.5	10	8.5	5	2	54	4	31
3	28.5	10	8.5	2	2	51	3	33
4	28.5	10	2	2	2	44.5	2	36
5	28.5	2	2	2	2	36.5	1	37

*Nota.* en la tabla, se muestra los valores deducidos corregidos. Fuente: elaboración propia (2022).

Ahora para calcular el PCI, se ha tomado el valor máximo de valore deducidos corregidos.

Por lo tanto, el valor máximo es 37, entonces, utilizando la ecuación N°3 tenemos:

$$PCI = 100 - Max\ CDV$$

$$PCI = 100 - 37$$

$$PCI = 63$$

Y de acuerdo a clasificación de la tabla N° 02 se tiene:

RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
100-85	Excelente
85-70	Muy bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

*Fuente:* (ASTM D6433-03, 2010).

Así mismo, al clasificar según la tabla, el resultado mostrado es que esta en condición “**bueno**”

## Tabla 8

### Calificación final del PCI

CDV Max	PCI	Calificación
37	63	BUENO

*Nota.* el resultado observado nos permite determinar que dicho pavimento rígido, requiere de una intervención y rehabilitación, ya que, se encuentra en un intervalo de 31 a 70.

Finalmente, el OE3 fue evaluar las condiciones del pavimento rígido y la Serviciabilidad vial en el Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022.

De los datos anteriores se tiene que las condiciones del pavimento se encuentran en una calificación de Bueno, ya que se encuentra en el rango de 50 a 75 en la calificación del PCI según la normativa ASTM D6433-03.

## V. DISCUSIÓN

Del proyecto de investigación realizado se determinó **OE1**: Cuál será la capacidad estructural del pavimento rígido en Jr. Las Casuarinas Cajamarca 2022. Y Al realizar la evaluación al pavimento rígido se obtuvo; la resistencia mínima  $f'c= 122.37 \text{ Kg/cm}^2$ , la resistencia máxima de  $f'c= 244.73 \text{ kg/cm}^2$  con una resistencia media de  $189.77 \text{ kg/cm}^2$ .

Los autores Teja Abhilash et al. (2022) en el artículo de revista “Variability in compressive and split tensile strength of roller compacted concrete for rigid pavements”. Tuvo como objetivo determinar resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción parcial del hormigón compactado con rodillo preparado variando el porcentaje de cemento. Su conclusión en su investigación fue que la gradación media (GM) ha mostrado un aumento del 6 % y el 11 % en comparación con las mezclas de gradación inferior y superior, respectivamente, además; la resistencia a la tracción dividida para la gradación media (GM) ha mostrado un aumento del 12 % en comparación con las mezclas de gradación inferior y superior, respectivamente.

Como se puede deducir al comparar el proyecto de tesis con el artículo de revista, en nuestra tesis la resistencia a la compresión ha disminuido, mientras que los resultados que se muestran en el antecedente, mencionan que la resistencia aumento en un 12%.

Los autores Inchicaqui & Salas (2016), en la tesis de pregrado titulada “Evaluación estructural del pavimento rígido aplicando el método PCI de la Av. Centenario y el Jr. Sebastián de Aliste del distrito de Independencia en la ciudad de Huaraz - Ancash”, tuvo como objetivo determinar las condición del pavimento e identificar las fallas existentes con el propósito de evaluar el estado de la calle, y llego a concluir, al realizar las pruebas con diamantina y el esclerómetro, la resistencia a la compresión de la estructura del pavimento se encuentra en buenas condiciones, llegado a deducir que las fallas producidas son producto de las fallas funcionales del mismo. además, hace notar que los pavimentos rígidos fallan debido a factores como ejecución, calidad de agregado, calidad del suelo, etc.

Ambas tesis llegan a concluir que, si se puede medir la resistencia a la compresión mediante ensayos no destructivos con instrumento esclerómetro, además, en la tesis que se tiene como antecedente hace mención a la falla del pavimento rígido, por diferentes factores mencionados, por eso, en nuestra tesis se tiene similares consideraciones ya que, se puede deducir que, al disminuir la resistencia a la compresión, algunos de los componentes deben de estar fallando.

**OE2:** determinar el estado de Serviciabilidad vial del Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022.

Se logro determinar el PCI del pavimento rígido y se tuvo como resultado PCI= 63, equivalente a un estado Bueno.

Bhardwaj et al. (2021) como antecedente internacional en el artículo de revista titulado “A Comparative Study between the Usages of Differently Sized Waste Rubber Obtained From Tires over the Strength Performance of Rigid Road Pavement”, su objetivo fue sustituir la fracción de agregado grueso por el caucho de desecho para mejorar la resistencia del concreto, esta investigación pudo llegar a la conclusión que la resistencia a la tracción en su división de resistencia a la

flexión depende del tamaño del caucho desechable, además; menciona que la adición de caucho desechable mejora la microestructura interna del hormigón. finalmente, además, que al utilizar la técnica del PCI y el efectuar el análisis correspondiente se tiene que las fallas del concreto mejoran considerablemente el desempeño estructural, y por lo tanto la serviciabilidad para los transeúntes.

Como se puede deducir que, tanto en el artículo de revista como en la tesis desarrollada, se logró determinar el estado de conservación y si el pavimento rígido brinda una buena serviciabilidad, por lo tanto, ambos estudios logran tratar tal problemática.

Respecto al antecedente nacional, tiene como autor a Flores (2017), en la tesis de pregrado titulada “Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido y condición operacional en la avenida Perú del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, agosto – 2016”, tuvo como finalidad la determinación del PCI (índice de condición del pavimento), el cual consistía en determinar y evaluar la incidencia de las patologías del concreto, luego a concluir que el PCI = 14.05, permitiendo afirmar que las pistas se encuentran en un nivel muy malo, además; se patologías como: grietas lineales, grieta esquina, losa dividida, pulimento de agregados, etc.

Se puede apreciar que, en el desarrollo de la tesis citada, se empleó el método del PCI, logrando identificar dicho valor como 14.05, además logró identificar ciertas patologías que influyen en la resistencia del pavimento estructural. Así mismo, está relacionado con la serviciabilidad que brinda, debido a los daños superficiales que lo hace notar.

Con relación al otro antecedente nacional, se tiene a los autores Inchicaqui & Salas (2016), en la tesis de pregrado titulada “Evaluación estructural del pavimento rígido aplicando el método PCI de la Av. Centenario y el Jr. Sebastián de Aliste del distrito de Independencia en la ciudad de Huaraz - Ancash”, tuvo como objetivo determinar las condiciones del pavimento e identificar las fallas existentes con el propósito de evaluar el estado de la calle, llegando a concluir que al realizar las pruebas con diamantina y el esclerómetro, la resistencia a la compresión de la



estructura del pavimento se encuentra en buenas condiciones, llegando a deducir que las fallas producidas son producto de las fallas funcionales del mismo, y que al ser fallas funcionales perjudican la buena serviciabilidad de los transeúntes.

El antecedente mencionado, pudo concluir que al aplicar la metodología del PCI y al realizar pruebas de diamantina y esclerómetro, logró identificar fallas funcionales que perjudican la serviciabilidad.

Finalmente, respecto al antecedente local se tiene a los autores Hernández & Ayala, (2019), en la tesis de pregrado titulada “evaluación de la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida Pakamuros para determinar la Serviciabilidad de los usuarios, provincia de Jaén, 2019” tuvo como objetivo Evaluar la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida Pakamuros para determinar la serviciabilidad de los usuarios, Provincia de Jaén, 2019. Llegó a la conclusión que, utilizando el método del PCI, identificó fallas predominantes como desconchamientos, grietas lineales, parcheos, etc.

El antecedente local pudo concluir que con ayuda del método del PCI pudo identificar fallas mencionadas en dicho antecedente, así mismo, el autor de esta presente tesis, está de acuerdo con tales resultados y apoya que se siga empleando dicha metodología para identificar daños a la estructura del pavimento rígido.

## VI. CONCLUSIONES

A partir de los objetivos establecidos en la tesis se pudo deducir lo siguiente:

- **De la COG:** se concluye que, si existe relación entre la estructura del pavimento rígido y la serviciabilidad vial, debido a que se haya que la resistencia promedio a la compresión del pavimento rígido es de  $f'c$  promedio = 189.77 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia  $F'c$  mínima = 122.37 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia máxima es de 244.73 kg/cm<sup>2</sup>. Además, se obtuvo índice de condición del pavimento el cual tiene un valor de 63; el cual que de acuerdo al rango de clasificación del PCI se

encuentra en un estado BUENO, sin embargo, dicho dato nos indica que el Jr. Las casuarinas requieren una intervención y su respectiva rehabilitación.

- **De la COE1:** se determinó la capacidad estructural del pavimento rígido, para ello se evaluó todos los resultados obtenidos y al analizar mediante estadística descriptiva, que la resistencia  $f'c$  promedio= 189.77 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia  $F'c$  mínima = 122.37 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia máxima es de 244.73 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al comparar dichas resistencias, con la resistencia de diseño equivalente a 210 kg/cm<sup>2</sup>; estas están por debajo del valor. Lo que significa que la capacidad estructural del Jr. Las casuarinas no cumplen con la resistencia de diseño.
- **De la COE2:** Se determinó el estado de serviciabilidad del Jr. Las Casuarinas, para ellos se determinó el índice de condición del pavimento con un valor de 63; que de acuerdo al rango de clasificación del PCI estipulado por la norma ASTM D6433-03, se encuentra entre los valores de 50 a 75 correspondiente a la clasificación de BUENO. Sin embargo, debe de ser rehabilitada.
- **De LA COE3:** se determinó las condiciones del pavimento rígido para ello se identificó la falla más común en el Jr. Las Casuarinas siendo; el pulimiento de la superficie y el parche grande deteriorado, las cuales influyen directamente en el pavimento rígido y, por lo tanto, perjudicando la buena serviciabilidad.

## VII. RECOMENDACIONES

- **De la conclusión 1:** se recomienda que al existir relación entre la estructura del pavimento rígido y la serviciabilidad vial, las instituciones públicas, deben de incidir en la obtención de dichos parámetros con la finalidad de tener un diagnóstico de las vías de nuestra ciudad y de esta manera realizar una intervención adecuada y oportuna.
- **De la conclusión 2:** se recomienda realizar siempre la identificación del estado estructural y funcional del pavimento rígido, ya que el tránsito está en

constante crecimiento y las personas siempre perciben que la serviciabilidad sea excelente.

- **De la conclusión 3:** se recomienda que las autoridades competentes consideren la intervención de dichas cuadras del jirón Las Casuarinas, con el propósito de mejorar la capacidad estructural y funcional del pavimento rígido. Ya que las principales vías de una ciudad tan importante son primordiales para la misma y que en la condición en la que se encuentra debe de ser rehabilitada.
- **De la conclusión 4:** se recomienda realizar siempre este tipo de investigaciones, ya que, es necesaria conocer la capacidad estructural y funcional de un pavimento, y que además estos métodos no son destructivos, sino que nos dan datos de como las autoridades deben de intervenir.

## REFERENCIAS

- Aguirre, N., Taghavighalesari, A., Rogers, R., Carrasco, C., & Nazarian, S. (2022). Influence of Foundation Layer Properties in a Roller-Compacted Concrete Pavement System Subjected to Heavy Vehicle Loads. In *Lecture Notes in Civil Engineering* (Vol. 164). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-77230-7\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-77230-7_11)
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. [www.tesisconjosearias.com](http://www.tesisconjosearias.com)
- ASTM C805. (1997). *Método del número de rebotes*.
- ASTM D6433-03. (2010). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. <https://1library.co/article/m%C3%A9todo-astm-d-pci-desarrollo-investigaci%C3%B3n.z3d9odey>
- Aucay, R., & Ordoñez, J. (2019). Aplicabilidad del esclerómetro o martillo de Schmidt a la determinación de la resistencia a la compresión simple en rocas. [tesis de pregrado]. *Repositorio Institucional - Universidad Del Azuay*. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9286>
- Bhardwaj, M. K., Gupta, S., Módulo, M. L., & Danczuk, M. (2021). A Comparative Study between the Usages of Differently Sized Waste Rubber Obtained From Tires over the Strength Performance of Rigid Road Pavements. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 889(1), 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/889/1/012019>
- Briceño, C., & Tello, P. (2019). Análisis comparativo del diseño estructural y evaluación económica entre un pavimento rígido, flexible y adoquinado utilizando el método ASSHTO-93 para la av. miguel grau, tres de octubre, nuevo Chimbote. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4771>
- Carbajal, M. (2018). "Aplicación del método PCI para evaluar las condiciones de la superficie del pavimento rígido en la avenida Chiclayo, José Leonardo Ortiz".

[tesis de pregrado]. *Universidad César Vallejo*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25666>

Caroles, L. (2022). Evaluation of Pavement Deterioration using In-Situ DCP-CBR Tests and Comparative to the Remolded Optimum State. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 70(7), 275–282.  
<https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V70I7P228>

Chau, A. D., Hoang, H. T., Nguyen, L. D., & Le-Hoai, L. (2023). Construction of Rigid Pavement in Emerging Economies: Challenges and Opportunities. In *Lecture Notes in Civil Engineering* (Vol. 247). [https://doi.org/10.1007/978-981-19-0968-9\\_37](https://doi.org/10.1007/978-981-19-0968-9_37)

Cho, B. H., & Nam, B. H. (2022). Concrete composites reinforced with graphene oxide nanoflake (GONF) and steel fiber for application in rigid pavement. *Case Studies in Construction Materials*, 17.  
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01346>

Chuquimango, J. (2019). UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL. *Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Cajamarca*.

Darter, M. I., Owusu-Antwi, E., & Ahmad, R. (1996). Evaluation of AASHTO rigid pavement design model using long-term pavement performance data base. In *Transportation Research Record* (Issue 1525). <https://doi.org/10.3141/1525-07>

de la Cruz, S., Ibañez, C., & Coaquira, D. (2022). *Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú* | *Infraestructura Vial*. 24(43), 8.  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/48563/50982>

Dong, Z., Guo, Z., Zhang, H., & Li, J. (2022). Optimal design of prefabricated base joint for asphalt pavement based on finite element method and field deflection test. *Construction and Building Materials*, 345.  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128301>

- Elseicy, A., Alonso-Díaz, A., Solla, M., Rasol, M., & Santos-Assunção, S. (2022). Combined Use of GPR and Other NDTs for Road Pavement Assessment: An Overview. *Remote Sensing*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/rs14174336>
- Espinoza, P., & Pocco, B. (2021). Evaluación del estado de serviciabilidad de pavimento rígido para mantenimiento vial utilizando aplicación Roadroid con Smartphone - Avenida Andahuaylas - Andahuaylas - Apurímac 2021. [tesis de pregrado]. *Repositorio Institucional - Universidad Cesar Vallejo*.
- Flores, E. G. (2017). Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido y condición operacional en la avenida Perú del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, agosto – 2016 [tesis de pregrado]. *Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote*. <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/1295>
- Guo, R., Liu, S., He, Y., & Xu, L. (2022). Study on Vehicle–Road Interaction for Autonomous Driving. *Sustainability (Switzerland)*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/su141811693>
- Hernández, O., & Ayala, R. (2019). EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL DETERIORO SUPERFICIAL EN EL PAVIMENTO RÍGIDO de la AVENIDA PAKAMUROS PARA DETERMINAR LA SERVICIABILIDAD DE LOS USUARIOS, PROVINCIA DE JAEN,2019. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. [http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/280/1/Hern%c3%a1ndez\\_HO\\_Ayala\\_NRD.pdf](http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/280/1/Hern%c3%a1ndez_HO_Ayala_NRD.pdf)
- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación - Hernández Sampieri. *Libro 6ta Edición*.
- Inchicahui, M., & Salas, E. (2016). Evaluación estructural del pavimento rígido aplicando el método pci de la Av. Centenario y el Jr. Sebastián de Aliste del distrito de Independencia en la ciudad de Huaraz - Ancash. *Universidad San Pedro*. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe//handle/USANPEDRO/1008>

- Kim, J., Zollinger, D., & Cho, W. (2022). Experimental Study of the Effects of Moisture on the Performance of Concrete Pavement Joint Sealants. In *Transportation Research Record* (Vol. 2676, Issue 7). <https://doi.org/10.1177/03611981221080136>
- Mancha, P., & Quispe, Y. (2021). "INFLUENCIA DEL TRÁFICO VEHICULAR EN EL DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA 2021" [Tesis de Pregrado]. *Repositorio Institucional - UNH*. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4105>
- Martínez, L., & Noguera, R. (2020). MODELOS DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTOS A PARTIR DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) CON RELACION A LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN. [Tesis de pregrado]. *Repositorio Institucional - Universidad de La Costa*.
- MTC. (2014). MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS. R.D. N° 10 - 2014-MTC/14, 1–281. [www.mtc.gob.pe](http://www.mtc.gob.pe)
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación: cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. [https://books.google.com/books/about/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n.html?hl=es&id=ADXkxgEACAAJ](https://books.google.com/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n.html?hl=es&id=ADXkxgEACAAJ)
- Osorio, J. P., Hernández, M., & Viviescas, J. C. (2020). Análisis por Confiabilidad del Modelo de Diseño Aashto 93 para Pavimentos Flexibles en el Valle de Aburrá. *Ingeniería de Pavimentos. Innovación y Sostenibilidad En La Infraestructura Vial*. <https://ebooks.udem.edu.co/product/ingeniera-de-pavimentos->
- Pastor, B., & Magariño, W. (2022). Evaluación de las Patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie del pavimento rígido de todo el jirón comandante Suarez de la ciudad

de Pucallpa–2019. *Universidad Nacional de Ucayali*.  
<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5568>

- Pleşcan, C., Pleşcan, E.-L., Stanciu, M. D., Botiș, M., & Taus, D. (2021). Sensitivity analysis of rigid pavement design based on semi-empirical methods: Romanian case study. *Symmetry*, *13*(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/sym13020168>
- Qamhia, I. I. A., Tutumluer, E., Shoup, H., & Rowden, L. (2022). Design Considerations for a Permanent Granular Subbase Under Concrete Pavements: Stability, Drainability and Durability Requirements. In *Transportation Research Record* (Vol. 2676, Issue 7). <https://doi.org/10.1177/03611981221082558>
- Singh, R. R., Haider, S. W., Kutay, M. E., Cetin, B., & Buch, N. (2022). Impact of Climatic Data Sources on Pavement Performance Prediction in Michigan. *Journal of Transportation Engineering Part B: Pavements*, *148*(3). <https://doi.org/10.1061/JPEODX.0000396>
- Sota, J., & Vera, M. (2020). Análisis de la resistencia a la compresión del pavimento rígido mediante el esclerómetro y su incidencia en el grado de conservación-Cusco [Tesis de pregrado]. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61833>
- Tamayo, D. (2022). Evaluación de Juntas en Pavimentos Rígidos y su Relación con el Desempeño Estructural en las Calles de Paucartambo, 2021. *Repositorio Institucional - UPLA*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3891>
- Teja Abhilash, P., Satyanarayana, P. V. V., & Tharani, K. (2022). Variability in compressive and split tensile strength of roller compacted concrete for rigid pavements. *Innovative Infrastructure Solutions*, *7*(5). <https://doi.org/10.1007/s41062-022-00898-6>
- Vásquez, E. (2018). *DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRALIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS DEL JIRÓN ALFREDO EGLINTON DESDE LA*



CARRETERA FEDERICO BASADRE HASTA LA AVENIDA UNIÓN DEL DISTRITO DE CALLERÍA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGION UCAYALI - AÑO 2018, [Tesis de pregrado, Organización de universidades católicas de américa latina y el caribe]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/9110>

Vásquez Varela, L. (2002). PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS. *Ingepav - Ingeniería de Pavimentos*.

Walubita, L. F., Martínez-Arguelles, G., Polo-Mendoza, R., Ick-Lee, S., & Fuentes, L. (2022). Comparative Environmental Assessment of Rigid, Flexible, and Perpetual Pavements: A Case Study of Texas. *Sustainability (Switzerland)*, 14(16). <https://doi.org/10.3390/su14169983>

Zevallos, R. (2018). Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017. [tesis de grado]. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16979>

Zhao, K., & Zheng, P. (2022). Study on the Structural Performance Degradation of Rigid Airfield Pavements Using HWD. *Springer Proceedings in Physics*, 270, 457–465. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-7258-3\\_43](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7258-3_43)

# ANEXOS

## Anexo N° 1: tabla de operacionalización de variables.

TITULO	Evaluación Estructural del Pavimento Rígido para Mejorar la Serviciabilidad Vial Aplicando Métodos no Destructivos, jr. las Casuarinas, Cajamarca 2022						
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	TECNICA	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE: serviciabilidad Vial	De acuerdo con (de la Cruz et al., 2022) menciona que, “el índice de serviciabilidad de pavimentos (PSI), tiene como propósito dar un valor de nivel de confort y seguridad con la que cuenta un pavimento con respecto al desplazamiento natural y normal de los vehículos” (p. 3).	consiste en la percepción de usuario del nivel de servicio del pavimento rígido (Zevallos, 2018).	Indice de Condicion del Pavimento	Tipo de falla	Observacion	ficha de observacion PCI	Razon
				Nivel de severidad (alto, medio bajo)			
VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación Estructural del Pavimento Rígido	De acuerdo con, Mancha & Quispe (2021) sostienen que, “el pavimento rígido es básicamente una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase” (p. 40).	Empleando las palabras de, Mancha & Quispe (2021) mencionan que, “la evaluación estructural consiste en la observación de los tramos cuyo estado de deterioro ha decaído hasta un nivel en el cual el pavimento ha reducido su capacidad de resistir cargas y cualquier programa de mantenimiento tradicional ya no es factible” (p. 39).	Resistencia a la compresion del concreto (f'c) del pavimento rigido	Indice de rebote del esclerometro	Observacion	esclerometro	Intervalo
				F'c= resistencia a la compresion	correlacion	ecuacion de correlacion	Razon

Fuente: elaboración propia (2022)

## Anexo N° 2: Matriz de consistencia

TITULO	Evaluación Estructural del Pavimento Rígido para Mejorar la Serviciabilidad Vial Aplicando Métodos no Destructivos, jr. las Casuarinas, Cajamarca 2022						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA	TECNICA
GENERAL	GENERAL	GENERAL					
¿Cuál es la relación entre la estructura del pavimento rígido y la Serviciabilidad vial aplicando métodos no destructivos en el Jr. Las Casuarinas Cajamarca 2022?	OG: Determinar la relación entre la estructura del pavimento rígido y la Serviciabilidad vial aplicando métodos no destructivos en el Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022	HG: Existe relación entre la estructura del pavimento rígido y la Serviciabilidad vial aplicando métodos no destructivos en el Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: serviciabilidad Vial</b>	Indice de Condicion del Pavimento	Tipo de falla	<b>Diseño de la investigación:</b> No Experimental <b>tipo de investigación:</b> Aplicada	Observacion estructurada
					Nivel de severidad (alto, medio bajo)	<b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo <b>Enfoque de la investigación:</b> transversal descriptivo	
ESPECIFICO	ESPECIFICO	ESPECIFICO					
¿Cuál será la capacidad estructural del pavimento rígido en Jr. Las Casuarinas Cajamarca 2022?	OE1: Determinar la capacidad estructural del pavimento rígido en Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022	HE1: El estado de Serviciabilidad vial en el Jr. Las casuarinas, Cajamarca 2022 es bajo	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación Estructural del Pavimento Rígido</b>	Resistencia a la compresion del concreto (f <sub>c</sub> ) del pavimento rígido	Indice de rebote del esclerometro	<b>Unidad de analisis:</b> cada uno de los tramos (pañños) del Jr. Las Casuarinas	
¿Cuál será el estado de la Serviciabilidad vial en el Jr. ¿Las Casuarinas, Cajamarca 2022?	OE2: Determinar el estado de Serviciabilidad vial del Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022	HE2: Las condiciones del pavimento rígido y la Serviciabilidad vial en el Jr Las Casuarinas, Cajamarca 2022 son negativas			F <sub>c</sub> = resistencia a la compresion	<b>Poblacion:</b> todos los tramos (pañños) del Jr. Las Casuarinas	
¿Cuáles son las condiciones del pavimento rígido y la Serviciabilidad vial en el Jr Las Casuarinas, Cajamarca 2022?	OE3: Evaluar las condiciones del pavimento rígido y la Serviciabilidad vial en el Jr. Las Casuarinas, Cajamarca 2022				<b>Muestra:</b> cuadras 4,5,6,7 del Jr. Las casuarinas		

Fuente: elaboración propia (2022).

## Anexo N° 3: Certificado de calibración del esclerómetro



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC005 - D - 2022

*Metrología & calibración*

*Laboratorio de Dureza*

Página 1 de 3

1. Expediente	220108	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	GUERSAN INGENIEROS S.R.L.	
3. Dirección	Pj. Diego Ferre N° 295 Br. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA	
4. Instrumento de medición	MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	ZC3A	
Número de Serie	503	
Alcance de Indicación	10 a 100 Número de Rebote	
Div. Escala / Resolución	2 Número de Rebote	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Tipo	ANALÓGICO	
5. Fecha de Calibración	2022-08-15	
6. Fecha de Emisión	2022-08-16	

JEFE DE LABORATORIO

Firmado digitalmente por  
Angel Perez  
Fecha: 2022.08.16  
09:14:40 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C  
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA  
TEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE  
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MC005 - D - 2022

*Metrología & calibración*

*Laboratorio de Dureza*

Página 2 de 3

**7. Método de Calibración**

La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".

**8. Lugar de calibración**

Laboratorio de Dureza de METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. - METCAL  
Av. Palmeras N° 5535, Los Olivos - Lima

**9. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	19,3 °C	19,3 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %



**10. Patrones de referencia**

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Yunque de Calibración	LABORATORIO DE MATERIALES PUCP MAT-ABR-0345/2021

**11. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El yunque de calibración se colocó sobre una base rígida para obtener números de rebote confiable.
- La calibración en el yunque de calibración, no garantiza que el martillo dará lecturas repetibles en otros puntos de la escala de lectura.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MC005 - D - 2022

*Metrología & calibración*

*Laboratorio de Dureza*

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

Número de Mediciones	Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar
1	79,5
2	80,5
3	80,0
4	79,5
5	80,0
6	80,0
7	80,0
8	79,5
9	80,5
10	80,5
PROMEDIO	80,0
Desv. Estándar	0,41



**Nota 1.-** Para una mejor toma de datos se subdividió la división mínima del equipo en 4 partes.

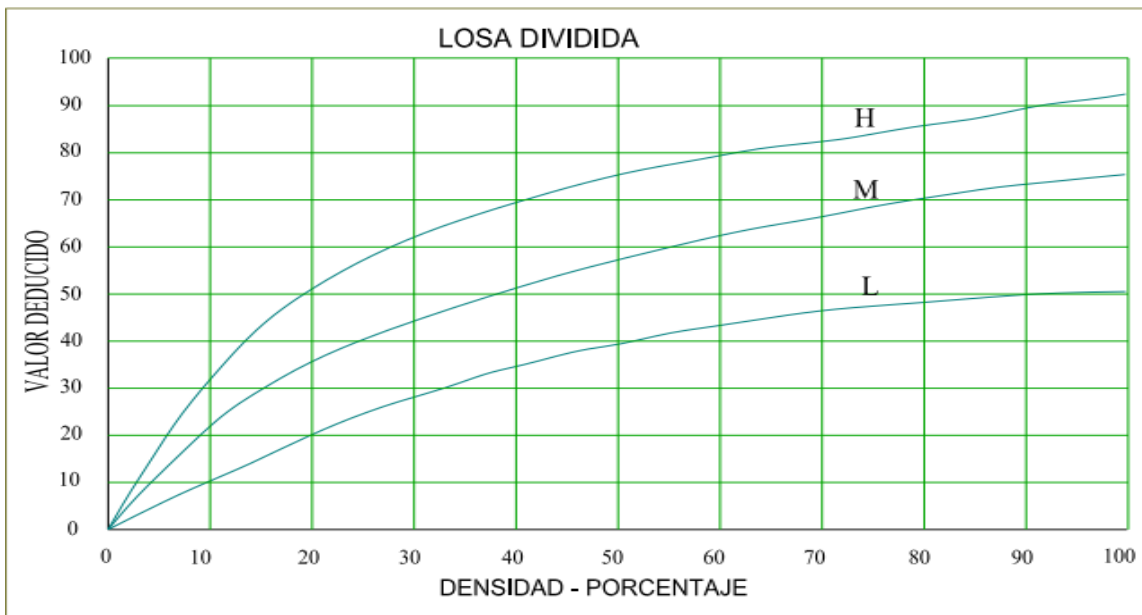
**Nota 2.-** El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de  $80 \pm 2$ , según norma internacional ASTM C805.

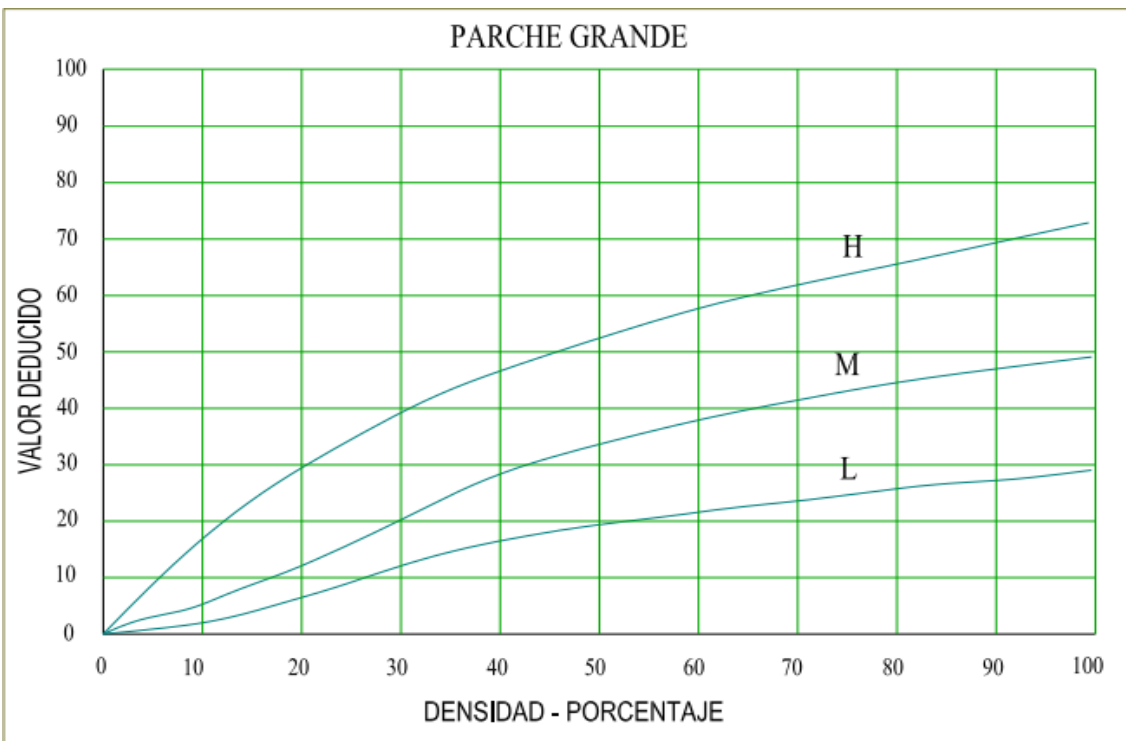
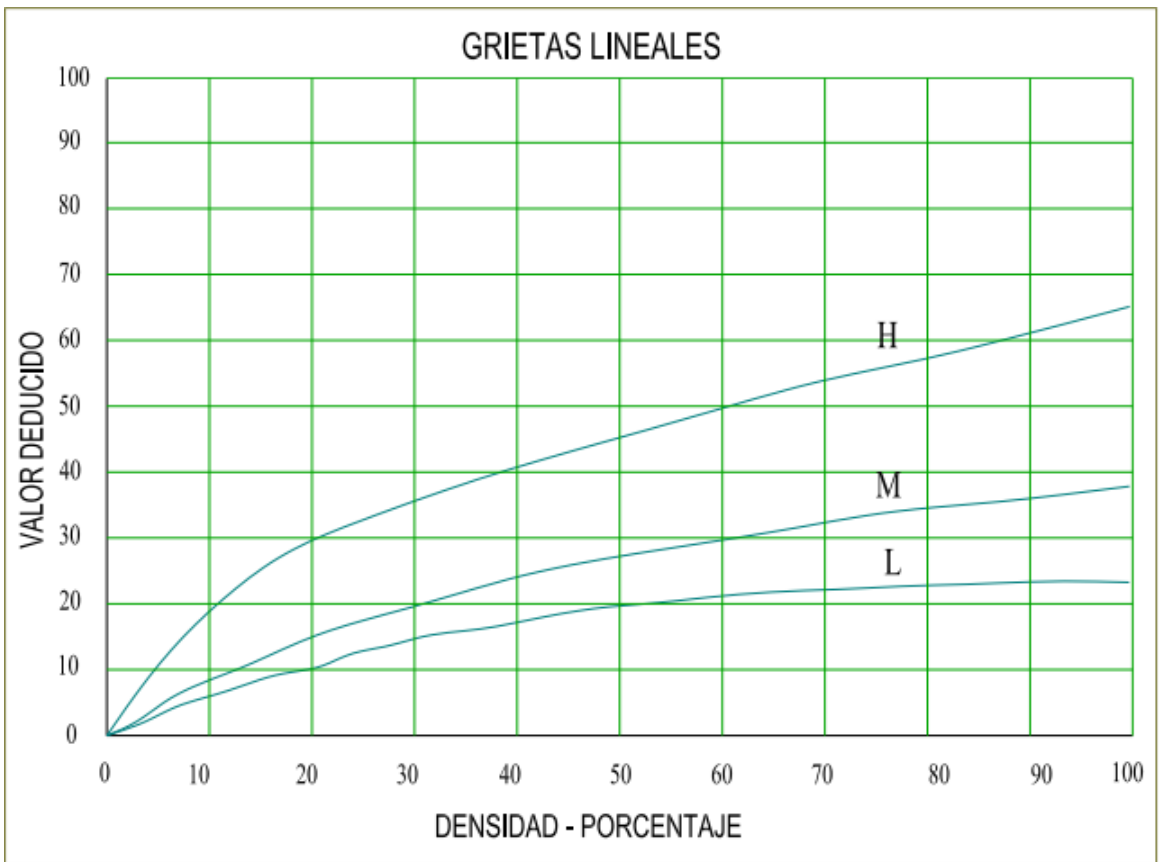
Fin del documento

**Anexo N° 4: Valores deducidos para las fallas encontradas en el pavimento**

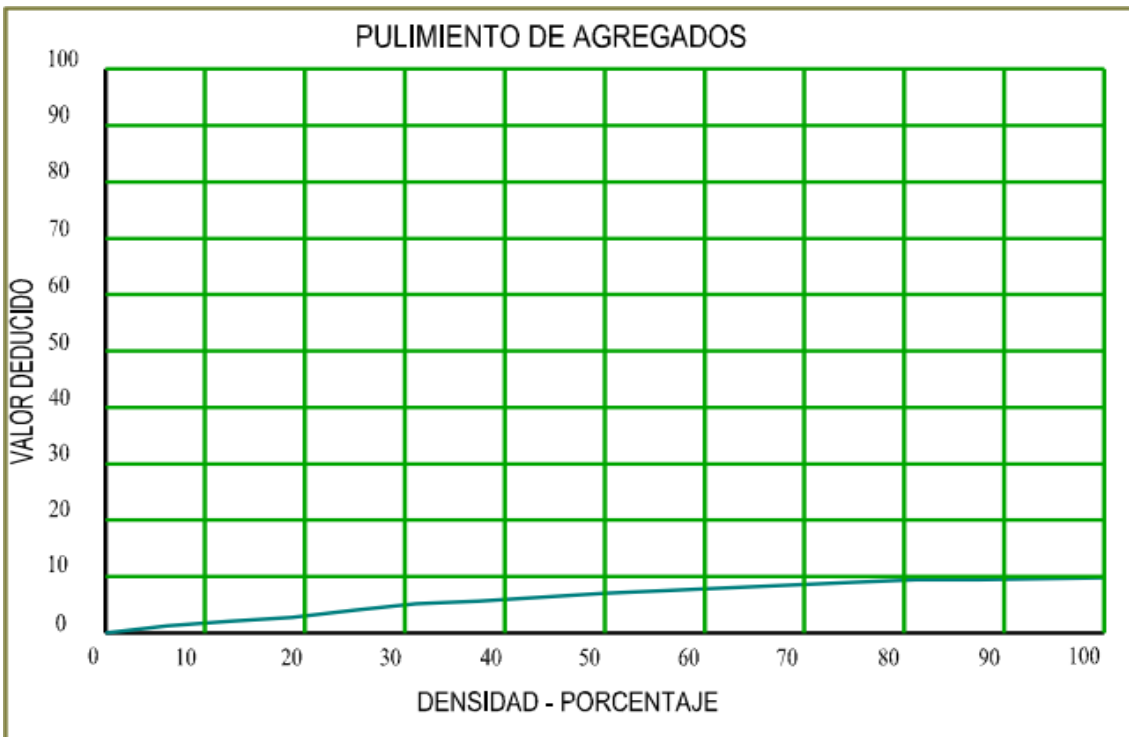
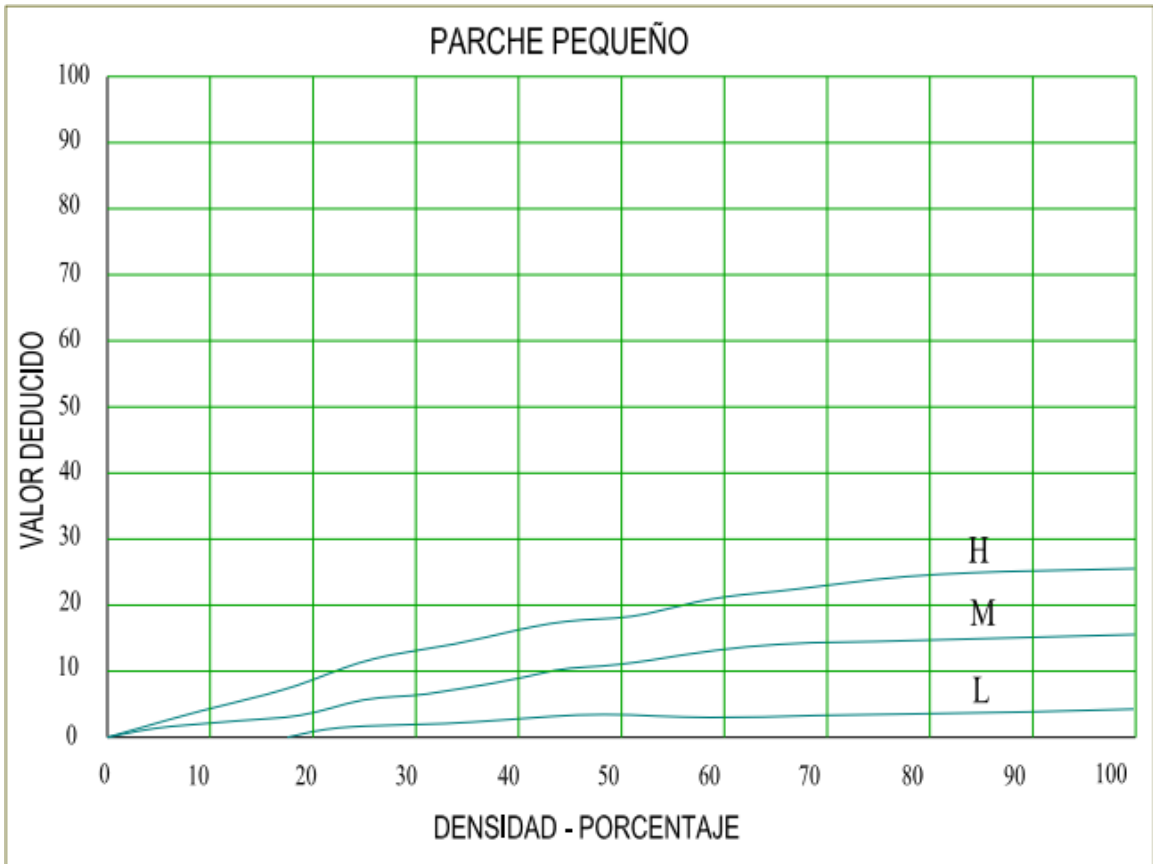


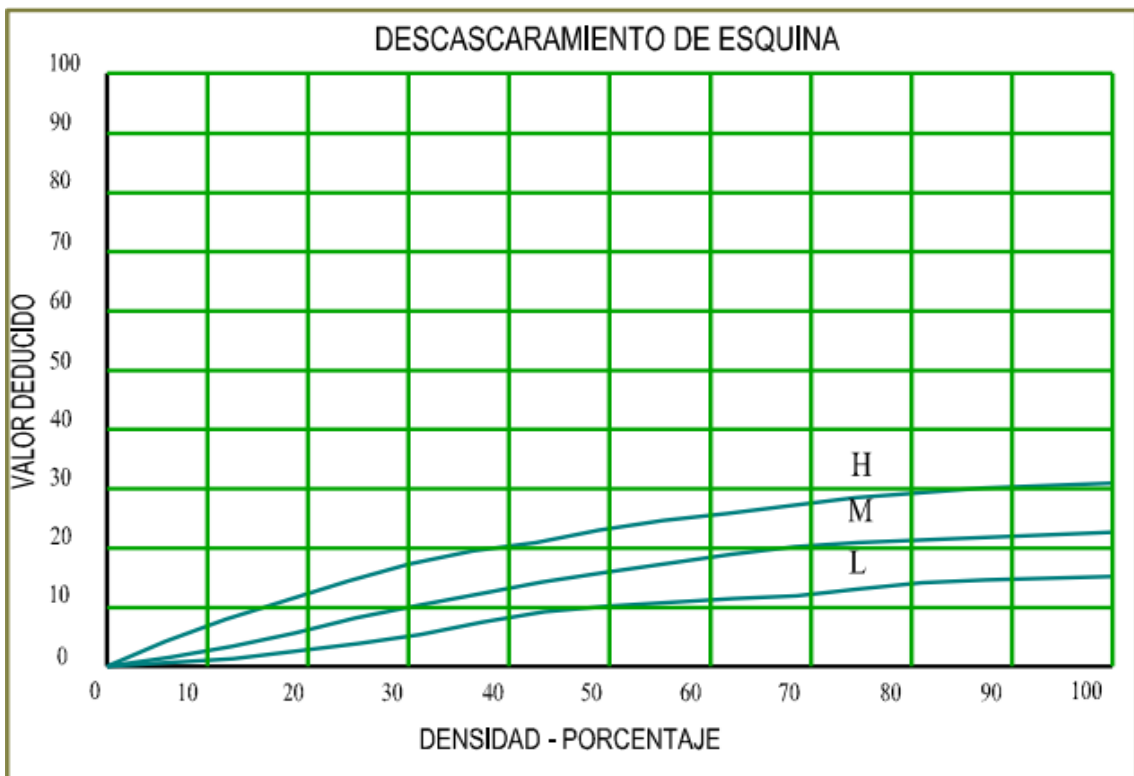
fuerite:

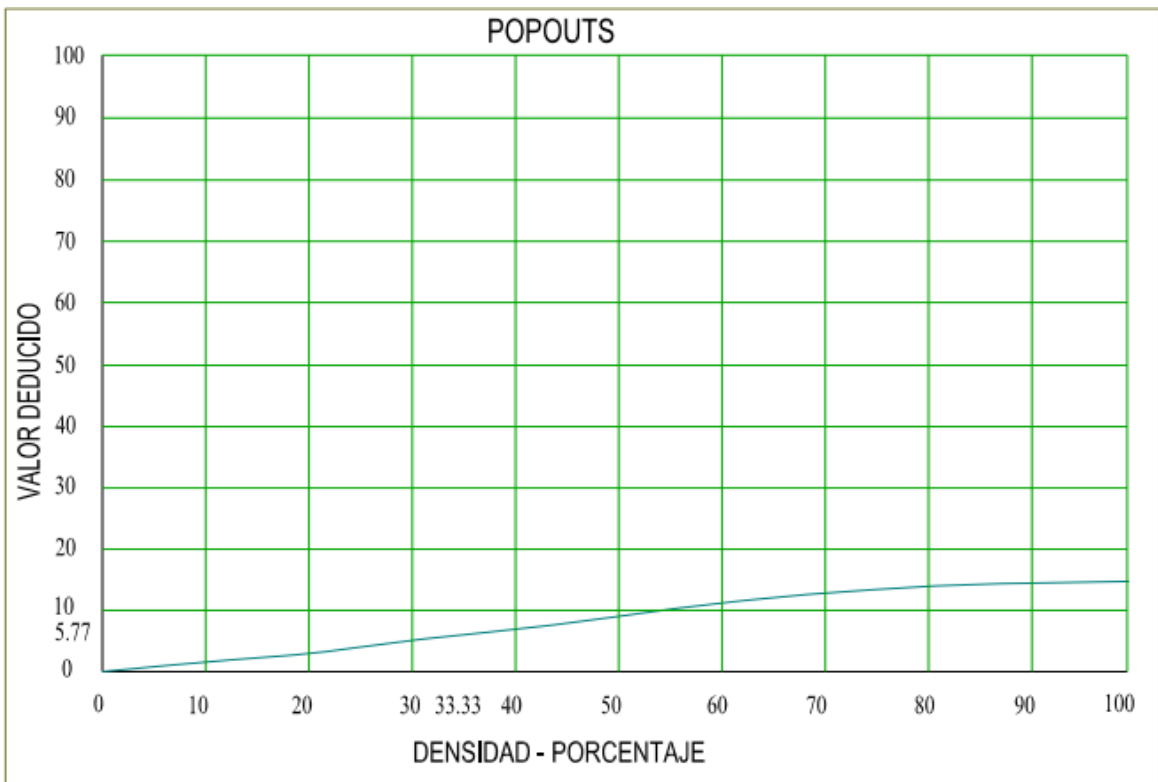
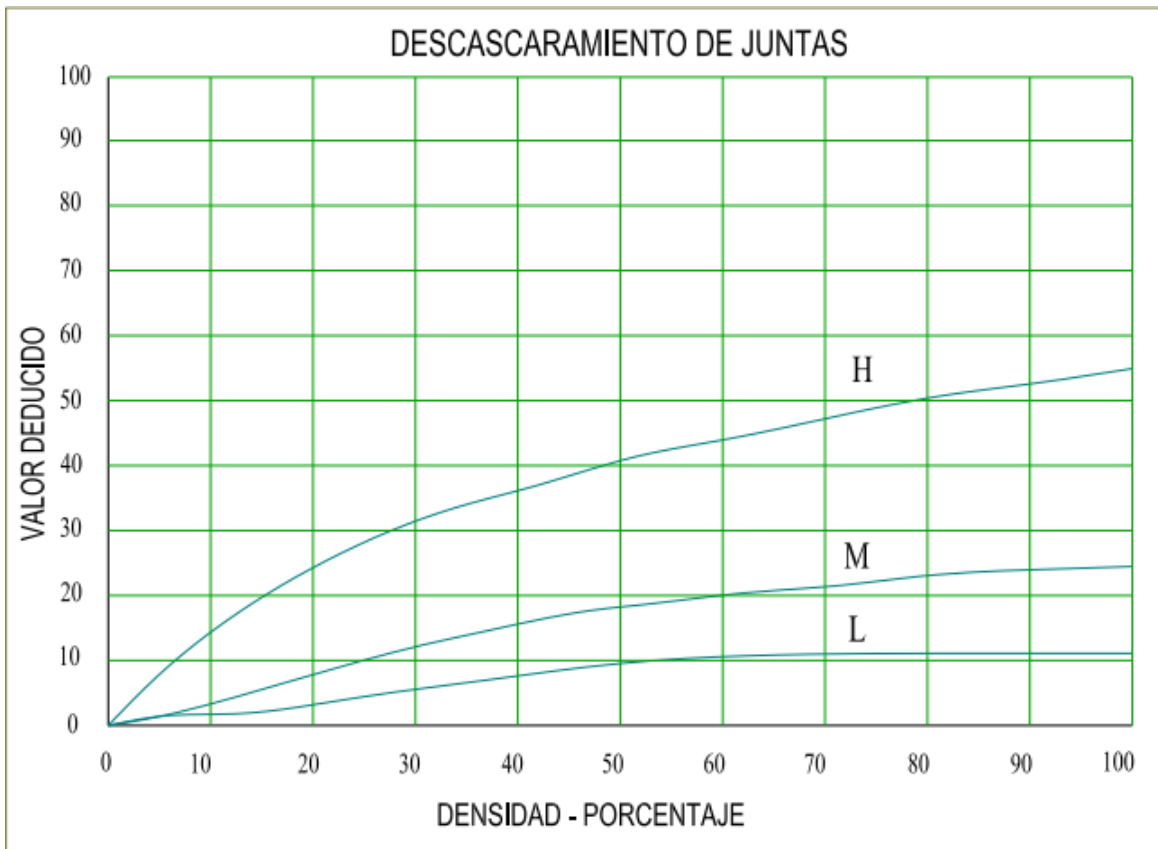


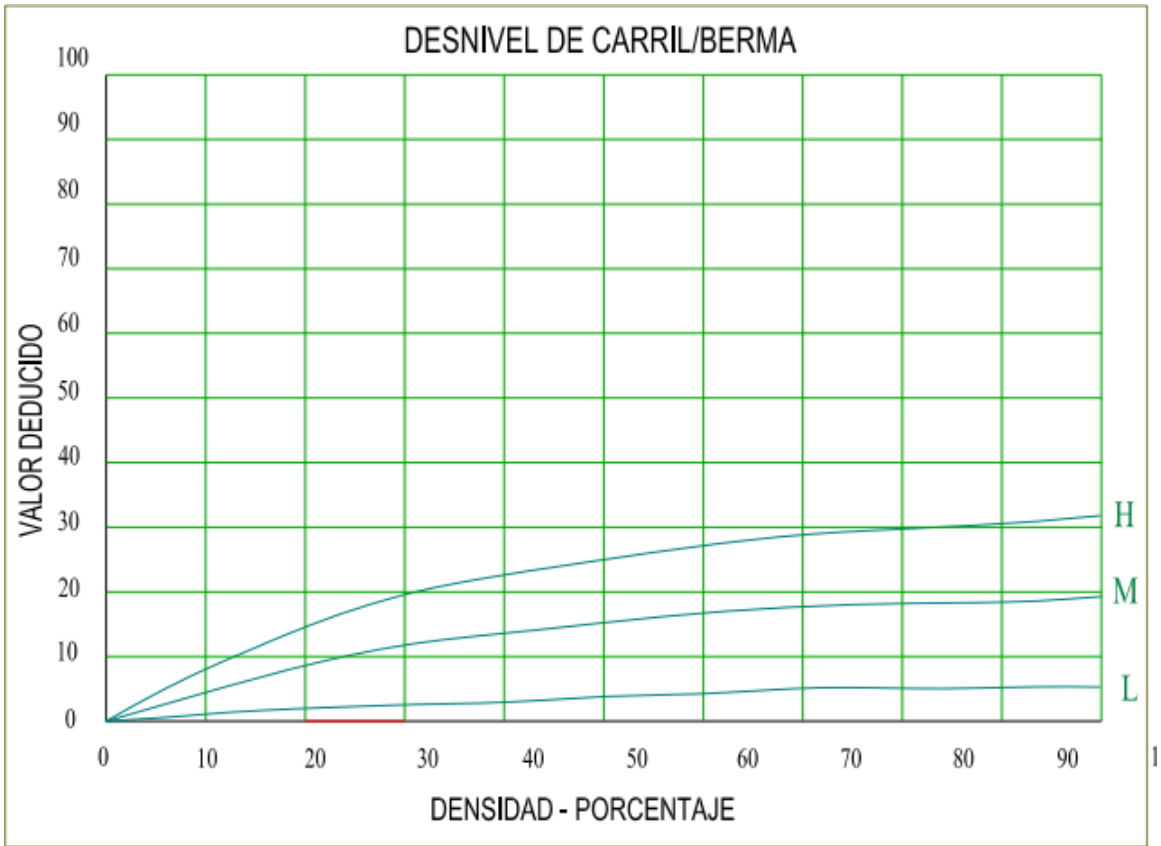




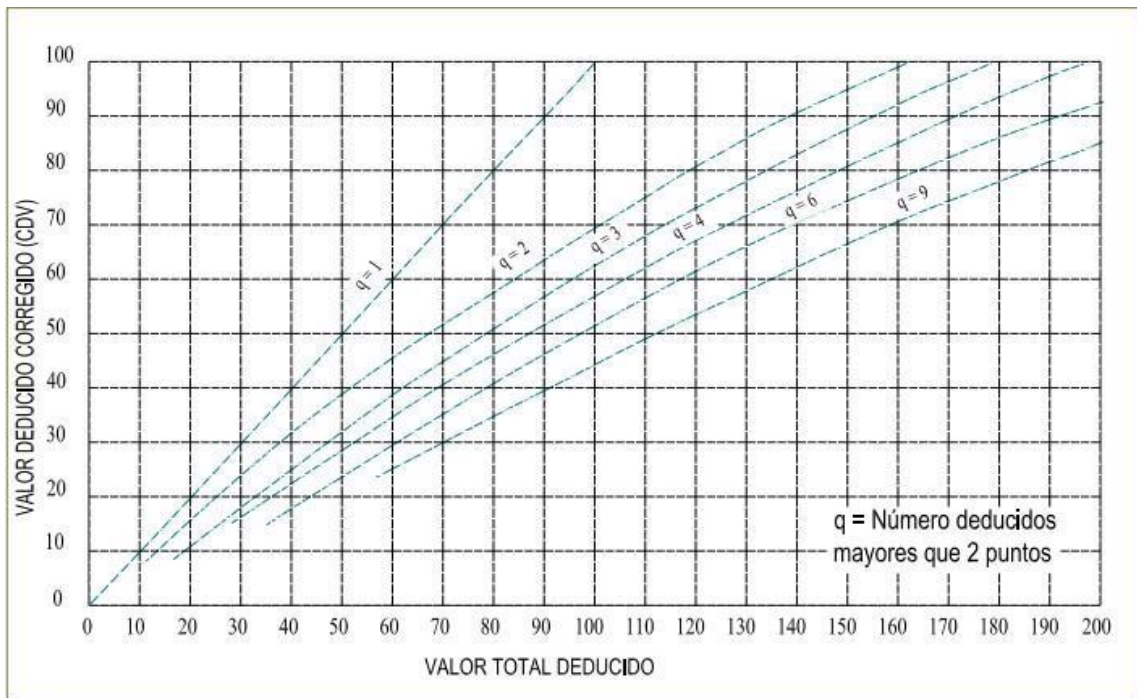








Anexo N° 05 Valores deducidos para las fallas encontradas en el pavimento



## Anexo N° 6: Panel fotográfico.



**Foto N° 1:** Ubicación del ensayo estándar N° 01 del número de rebote en concreto endurecido - pavimento - Jr. Las Casuarinas cuadra 7 (E-1).



**Foto N° 2:** Ubicación del ensayo estándar N°02 del número de rebote en concreto endurecido– Pavimento - JR. Las Casuarinas Cuadra 7 (E-2).



**Foto N° 3:** Ubicación del Ensayo estándar N°03 del número de rebote en concreto endurecido– Pavimento - Jr. Las Casuarinas Cuadra 7 (E-3).



**Foto N° 4:** Ubicación del Ensayo estándar N°04 del número de rebote en concreto endurecido– Pavimento - Jr. Las Casuarinas Cuadra 6 (E-4).



**Foto N° 5:** Ubicación del Ensayo estándar N°05 del número de rebote en concreto endurecido– Pavimento - Jr. Las Casuarinas Cuadra 6 (E-5).



**Foto N° 6:** Ubicación del Ensayo estándar N°06 del número de rebote en concreto endurecido– Pavimento - Jr. Las Casuarinas Cuadra 6 (E-6).



**Foto N° 7:** Ubicación del Ensayo estándar N°07 del número de rebote en concreto endurecido– Pavimento - Jr. Las Casuarinas Cuadra 5 (E-7).



**Foto N° 8:** Ubicación del Ensayo estándar N°08 del número de rebote en concreto endurecido– Pavimento - JR. Las Casuarinas Cuadra 5 (E-8).





**Foto N° 9:** Ubicación del Ensayo estándar N°09 del número de rebote en concreto endurecido– Pavimento - Jr. Las Casuarinas Cuadra 5 (E-9).



**Foto N° 10:** Ubicación del Ensayo estándar N°10 del número de rebote en concreto endurecido– Pavimento - Jr. Las Casuarinas Cuadra 4 (E-10).

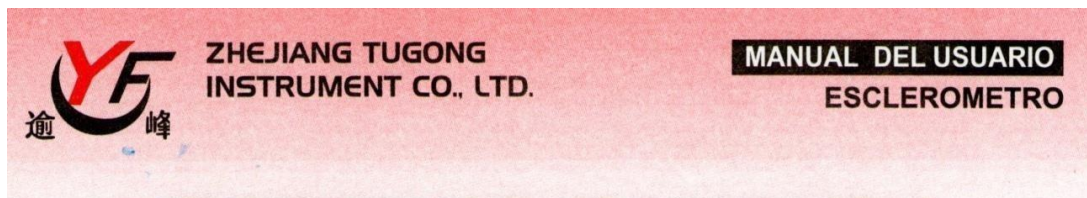


**Foto N° 11:** Ubicación del Ensayo estándar N°11 del número de rebote en concreto endurecido – Pavimento - Jr. Las Casuarinas Cuadra 4 (E-11).



**Foto N° 12:** Ubicación del Ensayo estándar N°12 del número de rebote en concreto endurecido – pavimento - JR. Las Casuarinas Cuadra 4 (E-12).

Anexo N° 7: Abaco de correlación número de rebote – resistencia a compresión simple.



R	$\alpha - 90^\circ$	$\alpha - 45^\circ$	$\alpha - 0^\circ$	$\alpha + 45^\circ$	$\alpha + 90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	Por encima 600	Por encima 600	580	550	530
55	Por encima 600	Por encima 600	600	570	550

## Anexo N° 8: Validación de Instrumentos.

ANEXO : Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: RUIZ CABRERA, RUPERTO  
 N° de registro CIP: 42018  
 Especialidad: INGENIERO CIVIL

Instrumento de evaluación: Ensayo de esclerometría: Método estándar del número de rebote en el concreto endurecido (A.S.T.M- C805M-13a), correlación entre el número promedio de rebotes (R) y la resistencia a la compresión simple del concreto, Índice de Condición del Pavimento (PCI), tipo de falla y nivel de severidad (alto, medio, bajo).

Proyecto: Tesis "Evaluación Estructural del Pavimento Rígido para Mejorar la Serviciabilidad Vial Aplicando Métodos no Destructivos, Jr. las Casuarinas, Cajamarca 2022."

#### Autores:

Bach. Carranza Atalay, Katerín Fabiola (CODIGO ORCID 0000\_0002\_7900\_9993)

Bach. Ruiz Montenegro, Jheill Yheison (CODIGO ORCID 0000\_0003\_0824\_7369)

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Resistencia a la compresión del concreto (fc) del pavimento rígido y Índice de Condición del Pavimento (PCI)					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legalidad inherente a la variable: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIABILIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables, de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permite analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>50</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50

Cajamarca 19 de OCTUBRE del 2022

RUIZ CABRERA, RUPERTO

INGENIERO CIVIL CIP: 42018

  
 Ruperto Ruiz Cabrera  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 42018

**ANEXO : Certificado de validación del instrumento de recolección de datos**

**I. DATOS GENERALES**

**Apellidos y nombres del experto:** GUANILO TERAN, CESAR IVAN  
**N° de registro CIP:** 248869  
**Especialidad:** INGENIERO CIVIL.

**Instrumento de evaluación:** Ensayo de esclerometría: Método estándar del número de rebote en el concreto endurecido (A.S.T.M- C805M-13a), correlación entre el número promedio de rebotes (R) y la resistencia a la compresión simple del concreto, Índice de Condición del Pavimento (PCI), tipo de falla y nivel de severidad (alto, medio, bajo).

**Proyecto:** Tesis "Evaluación Estructural del Pavimento Rígido para Mejorar la Serviciabilidad Vial Aplicando Métodos no Destructivos, jr. las Casuarinas, Cajamarca 2022."

**Autores:**

Bach. Carranza Atalay, Katerin Fabiola (CODIGO ORCID 0000\_0002\_7900\_9993)

Bach. Ruiz Montenegro, Jheill Yheison (CODIGO ORCID 0000\_0003\_0824\_7369)

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
<b>CLARIDAD</b>	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
<b>OBJETIVIDAD</b>	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Resistencia a la compresión del concreto (f'c) del pavimento rígido y Índice de Condición del Pavimento (PCI)					X
<b>ACTUALIDAD</b>	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legalidad inherente a la variable: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIABILIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS					X
<b>ORGANIZACIÓN</b>	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables, de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
<b>SUFICIENCIA</b>	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
<b>INTENCIONALIDAD</b>	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
<b>CONSISTENCIA</b>	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permite analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
<b>COHERENCIA</b>	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables					X
<b>METODOLOGÍA</b>	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
<b>PERTINENCIA</b>	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					50	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

50

**Cajamarca 19 de OCTUBRE del 2022**

**GUANILO TERAN, CESAR IVAN**

**INGENIERO CIVIL CIP 248869**

  
**CESAR IVAN  
 GUANILO TERAN  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 248869**

ANEXO : Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

### I. DATOS GENERALES

**Apellidos y nombres del experto:** GUERRERO BECERRA, ROSMEL ISABEL  
**N° de registro CIP:** 211837  
**Especialidad:** INGENIERO CIVIL

**Instrumento de evaluación:** Ensayo de esclerometría: Método estándar del número de rebote en el concreto endurecido (A.S.T.M- C805M-13a), correlación entre el número promedio de rebotes (R) y la resistencia a la compresión simple del concreto, Índice de Condición del Pavimento (PCI), tipo de falla y nivel de severidad (alto, medio, bajo).

**Proyecto:** Tesis "Evaluación Estructural del Pavimento Rígido para Mejorar la Serviciabilidad Vial Aplicando Métodos no Destructivos, jr. las Casuarinas, Cajamarca 2022."

**Autores:**

Bach. Carranza Atalay, Katerin Fabiola (CODIGO ORCID 0000\_0002\_7900\_9993)

Bach. Ruiz Montenegro, Jheill Yheison (CODIGO ORCID 0000\_0003\_0824\_7369)

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Resistencia a la compresión del concreto (f'c) del pavimento rígido y Índice de Condición del Pavimento (PCI)					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legalidad inherente a la variable: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA SERVICIABILIDAD VIAL APLICANDO MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables, de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permite analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		50				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50

Cajamarca 19 de OCTUBRE de 2022

GUERRERO BECERRA, ROSMEL ISABEL

INGENIERO CIVIL CIP 211837

*Rosmel Isael Guerrero Becerra*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 211837



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, GUSTAVO ADOLFO AYBAR ARRIOLA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Evaluación Estructural del Pavimento Rígido para Mejorar la Serviciabilidad Vial Aplicando Métodos no Destructivos, Jr. las Casuarinas, Cajamarca 2022", cuyos autores son CARRANZA ATALAY KATERIN FABIOLA, RUIZ MONTENEGRO JHEILL YHEISON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 03 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
GUSTAVO ADOLFO AYBAR ARRIOLA <b>DNI:</b> 08185308 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8625-3989	Firmado electrónicamente por: GAYBARA el 03-12- 2022 15:46:39

Código documento Trilce: TRI - 0470178