

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



“Determinación de la condición del pavimento rígido aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash 2021”

Tesis para obtener título profesional de Ingeniero Civil

Autor: Maza Caballero Félix Víctor

Asesor:

Rogelio Castañeda Gamboa

Código ORCID: 0000-0002-6961-7418

Chimbote - Perú

2021

### Palabra clave

<b>Tema</b>	Condición de pavimento
<b>Especialidad</b>	Tecnología de concreto

### Key words

<b>Topic</b>	Pavement condition
<b>Specialization</b>	Concrete technology

### Línea de investigación:

<b>Línea de investigación</b>	Construcción y Gestión de la construcción
<b>Área</b>	Ingeniería y Tecnología.
<b>Sub área</b>	Ingeniería Civil.
<b>Disciplina</b>	Ingeniería Civil.

## **Título**

“DETERMINACION DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO EL MÉTODO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), EN LAS VEREDAS DEL JIRON SAN MIGUEL EN LA URBANIZACION 15 DE FEBRERO CARAZ – HUAYLAS-ANCASH 2021”

## Resumen

El objetivo del proyecto de investigación está orientado a determinar el Índice de Condición del Pavimento (PCI), en este caso el índice del pavimento rígido en las veredas de las 04 calles de jirón san miguel de la urbanización 15 de febrero del distrito de Caraz-Huaylas-Ancash, los procedimientos de evaluación de los índices de condiciones de pavimento (PCI) que fueron de dos etapas, la primera fue el trabajo de campo en el cual se identificaron daños teniendo en cuenta la severidad y extensión de los mismos, para los cuales se usaron los formatos en las cuales se recogieron los datos de las unidades de muestra a evaluar donde el método para la determinación de la unidad de muestreo para la inspección se realizó al azar ( aleatorio sistemático); la segunda etapa correspondió al procesamiento de los datos obtenidos de campo a través de los formatos donde se utilizó una serie de cálculos matemáticos a fin de determinar el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Respecto a la verificación de la estructura del pavimento rígido se hizo las pruebas de Esclerometría a las cuatro calles obteniendo como resultado promedio  $216.25\text{kg/cm}^2$  dato que supera el concreto de diseño de un pavimento de uso peatonal. La metodología utilizada fue tipo descriptiva básica, los datos, fueron procesados en Microsoft Excel, asimismo el análisis fue expresado en tablas, gráficos y porcentajes. Mediante la metodología del Índice de Condición de pavimento (PCI) se obtuvo que el estado en que se encuentra el pavimento evaluado, a partir del análisis de los parámetros que la Norma ASTM D 6433, establece que se encuentra en un estado regular, ya que se alcanzó un índice PCI de 47.89.

## **Abstract**

The objective of the research project is aimed at determining the Pavement Condition Index (PCI), in this case the index of the rigid pavement in the sidewalks of the 04 streets of Jirón San Miguel of the urbanization February 15 of the district of Caraz-Huaylas-Ancash, the evaluation procedures of the pavement conditions indexes (PCI) that were of two stages, the first was the field work in which damages were identified taking into account the severity and extension of the same, for the which were used the formats in which the data of the sample units to be evaluated were collected where the method for determining the sampling unit for the inspection was carried out at random (systematic random); the second stage corresponded to the processing of the data obtained from the field through the formats where a series of mathematical calculations was used in order to determine the Pavement Condition Index (PCI). Regarding the verification of the structure of the rigid pavement, the schlorometry tests were carried out on the four streets, obtaining as an average result 216.25kg / cm<sup>2</sup>, data that exceeds the design concrete of a pavement for pedestrian use. The methodology used was basic descriptive type, the data were processed in Microsoft Excel, likewise the analysis was expressed in tables, graphs and percentages. Through the methodology of the Pavement Condition Index (PCI) it was obtained that the state of the evaluated pavement, from the analysis of the parameters that the ASTM D 6433 Standard, it was obtained that it is in a regular state, already that a PCI index of 47.89 was achieved.

## Índice de contenido

<b>Palabra clave</b> .....	<b>i</b>
<b>Título</b> .....	<b>ii</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>iii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de contenido</b> .....	<b>v</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
1.1. Antecedentes y fundamentación científica .....	10
1.2. Justificación de la investigación .....	21
1.3. Problema .....	21
1.4. Conceptuación y operacionalización de la variable .....	22
1.5. Hipótesis .....	66
1.6. Objetivos .....	66
<b>II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>67</b>
2.1. Tipo y Diseño .....	67
2.2. Población y muestra.....	68
2.3. Técnicas e instrumentos de investigación.....	68
2.4. Procesamiento y análisis de la información.....	69
<b>III. RESULTADOS</b> .....	<b>69</b>
<b>IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>117</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>119</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>122</b>
<b>ANEXOS Y APÉNDICES</b> .....	<b>123</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Coordenadas de los B.M.....	70
Tabla 2: Clasificación por zonas y códigos de vía de la zona de estudio.....	72
Tabla 3: código de fallas .....	73
Tabla 4: Unidades de Muestreo por Zonas.....	76
Tabla 5: Cálculo de los Valores Deducidos .....	80
Tabla 6: Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido” (CVD).....	80
Tabla 7: Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo.....	84
Tabla 8: Se muestra el cómputo del número de losas que presentan cada tipo de falla. ....	85
Tabla 9: Resultados del Índice de Condición de la Z1-03 15 de febrero.....	87
Tabla 10: Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z1-02. ...	89
Tabla 11: Se muestra el cómputo de la cantidad de losas que presentan cada tipo de falla. ...	90
Tabla 12: Resultados del Índice de Condición de la Z1-02.....	92
Tabla 13: Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z2-03. ...	94
Tabla 14: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla de la Z1-03. ....	95
Tabla 15: Resultados del Índice de Condición de la Z1-03.....	97
Tabla 16: Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo.....	100
Tabla 17: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla. ....	100
Tabla 18: Resultados del Índice de Condición de la Z2-01 Av. ....	103
Tabla 19: Resultados del Índice de Condición de la Z1.....	105
Tabla 20: Resultados del Índice de Condición de la Z1.....	107
Tabla 21: Resumen de Cantidad de losas por Tipo de Falla, Clasificadas por Zonas y el cómputo Total.....	108
Tabla 22: PCI General y Condición del Pavimento, Huaylas.....	110
Tabla 23: Cantidad de losas por tipo de falla.....	117

## Índice de figuras

Figura 1: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla. ....	86
Figura 2: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad .....	86
Figura 3: Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona z1-01. ....	88
Figura 4: Estado de pavimento más frecuente en la zona Z1-01.....	89
Figura 5: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla. ....	91
Figura 6: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad. ....	92
Figura 7: Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z1-02. ....	93
Figura 8: Condición de pavimento más frecuente en la zona Z1-02. ....	94
Figura 9: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla. ....	96
Figura 10: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad. ....	97
Figura 11: Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z1-03. ....	98
Figura 12: Estado de pavimento más frecuente en la zona z1-03.....	99
Figura 13: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla. ....	102
Figura 14: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad. ...	102
Figura 15: Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z2-01 .....	104
Figura 16: Estado de pavimento más frecuente en la zona Z2-01.....	105
Figura 17: Resumen por zonas de la Cantidad de Losas por Tipo de Falla de toda la Zona de Estudio .....	109
Figura 18: Resumen Total de la Cantidad de Losas por Tipo de Falla. ....	109

## Índice de figuras

Figura 1: Ruta de evaluación .....	70
Figura 2: Formato PCI-02, Evaluación de la condición por unidad de muestreo. ....	72
Figura 3: Solicitud permiso de uso de vía. ....	75
Figura 4: Trabajo con Conos y Cintas de Seguridad. ....	76
Figura 5: Vigía controlando el tráfico durante la evaluación.....	77
Figura 6: Inspector tomando las medidas del contorno de la unidad.....	77
Figura 7: Ejemplo de la aplicación de la metodología PCI en la UM28.....	81
Figura 8: Zona de Estudio Z1 – 15 de febrero.....	83

## I. INTRODUCCIÓN

La trascendencia de la presente tesis, plantea cómo se estableció la evaluación de la condición del pavimento rígido en vías urbanas aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), en este caso se desarrolló en las veredas de las 04 calles de jirón San Miguel de la urbanización 15 de febrero del distrito de Caraz-Huaylas-Ancash.

Actualmente existen diversas metodologías para la evaluación de pavimentos, sin embargo no se ha implementado un método específico de manera reglamentaria y muchas veces no se realizan; siendo éstos, estudios previos, necesarios y tomados en consideración para la elaboración de planes de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de las redes viales involucradas; asimismo que generen resultados económicamente viables y funcionales, que nos den indicios certeros para detectar a tiempo daños presentes que, si en caso no se tomaran medidas oportunas a tiempo, en un futuro generaría más costos en cuanto a su reparación.

La utilidad específica de este desarrollo es obtener resultados objetivos, analíticos y actuales, de manera tal que, sirva como una guía para que la administración competente pueda determinar las políticas y estrategias de intervención, para todo tipo y clase de red vial, con la finalidad de lograr así que estas estrategias, resulten en inversiones eficientes y eficaces ante los limitados fondos públicos.

La presente tesis tiene como objetivo general Inspeccionar visualmente el pavimento rígido en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash, por lo cual se formularon los siguientes objetivos específicos: identificar los daños teniendo en cuenta clase, severidad, cantidad en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash, registrar en los formatos para la inspección de pavimentos de concreto, los datos de campo obtenidos en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash, verificar la estructura del pavimento rígido existente en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas- a través de la Esclerometría, determinar el índice de condición del pavimento rígido en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash.

La investigación fue de tipo descriptiva básica, Porque sometemos a prueba la teoría estudiando la relación entre fenómenos en este caso buscando determinar la condición operacional del pavimento rígido en las veredas, aplicando el método del PCI para poder comprender sin considera mucho su aplicación en la resolución de problemas prácticos. De nivel descriptiva porque buscamos especificar propiedades, características y rasgos importante para así Determinar la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del PCI, así mismo por la clase de medios a utilizar para obtener nuestros datos, las cuales serán métodos experimentales.

Diseño no experimental, es decir que se fundamentan en la observación sin intervención y, luego, el análisis de los datos observados. Asimismo, cabe mencionar que la investigación se desarrollara siguiendo el método Índice de Condición de Pavimentos (PCI), para su desarrollo es posible utilizar software para el procesamiento de los datos.

Mediante la metodología del Índice de Condición PCI se obtuvo el estado en que se encuentra un pavimento evaluado, el cual es determinado al calcular el índice de condición que posee, el índice se determina a partir del análisis de los parámetros que la Norma ASTM D 6433 establece. Al aplicar la Metodología PCI se obtuvo que se encuentra en un estado REGULAR, ya que posee un índice PCI de 47.89.

## **1.1. Antecedentes y fundamentación científica**

Con el propósito de conocer más sobre temas asociados al tema a Índice de Condición del Pavimento (PCI) del concreto se han realizados diversos estudios al respecto por la que nombraremos algunos de ellos:

### **1.1.1. Internacionales**

- **Cruz Herrera, Wilver Andrés y Pérez, Gilmar Jhoan (2017)** en su tesis titulado “Estudio de Patología Estructural Institución Educativa Enrique Millán Rubio”. concluyo que:

Con esta investigación se logra identificar las patologías presentes en la Institución Educativa Enrique Millán Rubio ubicada en la Vereda Buena Vista del Municipio de Dosquebradas, lo cual permitió mostrar las condiciones físicas de la estructura. A partir de la metodología planteada y caracterizar los daños presentes en la edificación, lo cual puede repercutir en la estabilidad futura de la estructura. A partir de los objetivos planteados y los resultados obtenidos en las visitas de campo se logró valorar el estado actual de la edificación.

Por medio de este trabajo se logra dar respuesta al cuestionamiento sobre plantear soluciones a partir de la identificación de los daños presentes en la institución educativa, si estos problemas se identifican y caracterizan ayuda a tomar las precauciones para la protección o las medidas necesarias para el proceso de intervención y esto se obtuvo con lo planteado en la metodología a través de imágenes detalladas del estado de los elementos que constituyen dicha edificación, inspección visual detallada y ensayos no destructivos.

La inspección visual por sí sola no es diagnóstico del estado de los elementos de la estructura, puesto que con esta no se conocen las propiedades mecánicas de los elementos. Debido a las limitaciones que se tienen en la edificación no se pudo realizar ensayos destructivos, aunque estos permiten evaluar las propiedades de los materiales, pero con estos dependiendo del ensayo es necesario la destrucción o degradación del área que se quiere estudiar. A pesar de lo anterior, se plantean ensayos no destructivos como el esclerómetro, prueba de carbonatación y ferrosacan, con estos se determinan la dureza superficial, profundidad de carbonatación y profundidad del recubrimiento de concreto y diámetros de los aceros de refuerzo.

Este trabajo está basado en la conservación de la Institución Educativa Enrique Millán Rubio y determinar en qué estado se encuentra, durante el estudio patológico se encontraron resultados esperados, las patologías encontrados van acorde con las condiciones a las que está sometida la Institución Educativa, en los elementos se encontraron fisuras, grietas, exposición del acero de refuerzo, pérdida de material, producto del ambiente y condiciones a las que está sometido.

En la Institución Educativa Enrique Millán Rubio los problemas más recurrentes son grietas en elementos estructurales, pérdida de material exponiendo el acero de refuerzo; el cual a su vez presenta la corrosión. En general se pudo observar un deterioro de la edificación dado por la falta de mantenimiento e inversión en esta.

Aunque gran parte de los daños se concentran en los elementos estructurales de la edificación existe alrededor del 15% de daño en los elementos no estructurales como lo son andenes, pasillos y placas del patio; estas últimas presentan grandes huecos que también disminuye la funcionalidad de la edificación.

En el Ferroskan se pudo obtener que existe desgaste del recubrimiento sobre el acero y que existen elementos extraños en los elementos estructurales.

Este tipo de estudio sirve como modelo a ingenieros y personas interesadas en el área de la patología de estructuras en la ciudad de Pereira y el país, ya que cuenta con un modelo de evaluación y diagnóstico para este tipo de estructura, además cuenta con un soporte científico.

- **Marín Martínez, Isis Daniela (2017).** En su tesis titulado “Causas Y Soluciones De Patología Presente En Cabaña Villa Luján, Ubicada En La Vereda De Yayatá (Silvania)”. concluyo que:

Dentro del desarrollo de los objetivos del documento, fue importante definir el alcance, que se sustentaba en la evaluación de las causas y proyección de las soluciones de la patología, sin embargo, para la estructuración del problema planteado se advirtió una condicional mencionada a continuación; ¿Puede una evaluación de un modelo secuencial de los procesos que sigue una patología, generar el diagnóstico del problema, la causa y premisas que conciban una solución eficiente a la falla que presenta la cabaña ubicada en el municipio de Silvania?.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante identificar la eficacia del modelo utilizado para la definición de los diferentes procesos que dirigirían el problema a una eventual solución. Haciendo una retroalimentación, es pertinente recordar que para el diagnóstico de la enfermedad contraída por la estructura se hizo uso de dos diagramas, el Diagrama 1 MODELO SECUENCIAL DE LOS PROCESOS QUE SIGUE UNA PATOLOGÍA, que es básicamente la herramienta citada en el planteamiento del problema, y el anexo A, que corresponde al diagrama para la identificación de las causas adheridas procesos patológicos dirigidos a grietas y fisuras.

Como proceso preliminar a la investigación de la problemática presentada en el lugar objeto de evaluación, se Identificaron los conceptos básicos de cada uno de los materiales usados en la elaboración de la estructura, obteniendo como resultado, que los materiales más utilizados, fueron el acero, el concreto y el bloque, y así mismo se determinó que cada uno tiene un comportamiento particular y cada uno posee sintomatologías patológicas distintas.

Para la implementación del modelo secuencial, se desarrolló en primera instancia la identificación del daño atribuyéndolo a tres posibles: congénito, contraído y accidental.

Para obtener una idónea información que sustentara la definición del defecto presente en la vivienda, fue indispensable una inspección en campo, acción que determino el cumplimiento del segundo objetivo planteado en el proyecto, que en efecto permitió la recolección de información que promovió la dirección del proyecto hacia el segundo nivel expuesto en el diagrama que se subdivide en tres procesos orientados a los síntomas de la patología.

El primer proceso planteado por el autor, era la tipificación del daño, donde se concluyó la existencia de un solo deterioro representado en grietas y fisuras, a continuación, se elaboró el estudio de la enfermedad con un alcance delimitado y apto a una investigación preliminar, proceso donde se descubrió la correlación de los efectos a causas propias de un incorrecto drenaje y una mala cimentación, síntesis respaldada por la implementación del anexo A, como herramienta de investigación.

Para finalizar con la sección dos expuesta en el diagrama, era importante establecer el tipo de daño, la magnitud y la cantidad de daño. Para la definición de este apartado,

dentro del proceso metodológico sugerido en el proyecto se hizo la ejecución del objetivo tres y cuatro, por medio de la disposición de 16 testigos, ubicados en diferentes puntos de falla, los cuales permanecieron durante 1 mes, gestión que permitió determinar una inactividad de la grieta transversal en estrato portante y por ende en las fisuras manifestadas en las diferentes áreas de la vivienda.

En definitiva, todos los procesos desarrollados a lo largo de la investigación, tenían como fin llegar a la última sección dispuesta en el modelo secuencial, que estaba orientado a un pronóstico que posteriormente prescribiera la terapia más consecuente de acuerdo a las causas y manifestaciones de la fisura, labor que permitió aludir como solución una preservación y una restauración, por medio de mantenimientos preventivos y correctivos respectivamente.

Para establecer las medias de solución, era importante la implementación del último objetivo trazado en el documento que se orientaba a un plan de mejoramiento en los daños presentes en la estructura, obteniendo como resultado final, la necesidad de una investigación que profundice las características estructurales de los materiales utilizados, para así generar la geometría disposición y redimensionamiento de las vigas y columnas que hacen parte del sistema constructivo, ya que en efecto es una de los parámetros que se deben corregir en relación a los estándares sugeridos en la norma, por otro lado se identifica la necesidad del traslado del nivel de desplante al estrato rocoso encontrado, y por supuesto la disposición de drenajes tanto superficiales como subterráneos que permitan la correcta evacuación de los flujos de agua.

Ya conocida los resultados obtenidos, es posible inferir que la implementación y organización de los procesos de investigación por medio del diagrama 1, fueron determinantes para la concepción final de las soluciones y en consecuencia cumple con los objetivos y alcance del proyecto.

Es relevante tener en cuenta que existen espacios de la vivienda que no están desarrollados con un sistema estructural especificado en la NSR-10 (tipo porticado columnas compuestas por tubos de PVC con alma en concreto reforzado), y que en efecto no sigue unos parámetros definidos de diseño, aunque la estructura se encuentra estable y no reviste peligro inminente, es trascendental llevar a cabo una

segunda fase que contemple ensayos destructivos y el desarrollo de un modelo matemático, que pueda determinar el reforzamiento más adecuado y conlleve a la definición de la eficacia y eficiencia de emplear columnas en PVC con alma en concreto reforzado.

### 1.1.2. Nacionales.

- **Sánchez Zulueta, Edwin (2018)** en su tesis para optar título de ingeniero civil “Estudio Patológico Del Edificio De La Universidad Nacional De Cajamarca - Sede Jaén – Local Central” concluyo de la siguiente manera:
  - Se logró determinar la presencia de patologías en el edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central, las cuales son: Patologías en el concreto armado provocadas por acciones físicas (retracción hidráulica), acciones mecánicas (fisuras por flexión, por adherencia y anclaje). Fallas en elementos no estructurales, provocados por (cargas excesivas, aplastamiento), fallas provocadas por asentamientos diferenciales en el suelo (arenas arcillosas, capacidad admisible del terreno regular). Fallas producidas en la etapa de diseño y construcción debido al inadecuado proceso constructivo.
  - De acuerdo a la inspección técnica se determinó el estado actual de los siguientes elementos estructurales:
    - Columnas del primer y segundo piso (pabellón 1 y 2): no presentan fisuras solo en el segundo piso existe una columna que presenta fisuras producto del insuficiente refuerzo de estribos en la zona de anclaje (falla en la etapa de construcción), (C16, segundo piso pabellón 1).
    - Las columnas del tercer piso y cuarto piso (pabellón 2): no presentan fisura alguna.
    - Las vigas primer piso y segundo piso (pabellón 1 y 2): en el primer piso no existe fisuras tanto vigas principales como en vigas secundarias, solo en el segundo piso existe fisuras en las vigas secundarias siendo las fallas más resaltantes causadas por sobrecarga, insuficiente refuerzo transversal, asentamiento diferencial. (V.S. pórtico E /segundo piso, V.S. pórtico F / segundo piso).
    - Las vigas del tercer piso y cuarto piso (pabellón 2): se concluye que no existe fisuras tanto vigas principales como en vigas secundarias.

- Los muros de albañilería del primer piso y segundo piso (pabellón 1 y 2): presentan un estado crítico desde el primer piso, producto de sobrecargas, asentamientos diferenciales, en el segundo piso existen fisuras verticales generadas por aplastamiento, fallas por sobrecarga, además existe la presencia de manchas debido al inadecuado proceso constructivo y falta de protección hacia la estructura. (muro primer piso: eje 66/tramo B-D, muros segundo piso: eje 9-9/tramo C-D, eje C-C/tramo 7-8, eje D-D/tramo 8-9, eje 6-6/tramo B-D, eje E-E/tramo 3-4, eje F-F/tramo 4-5, eje 7-7/tramo C-D, eje D-D/tramo 3-5).
- Los muros de albañilería evaluados en el tercer piso y cuarto piso (pabellón 2): también existe un estado crítico en el tercer piso, debido a las sobrecargas excesivas, aplastamiento, fallas en la etapa de diseño. (ventana tercer piso: eje 7-7/tramo C-D). Además, en el cuarto piso no existen ningún tipo de fisuras en los muros de albañilería.
- Losas aligeradas: solo existen fisuras en el segundo piso y tercer piso del pabellón 2, lo cual son generadas por retracción hidráulica (acciones físicas), manchas por la humedad que produce las filtraciones de agua de los servicios sanitarios. Además, existe fisuras con dirección longitudinal y paralelas entre ellas siguiendo la dirección de las viguetas.
- De acuerdo al ensayo de Esclerometría se determinó la resistencia del concreto, obteniendo que de las 25 columnas ensayadas, 17 de ellas presentan una resistencia por superior o igual a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , 8 de ellas presentan una resistencia por encima o igual a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y de las 18 vigas principales ensayadas, 8 presentan una resistencia por encima o igual a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , 8 de ellas presentan una resistencia por encima o igual a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y 2 de ellas presentan una resistencia por encima o igual a  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ . Esto significa que un 11% en de las vigas ensayadas no cumplirían con una resistencia adecuada.
- Se determinó la capacidad portante del suelo donde se ubica el edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central, siendo la consistencia del suelo “Medianamente Blando” según la clasificación de Alva Hurtado, 2012. Este tipo de suelo está sujeto a cambios de volumen levemente bajos debido a la presencia de un suelo

areno arcilloso, y la gran cantidad de material grueso 91.91% que pasa el tamiz n°4.

- Las diversas patologías encontradas en la evaluación del edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central son debido a: fallas en el diseño (deficiente sistema de drenaje de aguas, falta de cubiertas para la protección de las lluvias hacia las estructuras), construcción (exceso y falta de recubrimiento en columnas y vigas, insuficiente refuerzo transversal en vigas, insuficiente refuerzo de estribos en la zona de anclaje en columna), al tipo de suelo (suelo con presencia de arenas arcillosas medianamente blando de consistencia semi- suelta de mediana a baja plasticidad), asentamientos diferenciales y exposición ambiental (filtración de agua de lluvia en losas y muros, presencia de hierbas y árboles cerca de la edificación).
- De acuerdo a los registros obtenidos en la ficha de inspección técnica y evaluación patológica (Anexo N°1), se logró determinar la presencia de fisuras en elementos estructurales con menor incidencia. Los muros de albañilería presentan un gran porcentaje de fallas mediante fisuras, estos debido principalmente a las sobrecargas existentes.

➤ **DEL ÁGUILA RAMÍREZ, Branco Erwin (2018)** En su investigación de Pregrado “Evaluación De La Condición Operacional Del Pavimento Rígido, Aplicando El Método Del Pavement Condition Index (PCI), En Las Veredas Del Barrio El Triunfo, Distrito De Carhuaz, Provincia De Huaylas, Región Ancash, diciembre 2015”. Los Resultados obtenidos y la conclusión a la que se llegó fueron los siguientes:

La Grieta N° 1, tiene un deterioro tipificado como Separación de la junta longitudinal y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 2, tiene un deterioro tipificado como Levantamiento localizado y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 3, tiene un deterioro tipificado como Fragmentación múltiple y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 4, tiene un deterioro tipificado como Desintegración y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor parcial.

La Grieta N° 5, tiene un deterioro tipificado como Grietas longitudinales y transv. y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Sellado de juntas y grietas.

La Grieta N° 6, tiene un deterioro tipificado como Desintegración y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor parcial.

La Grieta N° 7, tiene un deterioro tipificado como Fragmentación múltiple y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 8, tiene un deterioro tipificado como Juntas saltadas y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Sellado de juntas y grietas.

La Grieta N° 9, tiene un deterioro tipificado como Grietas longitudinales y transv. y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Sellado de juntas y grietas.

La Grieta N° 10, tiene un deterioro tipificado como Juntas saltadas y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor parcial.

La Grieta N° 11, tiene un deterioro tipificado como Grietas longitudinales y transv. y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 12, tiene un deterioro tipificado como Grietas de esquina y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Sellado de juntas y grietas.

La Grieta N° 13, tiene un deterioro tipificado como Surgencia de finos y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Instalación de drenes de pavimento.

La Grieta N° 14, tiene un deterioro tipificado como Separación entre berma y pavimento y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Sellado de juntas y grietas.

La Grieta N° 15, tiene un deterioro tipificado como Baches y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 16, tiene un deterioro tipificado como Levantamiento localizado y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 17, tiene un deterioro tipificado como Baches y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 18, tiene un deterioro tipificado como Separación de la junta longitudinal y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Sellado de juntas y grietas.

La Grieta N° 19, tiene un deterioro tipificado como Parches deteriorados y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 20, tiene un deterioro tipificado como Separación de la junta longitudinal y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 21, tiene un deterioro tipificado como Desintegración y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor parcial

La Grieta N° 22, tiene un deterioro tipificado como Grietas longitudinales y transv. y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 23, tiene un deterioro tipificado como Grietas de esquina y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 24, tiene un deterioro tipificado como Grietas longitudinales y transv. y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Sellado de juntas y grietas.

La Grieta N° 25, tiene un deterioro tipificado como Fragmentación múltiple y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 26, tiene un deterioro tipificado como Grietas longitudinales y transv. y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 27, tiene un deterioro tipificado como Descenso de la berma y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Nivelación de bermas.

La Grieta N° 28, tiene un deterioro tipificado como Levantamiento localizado y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 29, tiene un deterioro tipificado como Juntas saltadas y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor parcial.

La Grieta N° 30, tiene un deterioro tipificado como Escalonamiento de juntas y grietas y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Cepillado de la superficie.

La Grieta N° 31, tiene un deterioro tipificado como Juntas saltadas y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor parcial.

La Grieta N° 32, tiene un deterioro tipificado como Descenso de la berma y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Nivelación de bermas.

La Grieta N° 33, tiene un deterioro tipificado como Grietas de esquina y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 34, tiene un deterioro tipificado como Deficiencias del sellado y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Sellado de juntas y grietas.

La Grieta N° 35, tiene un deterioro tipificado como Deficiencias del sellado y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Sellado de juntas y grietas.

La Grieta N° 36, tiene un deterioro tipificado como Baches y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor parcial.

La Grieta N° 37, tiene un deterioro tipificado como Escalonamiento de juntas y grietas y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Cepillado de la superficie.

La Grieta N° 38, tiene un deterioro tipificado como Separación de la junta longitudinal y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Sellado de juntas y grietas.

La Grieta N° 39, tiene un deterioro tipificado como Separación de la junta longitudinal y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

La Grieta N° 40, tiene un deterioro tipificado como Baches y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor parcial.

La Grieta N° 41, tiene un deterioro tipificado como Grietas de esquina y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Sellado de juntas y grietas.

La Grieta N° 42, tiene un deterioro tipificado como Parches deteriorados y se plantea como TÉCNICA DE REPARACIÓN, la siguiente: Reparación de espesor total.

### **1.1.3. Local**

- **Rodríguez Márquez, Marco Antonio (2015)** En su investigación de Pregrado “Evaluación De La Condición Operacional Del Pavimento Rígido, Aplicando El Método Del Pavement Condition Index (PCI), En Las Veredas Del Barrio El Triunfo, Distrito De Carhuaz, Provincia De Huaylas, Región Ancash, diciembre 2015”. Los Resultados obtenidos y la conclusión a la que se llegó fueron los siguientes:

Se concluye que el índice promedio de condición de pavimento de veredas de las 5 calles analizadas del Barrio El Triunfo, tiene un PCI de 50.00, obteniéndose la calificación de regular.

Se concluye que en el Barrio El Triunfo los pavimentos de veredas están con una calificación de las condiciones de Regular, y esto es debido a que la mayoría calles y veredas del mencionado barrio tienen 6 años de ejecución.

Se concluye que las patologías del concreto en las veredas de las diferentes calles del Barrio El Triunfo que tuvieron mayor incidencia fue la patología de Grieta de Esquina y Escala. La cual nos permite tener una idea de la realidad y podemos proyectarnos a una condición futura.

JR. AMAZONAS:

Se encontraron 20 patologías, el porcentaje mayor obtenido fue la patología de grietas de esquina con 55.0 %.

JR. SOLEDAD:

Se encontraron 16 patologías, el porcentaje mayor obtenido fue la patología de grietas de esquina con 37.5 %.

**JR. COMERCIO:**

Se encontraron 16 patologías y el porcentaje mayor obtenido fue la patología grieta de esquina con 25.0 %.

**JR. SANTA ROSA:**

Se encontraron 16 patologías y el porcentaje mayor obtenido fue la patología grieta de esquina con 31.25 %.

**JR. BRASIL:**

Se encontraron 9 patologías y el porcentaje mayor obtenido fue la patología grieta de esquina con 55.56%.

## **1.2. Justificación de la investigación**

En el Perú como en los demás países hoy en día la construcción ha alcanzado incrementarse muy notablemente, sin ir demasiado lejos en nuestra localidad también se puede ver que los proyectos civiles se están desarrollando de manera muy constante pero en muchos de ellos podemos apreciar a simple vista que muchos de los proyectos ejecutados tales como los pavimentos rígidos no llegan cumplir su vida útil con cual fueron diseñados, es por ello nace la necesidad de conocer el estado actual de la condición de pavimento rígido en las veredas del jirón San Miguel en la Urbanización de 15 de Febrero del distrito de Caraz-Huaylas-Ancash.

Asimismo, debemos indicar que el Índice de Condición del Pavimento (PCI), es uno de los métodos con las cual podemos determinar el estado situacional en que se encuentra la estructura para así de esa manera hacer una toma de decisión oportuna en cuanto al mantenimientos, reparación o rehabilitación que amerite dicho pavimento y de esa manera prolongar la vida útil de la estructura.

## **1.3. Problema**

En la actualidad las construcciones a base de concreto en el mundo y específicamente en el Perú y/o nuestra localidad, han crecido enormemente es así como podemos ver la ejecución de muchos proyectos de pavimento rígido en las calles de las ciudades, sin embargo, en mucho de ellos podemos apreciar el deterioro de los mismos sin antes de

haber cumplido su periodo de vida con la que fue diseñada, es por ello que surge la necesidad de determinar las condiciones de pavimento haciendo uso del método del pavement Condition index (PCI), el cual nos permitirá a través de una inspección visual, recojo de datos y proceso sistemático determinar el estado en el que se encuentra el pavimento rígido evaluado. Es por tal motivo nos lleva a plantear el siguiente problema de investigación:

¿En qué condición se encuentra el pavimento rígido en las veredas del jirón san miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash 2021?

#### **1.4. Conceptuación y Operacionalización de la variable**

##### **1.4.1. veredas**

Andrea Boudeguer Simonetti, Pamela Prett Weber, Patricia Squella Fernández (2014), La vereda corresponde a la parte pavimentada de la acera. Está dimensionada para acoger exclusivamente el flujo peatonal. Su trazado debe ser preferentemente recto y definir claramente a lo menos dos franjas longitudinales en ella:

- **Franja de circulación**

Se recomienda un ancho mínimo de 150 cm, dimensión que permite el paso simultáneo de dos personas, una de ellas en silla de ruedas o un coche de niños.

- **Franja de elementos**

Generalmente cercana a la calzada, de ancho variable, donde se instalarán las señales de tránsito, semáforos, paraderos de locomoción colectiva, postes de iluminación y cualquier otro elemento vertical de señalización o de mobiliario urbano como escaños, papeleros, teléfonos públicos, etc. Todos estos elementos se deben ubicar fuera del área destinada a la circulación peatonal, de manera que no signifiquen obstáculo para personas ciegas o que se desplacen en silla de ruedas.

Debe existir una altura mínima de 210 cm libre de obstáculos (ramas de árbol, publicidad, toldos, etc.). (Ver fig. 16 pág. 134)

- **Anchos mínimos**

Una vereda de 150 cm de ancho permite la circulación de una persona en silla de ruedas y de otra caminando a la vez, existiendo el espacio suficiente para girar en 360°.

Una vereda de 200 cm de ancho permite la circulación de dos sillas de ruedas o coches de niños a la vez, existiendo el espacio suficiente para realizar giros. (Ver fig. 19 pág.135)

- **Materialidad**

El pavimento de las zonas destinadas al uso peatonal debe ser estable, como baldosas u hormigón. Los materiales óptimos son aquellos que aseguren un desplazamiento sin accidentes, liso, antideslizante tanto en seco como en mojado, sin rugosidades y sobre todo con un mantenimiento adecuado en el tiempo.

El crecimiento de raíces y la soltura de baldosas provocan las mayores situaciones de riesgo y caídas en las veredas, situación especialmente delicada para personas mayores. El uso de texturas y colores diferentes se debe reservar para advertir sobre cambios de nivel, por ejemplo, en escaleras, rampas, cruces peatonales rebajados, etc. (Ver fig. 18 pág. 134).

- **Pendiente transversal**

La pendiente transversal de la vereda no debe superar el 2%. Especial atención merecen las salidas de vehículos que cruzan perpendicularmente una vereda, donde la pendiente no debe afectar la zona de circulación peatonal en al menos 90 cm de ancho. (Ver fig. 17 pág. 134)

**IMPORTANTE** El nivel entre la vereda y calzada debe igualarse a cota cero. Ningún elemento debe interrumpir la circulación en los cruces rebajados.

Las secciones de las vías locales principales y secundarias, se diseñarán de acuerdo al tipo de habilitación urbana, en base a módulos de vereda de 0.60m., módulos de estacionamiento de 2.40m., 3.00m., 5.40m. y 6.00m., así como módulos de calzada de 2.70m., 3.00m., 3.30m. ó 3.60m., tratándose siempre de dos módulos de calzada, de acuerdo al siguiente cuadro:

#### **1.4.2. El concreto**

Díaz (2009), obtención del título para ingeniero civil en la universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, define el concreto como la mezcla de un material aglutinante (cemento Portland Hidráulico), un material de relleno (agregados), agua y eventualmente aditivos, que al mezclarse y endurecerse forma un

todo compacto y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.

De igual forma el término concreto se refiere a la mezcla de concreto (compuesto de cemento, arena, agua y agregado grueso (grava). En algunos países de habla hispana lo denominan también hormigón.

El concreto, se produce a partir de un diseño de mezcla que consiste en la selección de los constituyentes disponibles (cemento, agua, agregado y aditivos) y su dosificación en cantidades relativas para producir, tan económicamente como sea posible, una mezcla con ciertas propiedades. De tal manera que los factores básicos en el diseño de mezcla de concreto son los siguientes:

- Economía
- Facilidad de colocación y consolidación
- Velocidad del fraguado
- Resistencia
- Durabilidad
- Impermeabilidad
- Peso unitario
- Estabilidad de volumen
- Apariencia adecuada

Estos factores o características requeridas están determinadas por el uso al que estará destinado el concreto y por las condiciones esperadas en el momento de su colocación.

#### **1.4.2.1. Curado del concreto**

Porrero (2009) define el curado como la operación mediante el cual se protege el desarrollo de las reacciones de hidratación del cemento, evitando la pérdida parcial del agua de reacción por efecto de la evaporación superficial. Si al haberse completado la compactación y las operaciones posteriores de alisamiento de las superficies visibles, se abandonan las piezas recién elaboradas, se producirá un proceso de evaporación del agua contenida en la masa de concreto, tanto más veloz y pronunciado cuanto mayor sea la capacidad desecante del medio ambiente, la cual depende de: la temperatura, la sequedad y el viento. Cuando la evaporación

supera 1 kg/m<sup>2</sup>/hora se debe tomar medidas para evitar pérdida excesiva de humedad en la superficie del concreto no endurecido.

Aunque la mezcla normal de concreto se incorpora más que suficiente agua para la hidratación, el secado del concreto después del fraguado inicial puede demorar o impedir la hidratación completa. El curado incluye todas las operaciones que mejora la hidratación después que se ha fraguado el concreto. Si se efectúa en forma correcta por un periodo suficientemente largo, el curado produce un concreto más fuerte e impermeable. Los métodos pueden clasificarse como mantenimiento de un ambiente húmedo con la adición de agua, sellado de agua dentro del concreto y los que apresuran la hidratación. (Merritt, F. 1992).

El curado garantiza que la temperatura y el contenido de humedad sean satisfactorios en el concreto por un periodo de tiempo, el cual empieza inmediatamente después de la colocación (colado) y del acabado, para que se puedan desarrollar las propiedades deseadas en el concreto, el curado es esencial en la producción de un concreto de excelente calidad, para los concretos convencionales, el curado con agua es necesario para garantizar el más alto grado de hidratación posible y, en consecuencia para obtener la mayor resistencia y la menor permeabilidad.

Un concreto sin curado seca más o menos rápido dependiendo de su relación agua/cementantes y nunca alcanzará su mayor resistencia ni su máxima durabilidad; el curado temprano siempre es mejor que el curado tardío y, en el caso de los concretos convencionales, un curado es mejor que ningún curado.

### **1.4.3. Agregados**

Porrero (2009), para la obtención del título de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, define a los agregados como fragmentos o gramos pétreos cuyas finalidades especiales son abaratar la mezcla y dotarla de ciertas características favorables, entre las cuales destaca la disminución de la retracción plástica. Constituye la mayor parte de la masa del concreto, ya que alcanzan a representar entre el 70 y el 85% de su peso, razón por la cual las características de los inertes resultan tan importantes para la calidad de la mezcla final.

Las características de los agregados empleados deberán ser aquellas que benefician el desarrollo de ciertas propiedades en el concreto, entre las cuales destacan: la trabajabilidad, las exigencias del contenido de cemento, la adherencia con la pasta y el desarrollo de resistencias mecánicas.

López (2002), expresa en su libro que en los concretos de alta resistencia “se debe considerar que los agregados de tamaño menor contribuyen a producir concretos de más alta resistencia debido a una menor concentración de esfuerzo alrededor de las partículas, originados por una diferencia entre los módulos de elasticidad de la pasta y el agregado”.

#### **1.4.4. Clases de agregados**

##### **1.4.4.1. Agregado grueso**

Absalón y Salas (2008), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad de los Andes de Venezuela, define al agregado grueso o grava aquel material predominante retenido en la malla número 4 (4.75 mm).

El agregado grueso se puede decir que es aquel cuyo tamaño de partícula es mayor a 4.75mm (malla N° 4), debido a que hay una gran gama de tamaños para los agregados gruesos, cabe recalcar que para la elaboración de concretos de alta resistencia es necesario utilizar solamente un rango de esos valores ya que con ello obtendremos resistencias adecuadas. Muchos estudios han demostrado que al utilizar agregados gruesos con un tamaño máximo nominal de 9.5 mm a 12.5 mm (3/8 a 1/2pulg.) se obtienen resistencias más elevadas.

Estos agregados deben cumplir con los requerimientos de la norma ASTM C-33; la elección del agregado grueso se vuelve más importante en cuanto aumenta la resistencia a la compresión de un concreto, las rocas duras y densas trituradas como la caliza, dolomita y rocas ígneas de tipo plutónico (granito, sienita, diorita, gabro, etc.), han sido utilizadas con éxito como agregado grueso en aplicaciones de concreto de alta resistencia.

La forma de agregado grueso también es muy importante desde el punto de vista geológico, durante el proceso de trituración es primordial generar partículas de

forma cubica, en vez de planas y alargadas, ya que estas son débiles y tienden a producir mezclas duras que requieren más agua o aditivo para lograr la trabajabilidad requerida.

Pero cabe recalcar que, para concretos de alta resistencia, se considera que el agregado ideal debe ser 100% triturado, de perfil angular y textura rugosa, limpio, duro, resistente, poco absorbente, de preferencia con el menor porcentaje de partículas planas y alargadas.

#### **1.4.4.2. Agregado fino**

Veliz (2010), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad de San Carlos de Guatemala, define al agregado fino como aquella materia que pasa la malla de 3/8" (9.5mm) y casi totalmente la malla numero 4 (4.75mm), y es predominante retenido en la malla numero 200 (0.075 mm).

Absalón y Salas (2008) en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad de los Andes de Venezuela, define el agregado fino como el resultado de la desintegración y abrasión de roca o de la transformación de una arenisca que se desmenuza fácilmente, es el agregado que pasa la malla 3/8" (9.5mm) y casi totalmente la malla numero 4 (4.75mm), y es predominante retenido en la malla numero 200 (0.075mm).

Cáder (2012), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad De el Salvador, dice el agregado fino comúnmente consiste en arena natural o piedra triturada, siendo la mayoría de sus partículas menores de 4.75 mm. (Malla N°4), pero mayores de 0.075 mm. (Malla N°200).

Fernández (2010), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad San Carlos de Guatemala, define el agregado fino como el Agregado que tiene un diámetro que varía entre 0.074 y 4.76 mm. (Arena).

Los agregados finos comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 4.75 mm, generalmente la distribución del tamaño de las partículas de agregado fino ha permanecido dentro

de los límites recomendados para concreto normal por ASTM C-33, sin embargo, el agregado fino elegido debe tener módulo de finura en el rango de 2.7 a 3.2.

El uso de arena gruesa se sustenta en el hecho de que, en todas las mezclas de concreto de alta resistencia, la cantidad de cemento y cementantes es alta, por lo tanto existe una cantidad suficiente de partículas finas, y no es necesario el uso de arena fina para mejorar trabajabilidad o evitar segregación, además, el uso de arena gruesa provoca una mínima disminución en la cantidad de agua de mezclado, lo cual es ventajoso en cuanto a la resistencia y permite un corte más fácil de la pasta de cemento durante el mezclado.

El uso de uno u otro tipo de arena es indiferente en cuanto a sus ventajas, siempre y cuando ésta sea clara y no tenga arcilla o sedimentos, la arena natural debe contener una cantidad mínima de partículas de grosor mayor a 4.75 mm porque, generalmente estas partículas no son muy resistentes y pueden convertirse en un punto débil en el concreto.

Debido a que la calidad del agregado fino para elaborar concretos de alta resistencia es muy importante, a continuación, se presentan algunas recomendaciones para escoger este tipo de agregado:

- Un agregado fino con un perfil redondeado y una textura suavizada requiere menos agua de mezclado en el concreto, por esta razón es más recomendado el uso de este tipo de agregado cuando se requiere concretos con bajas relaciones agua/cementantes.
  
- Las arenas con módulos de finura por debajo de 2.5 dan concretos con consistencias densas, que los hace difíciles de compactar, por el contrario, las arenas con módulos de finura igual o mayor a 3.0 dan los mejores resultados en cuanto a trabajabilidad y resistencias a la compresión; para concretos de alta resistencia se recomienda usar arenas con un módulo de finura cercano a 3.0

➤ Para concretos con relaciones agua/cementantes bajos las cantidades de materiales cementantes son generalmente altas, por lo que, la granulometría del agregado fino no tiene mucha importancia.

#### **1.4.4. Propiedades.**

Existen muchas propiedades que deben cumplir los agregados, tales como propiedades físicas y mecánicas, asimismo propiedades térmicas, morfológicas, etc. A continuación, detallamos alguna de ellas:

**Propiedades Mecánicas:** Densidad, Dureza y Adherencia.

**Propiedades Físicas:** Granulometría, Peso unitario suelto y varillado, Peso específico, Contenido de humedad y Porcentaje de absorción.

#### **1.4.5. Ensayos de agregado para la dosificación de mezcla.**

##### **1.4.5.1. Granulometría**

Absalón y Salas (2008), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad de los Andes de Venezuela, define a la granulometría como la composición del material en cuanto a la distribución del tamaño de los granos que lo integran. Esta característica decide, de manera muy importante, la calidad del material para su uso como componente del concreto.

Cáder (2012), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad de el Salvador, define a la granulometría como la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136).

Con este ensayo de granulometría para ambos agregados podemos determinar el módulo de fineza y el tamaño máximo, tanto para el agregado fino como para el agregado grueso respectivamente. La granulometría es determinada por análisis de tamices (norma ASTM C 136).

➤ **Módulo de Fineza:** Es la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas N°. 4, 8, 16, 30, 50 y 100 y posteriormente dividido entre 100. El Módulo de fineza típico varía entre 2.3 y 3.1, representando el valor más alto una granulometría gruesa.

- Tamaño máximo: Es la primera malla por la que pasa todo el agregado grueso.
- Tamaño máximo nominal: Es la primera malla que produzca un retenido entre 5% y 10%.

#### **1.4.5.2. Peso unitario**

Es el peso por unidad de volumen (aparente). Se determinan dos formas de peso unitario.

- Peso Unitario Suelto: En el que el recipiente se llena normalmente sin presión alguna.
- Peso Unitario Compactado: En el que el recipiente se llena con tres capas compactando cada una con la varilla estándar.

#### **1.4.6. El cemento**

Laínez, Cruz, Martínez, y Velásquez (2012), obtención del título para ingeniero civil en la universidad de el salvador, define el cemento como un aglomerante en una mezcla de concreto, y actualmente se utilizan los denominados cementos Pórtland en sus distintos tipos los cuales la ser mezclados con agua tienen las propiedades de fraguar y endurecer. Este cemento es el resultado de pulverizar piedra caliza y arcilla los cuales se mezclan en hornos en temperatura de 1400 a 1600 grados centígrados, de esa manera se obtiene una materia llamado clinker cual posee propiedades hidráulicas; por lo tanto, el cemento Portland es un ligamento hidráulico que se obtiene al moler finamente el clinker de cemento Portland con una cantidad de yeso que está en el rango de 4 a 5 %.

#### **1.4.7. Clases de cementos**

Los cementos Portland, se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de normas para el cemento portland (C 150).

TIPO I: Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en la mismas no se especifica la utilización de los otros cuatro tipos de cemento.

TIPO II: Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.

TIPO III: es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II.

TIPO IV: Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.

TIPO V: Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar.

#### 1.4.7.1. Características del cemento portland tipo i

El cemento tipo I es un cemento de uso general, en nuestro país este cemento es fabricado en base a la norma ASTM –C150, la fabricación de este cemento es similar a la fabricación de cualquier otro tipo de cemento, pero cabe decir que este cemento está constituido nada mas de Clinker y yeso. Debido que es un cemento general, el cual puede ayudar a alcanzar altas resistencias puede ser utilizado en pavimentos, pisos, edificios de concreto reforzado, puentes.

**TABLA N° 2.1: Características físicas del cemento portland tipo I**

CARACTERISTICAS FISICAS	TIPO I - SOL	REQUISITOS ASTM C-150, NTP 334.002
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	3.11	.....
Fineza malta 100 (%)	0.04	.....
Fineza malta 200 (%)	4.14	.....
Superficie específica Blaine (cm/gr)	3480	Mínimo 2800
Contenido de aire (%)	9.99	Máximo 12
Expansión autoclave (%)	0.18	Máximo 0.8
Fraguado inicial vicat (hr.min)	1.49	Mínimo 0.45
Fraguado final vicat (hr.min)	3.29	Máximo 6.15
F <sup>c</sup> a 3 días (kg/cm <sup>2</sup> )	254	124 (12.4 Mpa)
F <sup>c</sup> a 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	301	193 (19.3 Mpa)
F <sup>c</sup> a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	357	276 (27.6 Mpa)
Calor de hidratación 7 días (cal/gr)	70.6	.....
Calor de hidratación 28 días (cal/	84.3	.....

*Fuente: Información proporcionada por el fabricante*

#### 1.4.8. Aspecto general

Absalón y Salas (2008) para la obtención del título de ingeniero civil en la universidad de los andes, define el agua como un líquido transparente, compuesto de dos moléculas de hidrogeno y una de oxígeno, (H<sub>2</sub>O) en estado puro es inodoro e insípido, no siempre se encuentra en estado puro por lo que puede contener en disolución gases y sales, en suspensión, polvos y a veces microbios.

El agua en el concreto ocupa un papel predominante en las reacciones del cemento durante el estado plástico, el proceso de fraguado y el estado endurecido del concreto; el agua se emplea en el concreto en dos diferentes formas, como Es permitido el uso de agua potable para consumo humano como agua de mezclado en concreto sin el examen de conformidad con los requerimientos de esta especificación.

El agua en la construcción tiene entre otras, dos aplicaciones importantes.

- **Agua de mezclado:** Agregada a las mezclas de concreto o de mortero para hacer reaccionar el aglomerante (cemento) dándole a la mezcla las propiedades resistentes deseadas y la fluidez necesaria para facilitar su manejo y colocación.
- **Agua de curado:** En elementos de concreto recién ejecutados.

En los dos casos las características del agua tienen efectos diferentes sobre el concreto, pero es recomendable utilizar el agua de una sola calidad en ambos casos.

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

Reaccionar con el cemento para hidratarlo.

- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

#### 1.4.9. Diseño de mezcla.

Bastardo y Fernández (2009), obtención del título para ingeniero civil en la universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, define el diseño de mezcla como un método, que, partiendo de unas características exigidas o deseables para el concreto, se puedan determinar las cantidades que debe haber de todos y cada y cada uno de los

componentes que intervienen en una mezcla, estableciendo la proporción óptima en la que se deben mezclar cada uno de sus elementos.

Por el grado de imprecisión que presentan los diseños de mezcla, se amerita ciertos ajustes luego de su desarrollo. Se puede dar mayor exactitud a las proporciones de los componentes empleando el criterio del diseñador, mediante tanteos y observaciones realizadas sobre mezclas de prueba realizadas en laboratorios o en obra.

#### **1.4.10. Resistencia del concreto.**

La resistencia mecánica del concreto (compresión, tracción y flexión), es evidentemente la cualidad más importante a buscar, el concreto es un material con muchas bondades para la construcción, es durable y presenta alta resistencia a la compresión, aunque no es tan bueno para resistir tracción, estas características hacen que se haga necesario reforzarlo para su óptimo desenvolvimiento como material de construcción.

#### **1.4.11. Resistencia a la compresión**

La característica más resaltante del concreto es su alta capacidad de resistencia a la compresión, siendo también el factor que se emplea frecuentemente para definir su calidad, la cual puede determinarse mediante el ensayo de laboratorio establecido en el NTP, provocando una falla de un cilindro Estándar de 30cm. de alto por 15cm. de diámetro, luego de permanecer sumergido en agua durante 28 días, y posteriormente ser sometido a fuerzas de compresión axial en una maquina universal.

#### **1.4.12. Índice de condición del pavimento (PCI – Pavement Condition Index)**

Luis Ricardo Vásquez Varela (2002) El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1

se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Cuadro 1.  
Rangos de calificación del PCI

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

#### 1.4.13. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. Las Figuras 1 y 2 ilustran los formatos para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

#### 1.4.14. Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- a). Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0$  m<sup>2</sup>. En el Cuadro 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.
- b). Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $20 \pm 8$  losas

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura.

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO**  
**EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO**

<b>ZONA</b>		<b>ABSCISA INICIAL</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
<b>CÓDIGO VÍA</b>		<b>ABSCISA FINAL</b>		<b>NÚMERO DE LOSAS</b>	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
<b>INSPECCIONADA POR</b>				<b>FECHA</b>	
<input type="text"/>				<input type="text"/>	
<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>	<b>No.</b>	<b>Daño</b>
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		
<b>Daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>No. Losas</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>	<b>ESQUEMA</b>
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					8
					o o o o o
					...
					o o o o o
					1 2 3 4

Figura 2. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concreto hidráulico.

#### 1.4.15. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

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

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $\sigma$ ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

#### 1.4.16. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

a). El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación 2.}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

$i$ : Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

b). El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo  $i$ .

Así, si  $i = 3$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo ( $i$ ) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc. Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

#### **1.4.17. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:**

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

#### **1.4.18. Evaluación de la Condición:**

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a). Equipo. • Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.  
• Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones. • Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

b). Procedimiento. Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

c). El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

#### **1.4.19. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo**

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

##### **1.4.19.1. Cálculo para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica:**

###### **Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos:**

1. a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.

1. b. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como

porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

**1. c.** Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

## **Etapas 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)**

**2. a.** Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

**2. b.** Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

**2. c.** Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

**2. d.** El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

## **Etapas 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.**

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

**3. a.** Determine el número de valores deducidos, q, mayores que 2.0.

**3. b.** Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.

**3. c.** Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

**3. d.** Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.

**3. e.** El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

4.9.7.2 Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento Pórtland:

**Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos.**

**1. a.** Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato PCI-02.

**1. b.** Divida el número de LOSAS contabilizado en 1.a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

**1. c.** Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

**Etapa 2. Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m)**

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, como se describió anteriormente.

**Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.**

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, pero usando la curva correspondiente a pavimentos de concreto.

**Etapa 4. Calcule el PCI restando de 100 el máximo CDV.**

En la Figura 3 se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

**1.4.20. Cálculo del PCI de una sección de pavimento.**

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria

sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

**1.4.21. Daños en vías con superficie en concreto de cemento pórtland.** (Luis Ricardo Vásquez Varela (2002))

**A) blowup - buckling.**

**Descripción:** Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

**Niveles de Severidad.**

L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.

H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

**Medida**

En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

**Opciones de Reparación**

L: No se hace nada. Parcheo profundo o parcial.

M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.



Figure 1: Blowup on SR 195 in eastern Washington.

## **B) GRIETA DE ESQUINA.**

Descripción: Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

### **Niveles de Severidad**

L: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna. M: Se define

por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)

H: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

### **Medida**

La losa dañada se registra como una (1) losa si:

1. Sólo tiene una grieta de esquina. 2. Contiene más de una grieta de una severidad particular. 3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.



Fuente: Joaquín Ignacio Rea

### **C). Losa dividida.**

Descripción: La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

Niveles de severidad

En el Cuadro 23.1 se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Medida

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.



Fuente: Edgar Gilberto Flores Huamán

## **D) grieta de durabilidad “d”.**

Descripción: Las grietas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

### **Niveles de severidad**

L: Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.

M: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad. 2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

### **Medida**

Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

H: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.



Figura. 30 Grieta de durabilidad  
FUENTE: (Vásquez, 2002)

E).

### **Escala.**

Descripción: Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

1. Asentamiento debido una fundación blanda. 2. Bombeo o erosión del material debajo de la losa. 3. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

### **Niveles de Severidad**

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en el Cuadro 25.1.

### **Medida**

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas. Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño, pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado.

H: Fresado.



Fuente: Realizado Por Asesoría Técnica Argos

#### **F). Daño del sello de la junta.**

Descripción: Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra. Los tipos típicos del daño de junta son:

1. Desprendimiento del sellante de la junta.
2. Extrusión del sellante.
3. Crecimiento de vegetación.
4. Endurecimiento del material llenante (oxidación).
5. Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
6. Falta o ausencia del sellante en la junta.

#### **Niveles de Severidad**

L: El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.

M: Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.

H: Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

### **Medida**

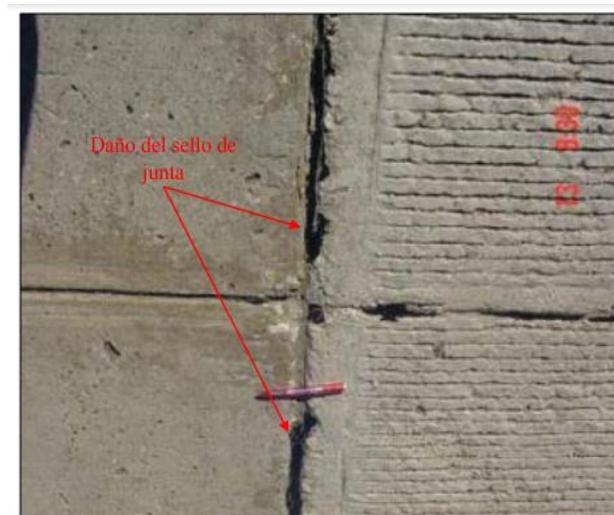
No se registra losa por losa, sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Resellado de juntas.

H: Resellado de juntas.



Fuente: (universidad Nacional de Colombia & Instituto de Vías, 2006)

### **G) desnivel carril / berma.**

Descripción: El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

### **Nivel de severidad**

L: La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.

M: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.

H: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

### **Medida**

El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño **se mide** separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.

### **Opciones de reparación**

L, M, H: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.



Fuente: (Hamilton Et Al 1999)

## **h) grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales).**

**Descripción:** Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

### **Niveles de severidad**

Losas sin refuerzo L: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm. 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm. 3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm. 2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

Losas con refuerzo L: Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala. 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm. 3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho. 2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

### **Medida**

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.



Fuente: (Universidad Nacional de Colombia & Instituto Nacional de Vías, 2006)

**i) parche grande (mayor de 0.45 m<sup>2</sup>) y acometidas de servicios públicos.**

**Descripción:** Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

**Niveles de severidad**

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche está moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.

H: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

**Medida**

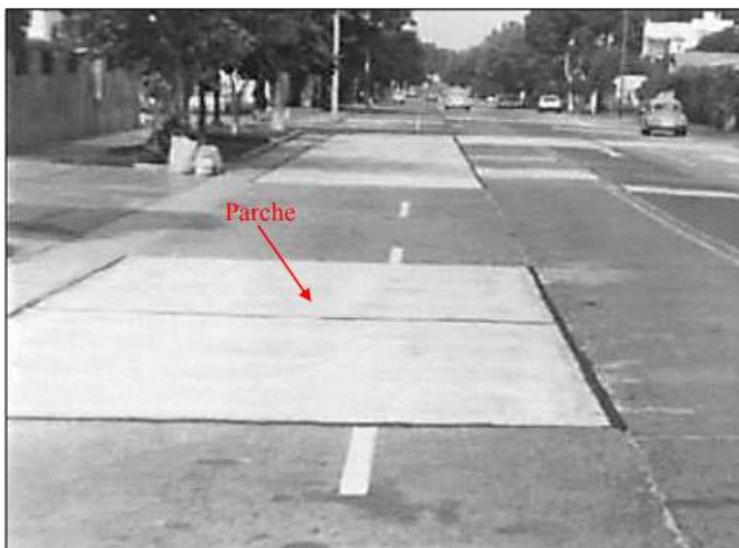
Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.

**Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.



Fuente: (Departamento de administración y evaluación de pavimentos, 2016)

#### **j) parche pequeño (menor de 0.45 m<sup>2</sup>).**

Descripción: Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

#### **Niveles de Severidad**

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

H: El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

#### **Medida**

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original.

#### **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.



Fuente: Vásquez (2002)

### **k) pulimento de agregados.**

Descripción: Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

#### **Niveles de Severidad**

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

#### **Medida**

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

#### **Opciones de reparación**

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.



Fuente: (Ruiz Brito,2011)

### l) popouts.

**Descripción:** Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

#### **Niveles de severidad**

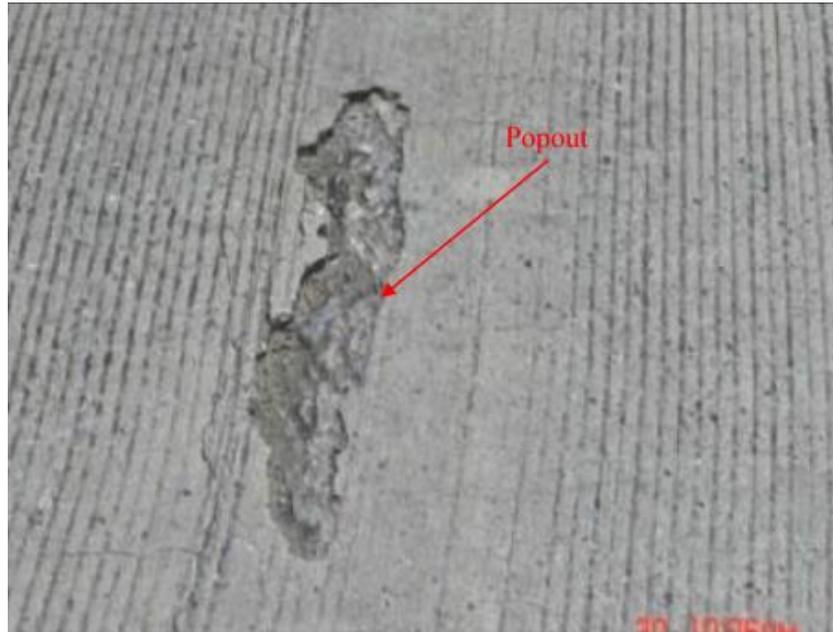
No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

#### **Medida**

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.

#### **Opciones de reparación**

L, M y H: No se hace nada.



Fuente: (Universidad Nacional de Colombia & Instituto Nacional de Vías, 2006)

#### **m) bombeo.**

**Descripción:** El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte.

#### **Niveles de Severidad**

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia.

#### **Medida**

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

### Opciones de reparación

L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.



Fuente: (Vásquez, 2020)

### n) punzonamiento.

Descripción: Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes, pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros)

### Niveles de Severidad

### Medida

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

### Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.



Fuente: (Hamilton Et Al, 1999)

### O) DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO.

**Descripción:** El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

### Niveles de Severidad

L: El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie esta en buena condición con solo un descamado menor presente.

M: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.

H: La losa esta descamada en más del 15% de su área.

### **Medida**

Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.

### **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.



Fuente: (Hamilton Et Al, 1999)

### **P) GRIETAS DE RETRACCIÓN.**

Descripción: Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.

### **Niveles de Severidad**

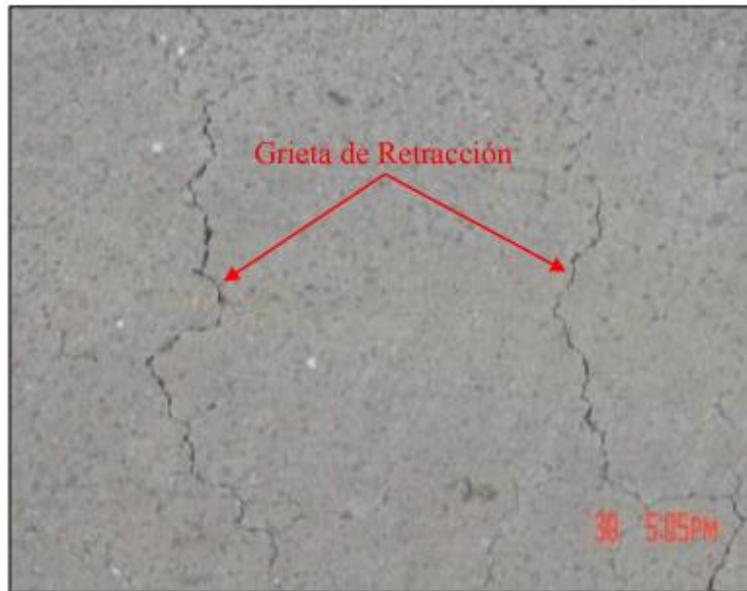
No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.

### **Medida**

Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.

### **Opciones de reparación**

L, M y H: No se hace nada.



Fuente: (Universidad Nacional de Colombia & Instituto Nacional de Vías, 2006)

### **Q) DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA.**

**Descripción:** Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

### **Niveles de severidad**

En el Cuadro 38.1 se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm<sup>2</sup> desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

### **Medida**

Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.



Fuente: (Ruiz Brito,2011)

## **R) Descascaramiento de junta.**

**Descripción:** Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles. 2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

### **Niveles de Severidad**

En el Cuadro 39.1 se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

### **Medida**

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

### **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.



Fuente: (Hamilton Et Al, 1999)

#### 1.4.22. Esclerómetro.

Es usado con frecuencia en nuestro medio, sin duda alguna la razón de su popularidad a un costo relativamente bajo, a la facilidad de su transporte y uso a la existencia de abundantes curvas que correlacionan el índice con la resistencia a la compresión y probablemente al relativo desconocimiento existente sobre una serie de factores que puedan afectar, a veces de una manera importante, e incluso e invalidar las determinaciones hechas con este popular instrumento. En primera instancia, y como otros ensayos no destructivos en hormigón, el sistema pretende inferir la resistencia a través de un sistema indirecto la medición de su dureza superficial en la medida que esta sea mayor. Teóricamente también debe serlo aquella (Gabriel Gómez Cortes,1986)

#### PROCEDIMIENTO

Se ubica el esclerómetro en forma perpendicular sobre la superficie del concreto que se va a evaluar y se ejerce una pequeña presión para permitir que el embolo se libere y se deja que se extienda hasta alcanzar su máxima extensión, eliminando la presión sobre el martillo, cuidando siempre que se conserve la perpendicularidad y que la presión sea uniforme hasta que la masa interna del martillo golpee la

superficie del concreto (Figura 42). Después del impacto se oprime el botón pulsador y se toma la lectura en la ventana de la escala graduada, registrando el índice de rebote, medido de 10 a 100, con dos cifras significativas (Mostacero Jáuregui, 2016)

Se ubica el esclerómetro en forma perpendicular sobre la superficie del concreto que se va evaluar y se ejerce una pequeña presión para permitir que el embolo se libere y se deja que se extienda hasta alcanzar su máxima extensión, eliminando la presión sobre el martillo, cuidando siempre que se conserve la perpendicularidad y que la presión sea uniforme hasta que la masa interna del martillo golpee la superficie del concreto (figura 41). Después del impacto se oprime el botón pulsador y se toma la lectura en la ventana de la escala graduada, registrando el índice de rebote, medido de 10 a 100, con dos cifras significativas (Mostacero Jáuregui 2016)



Fuente Propia (figura 41)

### 1.4.23. Operacionalización de la variable

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE(S)		
VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
<p><b>Condición de pavimento rígido en veredas</b></p>	<p>El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.</p> <p>El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1 se presentan los</p>	<p>La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. En los formatos para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del <math>PCI \pm 5</math> del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.</p>

	rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento Luis Ricardo Vásquez Varela (2002)	
--	---	--

## 1.5 Hipótesis

“la condición del pavimento rígido aplicando el método del pavement Condition index (PCI), en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash 2021 son favorables”

## 1.6. Objetivos

### Objetivo General:

- Determinar la condición operacional del pavimento rígido en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash 2021, aplicando el método del PCI.

### Objetivos Específicos:

- Inspeccionar visualmente el pavimento rígido en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash
- Identificar los daños teniendo en cuenta clase, severidad, cantidad en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash.
- Registrar en los formatos para la inspección de pavimentos de concreto, los datos de campo obtenidos en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash
- Verificar la estructura del pavimento rígido existente en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash a través de la Esclerometría.
- Determinar el índice de condición del pavimento rígido en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo y Diseño

La investigación fue de tipo descriptiva básica, Porque sometemos a prueba la teoría estudiando la relación entre fenómenos en este caso buscando determinar la condición operacional del pavimento rígido en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash 2021, aplicando el método del PCI para poder comprender sin considera mucho su aplicación en la resolución de problemas prácticos. De nivel descriptiva porque buscamos especificar propiedades, características y rasgos importante para así Determinar la condición operacional del pavimento rígido en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash 2020, aplicando el método del PCI, así mismo por la clase de medios a utilizar para obtener nuestros datos, las cuales serán métodos experimentales.

Diseño no Experimental, es decir que se fundamentan en la observación sin intervención y, luego, el análisis de los datos observados.

Asimismo, cabe mencionar que la investigación se desarrolló siguiendo el método Índice de Condición de Pavimentos (PCI), para su desarrollo es posible utilizar software para el procesamiento de los datos.

Para la recolección de datos se aplicó la evaluación de tipo visual y personalizada. El procesamiento de la información se hizo de manera manual, no se utilizó software.

La metodología utilizada, para el desarrollo del proyecto de investigación fue:

Recolección de antecedentes preliminares: En esta etapa se realizó la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayudó a cumplir con los objetivos de este proyecto de investigación.

Para el desarrollo del estudio se tomó las muestras del pavimento rígido en las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz de Región Ancash.

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1. Población:**

Para el presente proyecto de Investigación la población está demarcada sobre los límites de la urbanización 15 de febrero específicamente en las veredas del jirón San Miguel en la Caraz de Región Ancash. Asimismo, cabe señalar que el distrito de Caraz es uno de los diez que integran la provincia peruana de Huaylas ubicada en el departamento de Ancash, bajo la administración del Gobierno regional de Ancash, en el Perú.

Limita por el sur con el distrito de Pueblo Libre y Yungay; por el norte con el distrito de Santa Cruz; por el este con la Provincia de Poma bamba; por el oeste con los distritos de Huata y Pamparomás.

Asimismo, cabe indicar que esta obra fue construida en julio del 2013 en la Urb. 15 de febrero el cual se ubica al sur oeste de la capital de la provincia de Huaylas.

### **2.2.2. Muestra:**

las veredas conforman de 04 calles de jirón San Miguel de la urbanización 15 de febrero del distrito de Caraz-Huaylas-Ancash

Calles:

1. Calle 1 - 80 metros
2. Calle 2 – 70 metros
3. Calle 3 - 80 metros
4. Calle 4 – 70 metros

## **2.3. Técnicas e instrumentos de investigación.**

Se observó en campo las condiciones físicas del pavimento en las fichas de recolección de datos.

<b>Técnicas de Recolección de Información</b>	<b>Instrumento</b>
La observación	Ficha de Observación de PCI para pavimentos rígidos.

Instrumento de medición para determinar la resistencia a compresión de hormigones	Esclerómetro
---	--------------

## **2.4. Procesamiento y análisis de la información**

Los datos obtenidos fueron procesados con el software Excel y analizados los resultados con tablas, gráficos, promedios y porcentajes.

Para el caso de la variable dependiente se hizo uso del Formato de Evaluación PCI-02 como instrumento de recolección de datos, el cual fue diseñado en base al formato que la Norma ASTM D 6433-03, con algunas modificaciones acorde a nuestra realidad de evaluación.

## **III. RESULTADOS**

### **3.1. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO DE PCI**

#### **3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

El desarrollo de la evaluación de la condición del pavimento rígido se llevó a cabo en las veredas del Jirón San Miguel en la Urbanización 15 de febrero Caraz, tomando para el análisis 4 calles, teniendo una longitud total de vía de 300 metros.

#### **UBICACIÓN:**

#### **EN LAS VEREDAS DEL JIRON SAN MIGUEL EN LA URBANIZACION 15 DE FEBRERO CARAZ**

- Región : Ancash
- Provincia : Huaylas

- Distrito : Caraz
- Lugar : Jr. San miguel urbanización 15 de febrero



Figura 1: Ruta de evaluación

Fuente: Google Earth Pro

### 3.1.2. Coordenadas del inicio y final de la zona de estudio

Se usaron dos puntos de referencia para el inicio y final de la evaluación, los que fueron denominados B. M. "A" y "B", se presenta la Tabla 1. en la que se detalla las coordenadas de referencia de los B.M.

Tabla 1: Coordenadas de los B.M

COORDENADAS	B.M. "A"	B.M. "B"
ESTE	191747.19 m	191734.03 m
NORTE	8998498.37m	8998280.87.00 m S
ALTITUD	2500 m	2497 m

Fuente: Elaboración Propia.

## 3.2. PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO

### 3.2.1. Ficha de evaluación de la condición del pavimento rígido.

La recolección de la información para determinar la condición del pavimento rígido de la zona de estudio se desarrolló empleando fichas de campo denominado Formato de Evaluación de la Condición para Pavimentos Rígidos por unidad de muestreo (FORMATO PCI-02), Figura 2.

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**PCI-02. CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO**  
**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO**  
***LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO***

**I. Datos generales**

Nombre del inspector:

Zona:  Código de vía:

Prog. inicial:  Prog final:

**II. Código de fallas**

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Área > 0.45m <sup>2</sup> )	39	Descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Área < 0.45m <sup>2</sup> )		

**I. Evaluación de la condición**

Unid. de muestreo:  Número de losas:

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLA	ESQUEMA



	Z3-04	4	0+230 al 0+300
--	-------	---	----------------

Fuente: Elaboración Propia.

**Progresiva Inicial y Final:** según el plano general de la zona de estudio se colocó las progresivas de cada unidad de muestra evaluada.

**II. Código de fallas:** en este cuadro se codifica cada falla otorgándole un número acorde con lo establecido en la norma a la que estamos basándonos.

Tabla 3: código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Área > 0.45m <sup>2</sup> )	39	Descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Área < 0.45m <sup>2</sup> )		

Fuente: Elaboración Propia.

**III. Evaluación de la condición:** en este ítem se colocan los datos netos de la inspección visual hecha a las unidades de muestra, en la que se registran los siguientes datos:

- **Unidad de Muestreo:** para empezar la inspección se divide a la zona de estudio en unidades de muestreo, en este casillero se coloca el número de unidad de muestreo que se está evaluando.

- **Número de Losas:** se coloca en este recuadro el número de losas que compone la unidad de muestreo que se está inspeccionando, siendo el número máximo 20 losas por unidad de muestreo.
- **Código de Falla:** colocar según la Tabla 3. el código que le compete a la falla que es analizada en ese momento.
- **Severidad:** cada falla reconocida en las losas tiene 3 diferentes severidades, “L” bajo, “M” medio y “H” alto, los que son colocados en este recuadro de acuerdo a la inspección que se hace.
- **Cantidad de falla:** se coloca en este recuadro la cantidad de veces que se repite cada falla con la misma severidad en la unidad de muestreo evaluada.
- **Esquema:** aquí se dibuja un esquema de las losas que componen la unidad de muestreo, detallando en que losas se ubican las diferentes fallas encontradas.

### 3.3. INSPECCIÓN VISUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

#### A) DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS

La inspección visual y levantamiento de datos de la zona de estudio se realizó con ayuda del Formato PCI-02, teniendo como objetivo el registro y medición de todas las fallas presentes en las losas analizadas.

Previo al levantamiento de datos y por motivos de trabajo seguro sin interrupción del tráfico común de la zona de estudio, se procedió a solicitar el permiso de uso de vías para su análisis con motivos académicos, el mismo que fue presentado con fecha 07 de diciembre del 2020 a la Honorable Municipalidad provincial de Huaylas Figura.3.


 Municipalidad Provincial de Huaylas  
**FORMULARIO ÚNICO DE TRÁMITE FUT**  
 Distribución Gratuita

SELLO DE RECEPCIÓN

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUAYLAS  
 MESA DE PARTES

Solicitante: FACILIDADES PARA REALIZAR CUANTIFICAMIENTO DE INFORMACIÓN SOBRE LA CONDICIÓN DE EQUIPAMIENTO DE LAS CALLES DE LA ZONA URBANIZADA

Señor:  
**ESTEBAN ZÓSIMO FLORENTINO TRANCA**  
 Alcalde de la Municipalidad Provincial de Huaylas

**I Datos del Solicitante**

FELIX VICTOR MAZA CABANERO

1.1 Nombres y Apellidos / Razón Social

1.2 Tipo de Documento

D.N.I.	R.U.C.	C.E.
4 3 1 3 0 7 9 6		

1.3 Dirección (Av./ Calle / Jirón / Psje. / Mz. / Lote / Urb).

UBZ 15 DE FEBRERO Mz D. 11 68

Centro Poblado/ Caserío	Distrito	Provincia
	CARAZ	HUAYLAS

Nº Telefónico	Nº Celular	Correo Electrónico
9 6 6 9 9 2 2 8 5	9 6 6 9 9 2 2 8 5	felix.maza@hotmail.com

**II Fundamentos del Pedido**

DESCRIBIENDO QUE EL OBJETIVO DE ESTE TRÁMITE ES PERMITIR LA REALIZACIÓN DE CUANTIFICAMIENTO DE INFORMACIÓN SOBRE LA CONDICIÓN DE EQUIPAMIENTO (CCE) DE LAS CALLES DE LA ZONA URBANIZADA UBZ 15 DE FEBRERO - CARAZ PARA REALIZAR ESTE TIPO DE CUANTIFICAMIENTO EN EL CONTENIDO DE LAS CALLES DE LA ZONA URBANIZADA UBZ 15 DE FEBRERO.

**III Anexos**

1.- <u>CARTA NI D. 11-2016-000000000000</u>	5.- _____
2.- _____	6.- _____
3.- _____	7.- _____
4.- _____	8.- _____

Lugar y Fecha  
 Caraz, 14 DE FEBRERO

  
 Firma del Solicitante

Jr. San Martín Nº 1121, Central Telefónica 043-391029, Lunes a Viernes 7:45 a.m. – 1:00 p.m. y 2:30 p.m. – 5:00 p.m.

Figura 3: Solicitud permiso de uso de vía.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez obtenido el permiso, se inició el procedimiento haciendo un cómputo del número de unidades de muestreo por zona.

Zona urbanización 15 de febrero, de la cual se obtiene la Tabla 4. en la que se detalla el número de unidades de muestreo por zona.

Tabla 4: Unidades de Muestreo por Zonas.

ZONA	VÍA	UNID. DE MUESTREO	TOTAL
Zona 1	Calle-01	38	80
	Calle-02	42	
Zona 2	Calle-03	32	67
	Cale -04	35	
	TOTAL U.M.		147

Fuente: Elaboración Propia.

Conociendo el número de unidades de muestreo por zona se inició la inspección visual y toma de datos, considerando las medidas de seguridad para el correcto desempeño de los inspectores.



Figura 4: Trabajo con Conos y Cintas de Seguridad.

Fuente: Elaboración Propia.

Asimismo, con la finalidad de no obstruir el tráfico común de la zona de estudio, se trabajó con la ayuda de un par de vigías, los que ayudaron con el control de tráfico para un trabajo seguro y ordenado, Figura 5.



Figura 5: Vigía controlando el tráfico durante la evaluación.  
Fuente: Elaboración Propia.

Se hizo el levantamiento de datos tomando primero todas las medidas del contorno de la unidad de muestreo, con ayuda de una cinta métrica (Figura 6.), para esquematizarlo en el Formato PCI-02, una vez se tomaron las medidas, se continuó detallando todas las fallas presentes en cada losa, sus severidades y su extensión por unidad de muestreo, considerando los métodos de medición que exige el ASTM D 6433-03. Todos los datos se consignaron en el Formato PCI-02.



Figura 6: Inspector tomando las medidas del contorno de la unidad  
Fuente: Elaboración Propia

## APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI

Se detallará la aplicación de la metodología, realizando el cálculo del PCI a una unidad de muestreo seleccionada aleatoriamente, con el fin de observar el procedimiento paso a paso de cómo realizar una evaluación de la condición, cómo obtener el índice de condición PCI y conocer la condición actual de la unidad de muestra.

Se tomará como ejemplo la unidad de muestra "UM-28" del Jr. San Miguel en ña Urbanización 15 de febrero. Los evaluadores identificaron las progresivas del punto de inicio y punto final de la "UM-28", definieron las características geométricas, y posteriormente se empezó con el registro de los datos en la hoja formato PCI-02.

En la siguiente imagen se observa la evaluación de la condición por unidad de muestreo de la "UM-28", bajo el formato de registro y aplicación de la metodología PCI, obteniendo los parámetros de evaluación, su índice de condición y la condición del estado del pavimento de la "UM-28".

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**PCI-02. CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO**  
**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO**  
***LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO***

### III. Datos generales

Nombre del inspector:

Zona:  Código de vía:

Prog. inicial:  Prog final:

### IV. Código de fallas

<b>COD. DE FALLA</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>COD. DE FALLA</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina

29	Parche Grande (Área > 0.45m <sup>2</sup> )	39	Descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Área < 0.45m <sup>2</sup> )		

Fuente: Elaboración propia

## II. Evaluación de la condición

### III.

Unid. de muestreo:

38-42-32-35

Número de losas:

147

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLA	ESQUEMA
22	L	1	
23	M	1	
28	L	2	
31	L	20	
32	L	17	
36	L	4	
39	M	6	
39	H	8	

				31 M, 38 L	31 M, 38 L	
--	--	--	--	---------------	---------------	--

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

#### I. Cálculo de los Valores Deducidos

Tabla 5: Cálculo de los Valores Deducidos

N°	COD. DE FAL.	SEVERIDAD	CANT. DE F.	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	1	5.00%	4.00
2	23	M	1	5.00%	15.00
3	28	L	2	10.00%	6.30
4	31	L	20	100.00%	9.40
5	32	L	17	85.00%	9.00
6	36	L	4	20.00%	4.60
7	39	M	6	30.00%	12.90
8	39	H	8	40.00%	37.40
9	0	0	0	0.00%	0.00
10	0	0	0	0.00%	0.00
11	0	0	0	0.00%	0.00
12	0	0	0	0.00%	0.00

Fuente: elaboración propia

#### II. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

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

HDV:

37.4

Número Máximo de  
V.D. (m): "m" a usar:

6.75

7

HDV: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

\*Incluir las fracciones del valor que arroje "m"

#### III. Cálculo del "Máximo Valor Deducido Corregido" (CVD).

Tabla 6: Cálculo del "Máximo Valor Deducido Corregido" (CVD).

			VALORES DEDUCIDOS									VDT	q	CVD
37.4	15.0	12.9	9.4	9.0	6.3	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	94.60	7	46.40
37.4	15.0	12.9	9.4	9.0	6.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.00	6	47.00
37.4	15.0	12.9	9.4	9.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.70	5	47.90
37.4	15.0	12.9	9.4	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.70	4	46.30
37.4	15.0	12.9	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.30	3	47.00
37.4	15.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.40	2	46.00
37.4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.40	1	49.40
												0.00		
												0.00		
												0.00		
												0.00		
												0.00		
												<b>MÁX CDV:</b>	<b>49.40</b>	

Fuente: elaboración propia.

#### IV. Cálculo del PCI de la Unidad de Muestreo

$$PCI = 100 - MAX CDV$$

Índice de Condición del Pavimento 50.6 (PCI):

Condición de pavimento:

**REGULAR**

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Figura 7: Ejemplo de la aplicación de la metodología PCI en la UM28.

Fuente: Elaboración Propia

Los parámetros de evaluación encontrados en la unidad de muestra “UM-28” Jr. San Miguel, fueron los siguientes:

- Se encontraron 7 tipos de fallas, las cuales fueron: Pandeo, Grieta de Esquina, Grieta Lineal, Pulimiento de Agregados, Popouts, Desconchamiento y Descascaramiento de Junta.

Las severidades que presentaron estos 7 tipos de fallas fueron:

- Low (L, Bajo): Pandeo, Grieta Lineal, Pulimiento de Agregados, Popouts y Desconchamiento, que se encontraron en las 20 losas analizadas.
- Medium (M, Medio): Grieta de Esquina y Descascaramiento de Junta. o High (H, Alto): Descascaramiento de Junta.
- La extensión que tuvo cada tipo de falla se encontraba presente en las 20 diferentes losas analizadas en la presente unidad de muestreo.

A continuación de este procedimiento los pasos que se siguieron para realizar la evaluación de la condición fueron los que se describen en el Capítulo II MARCO TEÓRICO ítem 2.2.5, que nos explica que para la evaluación se procede a realizar 4 etapas de procedimiento, los que se aplicaron a la “UM-28” de la siguiente manera:

- Se determinó el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas y tablas denominadas “valor deducido de falla”.
- Una vez obtenidos los valores deducidos, identificamos los valores mayores a “2,0”, la metodología PCI menciona que, si encontráramos uno o ningún valor mayor a “2,0”, no es necesario hacer una corrección de los valores deducidos y el cálculo del PCI sería deduciendo el “total de los valores deducidos”, de lo contrario se procede a corregir los valores deducidos para encontrar el “máximo valor deducido corregido”.
- En el caso de la unidad de muestra “UM-28”, se puede observar que existen 7 valores mayores a “2,0”, además de que para el análisis se toma en cuenta el valor de “q” que es el máximo número de valores deducidos.
- Los valores deducidos individuales se ubicarán de manera descendente en cada fila, una vez realizado esto, se sumarán para obtener el “valor deducido total (VDT)”.
- En la siguiente fila se reduce a “2,0” el menor de los valores deducidos individuales, se repite este paso hasta que el “q” sea igual a “1” como se observa en el desarrollo de la unidad de muestra “UM-28”.
- Una vez reducidos los valores deducidos individuales, obtenidos los valores deducidos totales, e identificado los “q” hasta “1”. Se prosigue a encontrar el valor deducido corregido por cada “valor deducido total (VDT)”. Estos valores se obtienen de la curva de valores deducidos corregidos que se encuentra en el Anexo III CURVA

La aplicación del método se llevó a cabo con la debida capacitación y con apoyo de personal con experiencia en evaluación de pavimentos.

Se recolecto información bajo los formatos del PCI, se identificaron las fallas de las vías teniendo en cuenta los 03 parámetros de evaluación. Posteriormente la información fue procesada en hojas de cálculo programadas para encontrar el valor del PCI por cada unidad de muestra. En los ítems siguientes se presentarán los resultados obtenidos de la evaluación realizada en las vías de estudio.

### 3.5. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presentación de resultados se efectuará por zonas las que a continuación se detalla.

#### 3.5.1. Evaluación de la condición del pavimento en la zona

#### 3.5.2. Descripción preliminar

La zona de estudio denominada Zona 15 de febrero está compuesta por 4 calles, descritas sus longitudes y denominaciones en la Tabla 4, dentro de las cuales se tiene un total de 54 unidades de muestreo. En la siguiente figura se muestra la zona de estudio:



Figura 8: Zona de Estudio Z1 – 15 de febrero

Fuente: Google Earth

### 3.5.3. Análisis de la zona

La evaluación superficial del pavimento rígido de la Zona Z1 15 de febrero fue mediante la aplicación de la metodología “Pavement Condition Index” (PCI) aplicados a cada una de las 80 unidades de muestreo de la calle 1 y calle 2 de la Zona 1.

Los resultados serán presentados bajo los indicadores de la metodología PCI, los cuales son: parámetros de evaluación, índice de condición, y condición del pavimento; y que son presentados en los siguientes ítems.

#### A. ANÁLISIS DE LA Z1- CALLE 1

#### RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

En la tabla 7., se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y cantidad de falla que se levantó en campo con unidades de muestreo de 38, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 1 (Calle 1) Vía Z1-01.

Tabla 7: Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA		TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		
				H	M	L
Z1 CALLE 1	Z1-01	21	Pandeo	0	0	1
		22	Grieta de esquina	5	16	0
		23	Losa dividida	12	7	2
		24	Grieta de durabilidad "D"	0	2	1
		25	Escala	0	0	3
		26	Sello de junta	0	36	0
		27	Desnivel Carril / Berma	6	0	0
		28	Grieta lineal	5	29	2
		29	Parche Grande (Área > 0.45m <sup>2</sup> )	15	2	0
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m <sup>2</sup> )	0	0	0
		31	Pulimento de Agregados	34	12	0
		32	Popouts	0	21	0
		33	Bombeo	0	0	0
		34	Punzonamiento	0	0	0
		35	Cruce de vía férrea	0	0	0
		36	Desconchamiento	0	0	0
		37	Retracción	0	0	0
		38	Descascaramiento de esquina	8	25	5
		39	Descascaramiento de junta	6	12	13

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8: Se muestra el cómputo del número de losas que presentan cada tipo de falla.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		CANT. DE LOSAS
Z1  CALLE 1	Z1-01	21	Pandeo	1
		22	Grieta de esquina	21
		23	Losa dividida	21
		24	Grieta de durabilidad "D"	3
		25	Escala	3
		26	Sello de junta	36
		27	Desnivel Carril / Berma	6
		28	Grieta lineal	17
		29	Parche Grande (Área > 0.45m <sup>2</sup> )	17
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m <sup>2</sup> )	0
		31	Pulimento de Agregados	26
		32	Popouts	32
		33	Bombeo	0
		34	Punzonamiento	0
		35	Cruce de vía férrea	0
		36	Desconchamiento	0
		37	Retracción	0
		38	Descascaramiento de esquina	30
		39	Descascaramiento de junta	25

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos presentados en la Tabla 8., se realizó una comparación entre la Cantidad de Losas por tipo de Falla que se muestra en la figura 1., con el fin de notar cual es el tipo de falla que es más frecuente en la Zona Z1.

Los resultados que arroja la Gráfica 1. nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 26 Sello de junta, la que está presente en 36 losas de las 20 Unidades de Muestreo evaluadas en esta Zona; seguidos de la Falla 26 Sello en Junta, que está presente en 36 losas, asimismo se muestra que no se registraron las fallas de tipo 33 Bombeo, 34 Punzonamiento, 35 Cruce de Vía Férrea, 36 Desconchamiento y 37 Retracción.

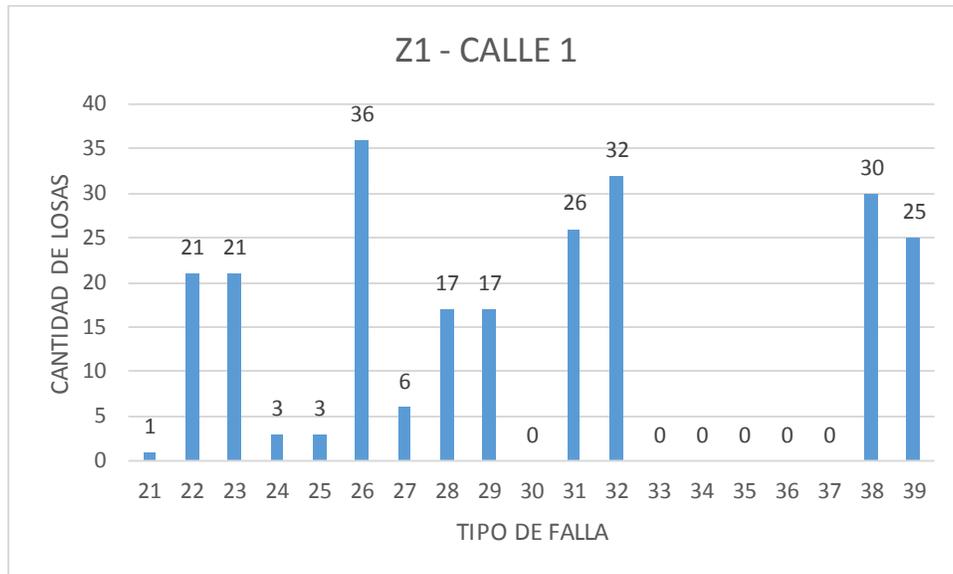


Figura 1: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.  
Fuente: Elaboración Propia.

De los datos computados en la tabla 7. se pudo obtener la figura 2., la cual muestra las cantidades de losas por tipo de falla y severidad que se presentan en las 38 Unidades de muestreo presentes en la zona Z1- calle 1.

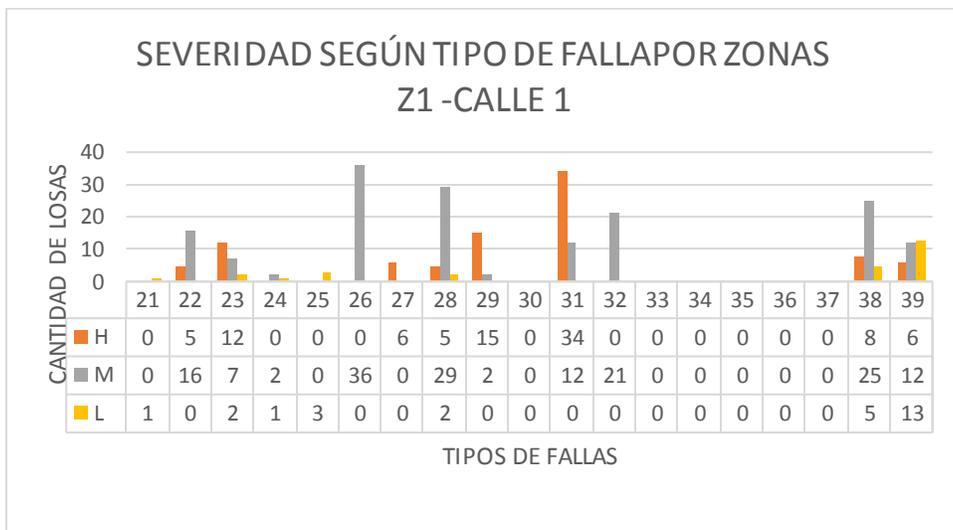


Figura 2: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad  
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados que arroja la figura 2. nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 26 Sello de junta, la que está presente en 36 losas, seguidos de la Falla 28 Grieta lineal, que está presente en 29 losas.

### DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA ZONA Z1- Calle 1

Una vez obtenidos los parámetros de evaluación en las 10 unidades de muestreo del Ca. Caraz, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), para encontrar su índice de condición y así conocer la condición en el que se encuentran. Se elaboró la Tabla 4. en la que se presenta los resultados del análisis.

Tabla 9: Resultados del Índice de Condición de la Z1-03 15 de febrero

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z1	Z1-01	UM-01	50,6	REGULAR	<b>43,06</b>	<b>REGULAR</b>
Z1	Z1-01	UM-02	49	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-03	41	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-04	36,6	MALO		
Z1	Z1-01	UM-05	40,5	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-06	51,6	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-07	16	MUY MALO		
Z1	Z1-01	UM-08	44,8	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-09	50	REGULAR		
Z1	Z1-01	UM-10	50,5	REGULAR		

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que se computa en la Tabla 9, el Índice de la Condición del Pavimento Rígidos de la Zona Z1-01 es de **43,6**, según este índice se le otorga una clasificación de **REGULAR**.

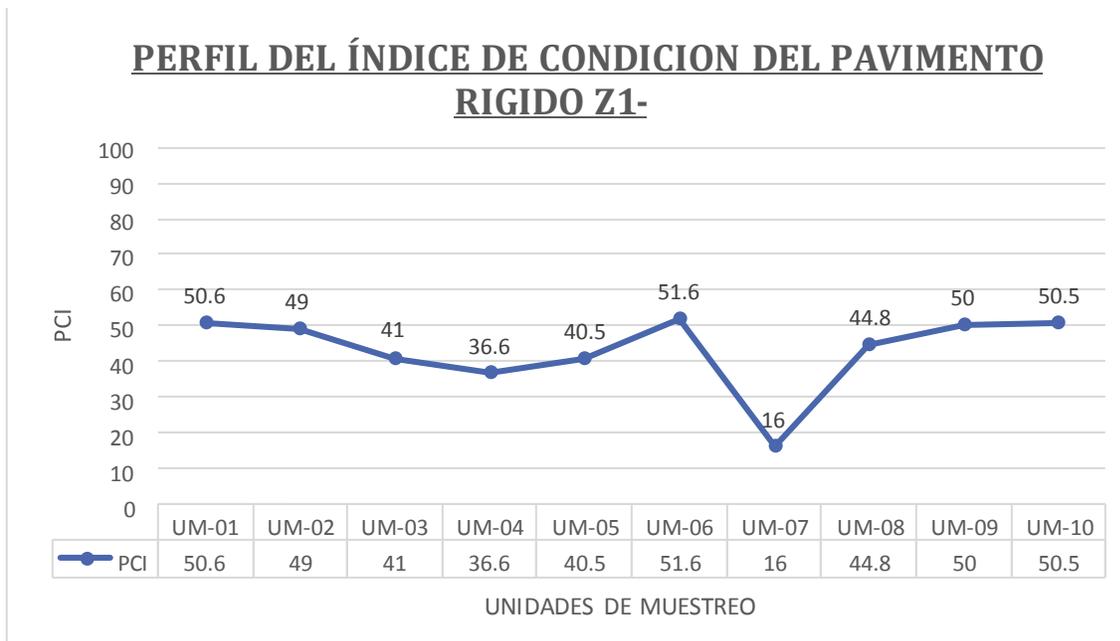


Figura 3: Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona z1-01.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 3. se muestra los resultados del PCI por cada unidad de muestreo de la zona Z1-01, en la que podemos observar que el máximo PCI obtenido es de 51,6 en la UM-06 que lo clasifica como una condición REGULAR, asimismo el mínimo valor de PCI es de 16 en la UM-07 que está clasificado como una condición MUY MALO.

De igual forma de la Tabla 4. se logró computar los datos para determinar cuál es la condición de pavimento más frecuente en la Zona Z1-01, la que se muestra en la figura 4.

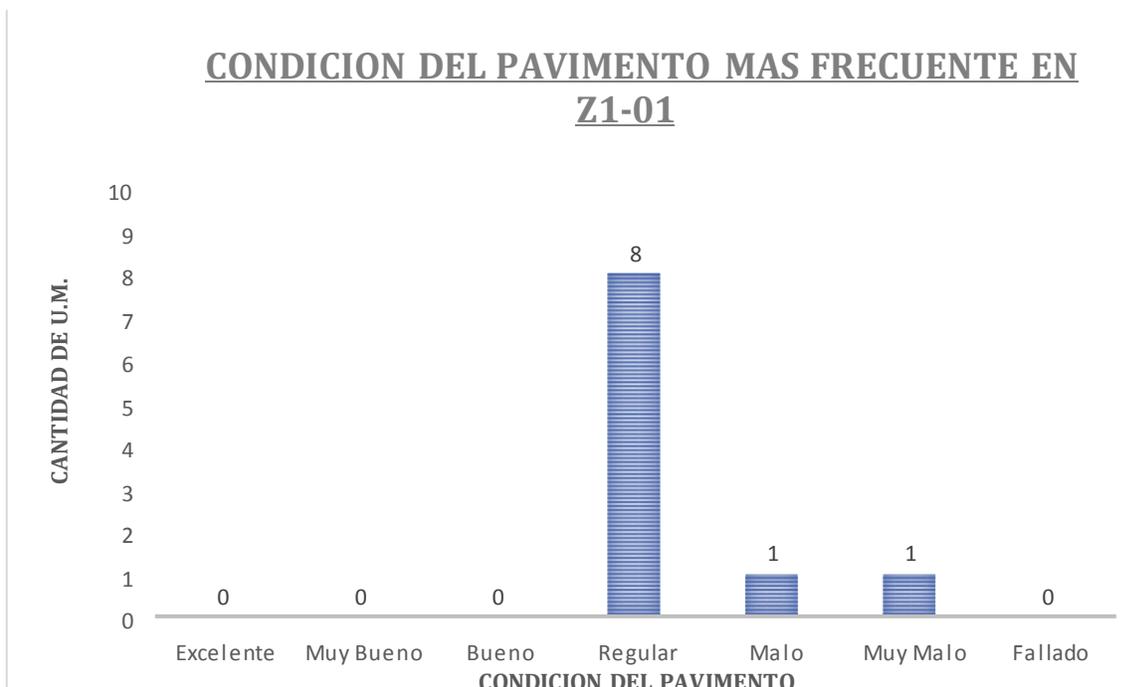


Figura 4: Estado de pavimento más frecuente en la zona Z1-01.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 4., se muestra que la condición de pavimento más frecuente es el de REGULAR que está presente en 8 unidades de muestreo de la Zona Z1-01.

## **B. ANÁLISIS DE LA Z1- CALLE 2**

### **RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN**

En la tabla 10, se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y Cantidad de falla que se levantó en campo, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 1 (CALLE 2) Vía Z1-02.

Tabla 10: Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z1-02.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		SEVERIDAD		
				H	M	L
Z1 Calle 2	Z1-02	21	Pandeo	0	7	17
		22	Grieta de esquina	5	6	4
		23	Losa dividida	4	5	2
		24	Grieta de durabilidad "D"	0	11	3
		25	Escala	0	0	0
		26	Sello de junta	0	11	0
		27	Desnivel Carril / Berma	0	0	0

		28	Grieta lineal	3	19	4
		29	Parche Grande (Área > 0.45m2)	6	8	0
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m2)	0	0	0
		31	Pulimento de Agregados	25	0	0
		32	Popouts	8	1	0
		33	Bombeo	0	0	0
		34	Punzonamiento	0	0	0
		35	Cruce de vía férrea	0	0	0
		36	Desconchamiento	2	8	2
		37	Retracción	0	16	0
		38	Descascaramiento de esquina	0	8	9
		39	Descascaramiento de junta	0	12	12

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11: Se muestra el cómputo de la cantidad de losas que presentan cada tipo de falla.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		CANT. DE LOSAS
Z1 Calle 2	Z1-02	21	Pandeo	4
		22	Grieta de esquina	5
		23	Losa dividida	11
		24	Grieta de durabilidad "D"	14
		25	Escala	0
		26	Sello de junta	3
		27	Desnivel Carril / Berma	0
		28	Grieta lineal	19
		29	Parche Grande (Área > 0.45m2)	17
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m2)	0
		31	Pulimento de Agregados	25
		32	Popouts	9
		33	Bombeo	0
		34	Punzonamiento	0
		35	Cruce de vía férrea	0
				36
		37	Retracción	9
		38	Descascaramiento de esquina	27
		39	Descascaramiento de junta	6

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos presentados en la Tabla 10., se realizó una comparación entre la Cantidad de Losas por tipo de Falla que se muestra en la figura 5., con el fin de notar cual es el tipo de falla que es más frecuente en la Zona Z1- Calle 2. Los resultados que arroja la Gráfica 5. nos

muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados, la que está presente en 25 losas de las 12 Unidades de Muestreo evaluadas en esta Zona; seguidos de la Falla 28 Grieta Lineal, que está presente en 19 losas, asimismo se muestra que no se registraron las fallas de tipo 25 Escala, 27 Desnivel Carril/Berma, 30 Parche Pequeño, 33 Bombeo, 34 Punzonamiento y 35 Cruce de Vía Férrea.

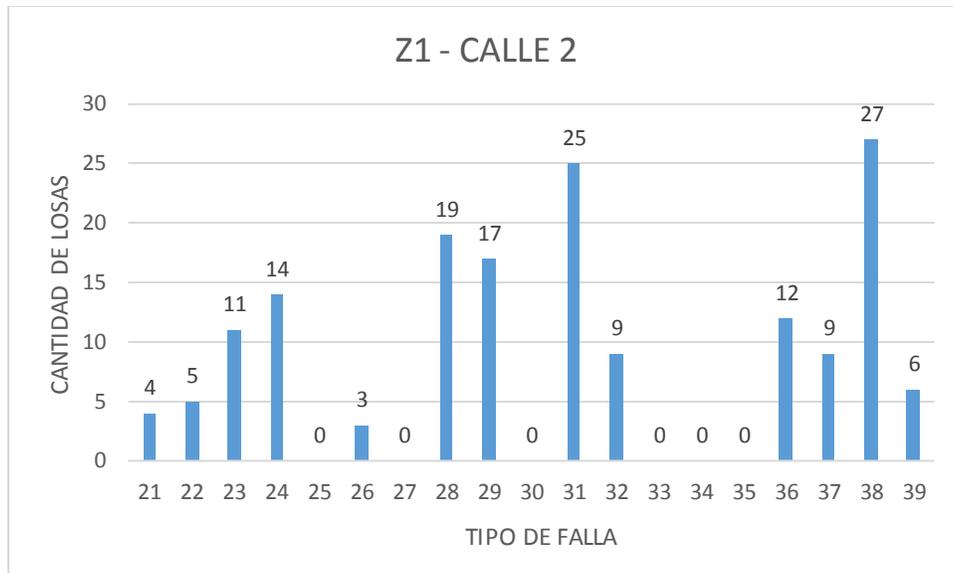


Figura 5: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos computados en la tabla 11. se pudo obtener la figura 6, la cual muestra las cantidades de losas por tipo de falla y severidad que se presentan en las 42 Unidades de muestreo presentes en la zona Z1- calle 2.

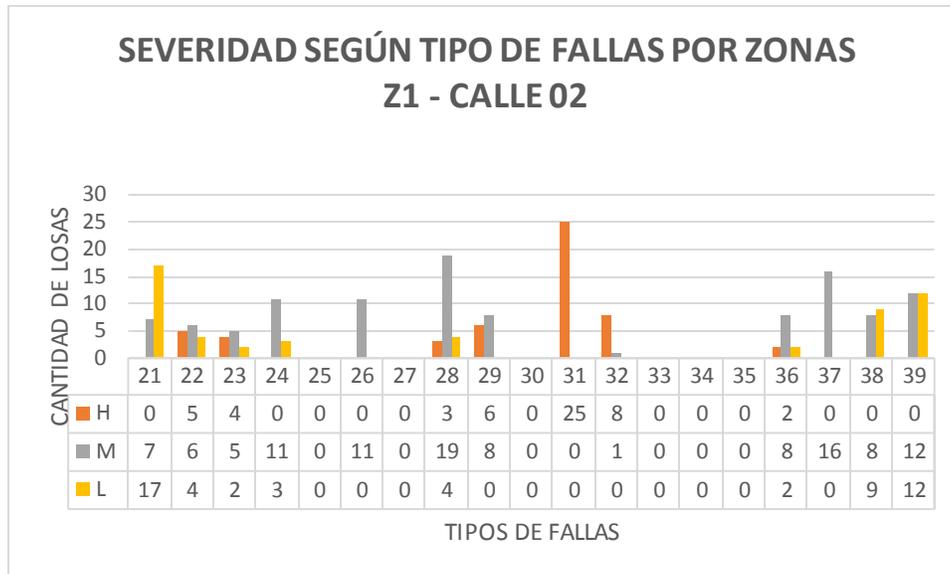


Figura 6: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.  
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados que arroja la figura 6. nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados de severidad Alta (H), la que está presente en 25 losas, seguidos de la Falla 28 Grieta Lineal severidad Media (M) que está presente en 19 losas.

#### ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA ZONA Z1 - Calle2

Una vez obtenidos los parámetros de evaluación en las 12 unidades de muestreo de la Vía, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), para encontrar su índice de condición y así conocer la condición en el que se encuentran. Se elaboró la Tabla 12. en la que se presenta los resultados del análisis.

Tabla 12: Resultados del Índice de Condición de la Z1-02.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z1	Z1-02	UM-11	50.5	REGULAR	<b>50,98</b>	<b>REGULAR</b>
Z1	Z1-02	UM-12	40.5	REGULAR		
Z1	Z1-02	UM-13	54	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-14	73.9	MUY BUENO		
Z1	Z1-02	UM-15	51.6	REGULAR		
Z1	Z1-02	UM-16	32	MALO		
Z1	Z1-02	UM-17	31.7	MALO		

Z1	Z1-02	UM-18	69	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-19	55.2	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-20	55.4	BUENO		
Z1	Z1-02	UM-21	49	REGULAR		
Z1	Z1-02	UM-22	49	REGULAR		

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que se computa en la tabla 12., el Índice de la Condición del Pavimento Rígidos de la Zona Z1-02 es de **50,98**, según este índice se le otorga una clasificación de **REGULAR**.

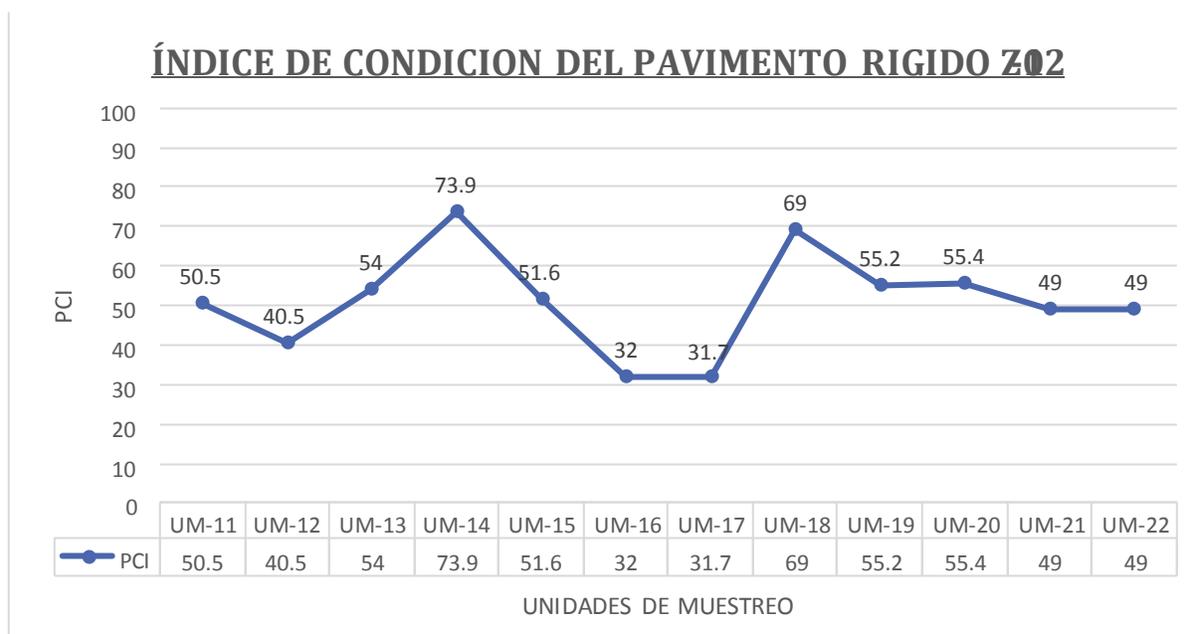


Figura 7: Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z1-02.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 7. se muestra los resultados del PCI por cada unidad de muestreo de la zona Z1-02, en la que podemos observar que el máximo PCI obtenido es de 73,9 en la UM-14 que lo clasifica como una condición de MUY BUENO, asimismo el mínimo valor de PCI es de 31,7 en la UM-17 que está clasificado como una condición de MALO.

De igual forma de la Tabla 12. se logró computar los datos para determinar cuál es la condición de pavimento más frecuente en la Zona Z1-Calle 2, la que se muestra en la figura 8.

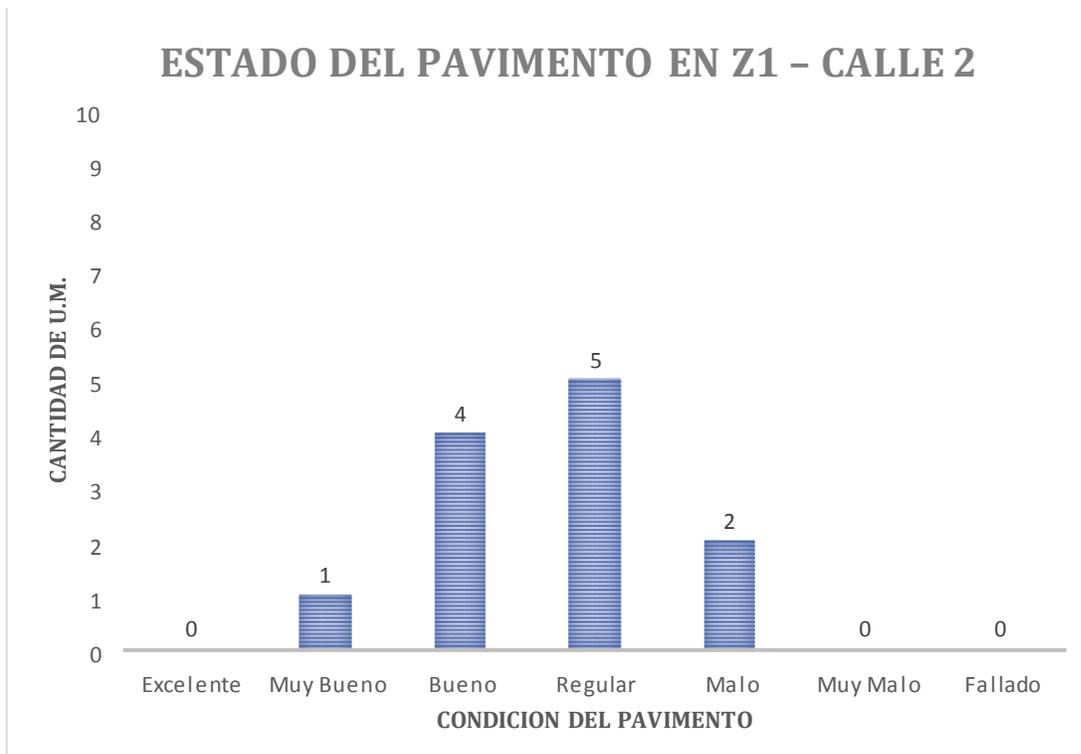


Figura 8: Condición de pavimento más frecuente en la zona Z1-02.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 8 se muestra que la condición de los pavimentos más frecuente es el de REGULAR que está presente en 5 unidades de muestreo de la Zona Z1-02.

### C. ANÁLISIS DE LA Z2 - CALLE 3

#### **RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN**

En la tabla 13, se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y Cantidad de falla que se levantó en campo con unidades de muestreo de 32, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 2 (CALLE 3)

Tabla 13: Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo de la Z2-03.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		SEVERIDAD		
				H	M	L
Z2 Calle 3	Z2-03	21	Pandeo	0	0	0
		22	Grieta de esquina	4	0	0
		23	Losa dividida	0	3	0
		24	Grieta de durabilidad "D"	0	0	0
		25	Escala	0	6	0

		26	Sello de junta	0	0	0
		27	Desnivel Carril / Berma	0	0	0
		28	Grieta lineal	1	0	0
		29	Parche Grande (Área > 0.45m2)	0	0	0
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m2)	0	0	0
		31	Pulimento de Agregados	20	8	0
		32	Popouts	0	0	0
		33	Bombeo	0	0	0
		34	Punzonamiento	0	0	0
		35	Cruce de vía férrea	0	0	0
		36	Desconchamiento	0	8	9
		37	Retracción	0	0	6
		38	Descascaramiento de esquina	0	9	0
		39	Descascaramiento de junta	0	17	0

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 14., se muestra el cómputo de la cantidad de losas que presentan cada tipo de falla.

Tabla 14: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla de la Z1-03.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		CANT. DE LOSAS
Z2 Calle 3	Z2-03	21	Pandeo	0
		22	Grieta de esquina	4
		23	Losa dividida	3
		24	Grieta de durabilidad "D"	0
		25	Escala	6
		26	Sello de junta	0
		27	Desnivel Carril / Berma	0
		28	Grieta lineal	1
		29	Parche Grande (Área > 0.45m2)	0
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m2)	0
		31	Pulimento de Agregados	28
		32	Popouts	0
		33	Bombeo	0
		34	Punzonamiento	0
		35	Cruce de vía férrea	0
		36	Desconchamiento	17
37	Retracción	6		
38	Descascaramiento de esquina	9		
39	Descascaramiento de junta	17		

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos presentados en la Tabla 14., se realizó una comparación entre la Cantidad de Losas por tipo de Falla que se muestra en la figura 9, con el fin de notar cual es el tipo de falla que es más frecuente en la Zona Z2- Calle 3. Los resultados que arroja la figura 9. nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados, la que está presente en 28 losas de las 2 Unidades de Muestreo evaluadas en esta Zona; seguidos de la Falla 36 Desconchamiento y 39 Descascaramiento de Junta, que ambas están presente en 17 losas, asimismo se muestra que no se registraron las fallas de tipo 21 Pandeo, 24 Grieta de Durabilidad, 26 Sello de Junta, 27 Desnivel Carril/Berma, 29 Parche Grande, 30 Parche Pequeño, 32 Popouts, 33 Bombeo, 34 Punzonamiento y 35 Cruce de Vía Férrea.

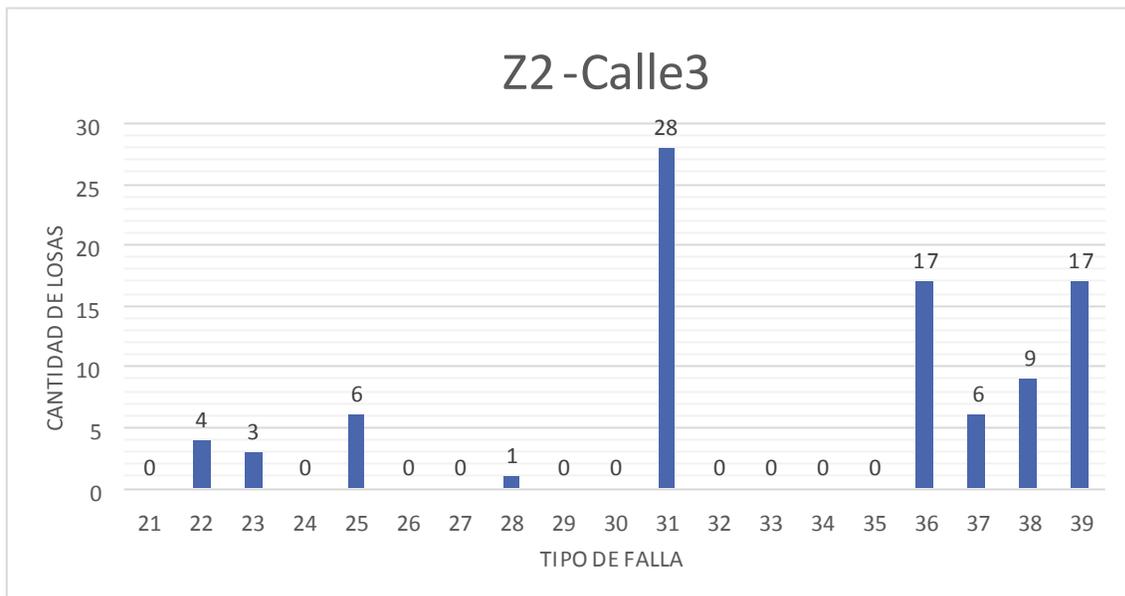


Figura 9: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.  
Fuente: Elaboración Propia.

De los datos computados en la tabla 13 se pudo obtener la figura 10., la cual muestra las cantidades de losas por tipo de falla y severidad que se presentan en las 2 Unidades de muestreo presentes en la zona Z2- calle 3.

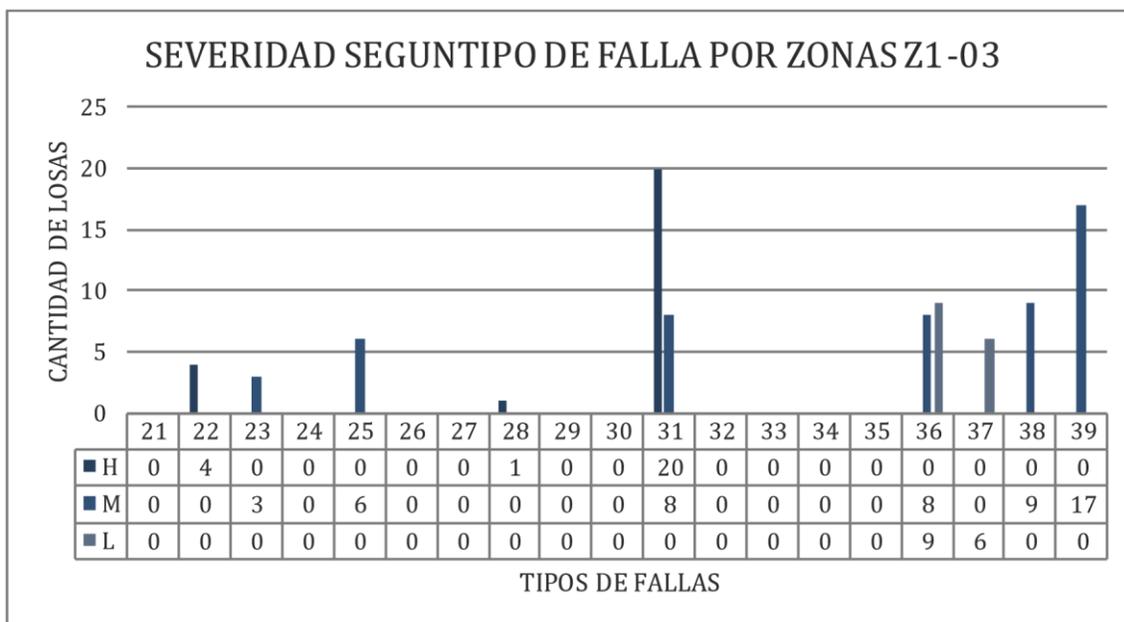


Figura 10: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.  
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados que arroja la figura 10. nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados de severidad Alta (H), la que está presente en 20 losas, seguidos de la Falla 39 Descascaramiento de Junta severidad Media (M) que está presente en 17 losas.

### ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA ZONA Z2- Calle 3

Una vez obtenidos los parámetros de evaluación en las 2 unidades de muestreo del jr. San Miguel, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), para encontrar su índice de condición y así conocer la condición en el que se encuentran. Se elaboró la tabla 15, en la que se presenta los resultados del análisis.

Tabla 15: Resultados del Índice de Condición de la Z1-03.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z2	Z1-03	UM-23	47.7	REGULAR	44,75	REGULAR
Z2	Z1-03	UM-24	41.8	REGULAR		

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que se computa en la tabla 15., el Índice de la Condición del Pavimento Rígidos de la Zona Z1-02 es de **44,75**, según este índice se le otorga una clasificación de **REGULAR**.

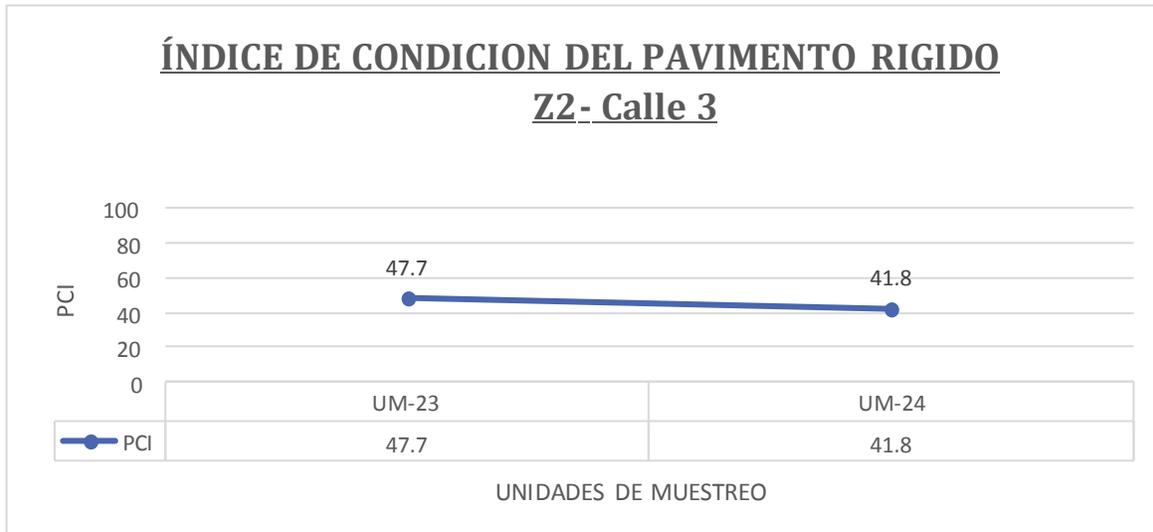


Figura 11: Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z1-03.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 11. se muestra los resultados del PCI por cada unidad de muestreo de la zona Z2- Calle 3, en la que podemos observar que el máximo PCI obtenido es de 47,7 en la UM-23 que lo clasifica como una condición de REGULAR, asimismo el mínimo valor de PCI es de 41,8 en la UM-24 que está clasificado como una condición de REGULAR.

De igual forma de la Tabla 10. se logró computar los datos para determinar cuál es la condición de los pavimentos más frecuente en la Zona Z1-03, la que se muestra en la figura 12.

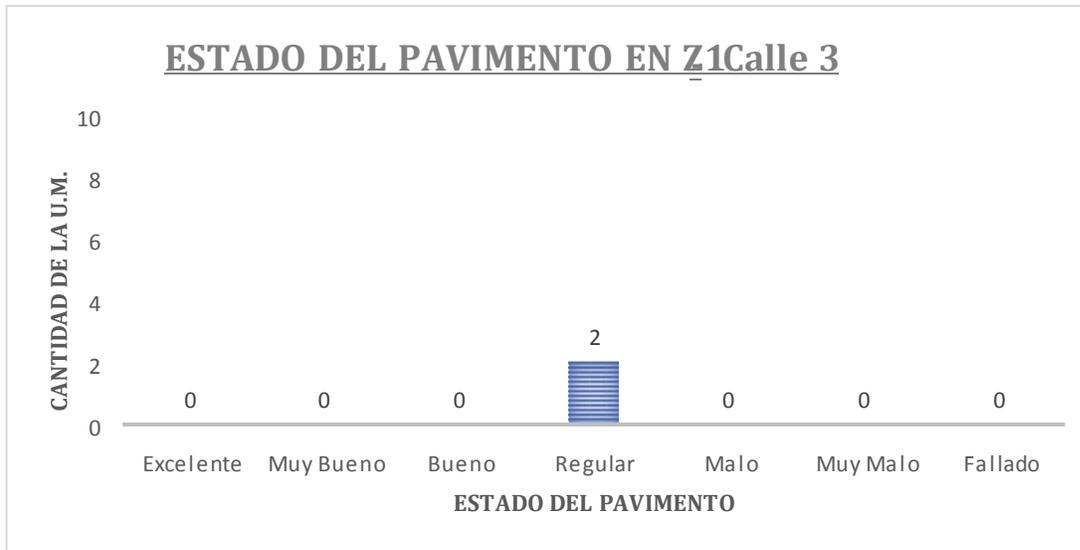


Figura 12: Estado de pavimento más frecuente en la zona z1-03.  
Fuente: elaboración propia.

En la figura 12 se muestra que la condición de los pavimentos más frecuente es el REGULAR que está presente en 2 unidades de muestreo de la Zona Z2- Calle 3.

#### **D. ANÁLISIS DE LA Z2 - CALLE 4**

##### **RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN**

En la tabla 8, se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y Cantidad de falla que se levantó en campo, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 2 (CALLE 4)

La evaluación superficial del pavimento rígido de la Zona Z2 calle 4 fue mediante la aplicación de la metodología “Pavement Condition Index” (PCI) aplicados a cada una de las 35 unidades de muestreo, constituido por una sola vía.

Los resultados serán presentados bajo los indicadores de la metodología PCI, los cuales son: parámetros de evaluación, índice de condición, y condición del pavimento; y que son presentados en los siguientes ítems.

##### **RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN**

En la tabla 16., se observa los datos computados por tipo de falla, severidad y Cantidad de falla que se levantó en campo, para luego procesarlo y obtener el PCI de la Zona 2 (Calle 4).

Tabla 16: Resultados de los parámetros de evaluación levantados en campo.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		SEVERIDAD		
				H	M	L
Z2 Calle 4	Z2-01	21	Pandeo	0	0	0
		22	Grieta de esquina	25	19	8
		23	Losa dividida	49	13	2
		24	Grieta de durabilidad "D"	1	13	1
		25	Escala	0	0	0
		26	Sello de junta	0	0	0
		27	Desnivel Carril / Berma	0	0	0
		28	Grieta lineal	21	11	15
		29	Parche Grande (Área > 0.45m <sup>2</sup> )	5	9	0
		30	Parche Pequeño (Área < 0.45m <sup>2</sup> )	1	0	0
		31	Pulimento de Agregados	3	9	24
		32	Popouts	2	32	13
		33	Bombeo	0	0	8
		34	Punzonamiento	0	0	2
		35	Cruce de vía férrea	0	0	0
		36	Desconchamiento	0	5	28
		37	Retracción	0	2	4
		38	Descascaramiento de esquina	0	1	8
		39	Descascaramiento de junta	7	2	2

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla siguiente tabla 14. se muestra el cómputo del número de losas que presentan cada tipo de falla.

Tabla 17: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE FALLA		NUMERO DE LOSAS
Z2	Z2-04	21	Pandeo	0

Calle 4	22	Grieta de esquina	19
	23	Losa dividida	20
	24	Grieta de durabilidad "D"	15
	25	Escala	0
	26	Sello de junta	0
	27	Desnivel Carril / Berma	0
	28	Grieta lineal	7
	29	Parche Grande (Área > 0.45m <sup>2</sup> )	14
	30	Parche Pequeño (Área < 0.45m <sup>2</sup> )	1
	31	Pulimento de Agregados	32
	32	Popouts	12
	33	Bombeo	8
	34	Punzonamiento	2
	35	Cruce de vía férrea	0
	36	Desconchamiento	8
	37	Retracción	6
	38	Descascaramiento de esquina	5
	39	Descascaramiento de junta	1

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos presentados en la Tabla 17., se realizó una comparación entre la Cantidad de Losas por tipo de Falla que se muestra en la figura 13., con el fin de notar cual es el tipo de falla que es más frecuente en la Zona Z2-04.

Los resultados que arroja la figura 13. nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 31 Pulimiento de Agregados, la que está presente en 32 losas de las 22 Unidades de Muestreo evaluadas en esta Zona; seguidos de la Falla 23 Losa Dividida, que está presente en 20 losas, asimismo se muestra que no se registraron las fallas de tipo 21 Pandeo, 25 Escala, 26 Sello de Junta, 27 Desnivel Carril/Berma y 35 Cruce de Vía Férrea.

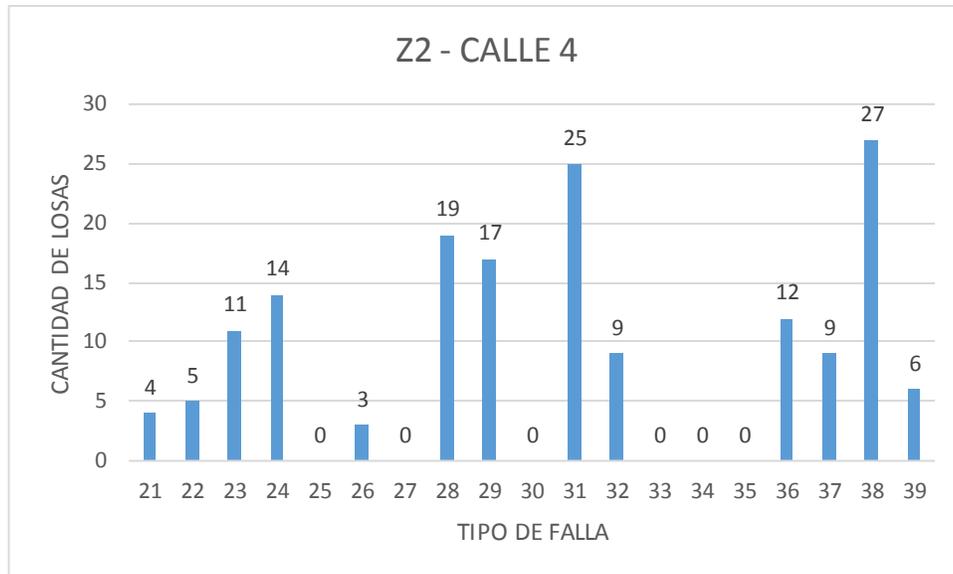


Figura 13: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla.  
Fuente: Elaboración Propia.

De los datos computados en la tabla 17. se pudo obtener la figura 14, la cual muestra las cantidades de losas por tipo de falla y severidad que se presentan en las 22 Unidades de muestreo presentes en la zona Z2-01.

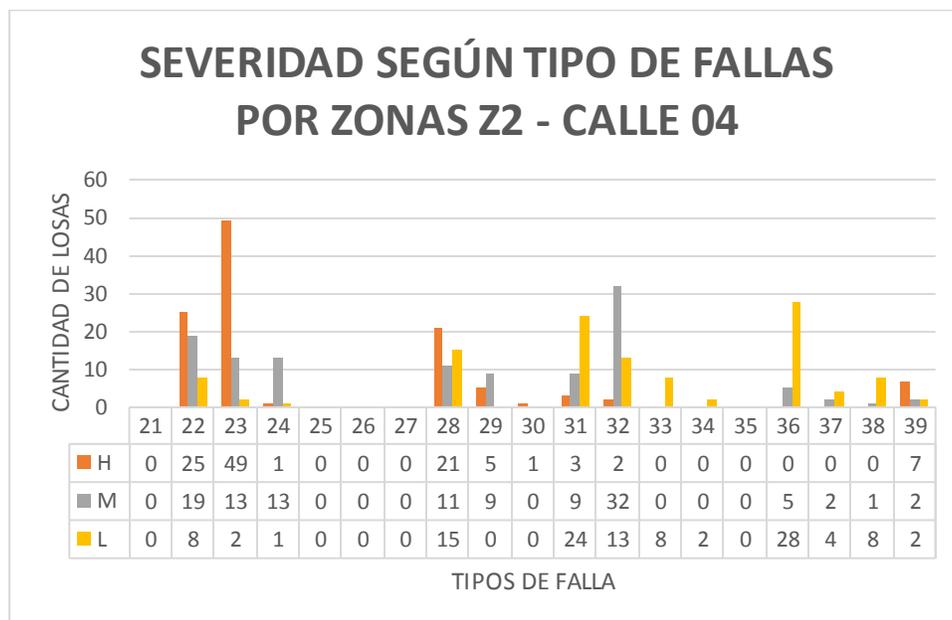


Figura 14: Resultados de la cantidad de losas que posee cada tipo de falla y severidad.  
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados que arroja la figura 14. nos muestra que la falla más frecuente es la Falla 23 Losa Dividida de severidad Alta (H), la que está presente en 49 losas, seguidos de la Falla 32 Popouts de severidad Baja (L) que está presente en 32 losas.

### 3.5.4. RESULTADOS DEL PCI Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DE LA ZONA 2 – calle 4

Una vez obtenidos los parámetros de evaluación en las 22 unidades de, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI), para encontrar su índice de condición y así conocer la condición en el que se encuentran. Se elaboró la tabla 18 en la que se presenta los resultados del análisis.

Tabla 18: Resultados del Índice de Condición de la Z2-01 Av.

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA
Z2	Z2-04	UM-25	60,7	BUENO	<b>55,86</b>	<b>REGULAR</b>
Z2	Z2-04	UM-26	45	REGULAR		
Z2	Z2-04	UM-27	43,2	REGULAR		
Z2	Z2-04	UM-28	50,6	REGULAR		
Z2	Z2-04	UM-29	15,7	MUY MALO		
Z2	Z2-04	UM-30	28,8	MALO		
Z2	Z2-04	UM-31	50,6	REGULAR		
Z2	Z2-04	UM-32	14,3	MUY MALO		
Z2	Z2-04	UM-33	17	MUY MALO		
Z2	Z2-04	UM-34	50,6	REGULAR		
Z2	Z2-04	UM-35	14,3	MUY MALO		
Z2	Z2-04	UM-36	17,5	MUY MALO		
Z2	Z2-04	UM-37	50,6	REGULAR		
Z2	Z2-04	UM-38	50,6	REGULAR		
Z2	Z2-04	UM-39	21	MUY MALO		
Z2	Z2-04	UM-40	50,6	REGULAR		
Z2	Z2-04	UM-41	12,5	MUY MALO		
Z2	Z2-04	UM-42	12,5	MUY MALO		
Z2	Z2-04	UM-43	20	MUY MALO		
Z2	Z2-04	UM-44	49,6	REGULAR		
Z2	Z2-04	UM-45	50,9	REGULAR		

Z2	Z2-04	UM-46	46,6	REGULAR		
----	-------	-------	------	---------	--	--

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo que se computa en la tabla 18, el Índice de la Condición del Pavimento Rígidos de la Zona Z2- Calle 4 es de 22,23, según este índice se le otorga una clasificación de MUY MALO.

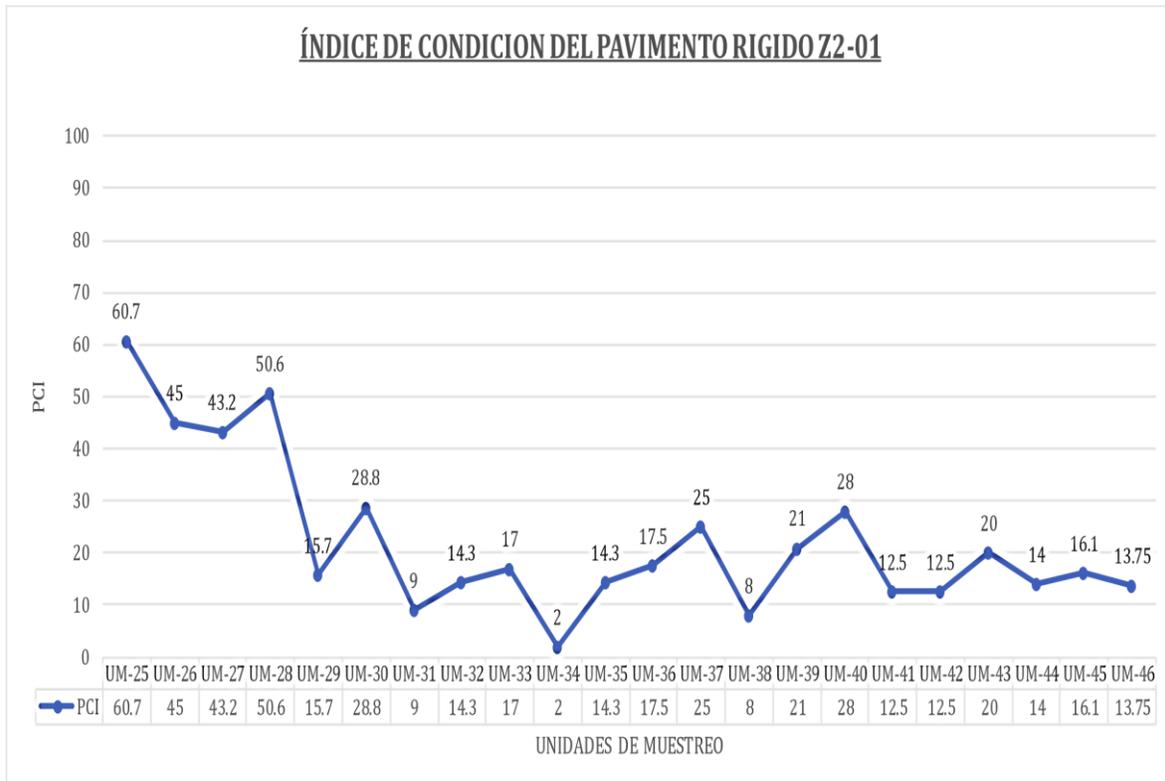


Figura 15: Perfil de los PCI obtenidos por cada unidad de muestreo de la zona Z2-01  
Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 15 se muestra los resultados del PCI por cada unidad de muestreo de la zona Z2-01, en la que podemos observar que el máximo PCI obtenido es de 60,7 en la UM-25 que lo clasifica como una condición de BUENO, asimismo el mínimo valor de PCI es de 2 en la UM-34 que está clasificado como una condición de FALLADO.

De igual forma de la Tabla 18 se logró computar los datos para determinar cuál es la condición de los pavimentos más frecuente en la Zona Z2-01, la que se muestra en la figura 16.

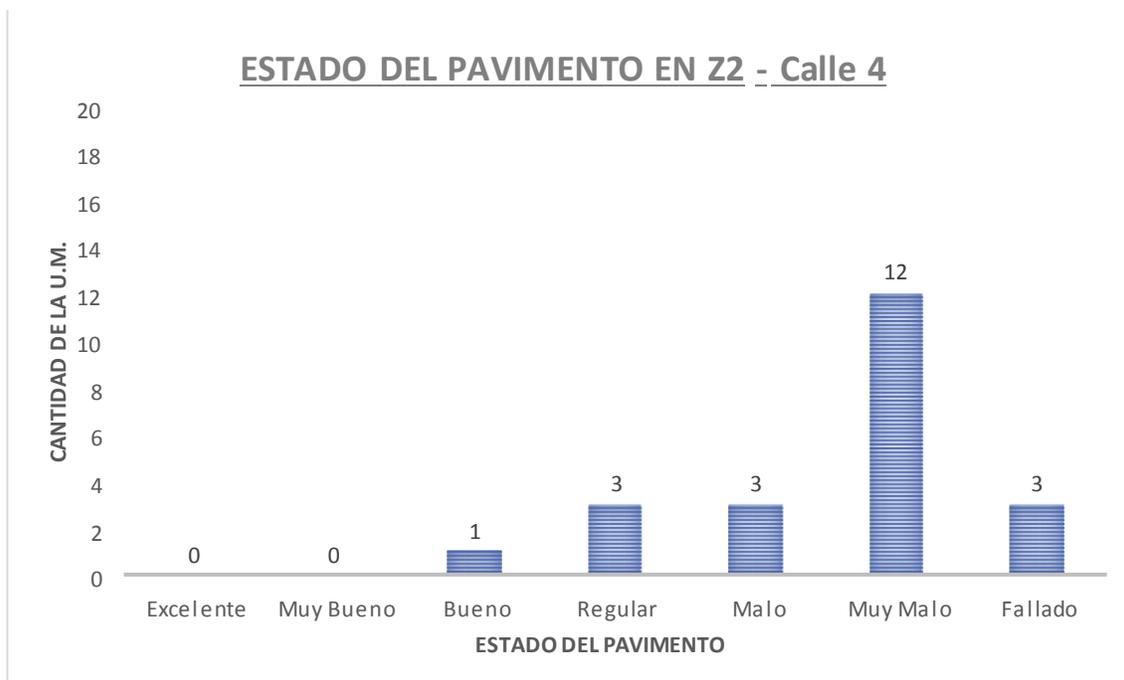


Figura 16: Estado de pavimento más frecuente en la zona Z2-01.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 16, se muestra que una condición de los pavimentos más frecuente es el MUY MALO que está presente en 12 unidades de muestreo de la Zona Z2- calle 4.

### 5.1.3. RESULTADOS DEL PCI Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DE LA ZONA 1.

En la tabla 19. se muestra el resumen de los resultados del índice de Condición y estado del pavimento rígido de las calles 1 y calle 2 correspondiente a la zona 1- 15 de febrero con la finalidad de obtener el PCI General.

Tabla 19: Resultados del Índice de Condición de la Z1.

ZONA	CÓD. DE VÍA	UM	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA	PCI GENERAL	CONDICIÓN GENERAL
Z1	Z1-01	UM-01	50.6	REGULAR	<b>43,06</b>	<b>REGULAR</b>	<b>46,26</b>	<b>REGULAR</b>
Z1	Z1-01	UM-02	49	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-03	41	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-04	36.6	MALO				

Z1	Z1-01	UM-05	40.5	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-06	51.6	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-07	16	MUY MALO				
Z1	Z1-01	UM-08	44.8	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-09	50	REGULAR				
Z1	Z1-01	UM-10	50.5	REGULAR				
Z1	Z1-02	UM-11	50.5	REGULAR	<b>50,98</b>	<b>REGULAR</b>		
Z1	Z1-02	UM-12	40.5	REGULAR				
Z1	Z1-02	UM-13	54	BUENO				
Z1	Z1-02	UM-14	73.9	MUY BUENO				
Z1	Z1-02	UM-15	51.6	REGULAR				
Z1	Z1-02	UM-16	32	MALO				
Z1	Z1-02	UM-17	31.7	MALO				
Z1	Z1-02	UM-18	69	BUENO				
Z1	Z1-02	UM-19	55.2	BUENO				
Z1	Z1-02	UM-20	55.4	BUENO				
Z1	Z1-02	UM-21	49	REGULAR				
Z1	Z1-02	UM-22	49	REGULAR				

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la tabla 19. nos dicen que el Índice de Condición de pavimento de la Zona 1, 15 de febrero es de **43,06**, lo que lo clasifica como **REGULAR**.

#### **5.1.4. RESULTADOS DEL PCI Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DE LA ZONA 2.**

En la tabla 10. se muestra el resumen de los resultados del índice de Condición y estado del pavimento rígido de la calle 3 y calle 4 correspondiente a la zona 2– 15 de febrero con la finalidad de obtener el PCI General.

Tabla 20: Resultados del Índice de Condición de la Z1.

ZONA	CÓD. DE VÍA	UM	PCI	CONDICIÓN	PCI DE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA	PCI GENERAL	CONDICIÓN GENERAL
Z2	Z2-03	UM-23	60,7	REGULAR	44,75	REGULAR	44,75	REGULAR
Z2	Z2-03	UM-24	45	REGULAR				
Z2	Z1-04	UM-11	43,2	BUENO	55,86	REGULAR		
Z2	Z1-04	UM-12	50,6	REGULAR				
Z2	Z1-04	UM-13	15,7	REGULAR				
Z2	Z1-04	UM-14	28,8	REGULAR				
Z2	Z1-04	UM-15	50,6	MUY MALO				
Z2	Z1-04	UM-16	14,3	MALO				
Z2	Z1-04	UM-17	17	REGULAR				
Z2	Z1-04	UM-18	50,6	MUY MALO				
Z2	Z1-04	UM-19	14,3	MUY MALO				
Z2	Z1-04	UM-20	17,5	REGULAR				
Z2	Z1-04	UM-21	50,6	MUY MALO				
Z2	Z1-04	UM-22	50,6	MUY MALO				
Z2	Z2-04	UM-41	12,5	REGULAR				
Z2	Z2-04	UM-42	12,5	REGULAR				
Z2	Z2-04	UM-43	20	MUY MALO				
Z2	Z2-04	UM-44	49,6	REGULAR				
Z2	Z2-04	UM-45	50,9	MUY MALO				
Z2	Z2-04	UM-46	46,6	MUY MALO				

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la tabla 20. nos dicen que el Índice de Condición de pavimento de la Zona 2, 15 de febrero es de **55,86**, lo que lo clasifica como **REGULAR**.

### 3.5.5. Análisis de la zona

## 3.6. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO

### 3.6.1. RESUMEN DE LA CANTIDAD DE LOSAS POR TIPO DE FALLA

Tabla 21: Resumen de Cantidad de losas por Tipo de Falla, Clasificadas por Zonas y el cómputo Total.

TIPO DE FALLA			TOTAL
	Z1	Z2	
21	5	0	5
22	26	23	49
23	32	23	55
24	17	15	32
25	3	6	9
26	39	0	39
27	6	0	6
28	36	8	44
29	34	14	48
30	0	1	1
31	51	60	111
32	41	12	53
33	0	8	8
34	0	2	2
35	0	0	0
36	12	25	37
37	9	12	21
38	57	14	71
39	31	18	49

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 21, se describe la cantidad de losas por tipo de falla que se encontró a lo largo de toda la zona de estudio, de estos datos procesados se obtuvo la figura 17.

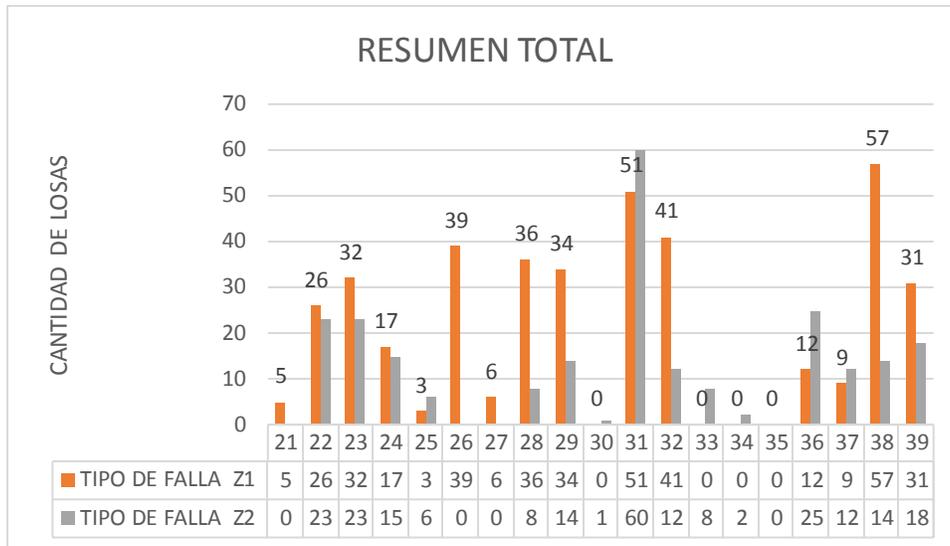


Figura 17: Resumen por zonas de la Cantidad de Losas por Tipo de Falla de toda la Zona de Estudio  
Fuente: Elaboración Propia.

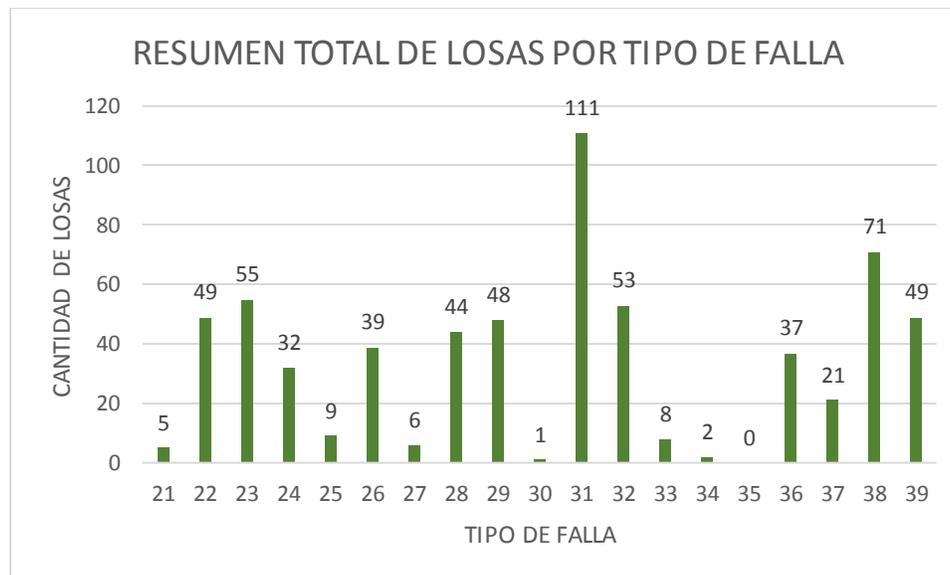


Figura 18: Resumen Total de la Cantidad de Losas por Tipo de Falla.  
Fuente: Elaboración Propia.

De la figura 18 puede notarse que la falla que más cantidad de Losas tuvo es la de tipo 31 Pulimiento de Agregados presente en 111 losas en la Zona 1 y 2, seguido de la 38 descascaramiento de esquinas en 71 losas.

### 3.7. ÍNDICE DE CONDICIÓN PCI Y CONDICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO

Tabla 22: PCI General y Condición del Pavimento, Huaylas

ZONA	CÓDIGO DE VÍA	UND DE MUESTRA	PCI	ESTADO	PCIDE LA VÍA	CONDICIÓN DE LA VÍA	PCIDE LA ZONA	CONDICIÓN DE LA ZONA	PCI GENERAL	CONDICIÓN GENERAL
Z1	Z1-calle 1	UM-01	50.6	REGULAR	43,06	REGULAR		REGULAR	32,00	MALO
Z1	Z1- calle 1	UM-02	49	REGULAR						
Z1	Z1- calle 1	UM-03	41	REGULAR						
Z1	Z1- calle 1	UM-04	36.6	MALO						
Z1	Z1- calle 1	UM-05	40.5	REGULAR						
Z1	Z1- calle 1	UM-06	51.6	REGULAR						
Z1	Z1- calle 1	UM-07	16	MUY MALO						
Z1	Z1- calle 1	UM-08	44.8	REGULAR						
Z1	Z1- calle 1	UM-09	50	REGULAR						
Z1	Z1-calle 2	UM-10	50.5	REGULAR						
Z1	Z1- calle 2	UM-23	47,7	REGULAR	44,75	REGULAR				
Z1	Z1- calle 2	UM-24	41,8	REGULAR						
Z2	Z2- calle 3	UM-25	60,7	BUENO	55,86	REGULAR	55,86	REGULAR		
Z2	Z2- calle 3	UM-26	45	REGULAR						
Z2	Z2- calle 3	UM-27	43,2	REGULAR						
Z2	Z2- calle 3	UM-28	50,6	REGULAR						
Z2	Z2- calle 3	UM-29	15,7	MUY MALO						
Z2	Z2- calle 3	UM-30	28,8	MALO						
Z2	Z2- calle 3	UM-31	9	FALLADO						
Z2	Z2- calle 3	UM-32	14,3	MUY MALO						
Z2	Z2- calle 3	UM-33	17	MUY MALO						
Z2	Z2- calle 3	UM-34	50,6	REGULAR						

Z2	Z2- calle 3	UM-35	14,3	MUY MALO
Z2	Z2- calle 3	UM-36	17,5	MUY MALO
Z2	Z2- calle 3	UM-37	50,6	REGULAR
Z2	Z2- calle 3	UM-38	60,7	BUENO
Z2	Z2- calle 3	UM-39	21	MUY MALO
Z2	Z2- calle 3	UM-40	60,7	BUENO
Z2	Z2- calle 3	UM-41	50,6	REGULAR
Z2	Z2- calle 3	UM-42	12,5	MUY MALO
Z2	Z2- calle 3	UM-43	60,7	BUENO
Z2	Z2- calle 3	UM-44	60,7	BUENO
Z2	Z2- calle 3	UM-45	50,6	REGULAR
Z2	Z2- calle 3	UM-46	13,75	MUY MALO

--	--	--	--	--

En la tabla 22. se muestra que El PCI general es **48.23** la que es clasificada como Estado REGULAR.

### **3.8. VERIFICAR RESISTENCIA DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LAS VEREDAS HACIENDO USO DE LA ESCLEROMETRIA.**

Se realizó la verificación en la avenida de 15 de febrero, utilizando 3 calicatas para la extracción de la muestra y obtener información que verifiquen el cumplimiento de los parámetros de diseño. En las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash previamente demarcadas en las zonas donde se visualizó mayor cantidad de fisuras, así mismo se realizó el registro minucioso de las características del concreto y de la rasante del suelo, visualizándose lo siguiente.

#### **Instrumentos usados.**

##### **Esclerómetro ASTM C-805**



#### **Procedimiento.**

Para obtener los resultados se tomó el esclerómetro y de forma perpendicular a la superficie de la vereda de modo que el embolo este a 90°, para posteriormente empujar el esclerómetro hacia la superficie del pavimento hasta que el martillo impacte, después de que haya impactado el martillo a la superficie de la vereda se conserva la presión en el instrumento para trabar el embolo es su punto contraído. Inmediatamente se procede a la lectura del registro obtenido en la escala del instrumento.

Preparación de la superficie:



Despliegue del embolo



### Impacto del martillo



### Lectura de registro



### Datos Obtenidos.

Por último, se hizo la exploración en 8 puntos de las veredas del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash 2020 obteniendo los siguientes resultados.

N°	DESCRIPCION	APLICACIÓN DE REBOTE	DIAS DE VACIADO DEL C°	FECHA DE PRUEBA	NUMERO DE DISPAROS					PROMEDIO	ERROR DE CALIBRACION (-2)	VALOR ASUMIDO DEL ENSAYO	RESISTENCIA RESULTANTE FC'' KG/CM <sup>2</sup>
1	Calle N° 01 vereda izquierda	↓	> 28	23/04/2021	42	46	43	44	40	43	41	41	208
2	Calle N° 01 vereda derecho	↓	> 28	23/04/2021	47	45	49	43	41	45	43	43	220
3	Calle N° 02 vereda izquierda	↓	> 28	23/04/2021	39	47	45	44	49	44.2	42.2	42	212
4	Calle N° 02 vereda derecho	↓	> 28	23/04/2021	48	45	46	43	44	45.2	43.2	43	220
5	Calle N° 03 vereda izquierda	↓	> 28	23/04/2021	49	45	41	44	40	43.8	41.8	42	212
6	Calle N° 03 vereda derecho	↓	> 28	23/04/2021	44	43	47	44	45	44.6	42.6	43	220
7	Calle N° 04 vereda izquierda	↓	> 28	23/04/2021	40	41	43	41	47	42.4	40.4	40	200
8	Calle N° 04 vereda derecho	↓	> 28	23/04/2021	45	49	49	43	47	46.6	44.6	45	238

### Interpretación

En todas las calles los días vaciados fueron mayor a 28 de la cual se realizaron número de disparos de L1-L5 obteniendo promedios aleatorios en donde se obtuvieron las siguientes resistencias:

Clasificación de probabilidad de corrosión según Pólder		
Resistividad	Clasificación	Color
>100 kg/cm	Riesgo de corrosión despreciable (Baja)	

50 a 100 kg/cm	Riesgo de corrosión bajo (Media baja)	
10 a 50	Riesgo de corrosión moderado (Media alta)	
<10	Riesgo de corrosión alto (Alta)	

<b>Clasificación</b>	<b>Muestra</b>	<b>Color</b>
Baja	Calle 1 con una resistencia de 208.00 kg/cm <sup>2</sup> a 220.00	
Baja	Calle 2 con una resistencia de 212.00 kg/cm <sup>2</sup> a 220.00 kg/cm <sup>2</sup>	
Baja	Calle 3 con una resistencia de 212.00 kg/cm <sup>2</sup> a 220.00 kg/cm <sup>2</sup>	
Baja	Calle 4 con una resistencia de 200.00 kg/cm <sup>2</sup> a 238.00 kg/cm <sup>2</sup>	

En todas las calles del jirón San Miguel en la urbanización 15 de febrero Caraz – Huaylas-Ancash, se obtuvo resultados de riesgo de corrosión despreciable (Baja)

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Luego de realizar la inspección visual, la verificación del pavimento y el procesamiento de los datos se logró determinar el índice de condición del pavimento rígido aplicando el método del Pavement Condition Index (PCI), en las veredas del 15 de febrero Caraz – Huaylas-Áncash 2021.

##### Análisis:

Se encontraron diferentes tipos de fallas en las veredas del jirón San Miguel de la Urbanización 15 de febrero de la ciudad de Caraz donde podemos definir que en su mayoría presentan fallas como grietas lineales, descascaramiento de juntas, pulimiento de agregados y la losa dividida todas con un nivel de severidad alto. Este tipo de deterioro del pavimento, se localizaron todas las unidades de muestreo de las estructuras y también interviene por temperatura (lluvia, calor y helada) acumulación de materiales en las juntas de la dilatación, por incorrecto proceso de construcción, mala calidad de agregados, falta de mantenimiento, curado del pavimento.

##### Discusión:

Se describe la cantidad de losas por tipo de falla según severidad que se encontró a lo largo de toda la zona de estudio.

Tabla 23: Cantidad de losas por tipo de falla.

ZONA		Z1			Z2			TOTAL X TIPO DE FALLA		
		H	M	L	H	M	L	H (Alto)	M (Medio)	L (Bajo)
TIPOS DE FALLA	21	0	7	18	0	0	0	0	7	18
	22	5	23	17	29	19	8	34	42	25
	23	17	13	6	49	16	2	66	29	8
	24	4	7	3	1	13	1	5	20	4
	25	0	11	6	0	6	0	0	17	6
	26	0	36	0	0	0	0	0	36	0
	27	6	11	0	0	0	0	6	11	0
	28	5	29	2	22	11	15	27	40	17
	29	18	21	4	5	9	0	23	30	4
	30	6	8	0	1	0	0	7	8	0
	31	34	12	0	23	17	24	57	29	24

	32	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	2	32	13	27	53	13
	33	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	0	0	8	8	1	8
	34	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	2	0	0	2
	35	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0
	36	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	0	13	37	0	13	37
	37	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	0	2	10	2	10	12
	38	<b>8</b>	<b>41</b>	<b>5</b>	0	10	8	8	51	13
	39	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	7	19	2	0	7	18
<b>TOTAL POR SEVERIDAD</b>								<b>270</b>	<b>397</b>	<b>191</b>

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de losas por el grado de severidad de falla, notándose así que la falla que predomina según el grado de severidad es la falla 23 Losa dividida, seguidos de la falla 26 Pulimento de agregados.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. Se logró Mediante la metodología del PCI determinar el estado actual en que se encuentra el pavimento, el cual fue determinado al calcular el índice de condición que posee, a partir del análisis de los parámetros que la Norma ASTM D 6433 establece. Al aplicar la Metodología PCI se obtuvo que se encuentra en un estado REGULAR, ya que posee un índice PCI de 47.89.
2. El índice en la Zona 1 y Zona 2, es el resultado del promedio de los valores PCI que obtuvimos de las 2 zonas evaluadas; en la Z1 – calle 1 tiene un Índice de 43.06 que lo clasifica como estado REGULAR, Z1 – calle 2 tiene un índice de 50.98 que lo clasifica como REGULAR y por último la Zona Z2 – calle 3 y calle 4 tienen los índices 44.75 y de 55,86 respectivamente que los clasifica como REGULAR.
3. Asimismo, a lo largo de los 300 m, se identificó un total de 18 tipos de falla que nos establece la norma ASTM D 6433, teniendo en cuenta de los 19 tipos de falla presentes, las que predominan son El Pulimiento de Agregados, Losas Divididas, los Popouts y los Descascaramiento de Junta, que se comprueba en la Tabla 21 y la Gráfica 17.
4. Se identificó que la falla con más alta severidad en la Z 1 es la de tipo 38 Descascacaramiento de esquina presente en 57 losas, seguido de la Falla de tipo 31 Pulimento de agregados presenta en 51 losas. Así mismo en la Z2 con más alta severidad es la de tipo 31 Pulimento de agregados presentando 60 losas, seguido de la falla de tipo 36 desconchamiento presentando 25 losas.
5. De acuerdo a la inspección técnica se determina que la Z1 y Z2 se encuentra en estado regular, debido a que no se hace mantenimiento alguno al pavimento, además al clasificar por Zonas, notamos que los pavimentos tienen diferentes antigüedades.
6. Respecto a la verificación de resistencia de concreto con esclerómetro ASTM, en las calles 1,2,3 y 4 se obtuvo un promedio de 216.25 kg/cm dato que supera el concreto de diseño de un pavimento de uso peatonal.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a la Municipalidad provincial de Huaylas, realizar el mantenimiento del pavimento en las veredas de las 4 calles de la urbanización 15 de febrero, y las que vea necesarias de la ciudad, con el objetivo de mejorar el estado del pavimento, al ser esta vía importante por el alto tránsito, de no hacerlo ocasionaría un daño mayor al pavimento provocando la demolición y nueva construcción.
2. Se recomienda la pronta intervención con el tratamiento a las fallas con mayor grado de severidad, ya que están proclives a ocasionar que el pavimento falle.
3. se recomienda dar tratamiento a las fallas con menor grado de severidad, para prevenir un grado de severidad más alto en el futuro.
4. Se recomienda al programa de estudios de ingeniería Civil de nuestra universidad, incluir en su programa curricular a cerca de la importancia de la conservación y mantenimiento de los pavimentos de uso peatonal, ya que cumple una función importante en la seguridad del peatón.
5. Se recomienda que los datos obtenidos en la presente tesis sirvan de referencia para futuros relacionados al tema y que aporten nuestra sociedad.

## **Agradecimiento**

Agradezco al todo poderoso nuestro Dios Jehová y a su hijo Jesús de Nazaret, como también a mi incondicional esposa por apoyarme en todo el proceso de desarrollo de esta tesis.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boudeguer Simonetti, A., Prett Webe, P. y Squella Fernández, P. (2010). Manual De Accesibilidad Universal. Santiago de Chile.
- Gómez Echavarría, J. y Palacios Ramirez, E.E. (2011). Principales Causas Y Posibles Soluciones De Las Reclamaciones A Nivel Patológico En Sistemas De Edificaciones Aporticadas. Medellin.
- Jerez Castillo, S. M y Torres Cely, L.P. (2000). Manual De Diseño De Infraestructura Peatonal Urbana.
- López, E. R. (2014). Materiales para el Concreto Tomo 1. Fondo Editorial ICG.
- López, E. R. (2002). concretos de alta Resistencia. Fondo Editorial ICG.
- López, I. E. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima.
- NTP, (2001). Agregados, Extracción y preparación de las muestras. Lima.
- Riquelme, D. J. (2017). Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles, en las Actividades de Perforación Diamantina, basado en la Norma OHSAS 18001:2007 en la Unidad Minera Cerro Lindo. Arequipa.
- Vásquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Índice (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras. Manizales.

## ANEXOS Y APÉNDICES

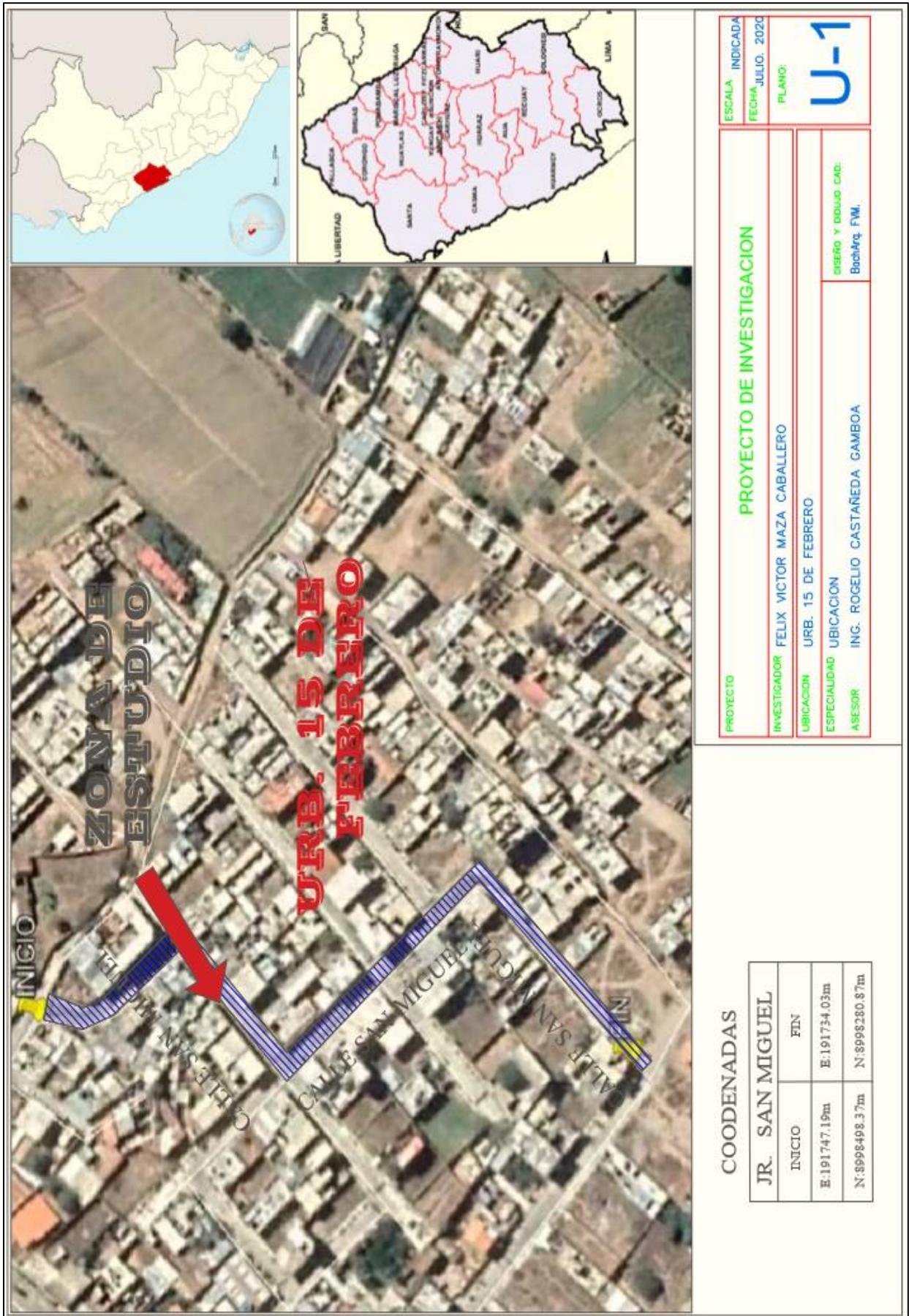
### Anexo 01: Ficha de índice de condición del pavimento

PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO																																																																	
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																																																																	
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO																																																													
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>																																																													
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS																																																													
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>																																																													
INSPECCIONADA POR			FECHA																																																														
<input type="text"/>			<input type="text"/>																																																														
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño																																																												
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.																																																												
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea																																																												
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento																																																												
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción																																																												
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina																																																												
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta																																																												
		33	Bombeo																																																														
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA																																																												
					<table style="margin: auto; border: none;"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">o</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">o</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">o</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">o</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">...</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">o</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">1    2    3    4</td> </tr> </table>	o	o	o	o	o							10	o	o	o	o	o							9	o	o	o	o	o							8	o	o	o	o	o							...	o	o	o	o	o							1    2    3    4
o	o	o	o	o																																																													
					10																																																												
o	o	o	o	o																																																													
					9																																																												
o	o	o	o	o																																																													
					8																																																												
o	o	o	o	o																																																													
					...																																																												
o	o	o	o	o																																																													
					1    2    3    4																																																												

**Anexo 2: Evaluación de la condición**

<b>COD. DE FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANT. DE FALLA</b>	<b>ESQUEMA</b>

Anexo 3: Plano del lugar de estudio



Anexo 04: Ensayo de resistencia con esclerómetro ASTM C-805



**NHC**  
NICOLS HIDROESTRUCTURAS S.A.C.  
P.O. BOX 705111 BELLAVISTA, LIMA - PERU

- ESTUDIO GEOTECNICOS
- ESTUDIO DE ANCAMBA DE SUELOS, PAVIMENTO Y CONCRETO
- ALQUILER DE EQUIPOS USUARIOS DE LABORATORIO
- SERVICIOS MULTIPLES



**ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO ASTM C-805**

**OBRA** : VERIFICACION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO (VEREDA) , DE LA URBANIZACION 15 DE FEBRERO - CARAZ - HUAYLAS - ANCASH

**SOLICITA** : ING. FELIX MAZA CABALLERO

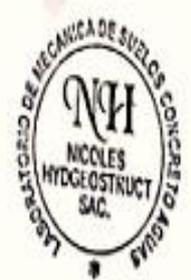
**LUGAR** : CARAZ - HUAYLAS - ANCASH

**FECHA** : 23/04/2021

N.º	Descripción	Aplicación del rebote	Días de vaciado del c2	Fecha de prueba	Número de disparos					Prom.	Error de calibración (-2)	Valor asumido del ensayo	Resistencia resultante P <sub>c</sub> (kg./cm <sup>2</sup> )
					L1	L2	L3	L4	L5				
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													



**FELIX SAMILLAN PACORI**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 85960  
MAESTRIA EN GEOTECNIA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y AGUAS  
NICOLS  
HYDROSTRUCT  
SAC.

## Anexo 05: Panel fotográfico

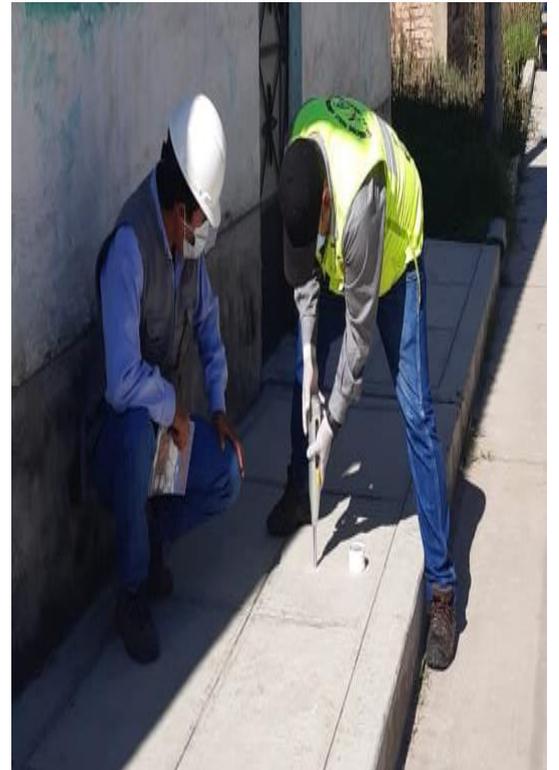
### LECTURA DE REGISTRO



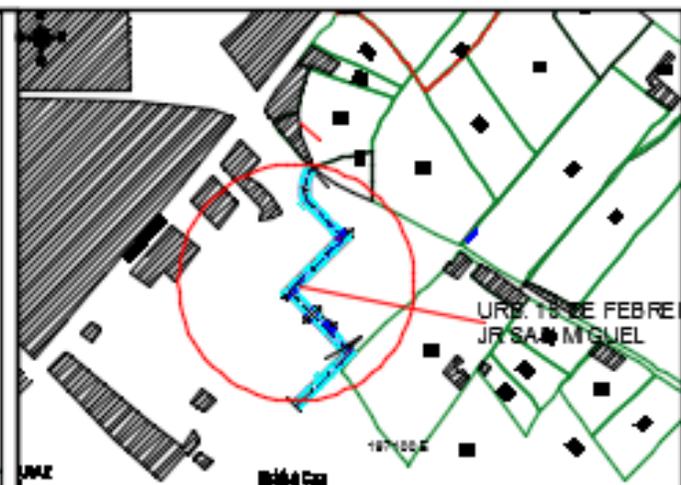
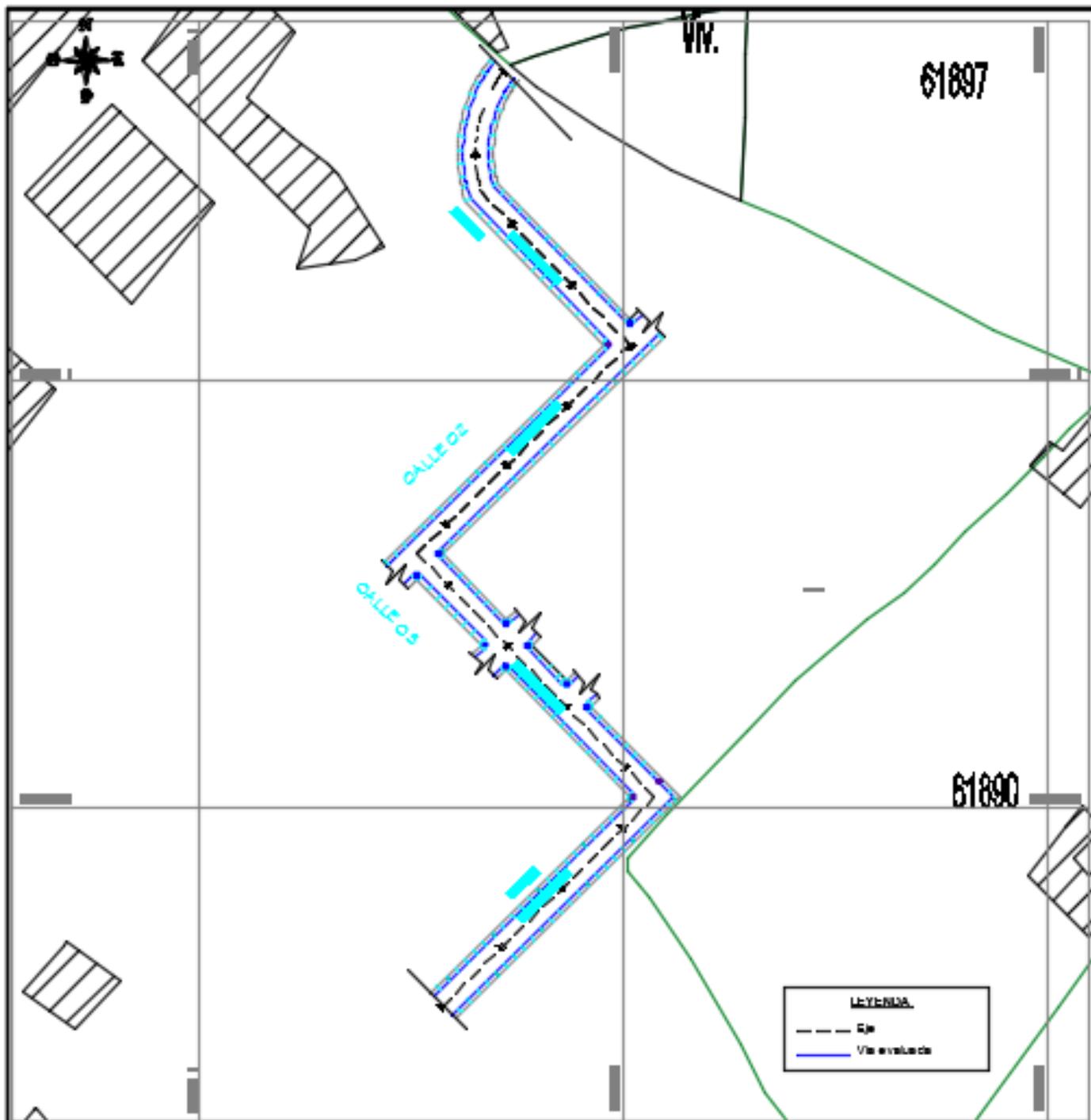
**LECTURA DE REGISTRO**



**ESCLEROMETRO**



**Anexo 06: Plano de Fallas**



UBICACION

ESCALA 1 : 5000

TITULO

"DETERMINACION DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RIGIDO APLICANDO EL MÉTODO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), EN LAS VEREDAS DEL JIRON SAN MIGUEL EN LA URBANIZACION 15 DE FEBRERO CAHAZ - HUAYLAS-ANCASH 2021"

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PLANO GENERAL

LUGAR

JR. SAN MIGUEL

AUTOR

FELIX VICTOR MAZA CABALLERO

SECTOR/DIST/PROV/DPTO

URB. 15 DE FEBRERO /CAHAZ/HUAYLAS/ANCASH

FECHA

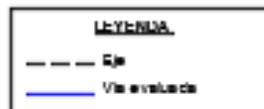
JUNIO - 2021

ESCALA:

1/500

**PLANTA GENERAL**

Esc. 1/1000





CALLE 01  
JR. SAN MIGUEL

LEYENDA	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO	
CODIGO	DESCRIPCION-FALLA
31	PULIMENTO DE AGREGADOS
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA
36	DESCONCHAMIENTO

PLANTA CALLE 01  
ESC. 1:250  
8998800 N

AUTOR  
**FELIX VICTOR MAZA CABALLERO**

ASESOR  
**BLANCO CHIRIBACAMA**

Plano de  
PLANTA, FALLAS EN EL PAVIMENTO

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO**  
DETERMINACION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO MEDIO APLICANDO EL METODO DEL PAVIMENTO CONDICION INDEX (PCI) EN LAS VEREDAS DEL JIRÓN SAN MIGUEL DE LA ORGANIZACION 10 DE FEBRERO CUSCO - HUANUCO-URUBA 2021

**Alumno**  
JR. SAN MIGUEL-ORGANIZACION 10 DE FEBRERO

Proyecto 1 E.C.G.	Diseño 1 FELIX MAZA	Revisó 1 DENDARA	Fecha 1 AÑO 2021
----------------------	------------------------	---------------------	---------------------

**Lamina N°**  
**P-02**



191950 E

191975 E

192000 E

192025 E

8998800 N

8998800 N

8998775 N

8998775 N

8998750 N

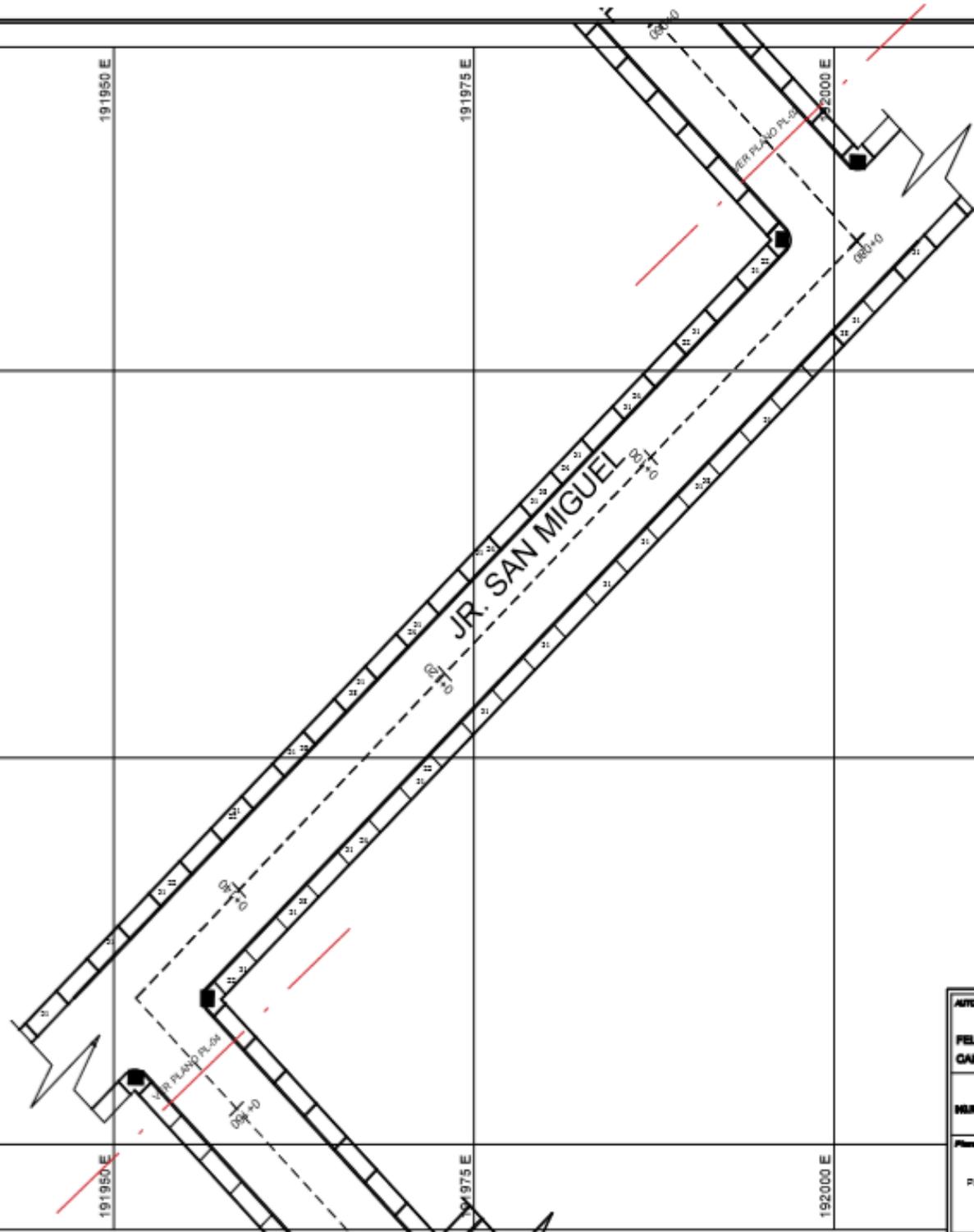
191950 E

191975 E

192000 E

### PLANTA CALLE 02

ESC. 1/250



LEYENDA	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO	
CODIGO	DESCRIPCION
31	PULIMENTO DE AGREGADOS
24	GRIETA DE DURABILIDAD "D"
22	GRIETA DE ESQUINA
38	DESCASCAMIENTO DE ESQUINA

<b>AUTOR</b>
FELIX VICTOR MAZA GABALLERO
<b>AMOR</b>
WILBERLO GARCERAN ANCOA
<b>Planos de:</b>
PLANTA, FALLAS EN EL PAVIMENTO

<b>UNIVERSIDAD SAN PEDRO</b>			
<b>PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL</b>			
<b>Proyecto:</b> DETERMINACION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO SIGUIENDO APLICANDO EL METODO DEL PAVIMENTO CONDICION INDEX (PCI) EN LAS VEREDAS DEL SECTOR SAN MIGUEL EN LA URBANIZACION 15 DE FEBRERO CUSCO - HUAYLLA-UNICACHO 2021			<b>Lamina N°</b>  <b>P-03</b>
<b>Ubicacion:</b> JR. SAN MIGUEL-URBANIZACION 15 DE FEBRERO			
<b>Planificado por:</b> RGO	<b>Diseño por:</b> FELIX MAZA	<b>Aprobado por:</b> INDECIADA	
			<b>Fecha:</b> JUNIO 2021



8998750 N

8998725 N

8998700 N

PLANTA CALLE 03

ESC. 1:250

191950 E

191975 E

192000 E

192025 E

192050 E

8998750 N

8998725 N

8998700 N

### LEYENDA

#### INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA
31	FLUJIMIENTO DE AGREGADOS
22	GRIETA DE ESQUINA
21	PANDEO
39	DESCASCAMIENTO DE JUNTA

JR. SAN MIGUEL

**AUTOR**  
FELIX VICTOR MAZA CABALLERO

**ABSOR**  
ING. FERRIL GONZALEZ GARCIA

**Plan de**  
PLANTA, FALLA DE PAVIMENTO

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL

**Proyecto**  
"DETERMINACION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO BASADO APLICANDO EL METODO DEL PAVIMENTO CONDICION INDEX (PCI) EN LAS VEREDAS DEL MUNICIPIO SAN MIGUEL DE LA VEREDACION 13 DE FEBRERO CANTON - HOLYFELIX-CIUDAD 2021"

**Ubicacion**  
JR. SAN MIGUEL- URB 15 DE FEBRERO

**Lamina N°**  
**P-04**

<b>Revisado:</b> E.C.G.	<b>Diseño:</b> FELIX MAZA INDIKADA	<b>Revisó:</b> ANDRÉS 2021	<b>Fecha:</b> JUNIO 2021
----------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------



8998700 N

8998675 N

8998650 N

**PLANTA CALLE 04**  
E.S.C. 1050

191975 E

191975 E

192000 E

192000 E

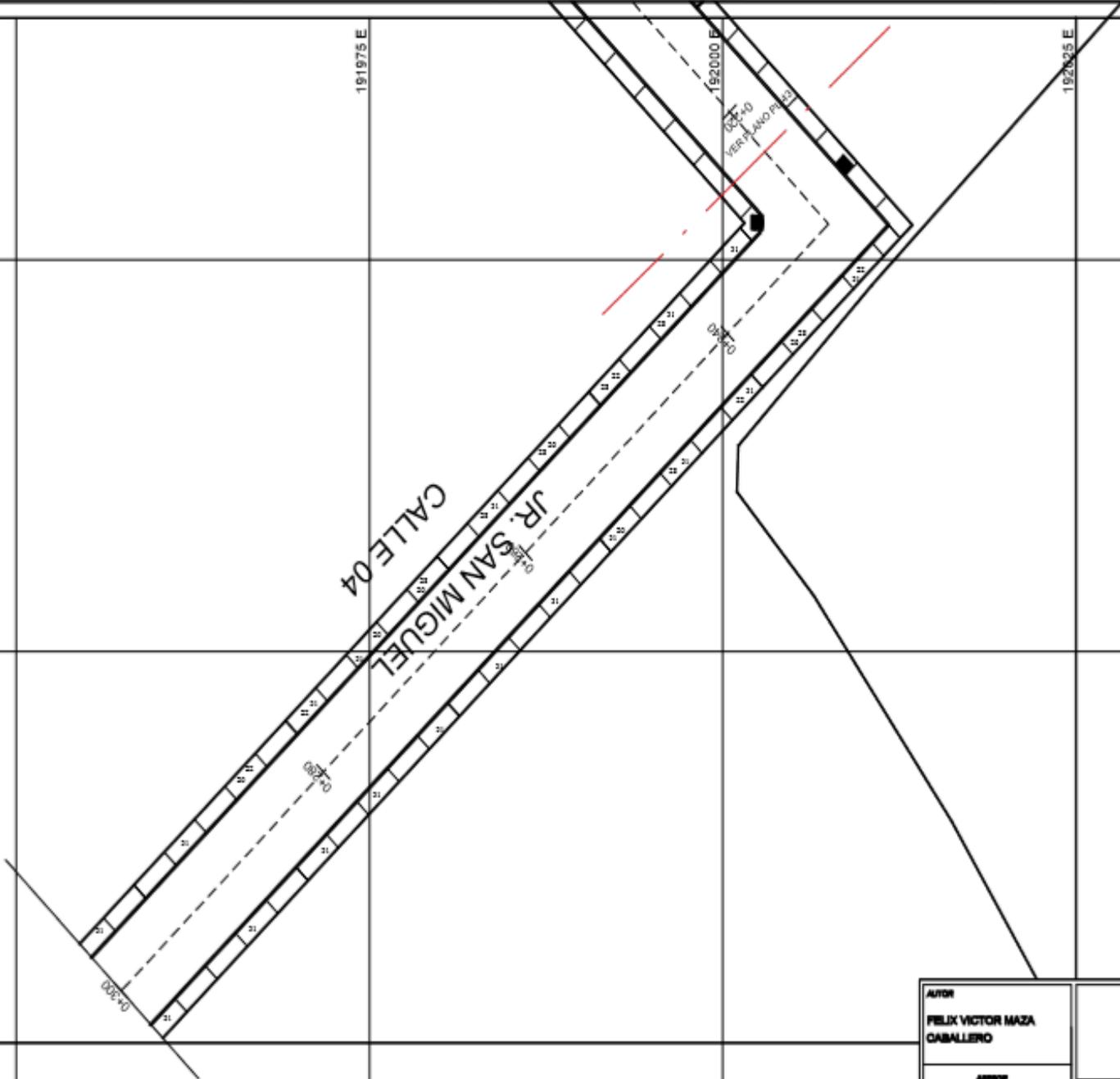
192025 E

192050 E

8998700 N

8998675 N

LEYENDA	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO	
CODIGO DE FALLAS	TIPO DE FALLA
31	FUJIMIENTO DE AGREGADOS
28	GRIETA LINEAL
26	SELLO DE JUNTA
22	GRIETA DE ESQUINA



**AUTOR**  
FELIX VICTOR MAZA CABALLERO

**ASESOR**  
ING. ROBERTO OSTOYA GARCIA

**Plano de:**  
PLANTA, FALLAS  
EN EL PAVIMENTO

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL

**Proyecto:**  
"DETERMINACION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO BASADO APLICANDO EL METODO DEL PAVIMENTO CONDICION INDEX (PCI) EN LAS VIALIDADES DEL URB. SAN MIGUEL EN LA UBICACION 10 DE FEBRERO CALLE - HUAYLA-CHICLA 2011"

**Lugar:**  
JR. SAN MIGUEL- URB. 10 DE FEBRERO

<b>Planificado por:</b> ING. R.V.G.O	<b>Diseño:</b> FELIX MAZA	<b>Revisado:</b> DORACIDA	<b>Fecha:</b> JUNIO 2011
---	------------------------------	------------------------------	-----------------------------

**Lamina N°**  
**P-05**

