

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Determinación y evaluación de las patologías del pavimento  
rígido del Jr. Chachapoyas, distrito de Pomabamba,  
Pomabamba -Ancash**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

García del Río, Lisbeth Anali

**Asesor - Código ORCID:**

López Carranza, Atilio Ruben  
Código 0000-002-3631-2001

Huaraz – Perú

2020

**Palabras clave**

Tema	Patologías del concreto
Especialidad	Pavimento rígido

**Keywords**

Subject	Concrete pathologies
Specialty	Rigid pavement

**Línea de investigación**

Línea de investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
Área	Ingeniería y Tecnología
Subarea	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería de la Construcción

Título de la investigación

Determinación y evaluación de las patologías del pavimento  
rígido del jr. Chachapoyas, distrito de Pomabamba,  
Pomabamba-Ancash

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo, desarrollar la determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido por el método PCI del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba, Pomabamba – Ancash para conocer su condición de servicio. El desarrollo de la tesis utilizó la metodología de investigación de nivel descriptivo, de enfoque mixto (Cualitativo y cuantitativo), de corte transversal y no experimental. La técnica utilizada es la observación y el instrumento es la ficha de recolección de datos. La población elegida para esta investigación comprendió a toda la longitud del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba - Ancash, el cual tiene una longitud de 600 metros, la muestra seleccionada se encuentra conformada por las siete cuadras del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba, en donde se observaron diversas patologías que provocan daño y deterioro, así mismo el problema planteado a solucionar fue ¿Cuál es la condición del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba -Ancash provocado por las patologías existentes?. De lo cual se obtuvo los resultados las patologías existentes en el pavimento rígido del Jr. Chachapoyas son las grietas de esquina, grietas lineales, separación de junta, deterioro de sello, parcho (Grande, pequeño) y por último pulimiento de agregado, estas patologías han provocado daños y deterioros en el pavimento, se concluyó que la condición de servicio es bueno y que es necesario realizar una intervención inmediata de las zonas afectadas para brindar una mejor transpirabilidad a los peatones y conductores.

Palabras claves: Patologías, evaluación y pavimento rígido.

## **Abstract**

The objective of this research work was to develop the determination and evaluation of the pathologies of the rigid pavement by the PCI method of Jr. Chachapoyas of the district of Pomabamba, Pomabamba - Ancash to know their service condition. The development of the thesis used the research methodology of a descriptive level, of a mixed approach (qualitative and quantitative), of cross-sectional and non-experimental. The technique used is observation and the instrument is the data collection sheet. The population chosen for this research comprised the entire length of the Jr. Chachapoyas of the Pomabamba - Ancash district, which has a length of 600 meters, the selected sample is made up of the seven blocks of the Jr. Chachapoyas of the Pomabamba district, Where various pathologies that cause damage and deterioration were observed, likewise the problem to be solved was: What is the condition of the rigid pavement of Jr. Chachapoyas in the district of Pomabamba - Ancash caused by existing pathologies? From which the results were obtained, the existing pathologies in the rigid pavement of Jr. Chachapoyas are corner cracks, linear cracks, joint separation, seal deterioration, patch (Large, small) and finally aggregate polishing, these pathologies They have caused damage and deterioration to the pavement, it was concluded that the service condition is good and that it is necessary to carry out an immediate intervention in the affected areas to provide better breathability to pedestrians and drivers.

**Keywords:** Pathologies, evaluation and rigid pavement.

## Índice

Palabras clave .....	i
Título de la investigación.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice .....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	42
III. RESULTADOS .....	45
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	65
V. CONCLUSIONES.....	69
VI. RECOMENDACIONES .....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	71
AGRADECIMIENTOS .....	75
ANEXOS Y APÉNDICE.....	76

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Rango clasificación del PCI.....	17
<b>Tabla 2</b>	Nivel de severidad de grietas de esquina .....	21
<b>Tabla 3</b>	Nivel de severidad Grietas longitudinales .....	23
<b>Tabla 4</b>	Nivel de severidad Grietas transversales .....	24
<b>Tabla 5</b>	Nivel de severidad Grietas en los extremos de los pasadores.....	25
<b>Tabla 6</b>	Nivel de severidad Grietas en pozos y sumideros .....	27
<b>Tabla 7</b>	Nivel de severidad Deterioros de Junta .....	28
<b>Tabla 8</b>	Nivel de Severidad Deterioro del Sello .....	30
<b>Tabla 9</b>	Nivel de Severidad Descascaramiento.....	31
<b>Tabla 10</b>	Nivel de Severidad Desintegración.....	32
<b>Tabla 11</b>	Nivel de severidad Baches .....	34
<b>Tabla 12</b>	Nivel de severidad hundimiento o asentamiento .....	36
<b>Tabla 13</b>	Nivel de severidad Fisuración tipo malla .....	37
<b>Tabla 14</b>	Nivel de severidad Fisuración ligera .....	38
<b>Tabla 15</b>	Nivel de severidad Ondulaciones .....	39
<b>Tabla 16</b>	Operacionalización de variables .....	43
<b>Tabla 17</b>	Cálculo del PCI de la unidad muestral 1.....	46
<b>Tabla 18</b>	Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 1 .....	46
<b>Tabla 19</b>	Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 1 .....	47
<b>Tabla 20</b>	Cálculo del PCI de la unidad muestral 2.....	48
<b>Tabla 21</b>	Resultado del máx. VDT y de la unidad muestral 2 .....	48
<b>Tabla 22</b>	Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 2 .....	48
<b>Tabla 23</b>	Cálculo del PCI de la unidad muestral 3.....	49
<b>Tabla 24</b>	Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 3.....	49
<b>Tabla 25</b>	Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 3 .....	50
<b>Tabla 26</b>	Cálculo del PCI de la unidad muestral 4.....	51
<b>Tabla 27</b>	Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 4.....	51
<b>Tabla 28</b>	Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 4 .....	52
<b>Tabla 29</b>	Cálculo del PCI de la unidad muestral 5.....	53

<b>Tabla 30</b> Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 5.....	53
<b>Tabla 31</b> Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 5 .....	53
<b>Tabla 32</b> Cálculo del PCI de la unidad muestral 6.....	54
<b>Tabla 33</b> Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 6.....	54
<b>Tabla 34</b> Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 6 .....	55
<b>Tabla 35</b> Cálculo del PCI de la unidad muestral 7.....	55
<b>Tabla 36</b> Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 7.....	56
<b>Tabla 37</b> Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 7 .....	56



## Índice de figuras

Figura 1. Pavimento rígido .....	8
Figura 2. Ecuación 1 para determinar el espesor o el número de ejes .....	11
Figura 3. Ecuación 2 para determinar el espesor o el número de ejes .....	12
Figura 4. Ecuación 3 para determinar el daño por erosión .....	13
Figura 5. Curva de deterioro del pavimento .....	16
Figura 6. Ecuación para carreteras pavimentadas .....	19
Figura 7. Grieta de esquina .....	22
Figura 8. Grietas longitudinales .....	23
Figura 9. Grietas transversales .....	25
Figura 10. Grietas en los pasadores .....	26
Figura 11. Grietas en bloques .....	27
Figura 12. Separación de Juntas longitudinales .....	29
Figura 13. Deterioro de sello .....	31
Figura 14. Descascaramiento .....	32
Figura 15. Desintegración .....	33
Figura 16. Baches .....	34
Figura 17. Pulimiento .....	35
Figura 18. Hundimiento o asentamiento .....	36
Figura 19. Fisuración por retracción o tipo malla .....	38
Figura 20. Fisuraciones ligeras de aparición temprana .....	39
Figura 21. Ondulaciones .....	40
Figura 22. Porcentajes de afectación de la cuadra 01 .....	57
Figura 23. Porcentajes de afectación de la cuadra 02 .....	58
Figura 24. Porcentajes de afectación de la cuadra 03 .....	59
Figura 25. Porcentajes de afectación de la cuadra 04 .....	60
Figura 26. Porcentajes de afectación de la cuadra 05 .....	61
Figura 27. Porcentajes de afectación de la cuadra 06 .....	62
Figura 28. Porcentajes de afectación de la cuadra 07 .....	63

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es necesario e imprescindible el estudio de las patologías en el ámbito de la infraestructura, pero sobre todo en los pavimentos rígidos, lógicamente requiere de un estudio de la situación o estado en la que se encuentre, con el propósito de realizar una evaluación que lleve a una toma de acciones más útiles y posibles. Por lo general las patologías se deben a causa de un mal diseño, proceso constructivo, materiales, entre otros, la presencia de diversas patologías causantes del deterioro, esta evaluación nos indicará si el pavimento evaluado necesitará de mantenimientos, reparaciones o una reconstrucción de las zonas deterioradas. Luego se puede identificar el método PCI como variable independiente siendo el método elegido para esta investigación y la evaluación del pavimento rígido como variable dependiente siendo la problemática a investigar la condición que tiene el pavimento rígido del jirón Chachapoyas.

Por tal motivo la presente investigación se realiza con la finalidad de determinar y evaluar los tipos de patologías en el pavimento rígido de Jr. Chachapoyas, distrito y provincia de Pomabamba, Pomabamba – Ancash.

Es por ello se consultó a autores internacionales tales como, *Fiallos (2017) en su tesis titulado Investigación de un Plan de Manejo del Deterioro del Pavimento de la Vía Cumbe – La Jarata*, planteó como objetivo Investigar la situación del deterioro temprano de los pavimentos rígidos para determinar un plan de manejo del deterioro del pavimento en la vía Cumbe – La Jarata para ello aplicó la metodología la cual inició con la división de la vía en tramos del mismo tamaño, posteriormente la evaluación estado estructural del pavimento así mismo la eficiencia en la transferencia de cargas y conocer las cargas que transitan por el pavimento y por último analizó las fallas presentes en el pavimento. Los resultados obtenidos en su investigación muestran que las losas del pavimento de la Vía Cumbe están dañados debido a presentar bajos valores en sus módulos elásticos, lo que conlleva a que se realice una rehabilitación. Con los resultados obtenidos el autor llegó a la conclusión las causas del deterioro de los pavimentos son varias entre las cuales se encuentran un elevado incremento de las cargas,

grandes deficiencias durante el proceso constructivo, errores durante el diseño, factores climáticos y un deficiente o nulo mantenimiento continuo del pavimento evaluado.

Según Velasquez (2016), en su investigación titulada, *Evaluación de pavimento de concreto hidráulico existente en el sector de la estación central ubicado en la calle 26 con avenida Caracas* que hace parte de la fase iii del sistema de transmilenio de Bogotá, planteó como objetivo “Presentar y comparar los resultados de los diseños que fueron utilizados para la construcción de la Estación Central con un diseño por las mismas metodologías en las condiciones actuales de tráfico; y establecer así, si la estructura construida cumplirá las expectativas planteadas inicialmente”, para lo cual utilizó la metodología que comenzó con el cálculo del tránsito según lo establece el manual de INVÍAS, para posteriormente realizar un estudio de los métodos usados para evaluar el estado de un pavimento con la finalidad de extraer datos concretos del objeto de estudio elegido para su investigación. Los resultados obtenidos durante el desarrollo de su investigación muestran que el 73% del pavimento estudiado presenta un buen estado, con lo que concluye que la construcción y sus reparaciones fueron realizadas de manera adecuada.

Del mismo modo se estudió la investigación realizada por Polanía et al., (2016), en su investigación, *Diseño y evaluación económica de una alternativa de rehabilitación en pavimento rígido para el tramo de la carrera 22 entre calles 15 y 17, localidad de los mártires en Bogotá D.C.*, el trabajo de investigación en mención tuvo como objetivo diseñar una alternativa para la reconstrucción del tramo de la Carrera 22 entre las calles 15 y calle 17, y evaluar su costo económico para poderlo comparar con el de la alternativa inicialmente propuesta en pavimento flexible”. Con el objetivo los autores plantearon el uso de la siguiente metodología, un enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo; tipo descriptiva, analítica y comparativa de lo cual los autores obtuvieron los resultados siguientes: costo directo para la reconstrucción del pavimento rígido por metro

cuadrado se incrementa en un 24% a comparación del costo para un pavimento flexible y con los resultados obtenidos concluyeron que las obras de construcción o reconstrucción debe de ser realizadas teniendo en cuenta que la obra tiene suleos blando en donde se recomienda reemplazarla con material granulado y el reemplazo de la subrasante por un material de afirmada que presente un CBR mayor al 10% y un espesor menor de 30cm.

Además en el ámbito nacional según Ignacio, (2019), en su investigación denominada *Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas en el jirón Arica, distrito y provincia de Chanchamayo, región Junín, Enero – 2019*, en donde propone el siguiente objetivo general: determinar el índice de condición del pavimento rígido del jirón Arica, distrito y provincia de Chanchamayo, departamento de Junín. Para lo cual el autor plantea el uso de una metodología para el desarrollo de su investigación esta metodología lo describe de la siguiente manera: se tuvo un tipo de investigación descriptivo, un nivel de investigación cuantitativo y un diseño no experimental y de enfoque transversal, esta metodología usada por el autor contribuyó al correcto desarrollo de su investigación lo cual le dio como resultados que las patologías con mayor incidencia son: el “Daño de junta, Pulimiento de agregados, Grieta lineal y parche, siendo estas patologías las causantes del deterioro en el pavimento rígido”. Tras los resultados obtenidos Ignacio concluyó lo siguiente: se obtuvo un P.C.I promedio de todas las muestras igual a: 56.07 lo cual lo clasifica como bueno.

Los autores Ccasani y Ferro (2017) en su tesis denominada *Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para proponer una Mejor Alternativa Estructural en el Diseño de Pavimentos* plantearon como objetivo general “Determinar la mejora de la evaluación y análisis del pavimento en la estructura de los pavimentos en la Ciudad de Abancay, 2017. Las autoras hacen mención que la metodología usada es de un enfoque cuantitativa, con un método

hipotético deductivo y un nivel de investigación descriptivo – Explicativo. Con el desarrollo de la metodología en su investigación las autoras mencionan haber obtenido el siguiente resultado: los pavimentos rígidos estudiados presentan deterioros como fisuras en bloques y losas subdivididas, además de pulimiento de los afrechos, deficiencia en los materiales de sellado de juntas, lo que perjudica la subbase permitiendo el ingreso de agua. Con estos resultados las autoras llegaron a la conclusión siguiente: “Por un mal mantenimiento los deterioros siguen avanzando hasta producir deterioros mayores por lo cual se requiere de una reconstrucción en algunos sectores y en otros solo reparaciones menores.

También según Sánchez (2017) en su trabajo de investigación titulado *Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas*, mediante el método PCI, propone como objetivo determinar el estado del pavimento de concreto de la Av. Ramón Castilla, mediante el cálculo de su índice de condición, para así elaborar unas propuestas de mejora para el mismo, tras el planteamiento del objetivo general el autor en su investigación obtuvo los siguientes resultados: el 28% del pavimento tiene una condición determinada como excelente, el 24% representa una condición denominada como buena y por último el 6% presenta una condición regular, esto se debe a que la avenida tiene muy poco tiempo de haber sido construida además de poseer poco tránsito por lo cual es necesario solo brindarle obras de mantenimiento, con este resultado los autores mencionan haber llegado a la conclusión siguiente: las patologías que se encontraron con mayor frecuencia fueron los escalonamientos pero las que provocaron más daños fueron las losas divididas esto nos muestra que las patologías que se encuentran con mayor frecuencia no necesariamente sean las que más daño provocan, tras la obtención del resultado mencionado el autor concluye que para realizar un plan de conservación de pavimentos deben de ser realizados por un profesional para seguir con los procedimientos correctos más adecuados para el mantenimiento y reparación de las patologías.

Finalmente las consultas realizadas también abarcan ámbito local como Vasquez (2016) que en su tesis titulada *Evaluación de la condición peracional del pavimento rígido aplicando el método del Paviment Condition Index (PCI) en las pistas del barrio Yanachaca, Caraz, Ancash, abril – 2016*, tuvo como objetivo “Evaluar la condición peracional del pavimento rígido aplicando el método del Paviment Condition Index (PCI) en las pistas del barrio Yanachaca, Caraz, Ancash” con el desarrollo de la investigación y el análisis de los datos, los resultados obtenidos por Vasquez son mencionados de la siguiente manera las calles pertenecientes del barrio Yanachaca tiene un resultado de PCI igual al 65.60 lo que nos indica que su condición es BUENO, aún así las patologías provocaron daños los cuales deben de ser curadas. Con los resultados obtenidos Vasquez llega a la conclusión que las calles estudiadas necesitan una reparación y mejoramiento de manera urgente por parte de las entidades del estado siendo estas las que deben de ofrecer un servicio de calidad a los ciudadanos.

Finalmente Salas (2018) que su investigación se titula *Evaluación de los pavimentos rígidos del Distrito de Traricá – Provincia de Huaraz- Ancash*. El autor planteó como objetivo general realizar una evaluación superficial y estructural de los pavimentos rígidos del Distrito de Taricá, provincia de Huaraz – Ancash y elaborar una propuesta de mejora. La metodología usada es descriptiva, cuantitativa y un diseño de investigación no experimental; con lo cual los resultados obtenidos son: se encontró que el pavimento estudiado presenta muchos daños y que su estructura no se ajusta a lo establecido en las normas técnicas visualizándose un mal diseño estructural y que el diseño de mezcla es muy pobre. Con estos resultados el autor menciona haber llegado a las siguientes conclusiones: las patologías identificadas en el pavimento rígido son el pulimineto de agregado, losas divididas, fisuras en bloque lo que dio un PCI promedio de 46, esto indica una condición REGULAR; las fallas que fueron evaluadas en la muestra indica que la grava es débil dándonos una baja resistencia al corte; tras un ensayo realizado el C.B.R nos muestra que no cumple con las recomendaciones mínimas de 95% obteniéndose un valor de 94.54%.

De las revisiones de los antecedentes de los diversos autores se muestra el marco teórico que según Giordani & Leone (2017) mencionan que los pavimentos son estructuras terrestres las cuáles sirven como vías de comunicación las cuales conformadas por una o varias capas las cuales se encuentran sobre un superficie acondicionada para transmitir cargas y que sirve la transitabilidad de vehiculos. En la opinión de Torres (2007) los pavimentos son aquellos elementos importantes en lo que se refiera a la construcción de carreteras, las cuales se encuentran formadas por diversas capas, dentro del concepto de pavimento se puede encontrar dos tipos de pavimentos conocidos como es el pavimento flexible el cual está formado por una subrasante, sub-base, base y la carpeta asfáltica, y por otro lado el pavimento rígido el cual cuenta con una subrasante, base y la los que está hecha de concreto.

En su investigación Saucedo, A (2010), indica que los pavimentos su pueden dividir en flexibles y rígidos, y que esta clasificación se da por el tipo de material usado para su construcción. Se presenta a continuación unos conceptos básicos para poder diferenciar los tipos de pavimentos:

#### Pavimento Flexible

Este tipo de pavimento tiene una carpeta asfáltica que tiene por finalidad ofrecer una distribución de las cargas que ejercen los vehículos al pasar por ella, sin embargo, esta carpeta asfáltica no es la única en este tipo de pavimento, sino que tiene otras las cuales son: Base, sub-base y sub rasante (Saucedo, A 2010).

#### Pavimento Rígido

A grandes rasgos el pavimento rígido se caracteriza por poseer una losa de concreto la cual contribuye a que las cargas ejercidas se distribuyan hacia las capas inferiores (Saucedo, A 2010).

Existen diversas opiniones con respecto a cuál de estos tipos de pavimentos es mejor, este análisis puede variar debido a varios factores como el costo de construcción, costo de mantenimiento, resistencia a las cargas, etc.

Para el desarrollo de esta investigación se tomará como base de investigación el pavimento rígido ya que es el tipo de pavimento del que se encuentra construido el objeto de estudio.

## Pavimento rígido

### Componentes del pavimento rígido

Ingeniería Civil (2009) menciona que los componentes que conforman el pavimento rígido son:

#### Sub rasante

Este elemento es aquella capa que tiene por finalidad soportar la estructura del pavimento, la composición de este elemento puede ser tanto como corte o como de relleno y debe de cumplir con las especificaciones técnicas establecidas (Ingeniería Civil, 2009).

#### Subbase

Este elemento es la capa que cumple tres funciones importantes las cuales son: soportar, transmitir y distribuir de una manera uniforme las cargas que le son aplicadas a la capa superficial, con la finalidad de poder distribuir las de una manera uniforme, para que la capa sub rasante pueda absorber y soportar las variaciones producidas por estas cargas.

#### Superficie de rodadura

Esta es la última capa y se encuentra construida de concreto hidráulico, este material le ofrece una buena rigidez y un elevado módulo de elasticidad siendo esta capa la que soporta directamente las cargas ejercidas por los vehículos que recorren por ella (Ingeniería Civil, 2009).



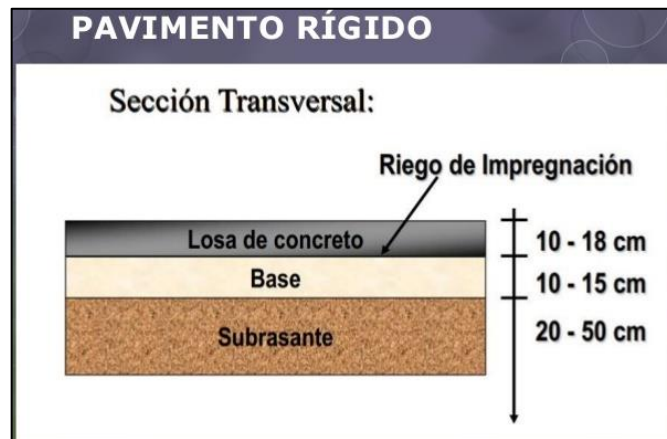


Figura 1. Pavimento rígido

### Pavimentos rígidos y semirrígidos

Pavimentos rígidos se caracteriza debido a que la losa de concreto está compuesto por cemento Portland principalmente, y este material es usado debido a que posee una elevada resistencia a la flexión en el momento en que es sometida a las fuerzas externas, produciéndose solo unas fisuras por fatiga.

Pavimento semirrígido este término se refiere a un pavimento que se encuentra compuesto por dos tipos de pavimentos tanto pavimento flexible como el pavimento rígido, este tipo de pavimentos se caracteriza por que la capa de concreto de cemento portland se encuentra debajo de la carpeta asfáltica.

### Materiales usados para la elaboración de pavimentos rígidos

Los materiales que son usados para poder elaborar un pavimento rígido son los siguientes:

#### Cemento:

El cemento es una mezcla homogénea de distintos elementos los cuales al mezclarse con el agua forman una pasta la cual es manejable en estado fresco y al momento de fraguar y endurecerse obtiene una gran resistencia.

Vásquez, R (2004) menciona que el cemento portland se clasifica en:

Tipo I: Este tipo de cemento es de uso general

Tipo II: Este tipo de cemento se caracteriza por tener una moderada resistencia a los sulfatos.

Tipo III: Este tipo de cemento es conocido por tener una “alta resistencia inicial”.

Tipo IV: Este tipo de cemento presenta un “bajo calor de hidratación”.

Tipo V: Este tipo de cemento se caracteriza por poseer una alta resistencia a los sulfatos.

**Agregado:**

Los agregados son elementos pétreos de diversos tamaños que al unirse con el cemento y el agua ofrecen una gran resistencia al concreto, el agregado se puede clasificar en:

Agregado fino: Zuluaga, L (2013) afirma que este tipo de agregado “debe de estar compuesto de arena natural, arena triturada o que sea una combinación de estas dos”

Agregado grueso: Zuluaga, L (2013) menciona que este tipo de agregado “debe de estar compuesto por grava, grava triturada, roca triturada o una combinación de estos elementos.

**Agua:**

Según lo establecido en la norma E. 060 del reglamento nacional de edificaciones es recomendable utilizar el agua potable para la construcción, también es factible el uso de agua de otra naturaleza siempre y cuando se presenten estudios y justificaciones para su uso. El agua también es necesario utilizarlo en la post construcción es decir después de la construcción para hidratar al concreto cuando este empieza a fraguar.

Aditivos:

Los aditivos son productos elaborados artificialmente que al mezclarlo con el concreto puede mejorar algunas de sus propiedades.

Acero de refuerzo:

El uso de acero de refuerzo o las mallas electro soldadas en la elaboración de pavimentos rígidos son para poder evitar la aparición de agrietamientos no controlados.

Material usado para el sellado de juntas:

Silva, O (2020) menciona que las juntas son necesarias poder evitar algún tipo de alteración en el momento en que se da la retracción del concreto.

Si bien las juntas cumplen una función muy importante para la construcción de losas de pavimento rígido Jiménez, R (2020) recomienda realizar un estudio de aquellos esfuerzos a los que son sometidos ya que este es un aspecto en donde existe siempre.

El material elegido para realizar el llenado de estas juntas debe de cumplir con ciertos criterios los cuales deben de ser establecidos en los expedientes técnicos, comúnmente el material usado es el asfalto.

Evaluación de la condición de un pavimento (VD):

Para realizar una evaluación para este tipo de pavimento, es de suma importancia que se realice de acuerdo a los criterios establecidos ya que los pavimentos se encuentran siempre expuestos a cargas de tránsito, por lo cual son propensos a sufrir daños o deterioros; es por esto que la losa de concreto debe de garantizar que estas cargas se transmitan a las demás capas de manera correcta, la evaluación de estos daños nos permitirá conocer la condición o el estado en que se encuentra el pavimento en todo el tiempo que lleva de brindar servicio, estos métodos se encuentran descritos en una publicación técnica realizado por Bonilla, y otros (2017)

Método AASHTO para pavimentos rígidos

Bonilla, y otros (2017) mencionan que:

Es el método más utilizado en la práctica; consiste en determinar los daños producidos por la cantidad de ejes que circulan y circularán, de acuerdo con una tasa de incremento de flujo vehicular; sin embargo, este análisis se hace de forma empírica y relacionándolo directamente la capacidad de la sección de resistir el paso del flujo vehicular (p. 10)

La ecuación que se muestra a continuación es usada para calcular el espesor o el número de ejes equivalentes en el pavimento:

$$\log_{10}(W_{18}) = \left\{ z_r + S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 1) - 0.006 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{3.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times Pt) \log_{10} \left\{ \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{\left( \frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right]} \right\} \right\}$$

Figura 2. Ecuación 1 para determinar el espesor o el número de ejes  
Fuente Análisis del comportamiento estructural de un pavimento de concreto estructuralmente reforzado continuo (PCERC)

En donde:

$W_{18}$ : es el número de ejes equivalentes diarios.

$Z_r$ : es la desviación normal estándar en función de la confiabilidad.

$S_0$ : es el error estándar combinado en función de la confiabilidad.

$D$ : es el espesor.

$\Delta PSI$ : es la serviciabilidad.

$Pt$ : es la serviciabilidad final.

$S'c$ : es el módulo de ruptura.

$Cd$ : es el coeficiente de drenaje.

J: es el módulo de transferencia de carga.

Ec: es el módulo de elasticidad.

K: es el módulo de reacción.

#### Método de la PCA

Bonilla, y otros (2017) manifiestan que:

“Este método se basa en el concepto de resistencia utilizada para diferentes solicitaciones como cargas de tránsito y ambientales, básicamente consiste en comparar las cargas ejercidas por los ejes y con los esfuerzos resistentes del diseño” (p.

Este método de igual manera que el método AASHTO tiene por finalidad calcular el espesor de losa o los ejes equivalentes, este método usa la siguiente ecuación:

$$\text{Log } N = 14.524 - 6.777(C_1P - 9.0)^{0.103}$$

Figura 3. Ecuación 2 para determinar el espesor o el número de ejes

Fuente Análisis del comportamiento estructural de un pavimento de concreto estructuralmente reforzado continuo (PCERC)

En donde:

N: número de repeticiones permisibles para un índice de servicio presente de 3.0

P: proporción de trabajo o potencia=  $268.7 \frac{p^2}{hk^{0.73}}$

p: presión sobre el apoyo de la esquina de la losa, en libras/pulgadas cuadrada

ρ: kw= caso de cimentación líquida (Winkler)

h: espesor de la losa en pulgadas

k: módulo de reacción del apoyo, en lb/plug<sup>3</sup>

C1: Factor de ajuste, 1 para subbases sin trata y 0.9 para subbases estabilizadas.

Otra ecuación utilizada en este método es la ecuación de daño por erosión.

$$\text{Daño por erosión, (\%)} = 100 \sum_{i=1}^m \frac{C_2 n_i}{N_i}$$

Figura 4. Ecuación 3 para determinar el daño por erosión

Fuente Análisis del comportamiento estructural de un pavimento de concreto estructuralmente reforzado continuo (PCERC)

En donde:

$C_2 = 0.06$  pavimento sin acotamientos

$C_2 = 0.94$  pavimentos con acotamientos sujetos

Este método se basa en dos criterios claros los cuales son:

Criterio de fatiga: “utilizado para mantener los esfuerzos inducidos a la losa de concreto de límites aceptables” Bonilla, y otros (2017).

Criterio por erosión: “para limitar los efectos de la deflexión del pavimento en las zonas críticas (orilla y esquinas) inducida por erosión de la capa de apoyo en esquinas y orillas (Bonilla et al., 2017).

Programa ME de diseño

Este método es conocido también como el método empírico mecanizado, basándose en el uso de un programa en el cual también contempla los mismos componentes del método AASHTO, además de incluir “propiedades térmicas del concreto, la relación agua cemento, el contenido de cemento, el acero de refuerzo y otros. (Bonilla et al., 2017, p. 12).

El método empírico mecanizado (ME) como se mencionó utiliza diversos parámetros de los cuáles algunos de ellos se muestran a continuación:

El tráfico: “En este caso el programa usa el tráfico medio anual de camiones para calcular el tipo de vehículo que pasa y los daños que provocan. (Bonilla et al., 2017).

Clima: “Este factor es usado en este programa para realizar los cálculos del acero de temperatura, en este programa se pueden utilizar diversos parámetros de estaciones climáticas del mismo programa o insertar otros nuevos” (Bonilla et al.2017).

Espesor de losa: En este parámetro el programa realiza diversas simulaciones las cuales varían de acuerdo a los datos que son colocados en el programa.

Refuerzo de acero: En este parámetro se puede colocar los datos del área de acero dentro del programa con la finalidad de realizar una simulación de los efectos causados en IRI y en el despostillamiento (Bonilla et al., 2017).

Coefficiente térmico del concreto: Este para parámetro tiene la función principal de medir de manera directa las dilataciones del concreto, en el programa se señala que es causado también por el agregado utilizado, (Bonilla et al., 2017.)

Tipo y ancho de hombro: Este parámetro se basa principalmente en el golpeteo causado en la zona afectada, (Bonilla et al., 2017.)

Tipo de Base y fricción entre capas: “En este parámetro el programa asemeja la reacción y relación entre la base y la losa, por lo que este parámetro impacta directamente en el funcionamiento del pavimento” (Bonilla et al., 2017.)

El mes de construcción: Este parámetro muestra lo importante que es al poder determinar algunas características del acero de temperatura, (Bonilla et al., 2017.)

## Estándares de calidad de un pavimento

Este método nos indica otros ítems según (Bonilla et al., 2017.)

son los siguientes:

### Índice de rugosidad Internacional

Más conocido como IRI es una medida que se relaciona directamente con el confort y seguridad de un pavimento rígido, este índice nos muestra las irregularidades que existen a lo largo de un pavimento, siendo este índice uno de los indicativos de calidad más usados en lo que respecta a pavimentos, ya que según el resultado que se obtenga nos brinda un criterio para la aceptación o rechazo de un pavimento, (Bonilla et al., 2017.)

### Mapeo de grietas

Esta característica es muy importante ya que nos brinda una visión de cómo se desarrollará el comportamiento estructural del pavimento, dándonos un indicativo de la resistencia del pavimento (Bonilla et al., 2017.)

### Índice de transferencia de cargas

Este índice se basa en los siguientes parámetros: “espesor de grieta, temperatura del concreto, espesor de losa y la estación” además de ser uno de los parámetros esenciales para obtener el diseño mecanizado, (Bonilla et al., 2017.)

## Importancia de evaluación de pavimentos

Tananta, (2016) menciona: “la evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima”.

Siendo de gran importancia una evaluación de pavimentos como lo menciona Tananta resulta también importante que esta evaluación sea realizada por un



especialista, que pueda analizar y evaluar el estado del pavimento con criterios técnicos para así poder ofrecer una respuesta más óptima para solucionar aquellas fallas o deterioros encontrados en los pavimentos.

Realizando evaluaciones periódicas a los pavimentos y realizadas por un especialista se puede llegar a mejorar el estado de un pavimento con la finalidad de evitar reparaciones de estas fallas o que otras nuevas se presenten.

#### Curva de comportamiento de los pavimentos

Viene a ser la representación de la calidad que tiene un pavimento. Para poder obtener esta curva es necesario contar con la información siguiente:

“Se necesita la información de calidad de rodadura durante el periodo de estudio y de los datos históricos del tránsito que se han solicitado al pavimento durante ese periodo” (Tananta, 2016).

Los datos que son colocados en los ejes para crear esta curva corresponden a los “índices de serviciabilidad o el índice de condición del pavimento versus el tiempo o el número de ejes equivalentes” (Tananta, 2016).

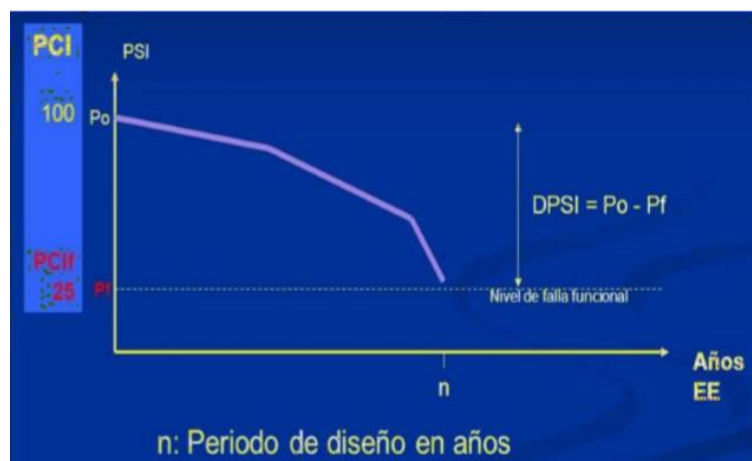


Figura 5. Curva de deterioro del pavimento

## Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI)- (VI)

Rodriguez, E (2009) menciona que el PCI “es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación” (p.27) “Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado (...), y ha sido publicado por la ASTM” (p.27) Rodriguez, E (2009)

También se sabe que este índice es una representación numérica el cual tiene una variación que va desde cero (0) hasta el cien (100) significando que el pavimento se encuentra en un mal estado si va desde cero y se encuentra en un perfecto en un cien.

A continuación, se muestra una tabla en donde se establece una clasificación y sus rangos respectivos para este índice:

**Tabla 1**

*Rango clasificación del PCI*

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

Fuente: Norma ASTM-D6433

El PCI nos muestra una información de aquellos daños que afectan al pavimento así como las causas, clima etc.

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

Para realizar con la obtención de este índice se tiene que realizar una visita a campo con la finalidad de identificar los daños en tipos, niveles, los cuales son registrados en los formatos que brinda el PCI, Rodríguez, E (2009).

Unidades de muestreo: Para realizar un muestro se debe de tomar una muestra compuesta en pares o cada cinco losas con la finalidad de extraer varias unidades de muestra para representar a la población. Siendo en los pavimentos rígidos necesariamente cumplir con esta característica: si el pavimento tiene una longitud mínima de 7.60 m, se debe de tomar de 20 a 8 losas, Rodríguez, E (2009).

Cálculo del PCI de las unidades de muestreo: Después de haber realizado la acción anterior se procede a tomar los datos de las patologías, los cuales son fundamentales para poder hallar el PCI esta actividad se puede realizar tanto de manera digital como manual, Rodríguez, E (2009).

Se presenta a continuación un modelo de la ficha en donde se plasmarán los datos recolectados:

#### Explicación de procesamiento de datos para Pavimentos

##### Paso 1

“Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato PCI” Rodríguez, E (2009).

“Divida el número de LOSAS contabilizado 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” Rodriguez, E (2009).

“Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada” Rodriguez, E (2009).

### Paso 2

Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” ( $m$ ), utilizando la Ecuación 3 de carreteras pavimentadas:

$$m_i = 1,00 + \frac{9}{98}(100 - HDV)$$

Figura 6. Ecuación para carreteras pavimentadas

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ , Rodriguez, E (2009).

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

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.

### Paso 3

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo: Determine el número de valores deducidos,  $q$ , mayores que 2.0, Rodriguez, E (2009).

Determine el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales, Rodriguez, E (2009).

Determine el CDV con  $q$  y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento, Rodriguez, E (2009).

Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas, hasta que  $q$  sea igual a 1, Rodriguez, E (2009).

El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso, Rodriguez, E (2009).

#### Paso 4

Con el proceso iterativo se obtiene el “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, Rodriguez, E (2009).

Para este paso y con los datos obtenidos en los pasos anteriores se procede a realizar el llenado de la siguiente tabla con los datos obtenidos:

#### Tipos de fallas en los pavimentos

Las fallas en los pavimentos pueden presentarse de muchas maneras provocando un deterioro en los pavimentos, Según Armijos, C (2009) existen dos tipos de fallas:

##### Fallas estructurales

“Son aquellas fallas que se presentan en la superficie de rodamiento, cuyo origen se debe a una falla en su estructura es decir en cualquiera de sus capas ya que no resisten las cargas que se les aplica o los factores climáticos” (p. 13) Armijos, C (2009).

##### Fallas superficiales

“Son fallas que se visualizan en la superficie de rodamiento esto debido a que los daños son solamente en la capa superior, la corrección se realiza de una manera más sencilla” (p. 14) Armijos, C (2009)

## Patologías en pavimentos rígidos

Según el Grupo Técnico, (2006) los daños que presenta un pavimento rígido se pueden agrupar en cuatro categorías generales, las cuales son:

### Grietas

Las grietas pueden definirse como aquella separación de una estructura en dos mostrando una abertura, en donde se observa que la resistencia del concreto ha fallado, según el Grupo Técnico, (2006) “Esta falla incluye a las discontinuidades y las fracturas que deterioran a las losas del concreto”. En el caso de pavimentos rígidos se pueden observar diversas clases de grietas que afectan a las losas del pavimento, el Grupo Técnico, (2006), menciona las siguientes clases de grietas:

**Grietas de Esquina:** Según el Grupo Técnico, (2006) Este tipo de grietas se presenta en las esquinas de la losa formando un triángulo en ella teniendo un ángulo  $45^\circ$ , estas grietas se observaron en placas de concreto simple y en las de concreto reforzados.

**Niveles de severidad:** el Grupo Técnico, (2006) afirma que las grietas de esquina presentan los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 2**

*Nivel de severidad de grietas de esquina*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Presenta aberturas menores a 3mm, se observa que la esquina de losa se encuentra entera.
<b>Media</b>	Presenta aberturas que varían de 3mm a 10mm, se observa que la esquina de losa se encuentra entera
<b>Alta</b>	Presenta aberturas mayores a 10mm, se observa que la esquina de losa se encuentra separada en varias partes.

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

### Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), estas grietas aparecen en las losas de pavimento rígido debido a las siguientes causas:

- ~“Asentamiento de la base y/o la subrasante”
- ~“Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base”
- ~“Alabeo térmico”
- ~“Sobre carga en las esquinas”

Tras esta información mostrada sobre las grietas de esquina se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 7. *Grieta de esquina*

Grietas Longitudinales: Según el Grupo Técnico, (2006) Se identifican fácilmente debido que son paralelas a los ejes de la calzada, esta patología se da en pavimentos rígidos.

Niveles de severidad: el Grupo Técnico, (2006) afirma que las grietas longitudinales presentan los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 3**

*Nivel de severidad Grietas longitudinales*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Presenta aberturas menores a 3mm, no se observa escalonamiento en la losa del pavimento.
<b>Media</b>	Presenta aberturas que varían de 3mm a 10mm.
<b>Alta</b>	Presenta aberturas mayores a 10mm, se observa que el escalonamiento es mayor a los 15mm.

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

#### Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), estas grietas longitudinales aparecen en las losas de pavimento rígido debido a las siguientes causas:

“Asentamiento de la base y/o la subrasante”

“Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base”

“Alabeo térmico”

“Losa de ancho excesivo”

Tras esta información mostrada sobre las grietas longitudinales se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 8. Grietas longitudinales

Fuente: Fotografía propia



Grietas transversales: Según el Grupo Técnico, (2006) Estas grietas se presentan de manera perpendicular al eje de circulación y pueden extenderse hasta la junta longitudinal.

Niveles de severidad: el Grupo Técnico, (2006) afirma que las grietas transversales presentan los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 4**

*Nivel de severidad Grietas transversales*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Presenta aberturas menores a 3mm, no se percibe los escalonamientos.
<b>Media</b>	Presenta aberturas que varían de 3mm a 10mm.
<b>Alta</b>	Presenta aberturas mayores a 10mm, se observa que el escalonamiento es mayor a los 6mm.

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), estas grietas transversales aparecen en las losas de pavimento rígido debido a las siguientes causas:

“Asentamiento de la base y/o la subrasante”

“Losas de longitud excesiva”

“Junta de contracción aserrada”

“Problemas de drenaje”

Tras esta información mostrada sobre las grietas transversales se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 9. Grietas transversales

Fuente: Fotografía propia

Grietas en los extremos de los pasadores: Según el Grupo Técnico, (2006) Estas grietas se encuentran cerca de los pasadores.

Niveles de severidad: el Grupo Técnico, (2006) afirma que estas grietas presentan los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 5**

*Nivel de severidad Grietas en los extremos de los pasadores*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Presenta aberturas menores a 3mm, no se percibe los escalonamientos.
<b>Media</b>	Presenta aberturas que varían de 3mm a 10mm.
<b>Alta</b>	Presenta aberturas mayores a 10mm, se observa que el escalonamiento es mayor a los 6mm.

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), estas grietas en los extremos de pasadores aparecen en las losas de pavimento rígido debido a las siguientes causas:

“Mala ubicación de los pasadores”

“Corrosión o desalineamiento de los pasadores”

“Movimiento durante el proceso constructivo”

“Diámetros de barras muy pequeñas”

Tras esta información mostrada sobre las grietas en los extremos de pasadores se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 10. Grietas en los pasadores

Fuente: Universidad Ricardo Palma

Grietas en bloque o fracturamiento múltiple: Según el Grupo Técnico, (2006) Estas grietas surgen por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques sobre la placa.

Niveles de severidad

Según el Grupo Técnico, (2006) estas grietas siempre se van a considerar de severidad alta.

Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), estas grietas en bloque o fracturamiento múltiple aparecen en las losas de pavimento rígido debido a las siguientes causas:

“Fracturamiento múltiple, equivocado diseño estructural, etc.”

Tras esta información mostrada sobre las grietas en bloque o fracturamiento múltiple se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 11. Grietas en bloques

Fuente: Altamirano (2007)

Grietas por bloque: Según el Grupo Técnico, (2006) “Estas grietas se les puede clasificar de manera independiente debido a que están relacionadas directamente a la presencia de pozos o hundimiento”.

Niveles de severidad: el Grupo Técnico, (2006) afirma que las grietas en pozos y sumideros presentan los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 6**

*Nivel de severidad Grietas en pozos y sumideros*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Presenta aberturas menores a 3mm, no se percibe los escalonamientos.
<b>Media</b>	Presenta aberturas que varían de 3mm a 10mm.
<b>Alta</b>	Presenta aberturas mayores a 10mm, se observa que el escalonamiento es mayor a los 6mm.

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), estas grietas en pozos y sumideros aparecen en las losas de pavimento rígido debido a las siguientes causas:

“Variación en la distribución de esfuerzos debidos a la presencia de pozos o sumideros”

Tras esta información mostrada sobre las grietas en pozos y sumideros se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:

#### Deterioro de las juntas

Estas patologías se pueden de manera común en las losas de los pavimentos rígidos, estos daños o deterioros que se presentan en las juntas el Grupo Técnico, (2006) las clasifica de la manera siguiente:

**Separación de juntas Longitudinales:** el Grupo Técnico, (2006) afirma que estos daños son las aberturas que se presentan en la junta longitudinal, este tipo de daño aparece en todos los tipos de pavimento rígido.

**Niveles de severidad:** Según el Grupo Técnico, (2006) la separación de juntas longitudinales presenta los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 7**

*Nivel de severidad Deterioros de Junta*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Presenta aberturas menores a 3mm, se observa se observa un leve levantamiento casi imperceptible.
<b>Media</b>	Presenta aberturas que varían de 3mm a 25mm.
<b>Alta</b>	Presenta aberturas mayores a 25mm, se observa un claro desnivel entre las losas el cual presenta una altura mayor a los 10mm

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

### Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), estas separaciones de juntas longitudinales aparecen en las losas de pavimento rígido debido a las siguientes causas:

“Contracción o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclaje entre carriles adyacentes”

“Desplazamiento lateral de losas motivado por un asentamiento diferencial en la subrasante”

“Ausencia de bermas”

“Asentamiento diferencial de la subrasante”

Tras esta información mostrada sobre las separaciones de juntas longitudinales se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:

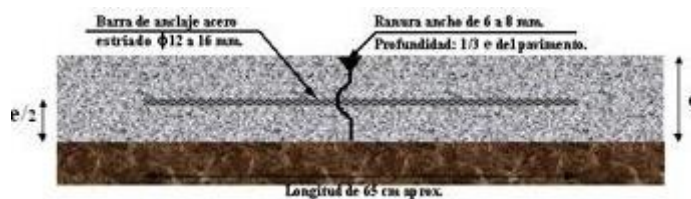


Figura 12. Separación de Juntas longitudinales

Fuente: Apuntes de ingeniería civil

Deterioro del sello: El Grupo Técnico, (2006) afirma que “Este daño es el desprendimiento del sello de las juntas longitudinales o transversales, que permite la entrada de materiales incompresibles e infiltración de agua superficial”.

Niveles de severidad: Según el Grupo Técnico, (2006) el deterioro del sello presenta los siguientes niveles de severidad basados en la longitud que presenta una deficiencia del sellado:

**Tabla 8***Nivel de Severidad Deterioro del Sello*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Deficiencia del material sellante menor al 5%. Siendo imperceptible.
<b>Media</b>	Deficiencia del material sellante del 5% y el 25%. Se observa que el sello se encuentra en una condición regular.
<b>Alta</b>	Deficiencia del material sellante mayor al 25%. Se observa filtración de agua.

---

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

#### Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), el deterioro de sello aparecen en las juntas de los pavimentos rígidos debido a las siguientes causas:

“Endurecimiento del sello: producto de mala calidad, envejecimiento”

“Pérdida de adherencia entre el sello y la placa: producto de mala calidad, sellado mal colocado, caja mal diseñada, paredes sucias en el momento de aplicar el sello.”

“Pérdida de sello: producto de mala calidad, procedimientos de colocación deficiente, movimiento relativo excesivo entre losas aledañas, poca consistencia del material de sello”

“Crecimiento de la vegetación: humedad en la junta”

Tras esta información mostrada sobre el deterioro de sello, se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 13. Deterioro de sello

Fuente: Argos360

### Deterioro superficial

Estos daños se presentan de manera común ya que el pavimento se encuentra expuesto a las cargas de los vehículos y por tal motivo su superficie presenta diversos daños, en la opinión del Grupo Técnico, (2006) el deterioro superficial de un pavimento rígido se presenta de las siguientes formas:

Descascaramiento: Según el Grupo Técnico, (2006) Este daño se caracteriza por la rotura hasta el fondo con una longitud de 5 a 15mm.

Niveles de severidad: el Grupo Técnico, (2006) afirma que el descascaramiento presenta los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 9**

*Nivel de Severidad Descascaramiento*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Pérdida de una profundidad menor de 5mm.
<b>Media</b>	Pérdida de una profundidad de 5mm a 15mm.
<b>Alta</b>	Pérdida de una profundidad de mayor a 5mm.

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

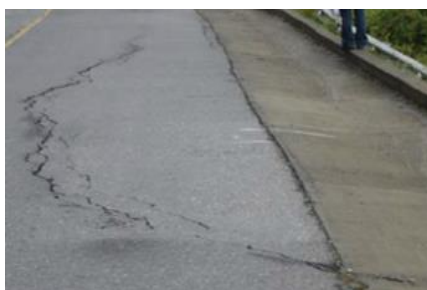


### Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), el descascamiento aparece en la superficie de las losas del pavimento rígido y es debido principalmente a la siguiente causa:

“Generalmente se produce debido a un exceso del acabado del concreto fresco”

Tras esta información mostrada sobre el descascamiento se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



*Figura 14. Descascamiento*

Fuente: Emaze 2012

Desintegración: Se le denomina así a esta falla debido que es la pérdida continua del agregado tanto de material grueso como material fino, Grupo Técnico, (2006).

Niveles de severidad: el Grupo Técnico, (2006) afirma que la desintegración presenta los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 10**

*Nivel de Severidad Desintegración*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Desprendimientos superficiales
<b>Media</b>	“Peladuras generalizadas”
<b>Alta</b>	Se extiende hasta dar lugar una superficie rugosa

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), la desintegración aparece en las losas de pavimento rígido debido a las siguientes causas:

“Material inapropiado en el interior del concreto”

“Mortero poco homogéneo”

“Deficiente calidad de los materiales”

“Agregados expansivos o de baja durabilidad”

Tras esta información mostrada sobre la desintegración se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 15. Desintegración

Fuente: Herrero (2018)

Baches: “Este daño es la desintegración de la losa del concreto y la remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares que incluso puede dejar expuesto el material de base”, Grupo Técnico, (2006).

Niveles de severidad: Según el Grupo Técnico, (2006) los baches presentan los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 11**

*Nivel de severidad Baches*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Se observa que la afectación es menor o igual que 25mm
<b>Media</b>	Se observa que la afectación varía entre 25mm y 50mm
<b>Alta</b>	Se observa que la afectación es mayor que 50 mm

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), los baches aparecen en las losas de pavimento rígido debido a las siguientes causas:

“Fundaciones y capas inferiores inestables”

“Espesores del pavimento estructuralmente insuficientes”

“Retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas”

Tras esta información mostrada sobre los baches se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 16. Baches

Fuente: La Gaceta (2014)

Pulimiento: Este tipo de falla viene a ser la carencia de la rugosidad dificultando la fricción, Grupo Técnico, (2006).

Niveles de severidad

Según el Grupo Técnico, (2006), no es posible definir los niveles de severidad de esta patología debido a su naturaleza.

Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), el pulimiento aparece en la superficie de las losas de pavimento rígido debido a:

“Su causa principal es la del desgaste superficial debido al tránsito”

Tras esta información mostrada sobre el pulimiento se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 17. Pulimiento

Fuente: ICPA (2016)

Hundimiento o asentamiento: Se denomina así a esta falla porque existe un descenso de la superficie del pavimento puede observarse también presencias de grietas, Grupo Técnico, (2006).

Niveles de severidad: el Grupo Técnico, (2006) afirma que el hundimiento o asentamiento presenta los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 12**

*Nivel de severidad hundimiento o asentamiento*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	La profundidad es menor que 20mm, provocando una leve vibración al vehículo que pasa por el pavimento.
<b>Media</b>	La profundidad varía de 20mm y 40mm provocando una mayor vibración que la anterior al vehículo causando incomodidad al conductor.
<b>Alta</b>	La profundidad es mayor que 40mm provocando una gran vibración al vehículo provocando mucha incomodidad al conductor.

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

Posibles causas

De acuerdo con el Grupo Técnico, (2006), el hundimiento o asentamiento aparece en las losas de pavimento rígido debido a las siguientes causas:

“Este tipo de deformación permanente del pavimento, con o sin agrietamiento puede ocurrir cuando se produce asentamiento o consolidación de la subrasante”

Tras esta información mostrada sobre el hundimiento o asentamiento se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:

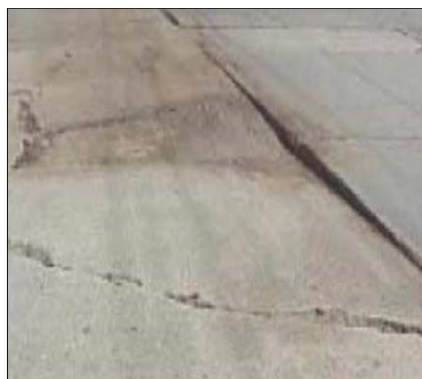


Figura 18. Hundimiento o asentamiento

Fuente: Grupo Técnico, (2006).

Otros deterioros

A continuación, se muestran otras patologías o deterioros que se presentan comúnmente en los pavimentos rígidos, esta información fue extraída del Grupo Técnico, (2006).

Fisuración por retracción o tipo malla: Estas fisuras se presentan solo en la superficie del pavimento tienen una abertura menor que las grietas, Grupo Técnico, (2006).

Niveles de severidad: el Grupo Técnico, (2006) hace mención que la fisuración por retracción presenta los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 13**

*Nivel de severidad Fisuración tipo malla*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	“Fisuras sin descascaramientos”
<b>Media</b>	“Fisuras con descascaramiento que afecta en un 10%”
<b>Alta</b>	“Fisuras con descaramineto mayor que el 10%”

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), estas fisuras aparecen en las losas de pavimento rígido debido a las siguientes causas:

“Curado inapropiado”

“Exceso de amasado superficial y/o adición de agua durante el alisado de la superficie.”

“Malla de refuerzo muy cerca de la superficie”

“Acción del clima o de productos químicos”

Tras esta información mostrada sobre fisuración por retracción se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 19. Fisuración por retracción o tipo malla

Fuente: FisurasdeCalza (2016)

Fisuraciones ligeras de aparición temprana: “Estas fisuras se caracterizan por ser delgadas y afectar solo a la superficie su longitud varia de 0.2m a 0.1m” Grupo Técnico, (2006)

Niveles de severidad: el Grupo Técnico, (2006) sostiene que las fisuraciones ligeras de aparición temprana presentan los siguientes niveles de severidad:

**Tabla 14**

*Nivel de severidad Fisuración ligera*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Se observan fisuras, pero no provocan descascaramiento
<b>Media</b>	Las fisuras que se observan provocan la aparición de descascaramiento que es menor al 10% de la losa
<b>Alta</b>	Las fisuras que se observan provocan la aparición de descascaramiento que es mayor al 10% de la losa

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), las fisuraciones liegeras de aparición temprana son provocados debido a las siguientes causas:

~ “Suelen aparecer de manera temprana sobre la superficie del concreto principalmente por contracción plástica del concreto, que aparece antes del fraguado final, por secado prematuro”, Grupo Técnico, (2006).

Tras esta información mostrada sobre as fisuraciones ligeras de aparición temprana se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 20. Fisuraciones ligeras de aparición temprana

Fuente: Grupo Técnico, (2006)

Ondulaciones: el Grupo Técnico, (2006) afirma que Este tipo de fallas se presentan en la superficie debido a una nivelación inadecuada durante la construcción.

Niveles de severidad: Los niveles de severidad para esta patología el Grupo Técnico, (2006) lo clasifica de la siguiente manera.

**Tabla 15**

*Nivel de severidad Ondulaciones*

<b>Nivel de severidad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Baja</b>	Las ondulaciones son poco perceptibles por los conductores.
<b>Media</b>	Las ondulaciones son perceptibles de manera moderada por los conductores.
<b>Alta</b>	Las ondulaciones provocan que el vehículo realice varios saltos.

Fuente: Grupo Técnico, (2006)



### Posibles causas

Según el Grupo Técnico, (2006), estas ondulaciones aparecen debido a las siguientes causas:

- ~ “Fundaciones y capas inferiores inestables”
- ~ “Espesores del pavimento estructuralmente insuficientes”
- ~ “Retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas”

Con la información mostrada sobre las ondulaciones se brinda a continuación una ilustración referencial de esta patología:



Figura 21. Ondulaciones

Fuente: MOPC (2016)

De lo anterior la investigación se puede justificar a nivel científico, porque la elaboración se encuentra sujeta a procedimientos del método científico, además de basarse en teorías y normas establecidas para conocer la condición de servicio de un pavimento y los métodos para las reparaciones de las patologías en pavimentos, luego a nivel social porque el presente proyecto influye de manera directa a la condición de la sociedad ya que al analizar y evaluar el pavimento rígido se brindara soluciones para su mejoramiento y de esta manera ofrecer una mejor condición tanto de peatones como de conductores, se justifica a nivel ambiental debido a que la recolección de datos no influye de manera negativa en el cuidado ambiental además de que en las recomendaciones realizadas para el mejoramiento se hará hincapié en el cuidado ambiental y finalmente se justifica a nivel económico porque se brindará recomendaciones para el mantenimiento y mejoramiento del pavimento dañado con soluciones tecnico-economicos de precios.

Con lo que se puede formular el problema a solucionar ¿Cuál es la condición del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba, Pomabamba-Ancash provocado por las patologías existentes? Para ellos se planteó la siguiente hipótesis Al determinar y evaluar la condición del pavimento rígido empleando el método PCI se determina el estado actual del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba el cual nos permite conocer y evaluar el estado actual en la que se encuentra este jirón, con lo que se planteó el objetivo general Desarrollar la determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido por el método PCI del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba, Pomabamba – Ancash para conocer su condición de servicio, de lo cual se desprendió los siguientes objetivos específicos: Identificar cuáles son las fallas de mayor severidad que presenta el pavimento rígido del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba, Pomabamba – Ancash, evaluar cuáles son las fallas con mayor frecuencia en el pavimento rígido del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba, Pomabamba – Ancash, obtener y conocer el índice de condición servicio (PCI) actual en la que se encuentra el pavimento rígido del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba, Pomabamba – Ancash y plantear y elaborar propuestas para el mantenimiento y mejoramiento de las áreas afectadas por patologías en el pavimento rígido del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba, Pomabamba – Ancash.

## II. METODOLOGÍA

### Tipo y diseño de investigación

Según Daniela (2016) (20) definió que el tipo de investigación aplicada se basa que el problema a investigar es conocido por el investigador y por ende su solución se basa en la práctica de los conocimientos adquiridos con anterioridad y también con aquellos conocimientos nuevos que se adquieren durante la recopilación de información durante la investigación, es decir que la solución del problema planteado debe de hacer énfasis en la solución de problemas de nivel social. El tipo de investigación básica según Daniela (2016) buscó la adquisición de conocimientos con la finalidad de dar solución al problema planteado además de que estos conocimientos sirvan como fuente o consulta para investigaciones futuras, por tal motivo es que el presente trabajo de investigación se considera como un tipo de investigación aplicada y básica.

El diseño de investigación usado para esta investigación fue no experimental ya que solo se basó en la observación y toma de mediciones para la recolección de datos sin recurrir al laboratorio ni realizar algún tipo de ensayo. Esta investigación no experimental fue de tipo transversal ya que la toma de datos y mediciones realizadas a las patologías se realizó en un momento puntual.

### Población, muestra y muestreo

#### Población

Según Eleonora (2016) definió que la población es aquel conjunto en donde todos sus componentes presentan las mismas características, para esta investigación se tomó como población a toda la longitud del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba – Ancash el cual tenía una longitud de 600 metros.

#### Muestra

Según Eleonora (2016) la muestra dentro de un trabajo de investigación se puede definir como la parte más representativa y que refleje las características de la

población, por ende, la muestra estuvo conformada por las siete cuadras del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba – Ancash, en donde se observó diversas patologías que provocaron daño y disminución de su condición de servicio.

Técnicas e instrumentos de investigación

**Tabla 16**  
*Operacionalización de variables*

VARIABLES	TECNICA	INSTRUMENTO	FUENTE
<b>Método de PCI</b>	Recolección de datos mediante la observación en fichas	Ficha de Índice de Condición de Pavimentos, Carreteras con superficie en concreto hidráulico	ASTM D6433-03
<b>Evaluación De la condición del pavimento rígido</b>	Observación in situ para el análisis visual de las patologías en el pavimento	- Ficha de Índice de Condición de Pavimentos. - Rango PCI %	ASTM D6433-03

Fuente: Elaboración propia

Procesamiento y análisis de la información

Procesamiento de información

El proceso de la información se realizó de la siguiente manera:

Se seleccionó el objeto de estudio el cual tuvo que cumplir con los requisitos de presentar daños patológicos.

La ubicación se representó con el apoyo de planos catastrales de la zona de estudio.

Se procedió a realizar las mediciones de las longitudes del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba, Pomabamba – Ancash y la recolección de información sobre el objeto de estudio.

Se realizó la inspección visual de las patologías identificadas en el pavimento rígido del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba, Pomabamba -Ancash

Se realizó las mediciones respectivas de cada patología identificada así se conoció el área afectada.

Los datos recolectados de las patologías fueron registrados en las fichas de recolección de datos.

Los datos de las fichas de recolección fueron llevados a un formato digital con la finalidad de facilitar el análisis de los datos.

#### Análisis de la información

En este ítem el procedimiento para el análisis de la información se realizó de la siguiente manera:

Los datos fueron analizados mediante cuadro estadísticos en los cuales se pudo visualizar la información de una manera más ordenada con el software Excel.

Los datos y resultados de los cuadros de Excel fueron mostrados en áreas afectadas en porcentajes con el apoyo de gráficos estadísticos.

Los resultados obtenidos fueron llevados en cuadros así de esta manera se conoció el índice de condición de pavimento.

Los resultados nos mostraron la condición de servicio en la que se encontraba el pavimento rígido del Jr. Chachapoyas del distrito de Pomabamba, Pomabamba – Ancash.

### III. RESULTADOS

A continuación, se muestra los resultados obtenidos de las 7 unidades muestrales que fueron evaluados:

Primeramente, corresponde a la primera fase en este caso el objetivo general de la investigación en base a la ficha técnica de recolección de datos individual por cada unidad muestral del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas, donde se muestra los datos necesarios como:

Representación gráfica de la unidad muestral.

Cuadro de datos para determinar el área afectad del pavimento rígido.

Segundo corresponde a la fase de análisis y evaluación individual por cada unidad muestral del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas, de los datos registrados en la ficha técnica de recolección de datos, donde se registró.

Cuadro de niveles de severidad.

Cálculo del PCI.

Áreas afectadas por cada unidad muestral

Registros fotográficos.

Denominación de la unidad muestral debido a su nivel de severidad (Alto, medio y severo) esto en base al daño patológico.

UM-01

La primera unidad muestral se encuentra entre el Jr. Moquegua y el Pasaje S/N, esta primera unidad muestra tiene un área de 210 m<sup>2</sup>, el cual presenta un ancho de 7.5 m y 28m de largo, teniendo un total de 14 paños, en esta unidad muestral se pudo identificar la presencia de cuatro daños, estos son: grietas lineales (longitudinales y transversales), grietas de esquinas, separación de juntas y parcheo grande. Anexo N° 03: Ficha técnica de la Unidad muestra N° 01.

Con los datos obtenidos del área afectada por cada daño y su respectiva severidad se procede a realizar el cálculo del PCI con la ayuda de los ábacos correspondientes por cada daño, para es necesario conocer el área y la densidad de afectación de lo cual obtendremos la siguiente tabla:

**Tabla 17**

*Cálculo del PCI de la unidad muestral 1*

<b>Tipo de daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>
01	H	3.01	1.43	4
01	M	4.21	2.0	3
02	H	0.28	0.13	5
02	M	0.55	0.26	3
05	M	0.75	0.36	2
13	M	18.58	8.85	4

Fuente: Elaboración propia

Tras los datos obtenidos en la tabla anterior se procede a calcular el  $m_i$  para lo cual en esta unidad muestral es igual a 10.

Con el dato anterior se procede obtiene los datos siguientes:

**Tabla 18**

*Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 1*

<b>Max.VDT</b>	<b>VDC</b>
14	10.5


Fuente: Elaboración propia

Conociendo estos valores obtendremos el valor del PCI reemplazándolo en la siguiente fórmula:  $PCI = 100 - VCD = 100 - 10.5 = 89.5$

Siguiendo con el rango de valores de la unidad muestral nos da un estado “EXCELENTE”.

**Tabla 19**

*Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 1*

	<b>Rango PCI %</b>	<b>Clasificación</b>
	100-85	Excelente
	85-70	Muy bueno
	70-55	Bueno
	55-40	Regular
	40-25	Malo
	25-10	Muy malo
	10-0	Fallado

Fuente: Norma ASTM-D6433

#### UM-02

La segunda unidad muestral se encuentra entre el Pasaje S/N y el Jr. Jorge Chavez, esta segunda unidad muestra tiene un área de 988.5 m<sup>2</sup>, el cual presenta un ancho de 7.5 m y 131.8m de largo, teniendo un total de 70 paños, en esta unidad muestral se pudo identificar la presencia de cuatro daños, estos son: grietas lineales (longitudinales y transversales), grietas de esquinas, deterioro de sello y parcheo pequeño. Anexo N° 04: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 02.

Con los datos obtenidos del área afectada por cada daño y su respectiva severidad se procede a realizar el cálculo del PCI con la ayuda de los ábacos correspondientes por cada daño, para es necesario conocer el área y la densidad de afectación de lo cual obtendremos la siguiente tabla:



**Tabla 20***Cálculo del PCI de la unidad muestral 2*

<b>Tipo de daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>
01	H	38.66	3.91	8
01	M	19.85	2.01	4
02	H	54.01	5.46	11
02	L	48.01	4.86	4
06	M	24.68	2.50	9
12	M	22.04	1.81	2

Fuente: Elaboración propia

Tras los datos obtenidos en la tabla anterior se procede a calcular el  $m_i$  para lo cual en esta unidad muestral es igual a 9.43.

Con el dato anterior se procede obtiene los datos siguientes:

**Tabla 21***Resultado del máx. VDT y de la unidad muestral 2*


<b>Max.VDT</b>	<b>VDC</b>
54.72	31.5

Fuente: Elaboración propia

Conociendo estos valores obtendremos el valor del PCI reemplazándolo en la siguiente fórmula:  $PCI = 100 - VCD = 100 - 31.5 = 68.5$

Siguiendo con el rango de valores la unidad muestral nos da un estado “BUENO”.

**Tabla 22***Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 2*

<b>Rango PCI %</b>	<b>Clasificación</b>
100-85	Excelente
85-70	Muy bueno
 70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

Fuente: Norma ASTM-D6433

UM-03

La tercera unidad muestral se encuentra entre el Jr. Jorge Chavez y el Jr. Arica, esta tercera unidad muestra tiene un área de 329.4 m<sup>2</sup>, el cual presenta un ancho de 4 m y 82.5m de largo, teniendo un total de 80 paños, en esta unidad muestral se pudo identificar la presencia de cuatro daños, estos son: grietas lineales (longitudinales y transversales), grietas de esquinas, separación de juntas y pulimiento. Anexo N° 05: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 03.

Con los datos obtenidos del área afectada por cada daño y su respectiva severidad se procede a realizar el cálculo del PCI con la ayuda de los ábacos correspondientes por cada daño, para es necesario conocer el área y la densidad de afectación de lo cual obtendremos la siguiente tabla:

**Tabla 23**

*Cálculo del PCI de la unidad muestral 3*

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido
01	H	47.12	14.30	22
01	M	23.12	7.02	6
02	H	41.02	12.45	30
06	H	11.73	3.56	7
10	H	18.96	5.76	8

Fuente: Elaboración propia

Tras los datos obtenidos en la tabla anterior se procede a calcular el m<sub>i</sub> para lo cual en esta unidad muestral es igual a 7.63.

Con el dato anterior se procede obtiene los datos siguientes:

**Tabla 24**

*Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 3*

Max.VDT	VDC
74.78	42


Fuente: Elaboración propia

Conociendo estos valores obtendremos el valor del PCI reemplazándolo en la siguiente fórmula:  $PCI = 100 - VCD = 100 - 42 = 56$

Siguiendo con el rango de valores la unidad muestral nos da un estado “BUENO”.

**Tabla 25**

*Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 3*

<b>Rango PCI %</b>	<b>Clasificación</b>
100-85	Excelente
85-70	Muy bueno
 70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

Fuente: Norma ASTM-D6433

#### UM-04

La cuarta unidad muestral se encuentra entre el Jr. Arica y el Jr. Perú, esta cuarta unidad muestra tiene un área de 210 m<sup>2</sup>, el cual presenta un ancho de 4 m y 85.02m de largo, teniendo un total de 80 paños, en esta unidad muestral se pudo identificar la presencia de cuatro daños, estos son: grietas lineales (longitudinales y transversales), grietas de esquinas, separación de juntas y pulimiento. Anexo N° 06: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 04.

Con los datos obtenidos del área afectada por cada daño y su respectiva severidad se procede a realizar el cálculo del PCI con la ayuda de los ábacos correspondientes por cada daño, para es necesario conocer el área y la densidad de afectación de lo cual obtendremos la siguiente tabla:

**Tabla 26**

*Cálculo del PCI de la unidad muestral 4*

<b>Tipo de daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>
01	H	32.21	15.34	21
01	M	8.96	4.27	2
02	H	8.21	3.91	9
02	M	5.55	2.64	2
06	H	20.01	9.53	2
06	M	13.87	6.60	2
10	M	21.23	10.11	2

Fuente: Elaboración propia

Tras los datos obtenidos en la tabla anterior se procede a calcular el  $m_i$  para lo cual en esta unidad muestral es igual a 8.48.

Con el dato anterior se procede obtiene los datos siguientes:

**Tabla 27**

*Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 4*


<b>Max.VDT</b>	<b>VDC</b>
27.96	9

Fuente: Elaboración propia

Conociendo estos valores obtendremos el valor del PCI reemplazándolo en la siguiente fórmula:  $PCI = 100 - VCD = 100 - 9 = 91$

Siguiendo con el rango de valores la unidad muestral nos da un estado "EXCELENTE".

**Tabla 28***Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 4*

	<b>Rango PCI %</b>	<b>Clasificación</b>
	100-85	Excelente
	85-70	Muy bueno
	70-55	Bueno
	55-40	Regular
	40-25	Malo
	25-10	Muy malo
	10-0	Fallado

Fuente: Norma ASTM-D6433

**UM-05**

La quinta unidad muestral se encuentra entre el Jr. Perú y el Jr. Centenario, esta quinta unidad muestra tiene un área de 487.025 m<sup>2</sup>, el cual presenta un ancho de 5.5 m y 88.55m de largo, teniendo un total de 60 paños, en esta unidad muestral se pudo identificar la presencia de cuatro daños, estos son: grietas lineales (longitudinales y transversales), grietas de esquinas, deterioro de sello y parcheo grande. Anexo N° 07: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 05.

Con los datos obtenidos del área afectada por cada daño y su respectiva severidad se procede a realizar el cálculo del PCI con la ayuda de los ábacos correspondientes por cada daño, para es necesario conocer el área y la densidad de afectación de lo cual obtendremos la siguiente tabla:

**Tabla 29***Cálculo del PCI de la unidad muestral 5*

<b>Tipo de daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>Valor deducido</b>
01	H	14.58	2.99	6
02	H	8.21	1.69	7
02	M	7.36	1.51	2
06	H	19.78	4.06	6
06	M	16.58	3.40	2
13	H	87.56	17.98	27

Fuente: Elaboración propia

Tras los datos obtenidos en la tabla anterior se procede a calcular el  $m_i$  para lo cual en esta unidad muestral es igual a 7.92.

Con el dato anterior se procede obtiene los datos siguientes:

**Tabla 30***Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 5*


<b>Max.VDT</b>	<b>VDC</b>
28.84	15

Fuente: Elaboración propia

Conociendo estos valores obtendremos el valor del PCI reemplazándolo en la siguiente fórmula:  $PCI = 100 - VCD = 100 - 15 = 85$

Siguiendo con el rango de valores la unidad muestral nos da un estado “MUY BUENO”.

**Tabla 31***Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 5*

<b>Rango PCI %</b>	<b>Clasificación</b>
100-85	Excelente
 85-70	Muy bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

Fuente: Norma ASTM-D6433

## UM-06

La sexta unidad muestral se encuentra entre el Jr. Centenario y el Jr. Lima, esta sexta unidad muestra tiene un área de 411.125 m<sup>2</sup>, el cual presenta un ancho de 5.5 m y 47.75m de largo, teniendo un total de 50 paños, en esta unidad muestral se pudo identificar la presencia de cuatro daños, estos son: grietas lineales (longitudinales y transversales), grietas de esquinas, deterioro de sello y pulimiento. Anexo N° 08: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 06.

Con los datos obtenidos del área afectada por cada daño y su respectiva severidad se procede a realizar el cálculo del PCI con la ayuda de los ábacos correspondientes por cada daño, para es necesario conocer el área y la densidad de afectación de lo cual obtendremos la siguiente tabla:

**Tabla 32**

*Cálculo del PCI de la unidad muestral 6*

<b>Tipo de daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>valor deducido</b>
01	H	19.66	4.78	9
02	M	9.12	2.22	2
06	H	21.47	5.22	8
10	M	31.08	7.56	2

Fuente: Elaboración propia

Tras los datos obtenidos en la tabla anterior se procede a calcular el  $m_i$  para lo cual en esta unidad muestral es igual a 9.62.

Con el dato anterior se procede obtiene los datos siguientes:

**Tabla 33**

*Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 6*


<b>Max.VDT</b>	<b>VDC</b>
12	15.6

Fuente: Elaboración propia

Conociendo estos valores obtendremos el valor del PCI reemplazándolo en la siguiente fórmula:  $PCI = 100 - VCD = 100 - 15.6 = 84.4$

Siguiendo con el rango de valores la unidad muestral nos da un estado “MUY BUENO”.

**Tabla 34***Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 6*

	<b>Rango PCI %</b>	<b>Clasificación</b>
	100-85	Excelente
	85-70	Muy bueno
	70-55	Bueno
	55-40	Regular
	40-25	Malo
	25-10	Muy malo
	10-0	Fallado

Fuente: Norma ASTM-D6433

UM-07

La séptima unidad muestral se encuentra entre el Jr. Lima y la quebrada Cañari, esta séptima unidad muestra tiene un área de 272.8 m<sup>2</sup>, el cual presenta un ancho de 4.0 m y 68.2m de largo, teniendo un total de 68 paños, en esta unidad muestral se pudo identificar la presencia de cuatro daños, estos son: grietas lineales (longitudinales y transversales), grietas de esquinas, parcheo pequeño y pulimiento. Anexo N° 09: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 07.

Con los datos obtenidos del área afectada por cada daño y su respectiva severidad se procede a realizar el cálculo del PCI con la ayuda de los ábacos correspondientes por cada daño, para es necesario conocer el área y la densidad de afectación de lo cual obtendremos la siguiente tabla:

**Tabla 35***Cálculo del PCI de la unidad muestral 7*

<b>Tipo de daño</b>	<b>Severidad</b>	<b>Total</b>	<b>Densidad (%)</b>	<b>valor deducido</b>
01	M	11.57	4.24	4
02	H	8.14	2.98	9.5
02	M	7.44	2.73	5
12	H	15.21	5.58	2
10	M	20.21	7.41	2

Fuente: Elaboración propia



Tras los datos obtenidos en la tabla anterior se procede a calcular el  $m_i$  para lo cual en esta unidad muestral es igual a 9.57.

Con el dato anterior se procede obtiene los datos siguientes:

**Tabla 36**

*Resultado del máx. VDT y VDC de la unidad muestral 7*

Max.VDT	VDC
28.14	15.5


Fuente: Elaboración propia

Conociendo estos valores obtendremos el valor del PCI reemplazándolo en la siguiente fórmula:  $PCI = 100 - VCD = 100 - 15.5 = 84.5$

Siguiendo con el rango de valores la unidad muestral nos da un estado “MUY BUENO”.

**Tabla 37**

*Rango clasificación del PCI de la unidad muestral 7*

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

Fuente: Norma ASTM-D6433

## UM-01

La primera unidad muestral tiene un área de 210 m<sup>2</sup>, en toda esta unidad se pudo observar la presencia de daños como grietas lineales, grietas se esquina, separación de juntas y parcheo grande, estos daños han causado un deterioro en la superficie del pavimento rígido, los porcentajes de afectación se muestra en la siguiente gráfica:

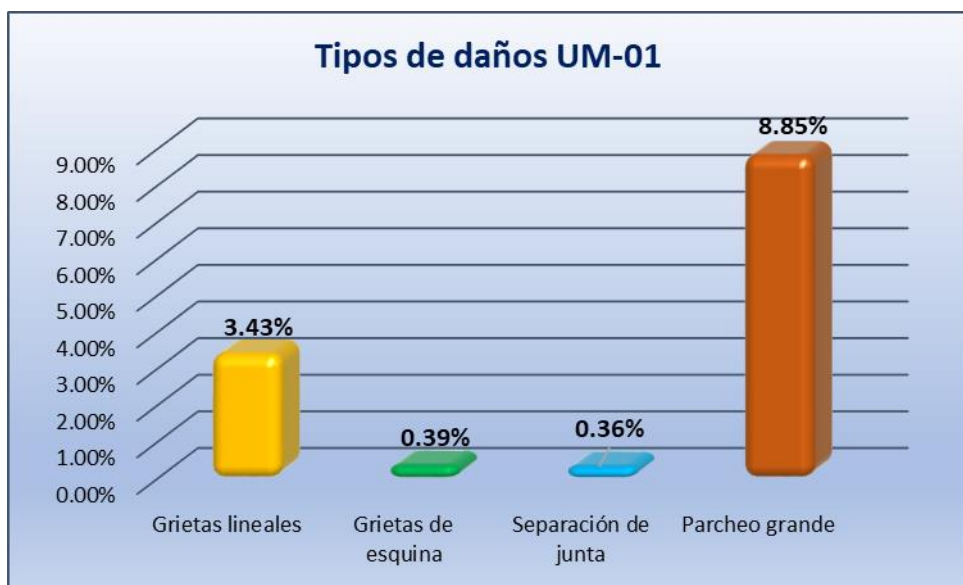


Figura 22. Porcentajes de afectación de la cuadrada 01

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el gráfico anterior se pudo visualizar que las grietas lineales tienen un área afectación de 3.43%, las grietas de esquina una afectación de 0.39%, la separación de junta una afectación de 0.36% y el parcheo grande una afectación de 8.85%, siendo el que más daño ha provocado.

Siguiendo con el procedimiento para el cálculo del índice de condición de pavimento se obtuvo que estos daños presentan un máximo valor deducido de 14 y un valor deducido corregido de 10.5, lo que nos da como resultado un índice de 89.5%, lo que nos da una condición de Excelente, lo que significa que a pesar que esta unidad presenta ciertos deterioros estos no son severos pudiéndose realizar una reparación fácil y rápida de estos daños.

## UM-02

La segunda unidad muestral tiene un área de 988.5 m<sup>2</sup>, en toda esta segunda unidad se pudo observar la presencia de daños como grietas lineales, grietas de esquina, deterioro de sello y parcheo pequeño, estos daños han causado un deterioro en la superficie del pavimento rígido, los porcentajes de afectación se muestra en la siguiente gráfica:

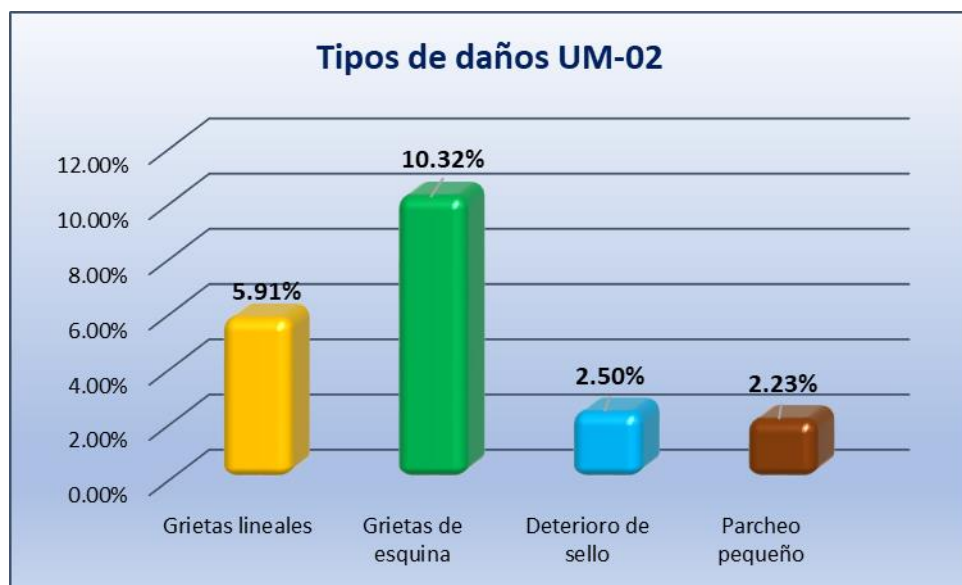


Figura 23. Porcentajes de afectación de la cuadrada 02

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el gráfico anterior se pudo visualizar que las grietas lineales tienen un área de afectación de 5.91%, las grietas de esquina una afectación de 10.32%, el deterioro de sello una afectación de 2.50% y el parcheo pequeño una afectación de 2.23%, siendo la que más afectación ha provocado la grieta de esquina.

Siguiendo con el procedimiento para el cálculo del índice de condición de pavimento se obtuvo que estos daños presentan un máximo valor deducido de 54.72 y un valor deducido corregido de 31.5, lo que nos da como resultado un

índice de 68.5%, lo que nos da una condición de Bueno, lo que significa que a pesar que esta unidad presenta ciertos deterioros los cuales no son leves pudiéndose realizar una reparación fácil y sencilla de estos daños en esta unidad muestral.

### UM-03

La tercera unidad muestral tiene un área de 329.4 m<sup>2</sup>, en toda esta tercera unidad se pudo observar la presencia de daños como grietas lineales, grietas se esquina, deterioro de sello y pulimiento, estos daños han causado un deterioro en la superficie del pavimento rígido, los porcentajes de afectación se muestra en la siguiente gráfica:

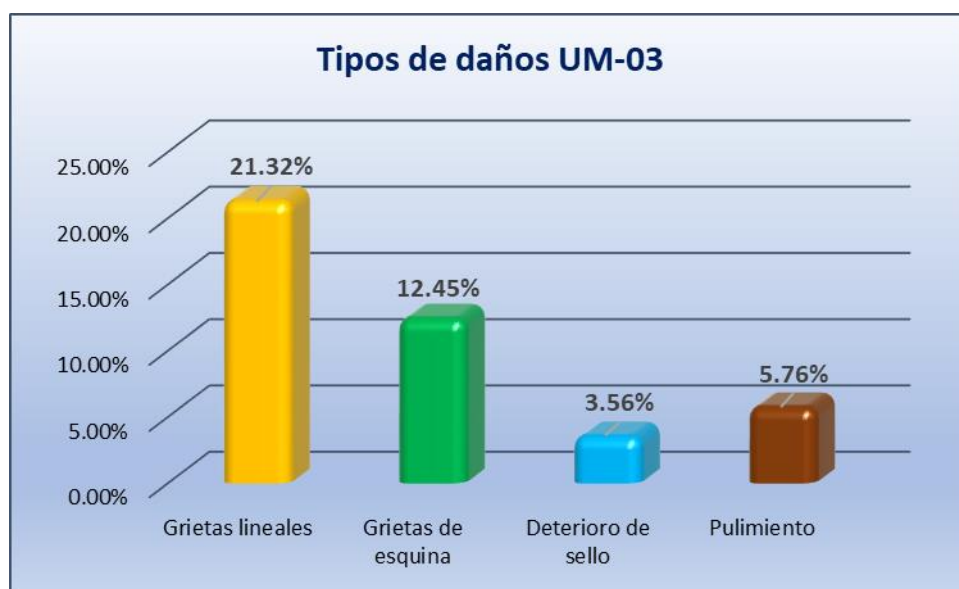


Figura 24. Porcentajes de afectación de la cuadrada 03

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el gráfico anterior se puede visualizar que las grietas lineales tienen un área de afectación de 21.32%, las grietas de esquina una afectación de 12.45%, el deterioro de sello una afectación de 3.56% y el pulimiento una afectación de 5.75%, siendo la que más afectación ha provocado las grietas lineales.

Siguiendo con el procedimiento para el cálculo del índice de condición de pavimento se obtuvo que estos daños presentan un máximo valor deducido de 74.78 y un valor deducido corregido de 42, lo que nos da como resultado un índice de 56%, lo que nos da una condición de Bueno, lo que significa que a pesar que esta unidad presenta ciertos deterioros los cuales no son leves pudiéndose realizar una reparación fácil y sencilla de estos daños en esta unidad muestral.

#### UM-04

La cuarta unidad muestral tiene un área de 210 m<sup>2</sup>, en toda esta cuarta unidad se pudo observar la presencia de daños como grietas lineales, grietas se esquina, deterioro de sello y pulimiento, estos daños han causado un deterioro en la superficie del pavimento rígido, los porcentajes de afectación se muestra en la siguiente gráfica:

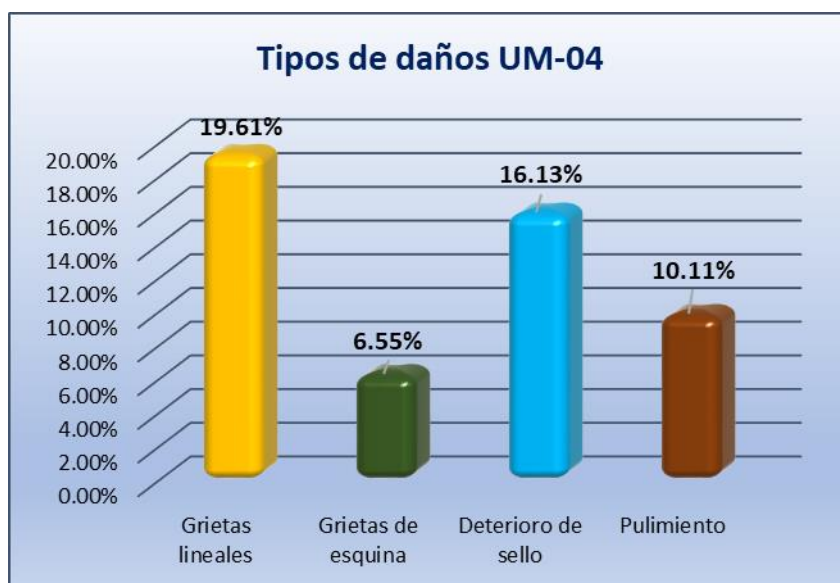


Figura 25. Porcentajes de afectación de la cuadrada 04

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el gráfico anterior se pudo visualizar que las grietas lineales tienen un área afectación de 19.61%, las grietas de esquina una afectación de 6.55%, el deterioro de sello una afectación de 16.13% y el pulimiento una

afectación de 10.11%, siendo la que más afectación ha provocado las grietas lineales.

Siguiendo con el procedimiento para el cálculo del índice de condición de pavimento se obtuvo que estos daños presentan un máximo valor deducido de 27.96 y un valor deducido corregido de 9, lo que nos da como resultado un índice de 91%, lo que nos da una condición de Excelente, lo que significa que a pesar que esta unidad presenta ciertos deterioros los cuales no son leves pudiéndose realizar una reparación fácil y sencilla de estos daños en esta unidad muestral.

#### UM-05

La quinta unidad muestral tiene un área de 487.025 m<sup>2</sup>, en toda esta quinta unidad se pudo observar la presencia de daños como grietas lineales, grietas se esquina, deterioro de sello y parcheo grande, estos daños han causado un deterioro en la superficie del pavimento rígido, los porcentajes de afectación se muestra en la siguiente gráfica:

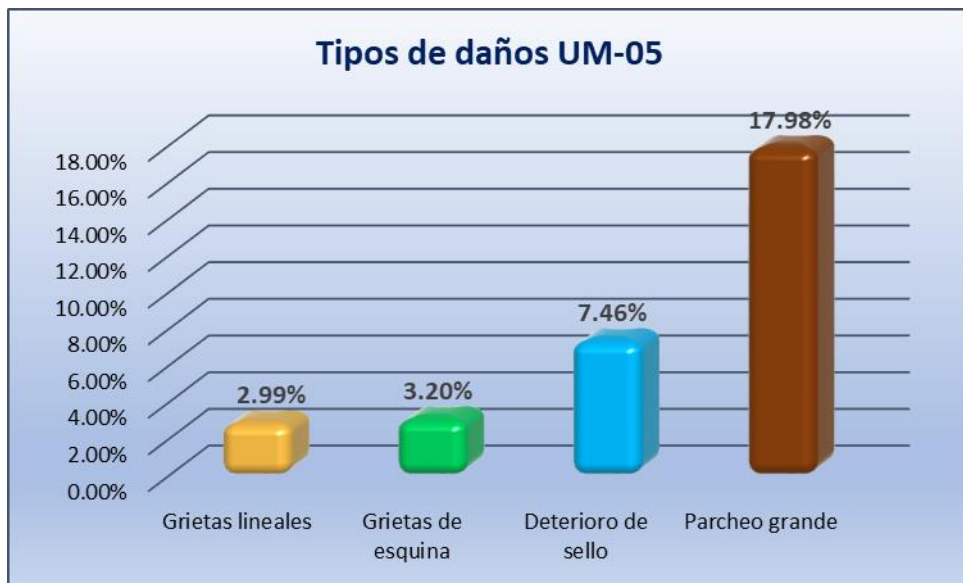


Figura 26. Porcentajes de afectación de la cuadrada 05

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el gráfico anterior se pudo visualizar que las grietas lineales tienen un área afectación de 2.99%, las grietas de esquina una afectación de 3.20%, el deterioro de sello una afectación de 7.46% y el parcheo grande una afectación de 17.98%, siendo la que más afectación ha provocado el parcheo grande.

Siguiendo con el procedimiento para el cálculo del índice de condición de pavimento se obtuvo que estos daños presentan un máximo valor deducido de 28.84 y un valor deducido corregido de 15, lo que nos da como resultado un índice de 85%, lo que nos da una condición de Muy Bueno, lo que significa que a pesar que esta unidad presenta ciertos deterioros los cuales no son leves pudiéndose realizar una reparación fácil y sencilla de estos daños en esta unidad muestral.

#### UM-06

La sexta unidad muestral tiene un área de 411.125 m<sup>2</sup>, en toda esta segunda unidad se pudo observar la presencia de daños como grietas lineales, grietas de esquina, deterioro de sello y pulimiento, estos daños han causado un deterioro en la superficie del pavimento rígido, los porcentajes de afectación se muestra en la siguiente gráfica:

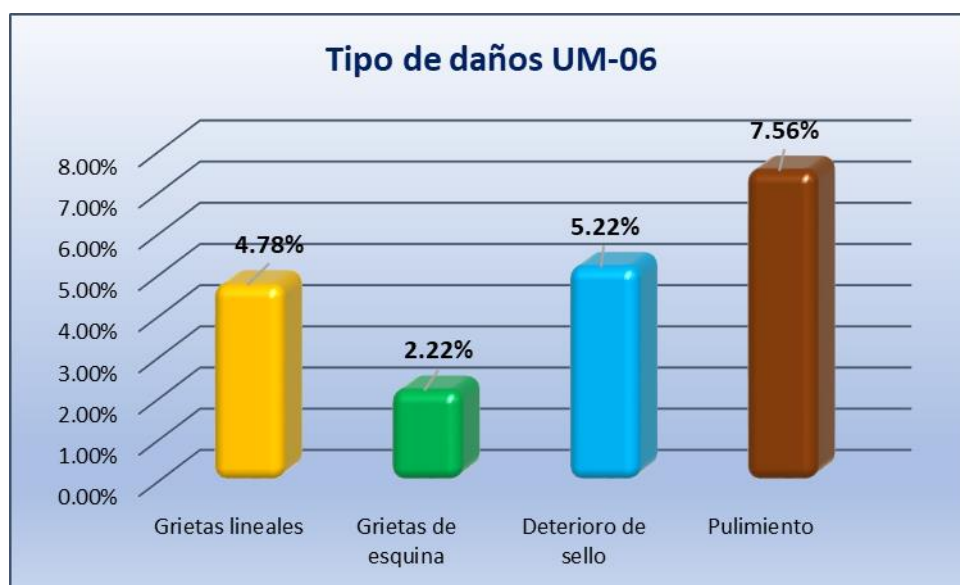


Figura 27. Porcentajes de afectación de la cuadrada 06

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el gráfico anterior se puede visualizar que las grietas lineales tienen un área afectación de 4.78%, las grietas de esquina una afectación de 2.22%, el deterioro de sello una afectación de 5.22% y el pulimiento una afectación de 7.56%, siendo la que más afectación ha provocado el parqueo grande.

Siguiendo con el procedimiento para el cálculo del índice de condición de pavimento se obtuvo que estos daños presentan un máximo valor deducido de 12 y un valor deducido corregido de 15.6, lo que nos da como resultado un índice de 84.4%, lo que nos da una condición de Muy Bueno, lo que significa que a pesar que esta unidad presenta ciertos deterioros los cuales no son leves pudiéndose realizar una reparación fácil y sencilla de estos daños en esta unidad muestral.

#### UM-07

La séptima unidad muestral tiene un área de 272.8 m<sup>2</sup>, en toda esta segunda unidad se pudo observar la presencia de daños como grietas lineales, grietas de esquina, deterioro de sello y pulimiento, estos daños han causado un deterioro en la superficie del pavimento rígido, los porcentajes de afectación se muestra en la siguiente gráfica:

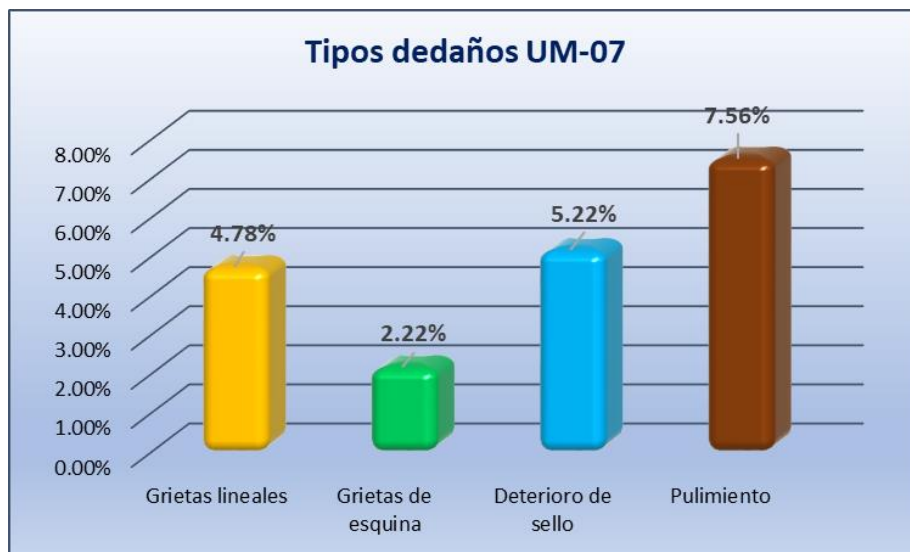


Figura 28. Porcentajes de afectación de la cuadrada 07

Fuente: Elaboración propia.



Interpretación: En el gráfico anterior se puede visualizar que las grietas lineales tienen un área afectación de 4.78%, las grietas de esquina una afectación de 2.22%, el deterioro de sello una afectación de 5.22% y el pulimiento una afectación de 7.56%, siendo la que más afectación ha provocado el pulimiento.

Siguiendo con el procedimiento para el cálculo del índice de condición de pavimento se obtuvo que estos daños presentan un máximo valor deducido de 28.14 y un valor deducido corregido de 15.5, lo que nos da como resultado un índice de 84.5%, lo que nos da una condición de Muy Bueno, lo que significa que a pesar que esta unidad presenta ciertos deterioros los cuales no son leves pudiéndose realizar una reparación fácil y sencilla de estos daños en esta unidad muestral.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Se identificaron las diferentes patologías con mayor severidad mostradas en el pavimento rígido del Jr. Chachapoyas en la presente investigación, las cuales son: grietas longitudinales, grietas de esquina, deterioro en juntas, parcheo y pulimientto. La falla denominada grietas longitudinales está presente, también en los pavimentos rígidos estudiados por Fiallos (2018), Ignacio (2019), Vasquez (2016) y Ccasani y Ferro (2017), el cual estaría causado por cambios de temperatura o humedad bruscas que generan tensiones en el pavimento, cargas repetitivas o excesivas que generan fatiga en pavimentos o reducción de resistencia de las capas de suelo por humedad. La falla denominada grietas de esquina está presente también en el estudio realizado por Fiallos (2018), el cual evidenciaría en el presente estudio y en el suyo condiciones endeblas de resistencia de las capas del pavimento, altas deflexiones en las esquinas por transmisión defectuosa de cargas a través de la junta o deformaciones en las esquinas de las losas por variaciones térmicas o de contenido de humedad.

La falla de deterioro de juntas aparece, también en los pavimentos rígidos estudiados por Fiallos (2018), Velásquez (2016). Ignacio (2019), Ccasani y Ferro (2017) el cual evidenciaría en nuestros casos posibles expulsión de juntas por fuerzas de compresión que lo cierran excesivamente, técnicas inadecuada en la aplicación de sellado durante las operaciones o levantamiento del material sellante por efecto del tráfico y movimiento de las losas. La falla denominada parcheo aparece en la presente investigación y también está presente en los pavimentos rígidos estudiados por Fiallos (2018), Velásquez (2016). Ignacio (2019) el cual evidenciaría en nuestros casos posibles insuficiencias del espesor del pavimento frente al tráfico real, condición de soporte deficientes, posibles vacíos bajo las losas, bombeo a través de juntas y grietas o concreto de calidad muy pobre. La falla de pulimientto también está presente en los pavimentos rígidos estudiados por Ignacio (2019), Ccasani y Ferro (2017) el cual evidenciaría en nuestros casos posibles dosificación inadecuada del concreto, adición de agua a la superficie durante el proceso constructivo, técnicas de terminación superficial inadecuadas o presencia de agregados pétreos degradables.

Sin embargo, la falla de levantamiento localizado que se presenta en la investigación de Fiallos (2018) no está presente en la actual investigación, lo que evidenciaría que no hay presencia de infiltración de material incomprensible en el interior de las juntas, falta de verticalidad en las caras de las juntas, deficiente alineamiento de pasadores o reducción significativa del espesor de la losa.

En la actual investigación, la condición de servicio del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas es considerado bueno, ya que el valor PCI es mayor a 55, de igual manera se tuvo la clasificación de bueno en la evaluación de Ignacio (2019) de las pistas en el Jirón Arica, distrito y provincia de Chanchamayo por determinar un promedio de PCI de 56.07. Asimismo, Vasquez (2016) en las pistas del barrio Yanachaca, distrito de Caraz, Región Ancash, los clasificó como bueno por determinar un PCI = 65.60. Asimismo, Salas (2018) en el Jirón Las Palmas en el que se analizaron 120 tramos con una antigüedad de construcción 25 años determinó un PCI= 58, con lo cual clasificó como pavimento bueno. Estos casos son determinados como buenos ya que a pesar de presentar varias patologías de deterioro o daño provocado por estas no son severas.

Sin embargo, estudios determinaron que sus pavimentos estudiados tenían una mejor clasificación PCI, como Velásquez (2016) en la Calle 26 la evaluación PCI fue de 90 por lo que se clasificó como excelente. De igual manera Sánchez (2017) en muestras de la Av. Ramón Castilla, el valor PCI variaba entre 78.3 y 81.7 lo que se lo calificó como muy bueno. Asimismo, Salas (2018) en el Jirón Víctor Véllez en el que evaluó 50 tramos de una antigüedad de construcción 8 años, determinando un PCI = 72 clasificándolo como un pavimento muy bueno. Estos casos son determinados como excelentes o muy buenos ya que a presentan mínimas patologías de deterioro sin presencia severas.

Por otro en el estudio realizado por Salas (2018) clasificó a la Av. Central en el que se analizaron 350 tramos con una antigüedad de construcción 35 años determinó que tuvo un PCI= 22 que corresponde a un pavimento muy malo. De igual manera en el Jr.

Amancaes en el que se analizó 128 tramos con una antigüedad de construcción 30 años en efecto determinó un PCI = 32 que lo clasifica también como un pavimento malo. Estos casos son determinados como malos o muy malo por presentar gran cantidad de patologías de deterioro con presencia severa.

En la presente investigación se determinó que la densidad de las grietas lineales fue de 21.32%, sin embargo en la investigación de Vasquez (2016) se determinó que hubo 16.02% de densidad de grietas lineales en las pistas del barrio Yanachaca, mientras que Salas (2018) determinó que las grietas lineales en Jirón Amancaes tuvo una densidad de 16.41% , En Jirón Las Palmas 7.14% y en Jirón Víctor Vélez 7.14%, la densidad de grietas de esquina determinada en la presente investigación fue de 12.45%, en Vasquez (2016) las grietas de esquinas tuvo una densidad de 4.83% y Salas (2018) determinó que la Avenida Central tuvo una densidad de 13.71% y en Jirón Las Palmas fue de 3.43%, por lo que se evidencia que hubo una mayor densidad de grietas lineales y de esquina en el pavimento estudiado en esta investigación.

Referente en el deterioro de sello en esta investigación se determinó una densidad de 16.13%, mientras que Vasquez (2016) calculó en su investigación una densidad de 1.10% de deterioro de sello, Salas (2018) indicó que en la Avenida Central tuvo una densidad de 7.14%, en Jirón Amancaes una densidad de 14.06%, en Jirón Las Palmas 1.43% y en Jirón Víctor Vélez de 3.43%, por lo que en el pavimento estudiado se presenta una mayor densidad de deterioro de sello. Respecto al parcheo pequeño en esta investigación se determinó una densidad de 2.23%, mientras que en la investigación de Vasquez (2016) se determinó una densidad de 1.38% de esta falla en su pavimento estudiado, sin embargo, Salas (2018) indicó densidades mayores en en Jirón Las Palmas con 8.57% y en Jirón Víctor Vélez con 4.29%. Referente al parcheo grande, en la presente investigación fue de 17.98%, en el estudio de Vasquez (2016) tuvo una densidad de 6.08% y Salas (2018) fue de 8.57%, por lo que se evidencia que hubo menor densidad de parcheo pequeño una mayor densidad de parcheo grande en la presente investigación a diferencia de los antecedentes. Se tuvo valores similares en la densidad de pulimento de agregado ya que en esta investigación fue de 10.11%, en

la investigación de Vasquez (2016) tuvo una densidad de de 5.66%, sin embargo, Salas (2018) determinpo que en Avenida Central fue de 9.43%, en Jirón Amancaes fue 15.63%, En Jirón Las Palmas fue de 5.71% y en Jirón Víctor Vélez fue de 2.29%

En la presente investigación no se encontró la falla de Losa dividida, sin embargo, en el estudio de Vasquez (2016) esta falla tuvo una densidad de 13.40%, igual con Salas (2018) que determinó en Jirón Amancaes una densidad de 20.31% y En Jirón Víctor Vélez una densidad de 2.86%

## V. CONCLUSIONES

Se identificaron las diferentes patologías con mayor severidad presentes en el pavimento rígido del Jr. Chachapoyas las cuales son: Las grietas lineales, grietas de esquina, separación de junta, deterioro de sello, parcheo pequeño, parcheo grande y pulimiento de agregado.

Las fallas con mayor frecuencia en el pavimento rígido son tales como grietas lineales con 21.32%, grietas de esquina con 12.45%, separación de junta con 0.36%, deterioro de sello con 16.13%, parcheo pequeño con 2.23%, parcheo grande con 17.98% y pulimiento de agregado con 10.11%.

La condición de servicio del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas es BUENO, ya que a pesar de presentar varias patologías el deterioro o daño provocado por estas no son severas, pero si no se realiza una intervención rápida pueden volverse más severas provocando incluso la aparición de otras.

Para las patologías identificadas en las siete muestras inspeccionadas a lo largo del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas que no son severas se debe efectuar las siguientes opciones de reparación: Para las grietas lineales y de esquina efectuar un sellado de grietas, para la separación de juntas reconstruir el tramo reconfirmando y recompactando la subrasante y construir el pavimento de reemplazo en todo el espesor, para el deterioro del sello realizar el resellado de las juntas con material asfáltico, para el parcheo grande y pequeño efectuar el sellado de grietas o reemplazar el parche y para el pulimiento de agregado realizar el ranurado de la superficie.

## **VI. RECOMENDACIONES**

El proceso de ejecución se debe de desarrollar de manera correcta y con gran responsabilidad siguiendo el adecuado proceso constructivo, ya que el pavimento rígido se encuentra dañado por las patologías identificados anteriormente.

Identificar el agente patológico es decir la causa de la aparición de todas las patologías identificadas para así evitar poder su aparición.

Realizar otros trabajos de investigación que hagan hincapié en el análisis o estudios más certeros como calidad del concreto usado, verificar el estudio del suelo para de este modo poder profundizar en el origen de las patologías.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Armijos, C. (2009). *Evaluación Superficial de Algunas Calles de la Ciudad de Loja* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica particular de Loja, Quito, Ecuador. Recuperado de: <http://docplayer.es/97641652-Universidad-tecnica-particular-de-loja.html>
- Bonilla et al. (2017) *Análisis del comportamiento estructural de un pavimento de concreto estructuralmente reforzado continuo (PCERC)*. (Tesis de pregrado): Instituto Mexicano del Transporte. Mexico, Mexico. Recuperado de: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt509.pdf>
- Ccasani, M.y Ferro, Y. (2017). *Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimentos*.(Tesis de pregrado) Universidad Tecnológica de los Andes. Apurimac,Perú. Recuperado de, :  
<http://52.67.78.165/bitstream/handle/utea/107/Tesis-Evaluaci%C3%B3n%20y%20an%C3%A1lisis%20de%20pavimentos%20en%20la%20ciudad%20de%20Abancay%201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fiallos, J (2017). *Investigación de un Plan de Manejo del Deterioro del Pavimento de la Vía Cumbe–La Jarata* (Tesis de Maestria), Universidad de Cuenca.Cuenca, Ecuador Recuperado de [http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28457/1/Trabajo de Titulación.pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28457/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf)
- Giordani, C y Leone, D. (s.f.). *Pavimentos*. Universidad Tecnologica Nacional. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: [https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1\\_ano/civil1/files /IC I-Pavimentos.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf)
- GT-C 587 (2003). *Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras convenio interadministrativo 0587-03 Manual*



*para la inspección visual de pavimentos rígidos república de colombia ministerio de transporte instituto nacional de vías*  
Colombia. Recuperado de:

[https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-  
documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-  
obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file](https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file)

Ignacio, H. (2019). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas en el jirón Arica, distrito y provincia de Chanchamayo, región Junín, enero – 2019* (Tesis de pregrado). Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Satipo, Perú. Recuperado de:

<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/11174>

Jimenes, R. (2019) Sellantes en juntas de pavimentos rígidos | ARGOS 360 *consideraciones para la correcta selección y aplicación de sellantes en juntas de pavimentos rígidos* (Trabajo dsl internet). Recuperado de: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/correcta-seleccion-de-sellantes-para-juntas>

Orozco, J. y Ramírez, M. (2020). *Apuntes de clase enfocados a la ingeniería de cimentaciones.*(Artículo científico) Universidad de La Salle. Bogota, Colombia. Recuperado de: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1561&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1561&context=ing_civil)

Polanía, Á., Leguizamón, L., y Ramírez, F. (2016). *Diseño y evaluación económica de una alternativa de rehabilitación en pavimento rígido para el tramo de la carrera 22 entre calles 15 y 17, localidad de los Mártires en Bogotá DC.*(Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia. Bogotá DC., Colombia. Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2971/4/Dise%C3%B1o%20y%20Evaluaci%C3%B3n%20Econ%C3%B3mica%20Alternativa%20Pavimento%20R%C3%ADgido%20Carrera%2022%20entre%2>

0Calles%2015%20y%2017.pdf

- Rodríguez, D. (2019). *Investigación aplicada: características, definición, ejemplos*. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/investigacion-aplicada/>
- Rodríguez, E. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*.(Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Piura, Piura,Perú Recuperado de. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1350>
- Salas A,(2018). *Evaluación de los pavimentos rígidos del Distrito de Taricá- Provincia de Huaraz-Ancash*(Tesis de pregrado). Universidades San Pedro.Huaraz, Perú. Recuperado de: [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7941/Tesis\\_58214.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7941/Tesis_58214.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Silva, O. (2019). *Juntas en pavimentos de concreto* | ARGOS 360. (Trabajo de internet):Recuperado de: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/juntas-en-pavimentos-de-concreto>
- Sánchez, J. (2017). *Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Piura. Piura-Perú). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11042/2919>
- Saucedo, A. (2010). *Concreto hidráulico permeable, una alternativa para la recarga de los mantos acuíferos del Valle de México*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. Valle de Mexico, Mexico. Recuperado de: <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/529>
- Torres,R.(2007) *Análisis comparativo de costos entre el pavimento flexible y el pavimento rígido* (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Gautemala. Recuperado de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2802\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2802_C.pdf)
- Vasquez, E. (2016) *Evaluación de la Condición Operacional del Pavimento Rígido, aplicando el método del pavement condition index (pci), en las*

*pistas d barroyanacha* (Artículo científico). . Universidad Católica los  
Ángeles de Chimbote, Huaeaz, Perú. Recuperado de:  
[http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/280/VASQUEZ\\_MORENO\\_EDGAR\\_YOVANNY\\_CONDICION\\_OPERACIONAL\\_PAVIMENTO\\_RIGIDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/280/VASQUEZ_MORENO_EDGAR_YOVANNY_CONDICION_OPERACIONAL_PAVIMENTO_RIGIDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zuluaga, L. (2013) . Agregados finos y gruesos(Trabajo de internet) Recuperado de: [https://prezi.com/xq6hynhpc1\\_n/agregados-finos-y-gruesos/](https://prezi.com/xq6hynhpc1_n/agregados-finos-y-gruesos/)

## **AGRADECIMIENTOS**

Principal e infinitamente a Dios por ser mi guía principal en toda mi vida y ser quien me ha ayudado a salir victoriosa en cada meta que me he propuesto.

A la universidad San Pedro por ser el centro de sabiduría en donde me formé, por brindarme un lugar de estudios y darme un segundo hogar en sus aulas llenas de conocimiento.

A los docentes de esta casa superior de estudios por brindarme sus enseñanzas y compartir sus conocimientos día a días conmigo.

A mis padres y hermanos por brindarme siempre su confianza, cariño y apoyo en cada momento en que los necesité.

## ANEXOS Y APÉNDICE

**Anexo N° 01:** Formato PCI, para pavimentos rígidos.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NUMERO DE LOSAS	
INSPECCIONADA POR			FECHA		
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
					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 N° 02:** Formato PCI, para obtención de valor corregido, deducido.

No.	Valores Deducidos						Total	ε	COV
1									
2									
3									
4									

**Anexo N° 03: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 01.**

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE SERVICIO DEL PAVIMENTO (PCI)								
INSTITUTO		UNIVERSIDAD SAN PEDRO - SEDE - HUARAZ						
PAVIMENTO RÍGIDO		Jr. Chachapoyas	UNIDAD DE MUESTRA		UM-01			
DISTRITO		Pomabamba	NÚMERO DE PAÑOS		14			
PROVINCIA		Pomabamba	AÑO DE CONSTRUCCIÓN		2004			
REGIÓN		Ancash	ANCHO X LARGO		7.5 x 28.00			
FECHA			ÁREA		210			
EVALUADOR		<b>García del Río Lisbet Anali</b>						
TIPOS DE FALLAS		SE ENCONTRÓ		FOTOGRAFÍA				
N°	GRIETAS	SI	NO					
01	Grietas lineales	X						
02	Grietas de Esquina	X						
03	Grietas en bloque		X					
04	Grietas en pozos		X					
N°	DETERIORO DE JUNTAS	SI	NO					
05	Separación de Juntas	X						
06	Deterioro del sello		X					
07	Losa dividida		X					
08	Descascaramiento		X					
09	Baches		X					
10	Pulimiento		X					
11	Hundimiento		X					
N°	OTROS	SI	NO					
12	Parqueo pequeño		X					
13	Parqueo grande	X						
14	Ondulaciones		X					
NIVELES DE SEVERIDAD								
				BAJA		L		
				MEDIA		M		
				ALTA		H		
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
	Grietas longitudinales		Grietas de esquina		Separación de juntas		Parqueo Grande	
	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad
	2.34	M	0.55	H	0.75	H	19.58	M
	1.87	M	0.1	M				
	3.01	H						
TOTAL	TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
BAJA (L)								
MEDIA (M)	4.21		0.28				18.58	
ALTA (H)	3.01		0.55		0.75			
Plano de daños en la UM-01								

### Anexo N° 04: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 02

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE SERVICIO DEL PAVIMENTO (PCI)									
INSTITUTO		UNIVERSIDAD SAN PEDRO - SEDE - HUARAZ							
PAVIMENTO RÍGIDO		Jr. Chachapoyas	UNIDAD DE MUESTRA		UM-01				
DISTRITO		Pomabamba	NÚMERO DE PAÑOS		70				
PROVINCIA		Pomabamba	AÑO DE CONSTRUCCIÓN		2004				
REGIÓN		Ancash	ANCHO X LARGO		7.5 x 131.80				
FECHA				ÁREA		988.5			
EVALUADOR		García del Río Lisbet Anali							
TIPOS DE FALLAS		SE ENCONTRÓ		FOTOGRAFÍA					
N°	GRIETAS	SI	NO						
01	Grietas lineales	X							
02	Grietas de Esquina	X							
03	Grietas en bloque		X						
04	Grietas en pozos		X						
N°	DETERIORO DE JUNTAS	SI	NO						
05	Separación de Juntas		X						
06	Deterioro del sello	X							
07	Losa dividida		X						
08	Descascaramiento		X						
09	Baches		X						
10	Pulimiento		X						
11	Hundimiento		X						
N°	OTROS	SI	NO						
12	Parqueo pequeño	X							
13	Parqueo grande								
14	Ondulaciones		X						
15	Punzonamiento		X						
				NIVELES DE SEVERIDAD					
				ALTA		H			
				MEDIA		M			
				BAJA		L			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
		Grietas lineales		Grietas de esquina		Deterioro de sello		Parqueo Pequeño	
		Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad
		38.66	H	54.01	M	34.68	L	22.04	M
		19.85	M	48.01	L				
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
BAJA (L)				48.01		24.68			
MEDIA (M)		19.85		54.01				22.04	
ALTA (H)		38.66							
Plano de daños en la UM-02									

Anexo N° 05: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 03

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE SERVICIO DEL PAVIMENTO (PCI)								
INSTITUTO		UNIVERSIDAD SAN PEDRO - SEDE - HUARAZ						
PAVIMENTO RÍGIDO	Jr. Chachapoyas	UNIDAD DE MUESTRA	UM-01					
DISTRITO	Pomabamba	NÚMERO DE PAÑOS	80					
PROVINCIA	Pomabamba	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	2004					
REGIÓN	Ancash	ANCHO X LARGO	4.00 x 82.35					
FECHA		ÁREA	329.4					
EVALUADOR	García del Río Lisbet Anali							
TIPOS DE FALLAS		SE ENCONTRÓ		FOTOGRAFÍA				
N°	GRIETAS	SI	NO					
01	Grietas lineales	X						
02	Grietas de Esquina	X						
03	Grietas en bloque		X					
04	Grietas en pozos		X					
N°	DETERIORO DE JUNTAS	SI	NO					
05	Separación de Juntas		X					
06	Deterioro del sello	X						
07	Losa dividida		X					
08	Descasacamiento		X					
09	Baches		X					
10	Pulimiento		X					
11	Hundimiento		X					
N°	OTROS	SI	NO					
12	Parqueo pequeño		X					
13	Parqueo grande		X					
14	Ondulaciones		X					
15	Punzonamiento	X						
				NIVELES DE SEVERIDAD				
				ALTA	H			
				MEDIA	M			
				BAJA	L			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
	Grietas longitudinales		Grietas de esquina		Deterioro de sello		Pulimiento	
	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad
	47.12	H	41.02	H	11.73	H	18.96	B
	23.12	L						
TOTAL	TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
BAJA (L)	23.12						18.96	
MEDIA (M)								
ALTA (H)	47.12		41.02		11.73			
Plano de daños en la UM-03								



Anexo N° 06: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 04

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE SERVICIO DEL PAVIMENTO (PCI)								
INSTITUTO		UNIVERSIDAD SAN PEDRO - SEDE - HUARAZ						
PAVIMENTO RÍGIDO		Jr. Chachapoyas		UNIDAD DE MUESTRA		UM-01		
DISTRITO		Pomabamba		NÚMERO DE PAÑOS		80		
PROVINCIA		Pomabamba		AÑO DE CONSTRUCCIÓN		2004		
REGIÓN		Ancash		ANCHO X LARGO		4 x 85.02		
FECHA				ÁREA DEL PAÑO		210		
EVALUADOR		García del Río Lisbet Anali						
TIPOS DE FALLAS		SE ENCONTRÓ		FOTOGRAFÍA				
N°	GRIETAS	SI	NO					
01	Grietas lineales	X						
02	Grietas de Esquina	X						
03	Grietas en bloque		X					
04	Grietas en pozos		X					
N°	DETERIORO DE JUNTAS	SI	NO					
05	Separación de Juntas		X					
06	Deterioro del sello	X						
07	Losa dividida		X					
08	Descasacamiento		X					
09	Baches		X					
10	Pulimiento		X					
11	Hundimiento		X					
N°	OTROS	SI	NO					
12	Parqueo pequeño	X						
13	Parqueo grande							
14	Ondulaciones		X					
15	Punzonamiento		X	BAJA		L		
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
	Grietas longitudinales		Grietas de esquina		Deterioro de sello		Pulimiento	
	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad
	32.21	M	8.21	B	20.01	H	32.68	M
	8.96	B			13.87	M	15.44	L
TOTAL	TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
BAJA (L)	8.96		8.21					
MEDIA (M)	32.21		5.55		13.87		32.68	
ALTA (H)					20.01		15.44	
Plano de daños en la UM-04								

## Anexo N° 07: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 05

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE SERVICIO DEL PAVIMENTO (PCI)									
INSTITUTO		UNIVERSIDAD SAN PEDRO - SEDE - HUARAZ							
PAVIMENTO RÍGIDO		Jr. Chachapoyas		UNIDAD DE MUESTRA		UM-01			
DISTRITO		Pomabamba		NÚMERO DE PAÑOS		60			
PROVINCIA		Pomabamba		AÑO DE CONSTRUCCIÓN		2004			
REGIÓN		Ancash		ANCHO X LARGO		5.5 x 88.55			
FECHA				ÁREA DEL PAÑO		487.025			
EVALUADOR		García del Río Lisbet Anali							
TIPOS DE FALLAS			SE ENCONTRÓ			FOTOGRAFÍA			
N°	GRIETAS	SI	NO						
01	Grietas lineales	X							
02	Grietas de Esquina	X							
03	Grietas en bloque		X						
04	Grietas en pozos		X						
N°	DETERIORO DE JUNTAS	SI	NO						
05	Separación de Juntas		X						
06	Deterioro del sello	X							
07	Losa dividida		X						
08	Descasacaramiento		X						
09	Baches		X						
10	Pulimiento		X						
11	Hundimiento		X						
N°	OTROS	SI	NO						
12	Parqueo pequeño		X						
13	Parqueo grande	X							
14	Ondulaciones								
15	Punzonamiento		X						
				NIVELES DE SEVERIDAD					
				ALTA		H			
				MEDIA		M			
				BAJA		L			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
		Grietas longitudinales		Grietas de esquina		Deterioro de sello		Parqueo Grande	
		Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad
		14.58	H	8.21	H	19.78	H	87.56	H
				3.53	M	10.75	M		
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
BAJA (L)									
MEDIA (M)				7.36		16.58			
ALTA (H)		14.58		8.21		19.78		87.56	
Plano de daños en la UM-05									

## Anexo N° 08: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 06

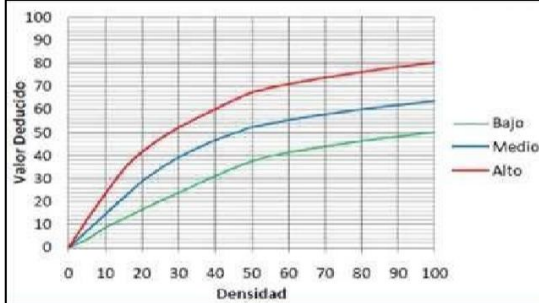
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE SERVICIO DEL PAVIMENTO (PCI)							
INSTITUTO		UNIVERSIDAD SAN PEDRO - SEDE - HUARAZ					
PAVIMENTO RÍGIDO		Jr. Chachapoyas		UNIDAD DE MUESTRA		UM-01	
DISTRITO		Pomabamba		NÚMERO DE PAÑOS		50	
PROVINCIA		Pomabamba		AÑO DE CONSTRUCCIÓN		2004	
REGIÓN		Ancash		ANCHO X LARGO		5.5 x 74.75	
FECHA				ÁREA DEL PAÑO		411.125	
EVALUADOR		García del Río Lisbet Anali					
TIPOS DE FALLAS		SE ENCONTRÓ		FOTOGRAFÍA			
N°	GRIETAS	SI	NO				
01	Grietas lineales	X					
02	Grietas de Esquina	X					
03	Grietas en bloque		X				
04	Grietas en pozos		X				
N°	DETERIORO DE JUNTAS	SI	NO				
05	Separación de Juntas		X				
06	Deterioro del sello	X					
07	Losa dividida		X				
08	Descasacaramiento		X				
09	Baches		X				
10	Pulimientto	X					
11	Hundimiento		X				
N°	OTROS	SI	NO				
12	Parqueo pequeño		X				
13	Parqueo grande		X				
14	Ondulaciones		X				
15	Punzonamiento		X				
				NIVELES DE SEVERIDAD			
				ALTA		H	
				MEDIA		M	
				BAJA		L	
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES							
Grietas longitudinales		Grietas de esquina		Deterioro de sello		Pulimientto	
Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad
19.66	M	9.12	M	21.47	H	31.08	M
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
BAJA (L)							
MEDIA (M)		19.66		9.12		31.08	
ALTA (H)				21.47			
Plano de daños en la UM-06							

Anexo N° 09: Ficha técnica de la Unidad muestral N° 07

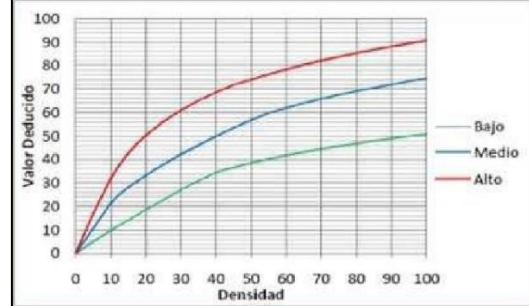
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE SERVICIO DEL PAVIMENTO (PCI)									
INSTITUTO		UNIVERSIDAD SAN PEDRO - SEDE - HUARAZ							
PAVIMENTO RÍGIDO		Jr. Chachapoyas		UNIDAD DE MUESTRA		UM-01			
DISTRITO		Pomabamba		NÚMERO DE PAÑOS		68			
PROVINCIA		Pomabamba		AÑO DE CONSTRUCCIÓN		2004			
REGIÓN		Ancash		ANCHO X LARGO		4 x 68.2			
FECHA				ÁREA DEL PAÑO		272.8			
EVALUADOR		García del Río Lisbet Anali							
TIPOS DE FALLAS		SE ENCONTRÓ		FOTOGRAFÍA					
N°	GRIETAS	SI	NO						
01	Grietas lineales	X							
02	Grietas de Esquina	X							
03	Grietas en bloque		X						
04	Grietas en pozos		X						
N°	DETERIORO DE JUNTAS	SI	NO						
05	Separación de Juntas		X						
06	Deterioro del sello	X							
07	Losa dividida		X						
08	Descasacaramiento		X						
09	Baches		X						
10	Pulimiento		X						
11	Hundimiento		X						
N°	OTROS	SI	NO						
12	Parqueo pequeño	X							
13	Parqueo grande								
14	Ondulaciones		X						
15	Punzonamiento		X						
				NIVELES DE SEVERIDAD					
				ALTA		H			
				MEDIA		M			
				BAJA		L			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
		Grietas longitudinales		Grietas de esquina		Parqueo Pequeño		Pulimiento	
		Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad
		11.57	M	8.14	H	15.21	H	20.21	M
				7.44	M				
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
BAJA (L)									
MEDIA (M)		11.57		7.44				20.21	
ALTA (H)				8.14		15.21			
Plano de daños en la UM-02									

## Anexo N° 10: Curvas de ábacos para pavimentos rígidos

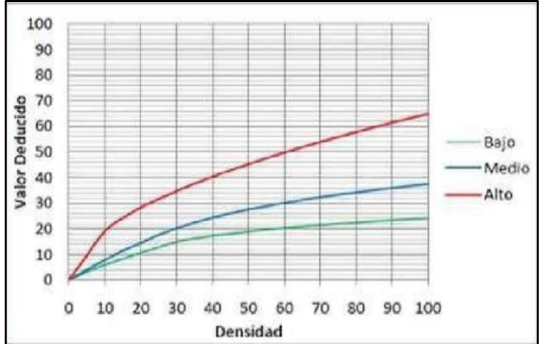
**Grieta de esquina**



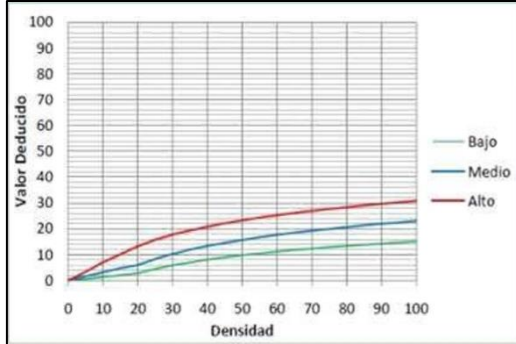
**Losa dividida**



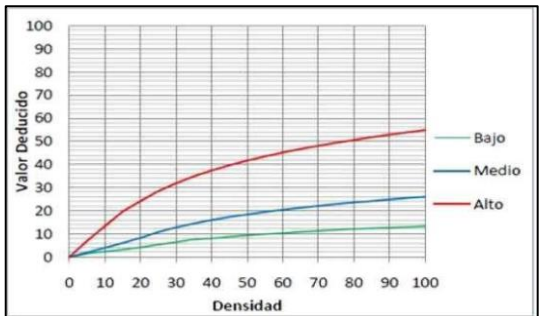
**Grieta de esquina**



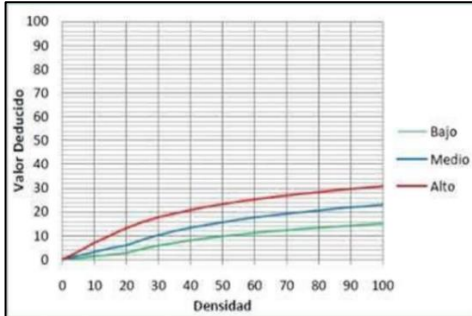
**Deterioro de junta**



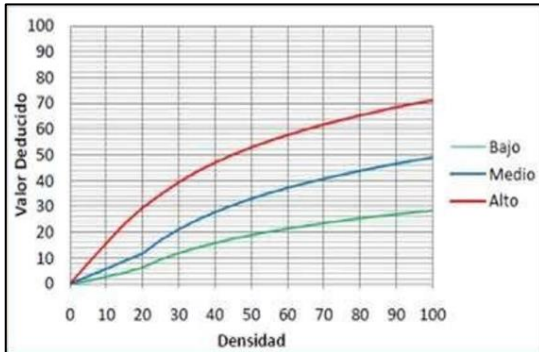
**Grieta de retracción**



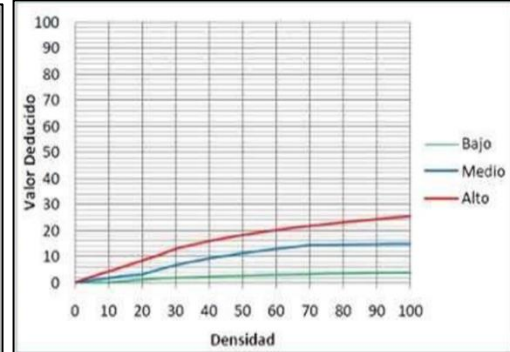
**Deterioro de junta**



**Parcheo grande**

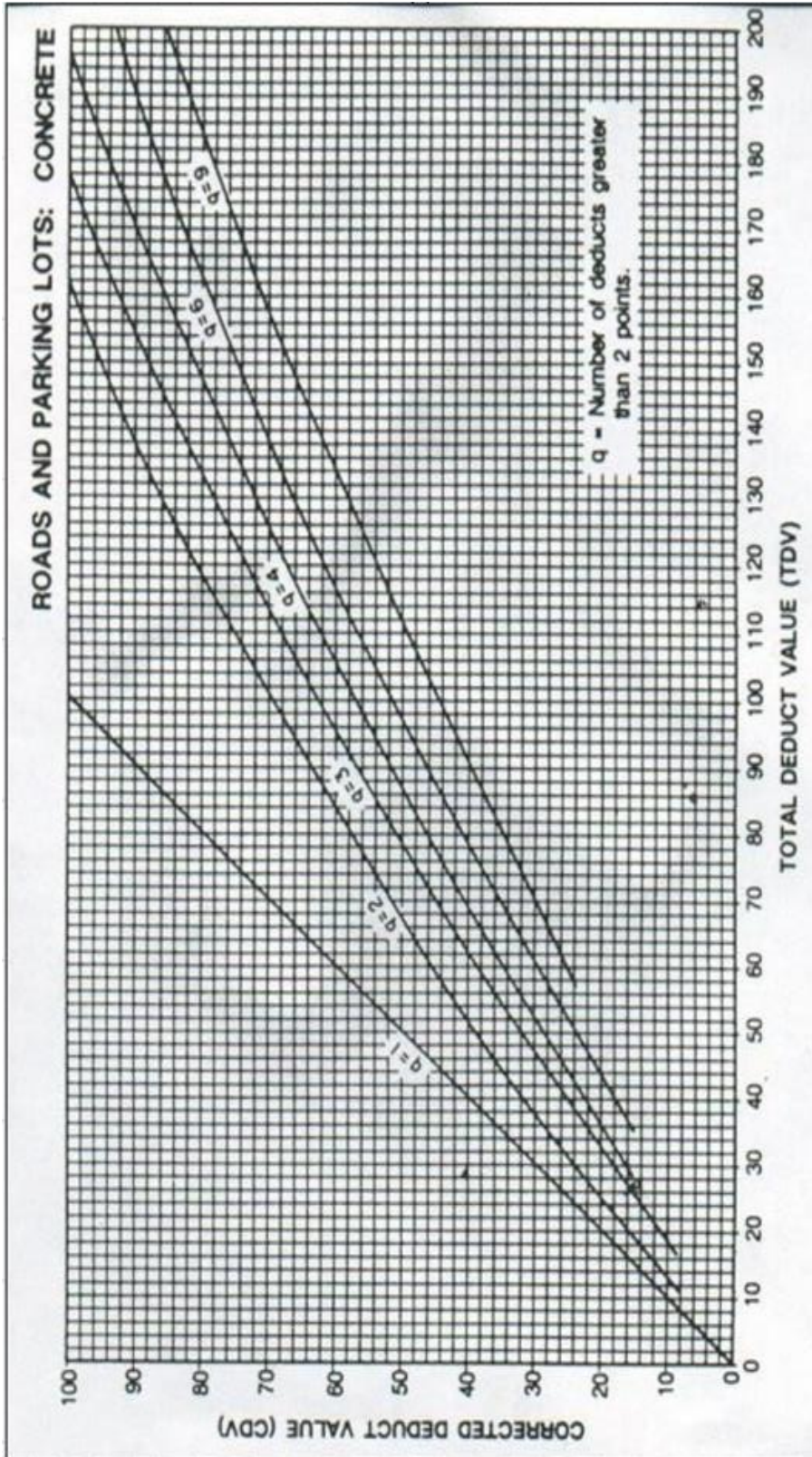


**Parcheo pequeño**





Anexo N° 11: Ábaco que indica el valor deducido coregido paa el PCI



**Anexo N°12: Ficha de evaluación para cada unidad muestral**

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE SERVICIO DEL PAVIMENTO (PCI)											
INSTITUTO		UNIVERSIDAD SAN PEDRO - SEDE - HUARAZ									
PAVIMENTO RÍGIDO		Jr. Chachapoyas	UNIDAD DE MUESTRA		UM-01						
DISTRITO		Pomabamba	NÚMERO DE PAÑOS		54						
PROVINCIA		Pomabamba	AÑO DE CONSTRUCCIÓN		2004						
REGIÓN		Ancash			7.5 x 28.00						
FECHA			ÁREA DEL PAÑO		210						
EVALUADOR		<i>García del Río Lisbet Anali</i>									
TIPOS DE FALLAS		SE ENCONTRÓ		FOTOGRAFÍA							
N°	GRIETAS	SI	NO								
01	Grietas longitudinales										
02	Grietas lineales										
04	Grietas de retracción										
05	Grietas en bloque										
06	Grietas en pozos										
N°	DETERIORO DE JUNTAS	SI	NO								
06	Separación de Juntas										
07	Deterioro del sello										
08	Losa dividida										
09	Descasacaramiento										
11	Baches										
12	Pulimiento										
13	Hundimiento										
N°	OTROS	SI	NO					NIVELES DE SEVERIDAD			
14	Parqueo pequeño							ALTA	H		
15	Parqueo grande			MEDIA	M						
16	Ondulaciones			BAJA	L						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	Grietas longitudinales		Grietas de esquina		Deterioro de sello		Parqueo Pequeño				
	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad	Cant.	Severidad			
TOTAL	TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL				
BAJA (L)											
MEDIA (M)											
ALTA (H)	21.12		8.21		4.81						
Plano de daños en la UM											

**Anexo N° 13: Cuadro de operacionalización de las variables**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Método de PCI (VI)</b>	Son aquellos defectos o daños que puede sufrir o puede alterar la estructura interna y comportamiento del concreto durante su vida útil.	La determinación y evaluación de las patologías se realizaron empleando el formato de evaluación PCI-O1, (NORMA ASTM D643303)	Observación in situ, formato de evaluación PCI-01. para la identificación de las patologías y para realizar mediciones de estas patologías.	<b>Áreas afectadas (m<sup>2</sup>), Índice de serviciabilidad, severidad presente (PCI)</b>
<b>Evaluación De la condición del pavimento rígido (VD)</b>	Estado que muestra las condiciones en que se encuentra el pavimento durante su tiempo de servicio.	En la evaluación de condiciones de pavimentos de la etapa de recolección de datos se emplearon el manual de daños del PCI, ya que presentan formatos adecuados para la	Identificar y determinar los niveles de severidad con el manual de daños (PCI)  Índice de Condición del Pavimento (PCI)	<b>Estado, nivel del pavimento con rango de calificación (PCI): Óptimo, regular o pésimo.</b>



**Anexo N° 14: Ubicandonos en el punto de inicio del Jr. Chachapoyas para efectuar la evaluación visual.**



**Anexo N° 15 Evaluación de falla del Jr. Chachapoyas**



**Anexo N° 16 Medición de las patologías**



**Anexo N° 17 Grieta de esquina**



**Anexo N° 18 Grieta lineal**



**Anexo N° 19 Deterioro del sello**



## **Anexo N° 20 Parcheo grande**



## **Anexo N° 21 Planos de ubicación de las unidades de muestra**

PLANO C-01: Plano de levantamiento de información de campo en UM-01

PLANO C-02: Plano de levantamiento de información de campo en UM-02

PLANO C-03: Plano de levantamiento de información de campo en UM-03

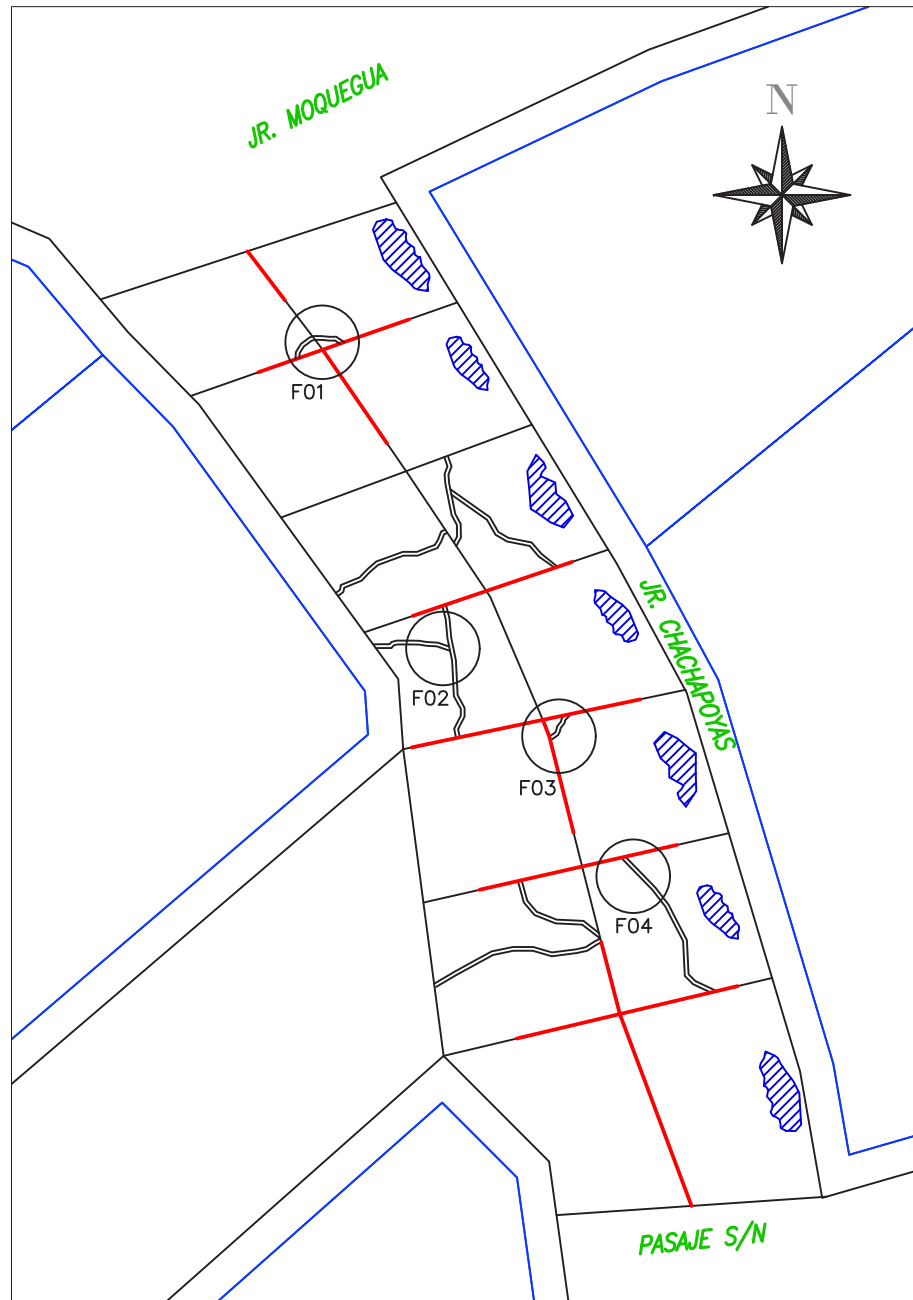
PLANO C-04: Plano de levantamiento de información de campo en UM-04

PLANO C-05: Plano de levantamiento de información de campo en UM-05

PLANO C-06: Plano de levantamiento de información de campo en UM-06

PLANO C-07: Plano de levantamiento de información de campo en UM-07





F01  
GRIETAS DE ESQUINA



F02  
GRIETAS LINEALES



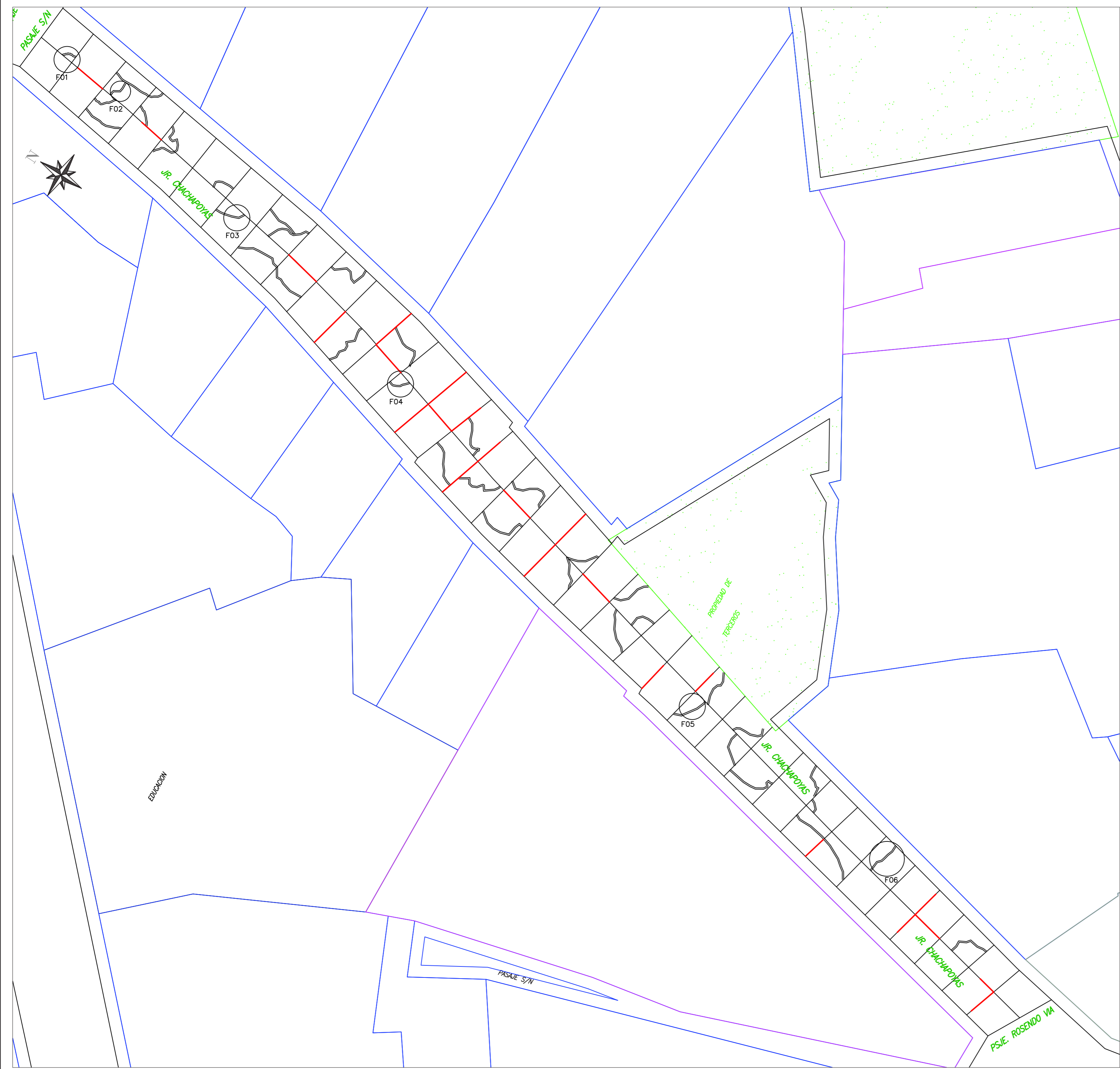
F03  
GRIETAS DE ESQUINA



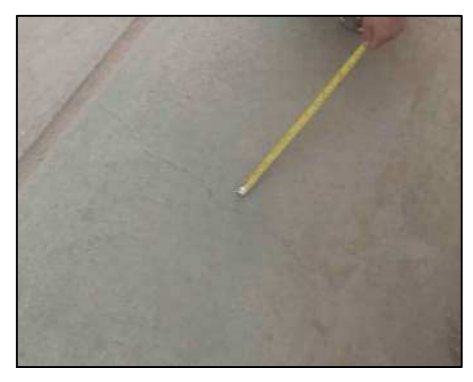
F04  
GRIETAS LINEALES

LEYENDA	
GRIETAS	
PARCHEO	
SEPARACIÓN DE JUNTAS	
DETERIORO DE SELLO	
PULIMIENTO	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO		
Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas, distrito y provincia de Pomabamba, Pomabamba -Ancash		
PLANO: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO		
UBICACION:		DIRECCIÓN:
DEPARTAMENTO : ANCASH	JR. CHACHAPOYAS CUADRA 1	
PROVINCIA : POMABAMBA	ENTRE JR. MOQUEGUA Y PASAJE S/N	
DISTRITO : POMABAMBA		
AUTOR GARCÍA DEL RÍO, LISBETH ANALI	AÑO: 2020	LAMINA:
ASESOR, LÓPEZ CARRANZA, ATILIO RUBEN	ESC: 1/200	<b>C-01</b>



F01  
GRIETAS DE ESQUINA



F02  
GRIETAS LINEALES



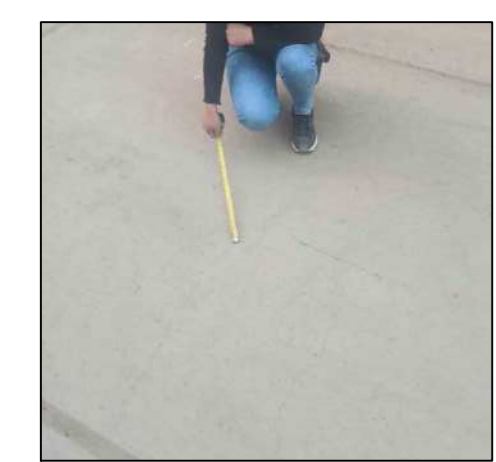
F03  
GRIETAS DE ESQUINA



F04  
GRIETAS DE ESQUINA



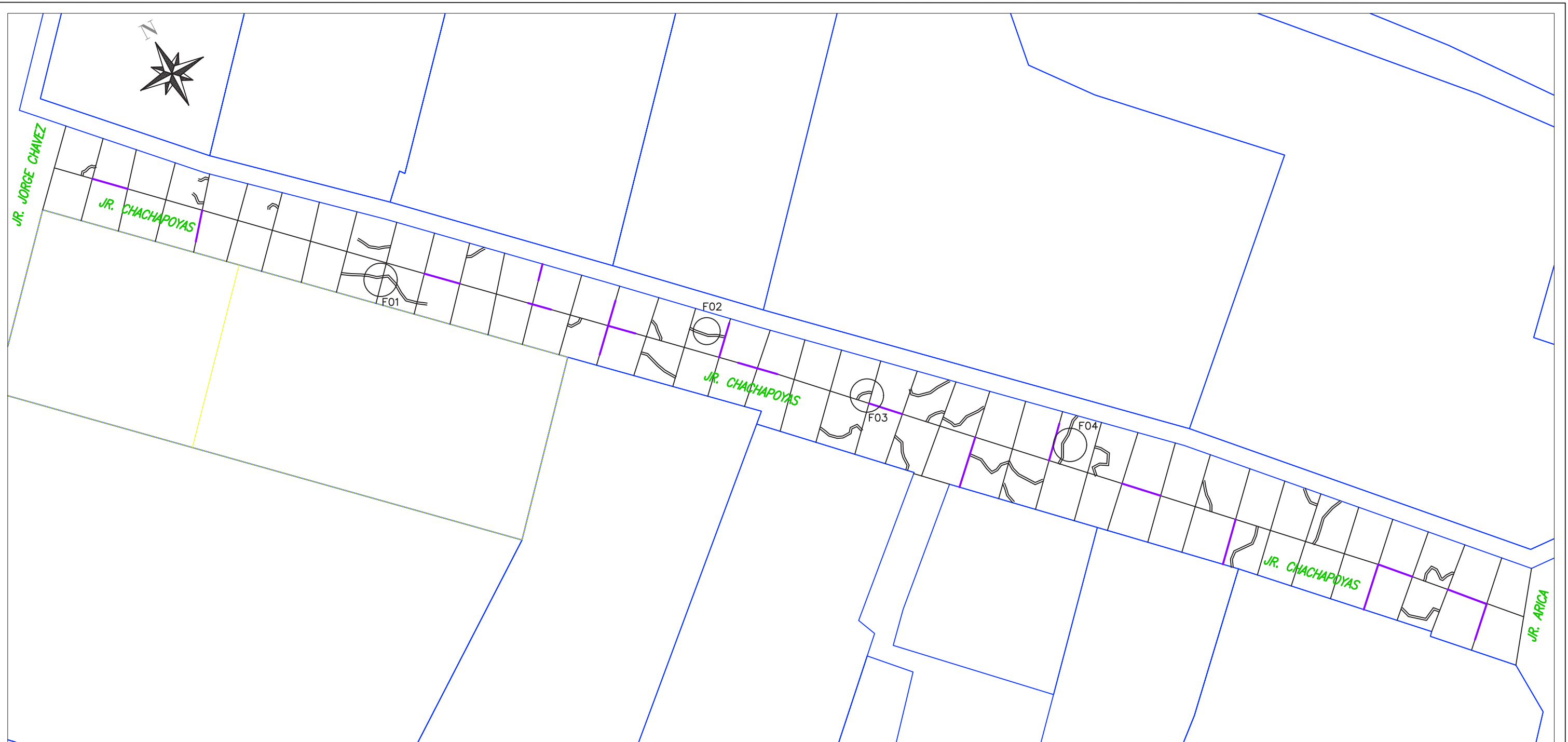
F05  
GRIETAS LINEALES



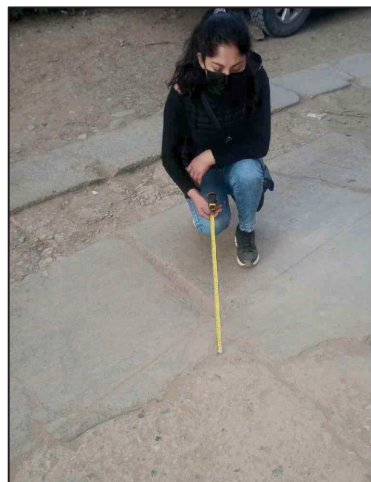
F06  
GRIETAS LINEALES

LEYENDA	
GRIETAS	
PARCHEO	
SEPARACIÓN DE JUNTAS	
DETERIORO DE SELLO	
PULIMIENTO	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO			
Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas, distrito y provincia de Pomabamba, Pomabamba -Ancash			
PLANO: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO			
UBICACION:		DIRECCION:	
DEPARTAMENTO :	ANCASH	JR. CHACHAPOYAS CUADRA 2	
PROVINCIA :	POMABAMBA	ENTRE PASAJE S/N Y PSJE. ROSENDO VIA	
DISTRITO :	POMABAMBA		
AUTOR:	GARCIA DEL RIO, LISBETH ANALI	AÑO:	2020
ASESOR:	LOPEZ CARRANZA, ATILIO RUBEN	ESC:	1/200
		LAMINA:	<b>C-02</b>



F01  
GRIETAS LINEALES



F02  
GRIETAS LINEALES



F03  
GRIETAS DE ESQUINA



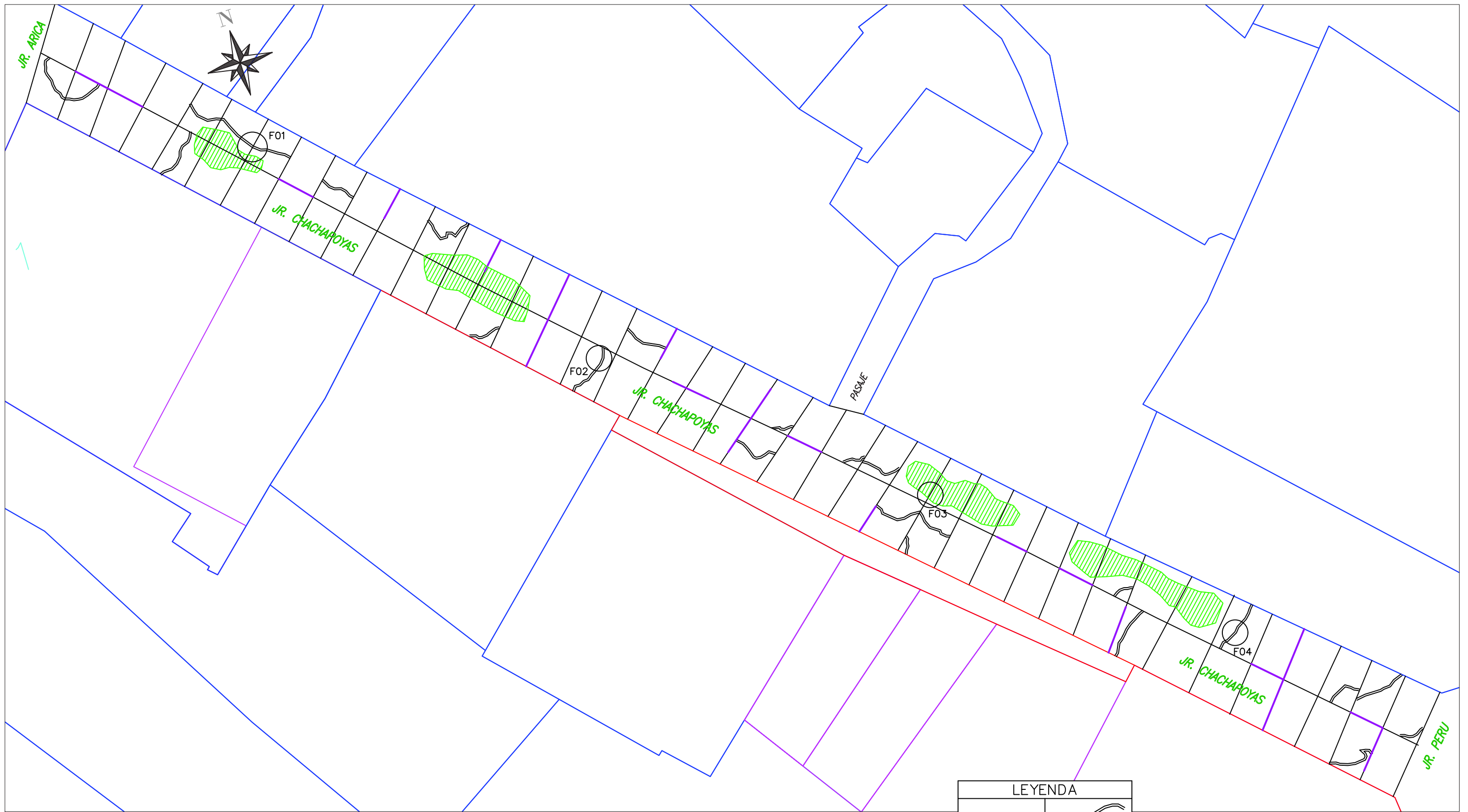
F04  
GRIETAS LINEALES



LEYENDA	
GRIETAS	
PARCHEO	
SEPARACIÓN DE JUNTAS	
DETERIORO DE SELLO	
PULIMIENTO	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO		
Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas, distrito y provincia de Pomabamba, Pomabamba -Ancash		
PLANO: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO		
UBICACION:		DIRECCIÓN:
DEPARTAMENTO : ANCASH	PROVINCIA : POMABAMBA	JR. CHACHAPOYAS CUADRA 3
DISTRITO : POMABAMBA		ENTRE JR. JORGE CHAVE Y JR. ARICA
AUTOR	AÑO:	LAMINA:
GARCÍA DEL RÍO, LISBETH ANALI	2020	C-03
ASESOR	ESC:	
LÓPEZ CARRANZA, ATILIO RUBEN	1/200	





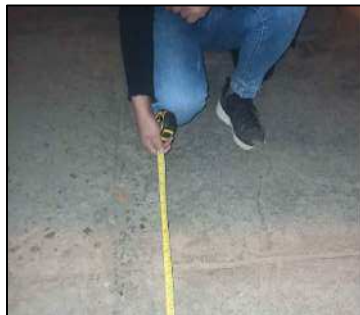
F01  
GRIETAS LINEALES



F02  
GRIETAS LINEALES



F03  
PULIMINETO



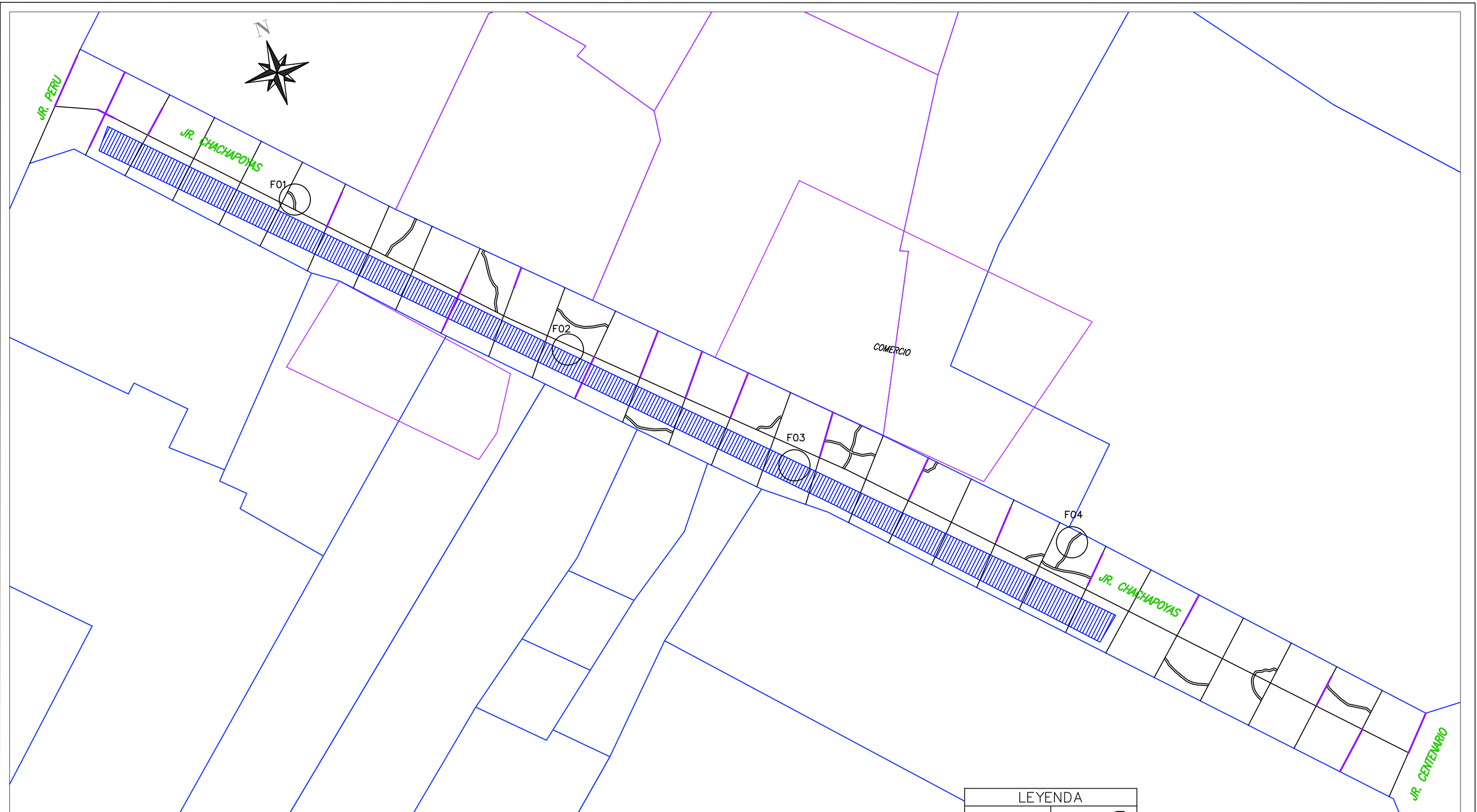
F04  
GRIETAS LINEALES



LEYENDA	
GRIETAS	
PARCHEO	
SEPARACIÓN DE JUNTAS	
DETERIORO DE SELLO	
PULIMIENTO	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO		
Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas, distrito y provincia de Pomabamba, Pomabamba -Ancash		
PLANO: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO		
UBICACIÓN:		DIRECCIÓN:
DEPARTAMENTO : ANCASH	PROVINCIA : POMABAMBA	JR. CHACHAPOYAS CUADRA 4
DISTRITO : POMABAMBA		ENTRE JR. ARICA Y JR. PERÚ
AUTOR	AÑO:	LAMINA:
GARCÍA DEL RÍO, LISBETH ANALI	2020	C-04
ASESOR	ESC:	
LÓPEZ CARRANZA, ATILIO RUBEN	1/200	





F01  
GRIETAS DE ESQUINA



F02  
PARCHEO



F02  
PARCHEO



F04  
GRIETAS LINEALES



LEYENDA

GRIETAS	
PARCHEO	
SEPARACIÓN DE JUNTAS	
DETERIORO DE SELLO	
PULIMIENTO	

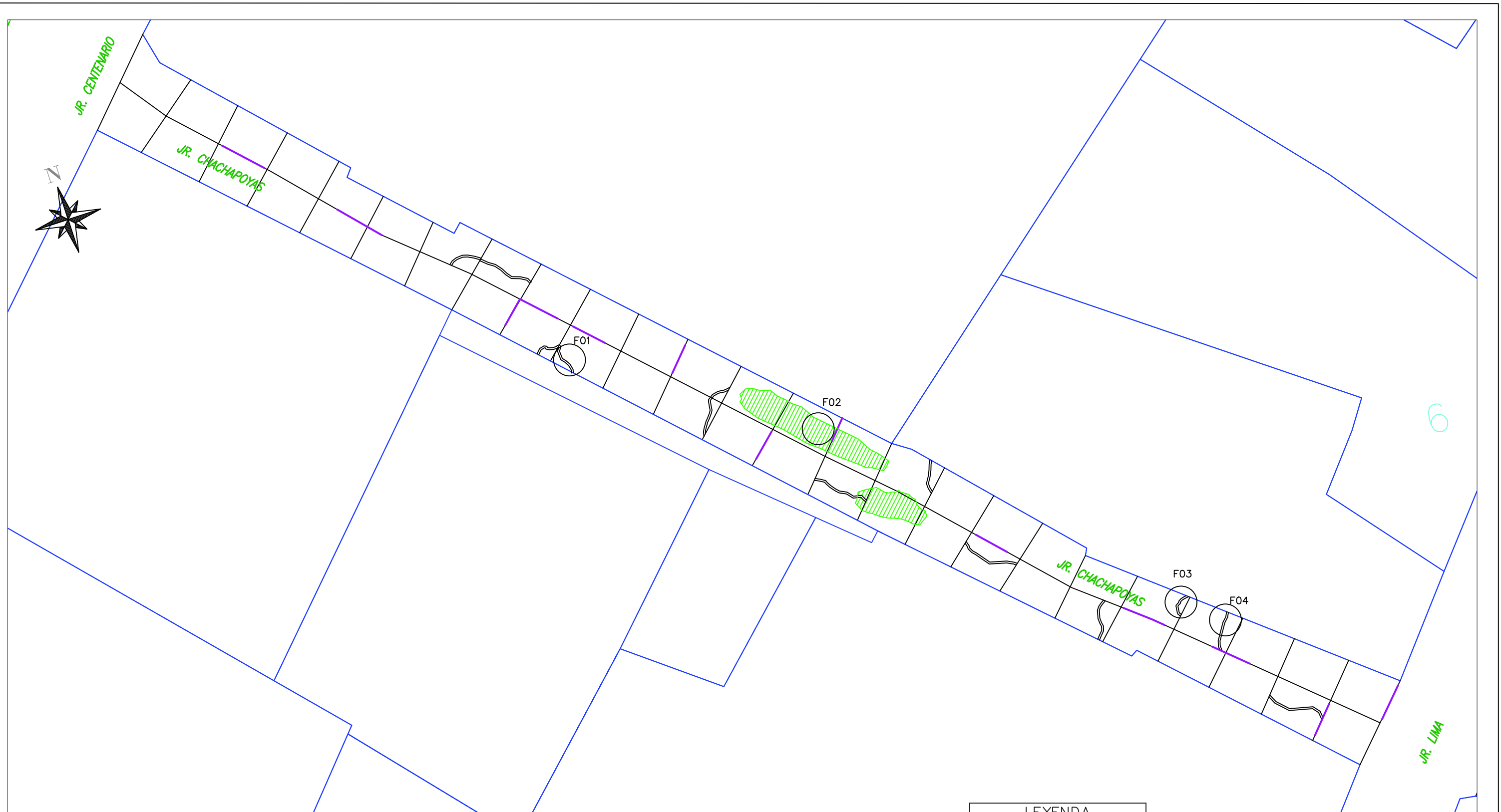
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas, distrito y provincia de Pomabamba, Pomabamba -Ancash

PLANO: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO

UBICACION:	DIRECCION:
DEPARTAMENTO : ANCASH	JR. CHACHAPOYAS CUADRA 5
PROVINCIA : POMABAMBA	ENTRE JR. PERÚ Y JR. CENTENARIO
DISTRITO : POMABAMBA	

AUTOR GARCÍA DEL RÍO, LISBETH ANALI	AÑO: 2020	LAMINA:
ASESOR LÓPEZ CARRANZA, ATILIO RUBEN	ESC: 1/200	<b>C-05</b>



F01  
GRIETAS DE ESQUINA



F02  
PULIMIENTO



F03  
GRIETAS DE ESQUINA



F04  
GRIETAS LINEALES



LEYENDA

GRIETAS	
PARCHEO	
SEPARACIÓN DE JUNTAS	
DETERIORO DE SELLO	
PULIMIENTO	

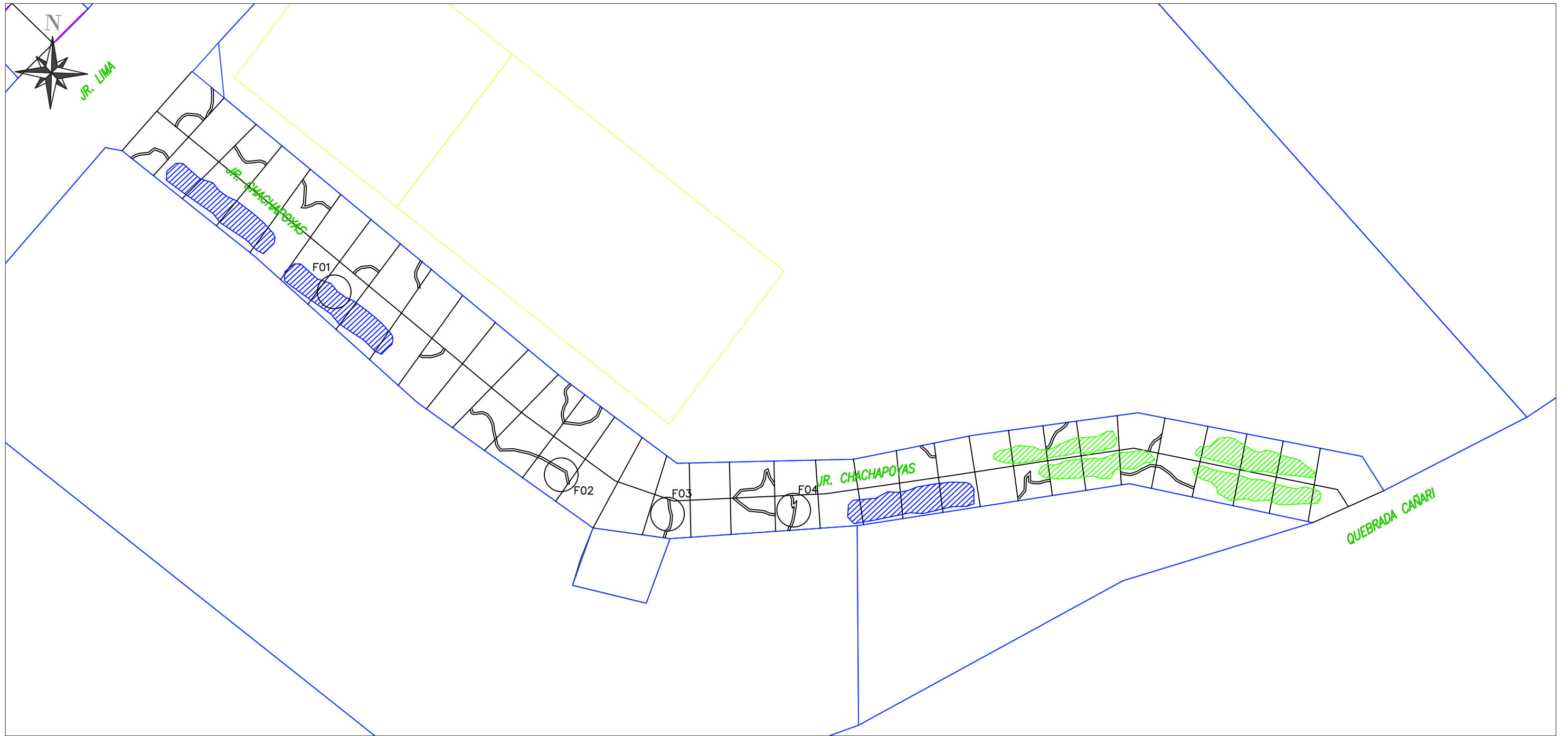
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas, distrito y provincia de Pomabamba, Pomabamba -Ancash

PLANO: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO

UBICACIÓN:		DIRECCIÓN:	
DEPARTAMENTO	: ANCASH	JR. CHACHAPOYAS CUADRA 6	
PROVINCIA	: POMABAMBA	ENTRE JR. CENTENARIO Y JR LIMA	
DISTRITO	: POMABAMBA		

AUTOR	GARCÍA DEL RÍO, LISBETH ANALI	AÑO:	2020	LAMINA:	C-06
ASESOR	LÓPEZ CARRANZA, ATILIO RUBEN	ESC:	1/200		



F01  
BACHEO



F02  
GRIETA LINEAL



F03  
GRIETA LINEAL



F04  
GRIETA LINEAL



LEYENDA

GRIETAS	
PARCHEO	
SEPARACIÓN DE JUNTAS	
DETERIORO DE SELLO	
PULIMIENTO	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido del Jr. Chachapoyas, distrito y provincia de Pomabamba, Pomabamba - Ancash

PLANO: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO		
UBICACION:		DIRECCIÓN:
DEPARTAMENTO : ANCASH	JR. CHACHAPOYAS CUADRA 7	
PROVINCIA : POMABAMBA	ENTRE JR. LIMA Y QUEBRADA CAÑARI	
DISTRITO : POMABAMBA		
AUTOR GARCÍA DEL RÍO, LISBETH ANALI	AÑO: 2020	LAMINA:
ASESOR LÓPEZ CARRANZA, ATILIO RUBEN	ESC: 1/200	<b>C-07</b>