



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido,
aplicando el método PCI, Jirón Dante Nava, Puno - 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Cortez Canaza, Jesús Alcides (ORCID: 0000-0003-1553-2029)

Mamani Mamani, Carlos Milton (ORCID: 0000-0001-6324-2611)

ASESOR:

Mg. Ing. Rodríguez Reyna, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0003-1671-5273)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a las personas muy especiales que me apoyaron siempre en los peores y mejores momentos, en especial a mi sobrino Sebastián, mi hermana Paola y mis padres también mencionar a mis docentes que me inculcaron sus mejores enseñanzas, a Dios por estar siempre presente.

Mamani Mamani, Carlos Milton

El siguiente trabajo está dedicado, a Dios; por permitirme tener las fuerzas para seguir adelante y a mis padres Sabino y María; por todo su esfuerzo y su constante apoyo a lo largo de mi vida. A mis hermanos; por sus consejos, paciencia y su apoyo incondicional en todo momento y al amor de mi vida, Tania R. por ser la razón de mí existir sin ella mis fuerzas de levantarme cada día para ser mejor persona no sería una realidad.

Cortez Canaza, Jesús Alcides

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándonos y dándonos fortaleza para continuar; a nuestros padres, quienes a lo largo de nuestras vidas han velado por nuestro bienestar y educación siendo un apoyo incondicional en todo momento.

A Mg. Ing. Rodríguez Reyna, Carlos Alberto quién con su vasta y extensa sabiduría nos ayudó a lograr el gran anhelo de titularnos como Ingeniero Civil.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.1.1. Tipo de investigación	13
3.1.2. Diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y Operacionalización	13
3.2.1. Variables.....	13
3.2.2. Definición conceptual.....	14
3.2.3. Definición operacional	14
3.2.4. Indicadores	14
3.2.5. Escala de medición.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo	15
3.3.1. Población.....	15
3.3.2. Muestra.....	15
3.3.3. Muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolecciones de datos	18
3.4.1. Técnica	18
3.4.2. Instrumento de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimiento.....	19
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN.....	57
VI. CONCLUSIONES	59

VII. RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 01. Número de unidades de muestra para inspección.	17
TABLA 02. Tramos y secciones para pavimento del Jr. Dante Nava - Puno	24
TABLA 03. Unidad de muestra UM-01.....	26
TABLA 04. Hoja de registro de datos de campo para unidades de muestra de pavimento rígido. UM-01.....	27
TABLA 05. Cálculo del valor de PCI corregido – pavimento rígido. UM-01.	28
TABLA 06. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-01.....	29
TABLA 07. Unidad de muestra UM-02.....	31
TABLA 08. Hoja de registro de datos de campo para unidades de muestra de pavimento rígido. UM-02.....	33
TABLA 09. Cálculo del valor de PCI corregido – pavimento rígido. UM-02.	34
TABLA 10. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-02.....	35
TABLA 11. Unidad de muestra UM-03.....	36
TABLA 12. Hoja de registro de datos de campo para unidades de muestra de pavimento rígido. UM-03.....	38
TABLA 13. Cálculo del valor de PCI corregido – pavimento rígido. UM-03.	39
TABLA 14. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-03.....	40
TABLA 15. Unidad de muestra UM-04.....	41
TABLA 16. Hoja de registro de datos de campo para unidades de muestra de pavimento rígido. UM-04.....	43
TABLA 17. Cálculo del valor de PCI corregido – pavimento rígido. UM-04.	44
TABLA 18. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-04.....	45
TABLA 19. Unidad de muestra UM-05.....	46
TABLA 20. Hoja de registro de datos de campo para unidades de muestra de pavimento rígido. UM-05.....	48
TABLA 21. Cálculo del valor de PCI corregido – pavimento rígido. UM-05	49
TABLA 22. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-05.....	50
TABLA 23. Unidad de muestra UM-06.....	51
TABLA 24. Hoja de registro de datos de campo para unidades de muestra de pavimento rígido. UM-06.....	53
TABLA 25. Cálculo del valor de PCI corregido – pavimento rígido. UM-06.	54
TABLA 26. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-06.....	55

TABLA 27. Resumen de resultados – pavimento rígido.....	56
TABLA 28 Niveles de severidad para losa dividida	72
TABLA 29 Niveles de severidad para desniveles entre losas - escalomaniento ..	72
TABLA 30 Niveles de severidad para punzonamiento	72
TABLA 31 Niveles de severidad para los descascaramiento de esquina	73
TABLA 32 Niveles de severidad para los descascaramientos de Junta	73
TABLA 31 Valor deducido corregido (PCI)	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Fig. 01: Procedimiento de la investigación.	20
Fig. 03 Levantamiento/pandeo	74
Fig. 04 Fisura de esquina	74
Fig. 05 Losa dividida	75
Fig. 06 Fisura de durabilidad	75
Fig. 07 Escalonamiento.....	76
Fig. 08 Daño en el sello de junta	76
Fig. 09 Desnivel carril-berma.....	77
Fig. 10 Fisuras lineales	77
Fig. 11 Parches grandes	78
Fig. 12 Parches pequeños	78
Fig. 13 Agregado pulido	79
Fig. 15 Desprendimiento (popouts)	79
Fig. 14 Bombeo	80
Fig. 16 Punzonamiento	80
Fig.17 Cruce de Vía Férrea	81
Fig. 18 Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado	81
Fig. 19 Fisuras de contracción.....	82
Fig. 20 Descascaramiento de esquina.....	82
Fig. 21 Descascaramiento de junta.....	83
Fig. 21 Curva de corrección del valor deducido	84

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad la determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método PCI, Jirón Dante Nava, Puno - 2021, para mejorar sus condiciones de serviciabilidad y seguridad, el cual consiste en la clasificación del estado del pavimento a través de una inspección visual según la Norma ASTM D6433-03.

La investigación, es de diseño no experimental, basado en un método descriptivo simple, se llevó a cabo una inspección visual del pavimento, se identificó las fallas teniendo en cuenta el tipo, severidad y cantidad de las mismas y asimismo se recopiló la información mediante hojas de datos. También se elaboraron planos de ubicación y de esquematización de fallas.

Los resultados obtenidos para el tramo 01 que consta de 02 unidades de muestra (UM), con un total de 50 paños de concreto evaluadas, tiene un PCI de 24.37 (malo) y el tramo 02 consta de 06 UM con un total de 98 paños de concreto evaluadas, tiene un PCI de 74.04 (muy buena), finalmente se concluyó que el pavimento rígido en el tramo 01 requiere ser sometido a mejoramiento de la infraestructura vial, en el tramo 02 contempla un mantenimiento periódico simple.

Palabras clave: Pavimento, PCI, Falla, Unidad de Muestra (UM).

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the state of preservation and failures of the rigid pavement, applying the PCI method, Jirón Dante Nava, Puno - 2021, to improve its serviceability and safety conditions, which consists of classifying the condition of the pavement through a visual inspection according to ASTM D6433-03 Standard.

The research is of non-experimental design, based on a simple descriptive method, a visual inspection of the pavement was carried out, the faults were identified taking into account their type, severity and quantity, and the information was also collected through data sheets. The location and schematic drawings of the faults were also prepared.

The results obtained for section 01 consisting of 02 sample units (SU), with a total of 50 concrete pavements evaluated, has a PCI of 24.37 (bad) and section 02 consists of 06 SU with a total of 98 concrete pavements evaluated, has a PCI of 74.04 (very good), finally it was concluded that the rigid pavement in section 01 requires to be subjected to improvement of the road infrastructure, in section 02 it contemplates a simple periodic maintenance.

Key words: Pavement, PCI, Failure, Sample Unit (SU).

I. INTRODUCCIÓN.

En la ciudad de Puno se encontró que los pavimentos de concreto rígido que se hallaron en mal estado por la falta de mantenimiento por parte de las autoridades, sin embargo, cuando se ha realizado cierto tipo de reparación o mantenimiento, esta se desarrolla y se realiza sin ningún tipo de criterio técnico y en muchos casos queda inconcluso, el cual genera la presencia de diferentes tipos de fallas dentro del pavimento rígido, dando lugar a un desgaste y deterioro de las vías de la zona, por el tránsito vehicular y peatonal, por los cambios climáticos como las lluvias y heladas que se han presentado en toda la región.

Las causas principales que se evidenciaron en todo el Jirón Dante Nava, fueron generadas por el escaso mantenimiento reiterado del pavimento rígido o la razón que ya superó y cumplió su vida útil de serviciabilidad para el cual fue diseñado.

Según Urueta (2018), la evolución en mejora de pavimento flexibles y rígidos ha sido importante en tiempos modernos, lo que ha permitido implementar nuevas técnicas de diseño más eficientes y construir pavimentos con una relación costo beneficio más conveniente para el desarrollo de la infraestructura vial. Esto origina que se tenga una mayor rentabilidad en las estructuras viales, lo que estimula el incremento y retribución vial. La manera como se diseñó los pavimentos ha cambiado de métodos empíricos a métodos mecanicistas, los cuales requieren ser implementados de manera metódica, ya que presentan los métodos de diseño más avanzados (p.6).

Valdés, Perez y Martinez (2012), también menciona que las condiciones que alteran la condición de los pavimentos es el tráfico y las condiciones ambientales a la cual este está expuesto de forma cotidiana. Para evitar un mayor daño en el pavimento es necesario predecir las condiciones del tráfico, así se sabrá el tiempo de exposición frente a esta carga, sin embargo, poder cuantificar los daños que esté produce es una tarea que requiere una metodología estandarizada (p.89).

Según Montalvo (2015), los pavimentos rígidos se comportan de manera inconstante y variable a medida que pasa el tiempo, ya que empiezan a

deteriorarse, disminuye su serviciabilidad, comprometiendo las estructuras que lo componen. Por ello recomiendan adoptar nuevos tipos de método como la aplicación de fibras de acero en el proceso constructivo, así como la construcción de losas sobre el terreno, lo cual representa una solución integral (p.99).

El MTC (2017), en el Perú, el Sistema Nacional de Carreteras se divide en 3 redes importantes, los cuales son: la Red Vial Nacional, la red Departamental y la Red Vecinal, en donde las vías asfaltadas se califican en “Buen Estado “son 17,426 Km, el cual representan el 65%; las de “Mal Estado” son 7,307 Km, que representan el 27% y las de “estado regular” son 2,059 km, el cual representa el 8% según el MTC (p.61)

El Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2020), señaló que el Gobierno Regional de Puno ha identificado que, en algunas calles de la ciudad de Puno, presenta un pavimento rígido en estado de deterioro. El mayor tipo de fallas que fueron encontradas son de tipo funcional, que afectan el normal desarrollo del tránsito vehicular, además de causar daños estructurales al pavimento.

Por lo cual en la investigación se planteó el siguiente problema general: ¿Cuál es el estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método PCI, Jirón Dante Nava Puno-2021?

Además, también se planteó los problemas específicos:

¿Cuál es el índice de condición de estado de conservación del pavimento rígido, aplicando el método PCI, Jirón Dante Nava Puno-2021?

¿Cuáles son los tipos de fallas existentes en el pavimento rígido según el método PCI del Jirón Dante Nava Puno 2021?

¿Cuál es la propuesta de reparación del Jirón Dante Nava Puno 2021 aplicando el método PCI de la NORMA ASTM D6403-03?

¿De qué manera se podrá determinar el presupuesto de la propuesta de reparación del pavimento analizado?

La investigación puede justificarse en función a las siguientes dimensiones:

Justificación Teórica: La metodología PCI ayuda a determinar el grado de severidad de los diferentes tipos de fallas, para definir los límites de las áreas a reparar, de una manera más práctica y eficiente. y así poder ingresar esta información en los planos de la vía del Jr. Dante Nava, previo a la inversión final y así asegurar la vida útil de la estructura de pavimento rígido y optimizar los recursos. Logrando así la toma de decisión más adecuada para un respectivo mantenimiento del pavimento rígido, para así poder cumplir la vida útil para la que fue diseñada, logrando así su conservación y reducción de costos.

Justificación Metodológica: La realización de este proyecto fue fundamentado siguiendo los criterios metodológicos del método PCI, establecido por la Norma Internacional ASTM D6433-03, el cual es un indicador numérico que valora el estado de conservación del pavimento, proporcionando una medida de su condición de manera rigurosa y metódica.

Justificación Técnica: El presente proyecto de investigación servirá como base para la toma de decisiones para el manejo adecuado del nivel de serviciabilidad vehicular y peatonal, la Municipalidad de Puno, se encargará de dar un mantenimiento al Jr. Dante Nava - Puno, concorde al índice de condición de grado de severidad del pavimento rígido y el estado operativo del pavimento rígido obtenido del desarrollo de la investigación de este proyecto.

Justificación Social: El siguiente proyecto de investigación se justificó en el ámbito social debido a que esta propuesta metodológica de análisis y reparación permitirá brindar una alternativa de solución a la problemática de vías en mal estado que repercute directamente sobre la calidad de vida de las personas.

Se plantearon los siguientes objetivos generales y específicos:

Objetivo general: Determinar el estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno – 2021.

Objetivos específicos:

Determinar el índice de condición del estado de conservación del pavimento rígido aplicando el método Índice de Condición de Pavimento (PCI) en el Jr. Dante Nava, Puno – 2021.

Identificar los tipos de fallas existentes en el pavimento rígido aplicando el método Índice de Condición de Pavimento (PCI) en el Jr. Dante Nava, Puno – 2021.

Determinar la propuesta de reparación del Jirón Dante Nava, Puno 2021 de acuerdo a la PCI de la NORMA ASTM D6403-03

Determinar el costo y presupuesto del pavimento rígido, base y sub rasante para establecer el valor de la reparación del pavimento analizado.

II. MARCO TEÓRICO.

Alvarado y Freile (2015), plantearon como objetivo principal proponer un mantenimiento de la vía Izamba - Pillaro para prolongar su vida útil. La metodología es de tipo aplicada y diseño experimental, para lo cual utilizan el método PCI para definir el estado actual de la vía, realizaron estudios de tráfico y un estudio Subjetivo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI). En la investigación obtuvieron como resultados distintos tipos de fallas, siendo las más predominantes: fallas tipo piel de cocodrilo, las grietas longitudinales y las grietas por bloque, sin embargo, en términos generales toda la vía presentaba óptimas condiciones de serviciabilidad de 90 PCI, lo que indica que necesita trabajos livianos de mantenimiento. En conclusión, los autores propusieron como mantenimiento preventivo colocar una capa de Slurry Seal previamente diseñada por los mismos autores y establecer un Presupuesto Referencial basado en análisis de precios unitarios de acuerdo a la zona (p.18).

Meza (2018) tuvo como objetivo principal proponer una metodología de reparación económica de una vía de la comunidad de LEBU para lo cual se plantearon los siguientes métodos: explicar la situación actual de la ruta, mostrar los distintos métodos de reparación para la falla existente en la ruta y proponer un método de reparación y presupuesto para la ruta 160 – km 128.2 al km.128.7. Como resultados se obtuvo que la falla más predominante en todo el tramo es la de tipo “bache” y por lo tanto la técnica más adecuada fue la del “bacheo”, el autor no utilizó la metodología PCI, simplemente lo hizo con un recorrido visual. Como conclusión, el nivel de severidad fue “Alto” para el daño de la carpeta asfáltica, razón por la cual la propuesta metodológica consistió en la reparación y proceso constructivo de todo el tramo y adicionalmente se asignó un presupuesto de acuerdo a los costos unitarios de la zona, para efectuar los trabajos (p.65).

Barrera (2014), tuvo como objetivo principal elaborar un documento de orientación a modo de manual para la guía en las labores de reparación y reconstrucción de todo tipo de pavimentos. Para lo cual el autor tomó como método el análisis en la calidad de los materiales, en los procesos constructivos y su influencia en los diversos tipos de fallas y en la maquinaria y equipos empleados en la rehabilitación

de pavimentos flexibles. Como resultados de este análisis se obtuvo que: el mantenimiento de un pavimento debe ser diseñado a partir de las especificaciones técnicas de materiales y asegurarse una correcta ejecución de los métodos constructivos. Como conclusión, el autor menciona que es de suma importancia la implementación de sistemas y métodos de seguridad ocupacional en las obras viales para salvaguardar la vida humana (p.147).

Hiliquin (2016), tiene como objetivo principal evaluar el estado de conservación de la avenida Jorge Chávez utilizando como metodología el Método PCI para lo cual se identificó las diferentes fallas existentes en la vía de estudio, el nivel de severidad, ensayo de la viga Benkelman y establecer técnicas de solución para la conservación del pavimento. Los resultados obtuvieron fue de un valor de PCI de 34.69, lo que permite concluir que el estado de la vía era “malo”. Las fallas más predominantes fueron el “desprendimiento por agregados” y los “parches”, con un porcentaje del 58.4% del área inspeccionada, con severidades media y baja. Como conclusión se propuso que el método de reparación sea un recapeo en toda la trayectoria de la avenida Jorge Chávez. La autora no menciona el estudio de tráfico como una variable incidente en su propuesta de mantenimiento, pero recomienda hacerlo por ser este indispensable al momento de proyectar el diseño del pavimento (p.144).

Tacza y Rodríguez (2018), plantearon como principal objetivo, una alternativa de intervención que permitan mejorar la condición operacional del pavimento flexible, para lo cual utilizaron como metodología el Método PCI y después propusieron la alternativa de intervención. Los resultados obtenidos mostraron que el corredor tiene fallas, tipo grietas longitudinales, huecos, ahuellamientos, piel de cocodrilo y desplazamiento, como los más incidentes en todo el tramo. El PCI de las vías es de 57 lo que califica como “bueno”. Con nivel de severidad “medio”. Con este análisis los autores plantean como propuesta de intervención trabajos de mantenimiento mayor para las fallas mayores que ocupen todo el carril. Como conclusión, indican que es importante conocer las causas que originan el deterioro acelerado de un pavimento y completar el estudio superficial del PCI con técnicas

destructivas o no destructivas para que se puedan determinar las capacidades estructurales del pavimento a lo largo del tiempo (p.93).

Zevallos (2018), tuvo como objetivo principal, identificar el estado situacional y severidad de una vía deteriorada, para lograrlo tuvo que utilizar como metodología el método PCI, como resultados se obtuvo un PCI de 47 (regular), por lo cual el autor propone que se debe efectuar trabajos de rehabilitación, según los resultados que obtuvieron afirmar que, para el tipo de falla, piel de cocodrilo, se obtuvo un 3% de las unidades de muestra en un área de 228.75 m². Un 72% de estas unidades presentan esta condición en más de la mitad del área, finalmente, un 25% de las unidades de muestra evidencian la falla tipo piel de cocodrilo en número menor a la mitad de su área de pavimento para los baches, mientras que un 13% de las unidades de muestra presentan baches en su totalidad. Como conclusión, el autor propone como alternativa de reparación un cronograma de rehabilitación y una estrategia de intervención para corregir las fallas mencionadas (p.72).

Qiao, Du, Labi, Fricker y Sinha (2021), en su estudio denominado Policy implications of standalone timing versus holistic timing of infraestructura interventions: Findings based on pavement surface roughness, tuvieron como objetivo demostrar la hipótesis de que el efecto de la suma de las prescripciones de tratamiento en pavimentos puede ser diferente de la suma del efecto de las prescripciones de tratamiento individuales, para lograrlo tuvieron que utilizaron como metodología la identificación de los umbrales óptimos de rugosidad para cada tratamiento de pavimento como una actividad independiente, seguida de una determinación de respectivos umbrales desde un punto de vista holístico. Como resultados se obtuvo que, en el contexto de gestión de carreteras, los factores desencadenantes óptimos asociados con los tratamientos de reparación independientes individuales no son necesariamente los mismos (y producen resultados inferiores), en comparación con los umbrales de aplicación de estos tratamientos cuando se consideran dentro de un programa de ciclo de vida optimizado. Como conclusión, la investigación propone brindar orientación a las agencias a medida que examinan o actualizan sus umbrales de rugosidad actuales

para cada tratamiento estándar y sus programas de reparación a largo plazo basados en la condición del tiempo (p.79).

Tamakloe, Lim, Sam, Park y Park (2021), en su estudio denominado *investigating factors affecting bus/minibus accident severity in a developing country for different subgroup datasets characterised by time, pavement, and light conditions*, tuvieron como objetivo investigar las variaciones en el efecto de los factores que contribuyen a la gravedad de los accidentes de autobús / minibus en Ghana, para lograrlo tuvieron que utilizar como metodología la identificación de varias combinaciones de pavimento y condiciones de luz e identificar los efectos exactos de los días de semana y los fines de semana en los resultados de gravedad utilizando un parámetro aleatorio ordenado “logit” para tener en cuenta la heterogeneidad no observada en los datos informados por la policía, Como resultados se obtuvo que, los factores de riesgo de accidentes utilizados en los modelos eran temporalmente inestables, lo que justificaba la división de los datos en periodos de tiempo de fin de semana y de días laborables. Como conclusión, se propone que los ingenieros y encargados de la formulación de políticas puedan emplear los conocimientos extraídos de este estudio, junto con las recomendaciones de políticas proporcionadas, para mejorar la seguridad del tráfico en los países en desarrollo (p.1).

Guo, Azarijafari, Gregory y Kirchain (2021). en su estudio denominado *Environmental and economic evaluations of treatment strategies for pavement network performance –based planning*, tuvieron como objetivo evaluar el desempeño ambiental y económico para diferentes marcos de problemas en forma de diferentes estrategias de tratamiento que consisten en materiales de tratamiento, tipos de tratamiento y periodo de evaluación, para lograrlo tuvieron que utilizar como metodología los cambios en el algoritmo de optimización sin considerar las consecuencias de cómo se enmarcan los análisis de optimización. Como resultado final de este estudio se lograron determinar que la estrategia propuesta que utiliza tanto concreto como asfalto, diferentes tipos de tratamiento y un periodo de evaluación prolongado podría reducir las emisiones de GEI y mejorar el rendimiento de la red de pavimentos según la red de rutas de Iowa en EE.UU. La estrategia

propuesta puede lograr esto con un presupuesto anual que es 32% menos y reducir las emisiones de GEI asociadas en un 21%. Como conclusión, se determinó la planificación basada en el desempeño es una herramienta importante para asignar recursos de tratamiento a través de una red de pavimento a partir de un conjunto de tratamientos candidatos con una restricción presupuestaria (p.1).

Shu, Wang, y Basheer (2021), en su estudio denominado Large-scale evaluation of pavement performance models utilizing automated pavement condition survey data, tuvieron como objetivo evaluar los modelos de rendimiento del pavimento a nivel de red en PaveM, para lograrlo tuvieron que utilizar como metodología el concepto de tasa de deterioro y los datos más recientes de la encuesta automatizada del estado del pavimento (APCS). Como resultados de este estudio se pudo mostrar que el concepto de tasa de deterioro fue efectivo para evaluar la calidad general de los modelos de desempeño en PaveM, así como para identificar los periodos de tiempo en los que los modelos pueden predecir por encima o por debajo del rendimiento del pavimento. Como conclusión se determinó que los modelos de rendimiento del pavimento son un componente esencial de un sistema de gestión de pavimento (PMS) y tienen un impacto directo en la predicción de la rehabilitación del pavimento (M&R) y la planificación y asignaciones presupuestarias a los efectos combinados de factores ambientales, transferencia de carga y cargas de tráfico repetidas (P.1).

BASES TEÓRICAS

Según Vergara (2010), los pavimentos pueden dividirse en dos clases flexibles o rígidas, en donde los comportamientos de ambas clases se desarrollan de manera diferente. Los pavimentos rígidos, gracias a la resistencia de la superficie de rodadura, se producen una adecuada distribución de las cargas, lo que genera tensiones muy bajas en las subrasante (p.1).

Vergara (2010) también indica que la superficie de los pavimentos flexibles, a diferencia de los pavimentos rígidos, sufren una menor rigidez, una mayor deformación, además de mayores tensiones subrasante (p.2).

La Metodología ASTM D6433-03 (método PCI), es una metodología para clasificar el daño y severidad de las fallas en el método normado por la American Society for Testing and Materials (ASTM) denominado PCI (Pavement Condition Index). Como indica Rodríguez (2009), la metodología PCI consiste en la clasificación del estado del pavimento mediante una inspección visual, en donde se debe de determinar la clase, la cantidad y severidad de las fallas encontradas, con esta información de campo obtenido y siguiendo la metodología indicada en el PCI, se cuantifica un índice que calcula el estado en el que se encuentra el pavimento analizado.

Según el Sistema Nacional de Inversión Pública (2015), después de identificar el tipo de fallas pueden ser medidas en metros por que refleja su carácter unidimensional.

Leguía y Pacheco (2016), indica que deben clasificarse (Bajo, Medio y Alto) mediante un procedimiento de evaluación observacional para determinar el grado de severidad de deterioro de la calidad de tránsito establecido por la norma, los cuales pueden ser:

- Bajo (B): adoptan esta clasificación cuando existen vibraciones en el vehículo, como corrugaciones en la carpeta asfáltica. Sin embargo, no es imprescindible la reducción de la velocidad para la serviciabilidad.
- Medio (M): adoptan esta clasificación cuando las vibraciones generadas por los abultamientos y/o hundimiento en la vía generan un rebote significativo creando incomodidad; los vehículos requieren una reducción de velocidad para generar comodidad y seguridad.
- Alto (A): adoptan esta clasificación cuando las vibraciones en el vehículo son tan intensas que debe reducirse la velocidad de forma importante con el fin de otorgar comodidad y seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo (p.44).

Según Leiva (2005), la mejor alternativa de selección para el mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción una sección de pavimento es mediante:

- La condición presente del pavimento.
- Adecuaron un tratamiento de intervención para las condiciones presentes del pavimento.
- Vida útil del tratamiento.
- Costo de aplicar y mantener el tratamiento

El método más práctico simple es elaborar una curva de costos y determinar el punto más bajo de la curva.

CAUE = costo anual uniforme equivalente (soles / kilómetro)

$$CAUE = \frac{C}{t} + Mo + M * t^n$$

Donde:

C: costo de construcción (soles/km)

Mo: costo de mantenimiento inicial (soles/km/año)

M: coeficiente de incremento de los costos de mantenimiento (soles / km / año)

N: exponente de la tasa de incremento de los costos de mantenimiento

t: vida útil del tratamiento

Indicó que el pavimento presenta un estado de nivel de servicio (Condición Funcional) con una capacidad de resistir cargas durante su vida útil (Condición Estructural) es la primera condición que debe evaluarse para determinar las acciones de conservación más apropiadas.

El deterioro funcional del pavimento se relaciona directamente con la calidad de la superficie del pavimento y afecta de forma negativa la serviciabilidad, (confort y costo de operación del usuario) y la seguridad en la circulación de vehículos “Las deficiencias en el pavimento surgen principalmente por la rugosidad, fallas superficiales y pérdida de fricción”.

El deterioro estructural del pavimento se debe principalmente a la “pérdida de capacidad estructural de uno o más de sus capas y/o la pérdida de capacidad estructural del suelo de fundación” (p.6).

Según el MEF (2015), muestra que el pavimento es una estructura multicapa diseñada para resistir y distribuir los esfuerzos ejercidos por los vehículos y lo describe de la siguiente manera:

Losa de concreto: Capa de material superior de la estructura del pavimento rígido, donde se produce la presión de contacto inicial de los vehículos, y tiene la función de transmitir y distribuir los esfuerzos hacia las capas interiores.

Base: capa de material inferior, que tiene como objetivo principal, distribuir las cargas de tránsito originadas en la capa de rodadura y transmitir las hacia la siguiente capa inferior, es de material granular drenante con $\text{CBR} \geq 80\%$ o puede ser tratada con asfalto, cal o cemento (p.13).

Subrasante: según Vergara (2010), es la capa de material que resiste los esfuerzos que son transferidos al pavimento, protegiendo y conservando su integridad en todo momento, incluso en lugares de humedad, permitiendo que existan condiciones de apoyo uniforme y permanente. Respecto a los materiales que lo conforman, deben utilizarse suelos que sean compactables para obtener por lo menos un valor del 95% de su grado de compactación (p.3).

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación.

La investigación es de tipo cuantitativo, porque se recopiló y analizó los datos, para la aplicación de resultados estadísticos, donde se obtuvieron valores numéricos para su clasificación de condición de pavimento rígido.

3.1.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es la aplicada. Ya que se emplearon conocimientos de investigaciones básicas para ponerlas en ejecución para determinar las fallas en el pavimento. (Hernández y Mendoza 2018, p 69).

3.1.2. Diseño de investigación.

El diseño de investigación es el no experimental, pues no hace manejo de la variable de estudio por parte del investigador. Además, se desarrolló como una investigación descriptiva de corte transversal, pues se hizo descripciones estadísticas de frecuencias y porcentajes de las incidencias encontradas dentro del pavimento (Hernández y Mendoza. 2018, p 15).

Esquema de investigación.



Donde:

M: Muestra de estudio, la cual está considerada dentro de la estructura del pavimento dentro de la primera y segunda etapa del Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno.

O: Observación: 401 metros del Jr. Dante Nava – Puno.

A: Análisis de datos recolectados.

E: Evaluación de datos de información.

3.2. Variables y Operacionalización.

3.2.1. Variables.

Variable independiente.

Se tiene como variable el estado de conservación del pavimento rígido en el Jr. Dante Nava de la Ciudad de Puno.

Variable dependiente.

Identificación del índice de condición superficial de todas las fallas existentes en el pavimento rígido.

3.2.2. Definición conceptual.

La determinación de la condición del pavimento rígido está conformada por la base, la sub rasante y un estrato de rodadura que se constituye por materiales como agregados y algunos aditivos en ocasiones (Becerra, 2019, p 174).

3.2.3. Definición operacional.

La medición se realizó mediante el grado de daño y severidad, siendo estos: alta media y baja, la definición operacional se realiza mediante la observación del estado de las estructuras del pavimento rígido, siendo determinado para establecer la condición que tenga el pavimento analizado.

3.2.4. Indicadores.

Los indicadores son los siguientes:

Las 19 fallas superficiales del pavimento rígido.

- ✓ Levantamiento/pandeo.
- ✓ Fisura de esquina.
- ✓ Losa dividida.
- ✓ Fisura de durabilidad.
- ✓ Escalonamiento.
- ✓ Daño en el sello de junta.
- ✓ Desnivel carril-berma.
- ✓ Fisuras lineales.
- ✓ Parches grandes.
- ✓ Parches pequeños.
- ✓ Agregado pulido.
- ✓ Desprendimiento (popouts).
- ✓ Bombeo.
- ✓ Punzonamiento.
- ✓ Cruce de Vía Férrea.
- ✓ Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado.
- ✓ Fisuras de contracción.
- ✓ Descascaramiento de esquina.

- ✓ Descascaramiento de junta.

Los niveles de severidad de las diferentes fallas del pavimento rígido.

- ✓ Nivel de severidad (Baja).
- ✓ Nivel de severidad (Media).
- ✓ Nivel de severidad (Alta).

Índice de condición de pavimento (PCI).

Método PCI

- Patología superficial: son fallas en la capa asfáltica que no conserva relación con la estructura del pavimento cuyos efectos se reflejan en la superficie de rodadura (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2014, p 82).
- Patología estructural: Son fallas que afectan a una o más capas de la estructura del pavimento cuyos efectos se reflejan en la superficie de la capa de rodadura. (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2014, p 287).

3.2.5. Escala de medición.

La medición debe ser; fallas superficiales, nivel de severidad e índice de condición del pavimento (PCI).

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1. Población.

Está conformada por todas las secciones unidades de muestra (UM) del pavimento rígido del Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno 2021, con un total de 401.0 metros.

3.3.2. Muestra.

Está representada por las secciones delimitadas por conveniencia del pavimento rígido del Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno 2021, con un total de 401.0 metros. En el anexo 15 se muestra el plano de seccionamiento de los paños de pavimento rígido.

3.3.3. Muestreo.

Fue no probabilístico por conveniencia pues se escogió de acuerdo al criterio de los investigadores utilizando la norma ASTM D6433-03, mediante los siguientes pasos.

- ✓ Se identificaron los diferentes tramos de pavimento rígido del Jr. Dante Nava.
- ✓ Se realizó el seccionamiento del pavimento rígido, donde se estableció las unidades de muestra (UM) Tramo I y Tramo II.
- ✓ Las unidades de muestra (UM) individuales a ser inspeccionadas se identificaron y se marcaron de tal forma que permitan a los inspectores y personal de control de calidad localizarlas fácilmente sobre la superficie del pavimento rígido.
- ✓ Seleccionar las unidades de muestra que serán inspeccionadas.
- ✓ se identifica el valor mínimo de unidades de muestra a examinar, será necesaria para conseguir un valor estadístico apropiado del 95% de veracidad del PCI, usando la siguiente fórmula y redondeando el valor obtenido de "n" al próximo número entero mayor.

$$n = (N \times S^2) / ((e^2/4) (N-1) + S^2)$$

Donde:

e = error tolerable en el cálculo del PCI de la sección, comúnmente, e= +/- 5 puntos del PCI

S = es la desviación estándar de la metodología PCI de una muestra hacia otra muestra. Cuando al realizar la comprobación inicial se asume que la desviación estándar tiene como valor numérico = 10 para pavimentos de CA. Para las posteriores inspecciones, la desviación estándar de la inspección anterior deberá ser utilizada para obtener el valor de "n".

N = Número total de secciones de la unidad de muestra (Norma ASTM D6433-03 2004, p.6).

- ✓ Las unidades de muestra individuales deben se inspeccionaron e identificaron según el tipo de falla y severidad en el que se encontró.
- ✓ Se tomará todas las secciones de las unidades de muestra para obtener el valor del PCI promedio, este método de reconocimiento de tipo visual existe la ausencia de mano de obra calificada, falta de tiempo y de recursos económicos, es ideal para el análisis de proyectos, dando una solución de reparación y/o mantenimiento necesario de la vía existente.

- ✓ Cuando se obtuvo la cantidad de unidades de muestra (UM) a ser examinadas, al realizar el muestreo sistemático aleatorio se calculó el intervalo del espaciamiento en las unidades de muestra. Las muestras deben estar espaciadas uniformemente a lo largo de la sección, y la primera muestra debe elegirse al azar. La distancia de la unidad de muestreo, se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula redondeando el resultado a la siguiente cifra entero inferior.

$$i = N / n$$

Donde:

N: número total de secciones de la unidad de muestreo.

n: número de muestras a ser examinadas.

La unidad de muestra fue examinada y elegida al azar de las unidades de muestreo 1 a i. También se examinan las unidades de muestreo en la sección que son incrementos consecutivos del intervalo “i” después de la primera unidad seleccionada al azar serán examinadas.

- ✓ Se puede utilizar un nivel de confiabilidad menor al 95% en función al objetivo de la inspección. Por ejemplo, una agencia usa la siguiente tabla para seleccionar el número de unidades de muestra a ser inspeccionadas con un fin diferente al proyecto de análisis.
- ✓ Se puede usar un nivel de confiabilidad inferior a 95%, en función al objetivo de reconocimiento visual. Por ejemplo, una empresa uso la siguiente tabla de inspección para escoger el número de unidades de muestra a ser examinada para demostrar un propósito que no sea el proyecto de prueba:

TABLA 01. Número de unidades de muestreo para inspección.

Definidas	Inspección
01 a 05 unidades de muestreo.	01 unidades de muestreo.
06 a 10 unidades de muestreo.	02 unidades de muestreo.
11 a 15 unidades de muestreo.	03 unidades de muestreo.
16 a 40 unidades de muestreo.	04 unidades de muestreo.
> 40 unidades de muestreo.	10,0 %.

Fuente: norma ASTM D6433-03, 2004, pág. 7.

- ✓ Las unidades de muestreo complementarias fueron examinadas cuando se observaron fallas no significativas en la sección evaluada. Estas unidades de muestreo son escogidas por el usuario.

Las unidades de análisis fueron unidades muestrales seleccionadas a lo largo del primer y segundo tramo del Jr. Dante Nava.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolecciones de datos.

3.4.1. Técnica.

La investigación empleó la técnica observacional dado que se observan directamente las zonas identificadas para que sean evaluadas y determinar el estado en el cual se encuentra.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos.

Los instrumentos que se emplearon fueron:

Trabajos en campo:

- ✓ Formato ficha de observación para la recolección de datos: usado para registrar la información de los distintos tipos de fallas, severidades y densidades halladas en campo.
- ✓ Hojas de identificación de fallas: usado para describir las fallas encontradas en campo, tipo de severidad y ubicación.
- ✓ Cámara fotográfica: utilizado para la captura y registro fotográfico realizados en campo.
- ✓ Planos: utilizado para el reconocimiento del lugar.

Trabajos en gabinete:

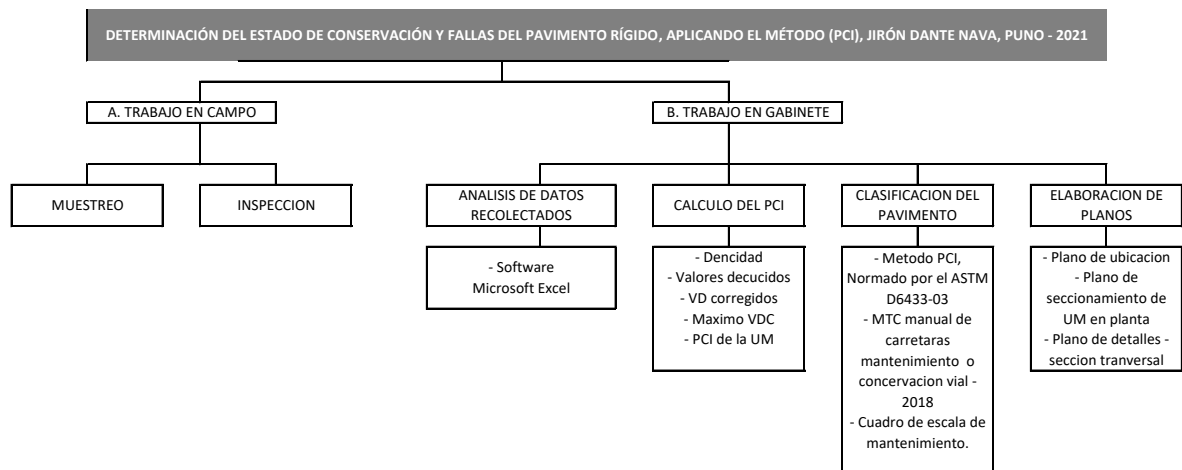
- ✓ Computadora: utilizado para el procesamiento de datos recolectados en campo, utilizando el software Microsoft Excel, Microsoft Word y AutoCAD.
- ✓ Impresora: utilizado para imprimir los formatos de recolección de datos en campo.

Validez:

- ✓ Norma ASTM D6433 – 03 Manual de daños en pavimentos rígidos.

3.5. Procedimiento

- ✓ En primer lugar, se identificaron las zonas de manera presencial para su debida observación.
- ✓ Luego se procedió a identificar los tipos de fallas y/o deterioros existentes que se presenta en las zonas identificadas, resumiendo los detalles en la ficha de observación
- ✓ Se realizó tomas fotográficas para facilitar la identificación de los paños y evidenciar el trabajo realizado.
- ✓ Los resultados fueron digitados en una hoja de cálculo utilizando el software Microsoft Excel para su debida manipulación y posterior análisis. En el anexo 04 se presenta el formato de recolección de datos.
- ✓ Se clasifico del pavimento mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) Tramo I y Tramo II, con la ayuda de la Norma ASTM D6433 – 03.
- ✓ Se determinó la escala de clasificación para la actividad de mantenimiento a realizar de acuerdo al cuadro del anexo 26 (cuadro de escala de mantenimiento) donde se clasifica el tramo I se clasifica como mantenimiento de reparación y el tramo II como mantenimiento simple rutinario.
- ✓ Se determinó la escala de clasificación para el mantenimiento a realizar según el MTC - manual de carreteras mantenimiento o conservación vial 2018.
- ✓ Elaboración de metrados y presupuestos, como propuesta de alternativa de solución. En el anexo 26 y 27 se presenta la alternativa de reparación total del para el Tramo I del Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno-2021.
- ✓ La elaboración de planos, como propuesta de alternativa de solución, En el anexo 31, 32, 33 y 34 se presenta los planos de ubicación, seccionamiento, corte transversal y el plano de propuesta de solución que implicaría la reparación total del Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno-2021.



*Fig. 01: Procedimiento de la investigación.
Fuente: Elaboración Propia.*

3.6. Método de análisis de datos.

- ✓ Se analizaron los datos con el software Microsoft Excel, donde se armará una base de datos que contenga todos los tipos de deterioro en las zonas identificadas para el análisis. Siendo así que se presentaran datos descriptivos como frecuencias y porcentajes donde se podrá apreciar el estado de la pavimentación.
- ✓ Según la norma ASTM D6433-03, para realizar el cálculo del PCI se siguen los siguientes pasos:

Cálculo de los valores deducidos:

- ✓ Para cada combinación específica de tipo de daño y gravedad, se cuenta el número de paños en las que se producen estas combinaciones.
- ✓ El número de paños contadas en el paso anterior se divide por el número de paños en la unidad de muestreo y se multiplica por 100 para obtener la densidad de cada combinación de tipo de falla y severidad expresada como porcentaje.
- ✓ Se determinó el valor deducido para cada combinación de tipo de falla y nivel de severidad utilizando las correspondientes curvas de valores deducidos que se presentan en el Anexo 05.

Máximo Valor Deducido Corregido (VDC):

- ✓ Si ninguno o solamente un valor deducido individual es mayor que dos. El valor total es usado en lugar del máximo VDC, para determinar el PCI; de

otro modo, el máximo VDC debe ser determinado usando el procedimiento descrito en los pasos b, c, d y e.

- ✓ Genera una lista de valores deducidos individuales en orden descendente.
- ✓ Establecer el número máximo de valores deducidos (m), utilizando la siguiente fórmula:

$$m_i = 1 + (9 / 98) \times (100 - HVD_i) \leq 10$$

Donde:

m_i : número máximo admisible de valores deducidos incluyendo fracciones.

HVD_i: mayor valor deducido individual para la unidad de muestra.

- ✓ El número de valores deducidos individuales es reducido al máximo admisible de valores deducidos (m), incluyendo su parte fraccionaria. Si contamos con un número de valores deducidos menor a (m), todos los valores deducidos deben ser usados.
- ✓ Determinar el máximo VDC en forma iterativa, conforme a los siguientes pasos:
 - Mediante la sumatoria de valores deducidos individuales se logró determinar el total del valor deducido.
 - Se determina "q" como el n° de valores >2.
 - El valor de "VDC" se determina a partir de la suma total de los valores deducidos y el valor de "q" usando las curvas de valores corregidos para pavimento rígido.

 - Se redujo a 2 el menor valor deducido individual >2 y repetir los tres primeros procedimientos hasta que "q" sea igual a 1.
 - El Max.VDC. es el resultado mayor de todos los VDCs determinados.

PCI de la unidad de muestra:

El resultado del PCI de la unidad de muestra se determinó mediante la siguiente fórmula de VDC:

$$PCI = 100 - \text{Max.VDC.}$$

Donde:

PCI: Índice de condición del pavimento.

Máx.CDV: Max. valor deducido corregido.

3.7. Aspectos éticos

En el presente desarrollo de esta investigación, se prestó especial atención al respeto a los principios de interés propio, autonomía, justicia y derechos no maleficencia, respetando la autoría de los contenidos utilizados y durante la ejecución no se genere ningún daño. Los tesisistas que trabajan en la tesis son plenamente conscientes de que la información obtenida en campo y la autenticidad de los resultados se han logrado con mucho esfuerzo y buenos valores humanos durante todo el proceso de desarrollo de este estudio. En primer lugar, el principio de autonomía se refiere a la capacidad del hombre para actuar como un ser humano por sí mismo. Además, el principio de beneficencia refiere que se deben minimizar los daños y maximizar los beneficios.

Los involucrados en una investigación deben conocer los beneficios que se lograrán con el desarrollo de esta investigación. El principio de intencionalidad está presente por la motivación orientada a construir con el bienestar de la comunidad. Por último, el principio de justicia tiene como objetivo que todos salgan beneficiados lo cual se buscará una vez que se obtengan resultados y que estos sean comparativos con las autoridades (Acevedo, 2002, p 15).

La tesis fue sometida al software turnitin.

IV. RESULTADOS

Una vez efectuada la evaluación para determinar el índice de condición del pavimento (PCI) en el Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno, se obtuvo el estado del pavimento a través de identificadoras visuales, identificando el tipo, severidad y número de fallas encontrados para clasificar el pavimento, mediante unidades de muestreos analizados.

- ✓ Se identificó las fallas existentes en el tramo I y II a través de la visualización en campo “In Situ”, para lo cual se utilizó formatos de instrumentos de recolección de datos, y el manual ASTM D6433 -03 “Método PCI”.
- ✓ En los tramos I y II cuentan con 50 unidades de losas atípicas de pavimento rígido, se encontraron fisuras de esquina, losa dividida, escalonamiento, parches grandes, agregado pulido, punzonamiento, descascamiento/mapa de fisuras/ craquelado, descascamiento de esquina y daño en el sello de la junta ; en tanto que en el tramo 02 que consta de 04 unidades de muestra con 98 losas de dimensiones atípicas de pavimento rígido, posterior a ello se evidenciaron los tipos de fallas: Fisura de esquina, fisuras lineales, agregado pulido, descascamiento/mapa de fisuras/ craquelado, descascamiento de esquina, descascamiento de juntas, daño en el sello de juntas.
- ✓ Se plantearon 02 tramos, con 06 unidades de muestra en total, con 02 unidades de muestra para el tramo 01 y 04 unidades de muestra para el tramo 02, con un total de 148 paños de pavimento rígido.
- ✓ Se determinó los espesores de la losa de concreto, base y sub rasante de 20 cm según el diseño de pavimentos del perfil de proyecto “Mejoramiento de la Infraestructura vial en los barrios progreso, Túpac Amaru, Cesar Vallejo y Urbanización Romep de la ciudad de Puno, provincia de Puno”. El cual sirvió para la elaboración de un presupuesto preliminar para la reparación en el Tramo 1 del Jr. Dante Nava –Puno.

TABLA 02. Tramos y secciones para pavimento del Jr. Dante Nava - Puno

TRAMO	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA		N° LOSAS
		KM -INICIAL	KM- FINAL	
TRAMO 1	UM-01	00+00	00+60	21
	UM-02	00+06	00+140	29
TRAMO 2	UM-03	00+180	00+240	22
	UM-04	00+240	00+300	30
	UM-05	00+300	00+340	24
	UM-06	00+340	00+400	22

Fuente: Elaboración propia.

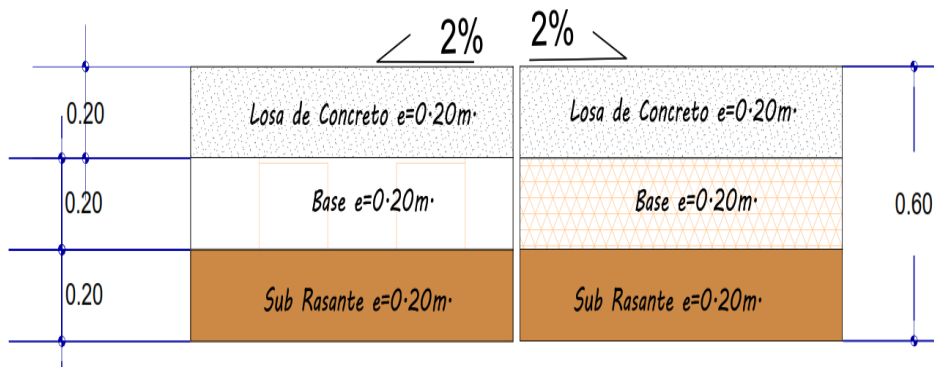


Fig. 02: Sección transversal Tramo 01.

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Se determinó el tipo de reparación de acuerdo al MTC – Manual de Carreteras mantenimiento conservación Vial – 2018, el tramo I (24.37) necesita reparación y el tramo II (74.043) mantenimiento preventivo.

RANGO DE PCI	CATEGORÍA DE ACCIÓN
100 a 85	Mantenimiento Preventivo o Mínimo
85 a 60	Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico
60 a 40	Mantenimiento Correctivo
40 a 25	Rehabilitación – Refuerzo Estructural
Menor a 25	Rehabilitación – Reconstrucción

- ✓ Se determinó la escala de clasificación para la actividad de mantenimiento a realizar de acuerdo al cuadro del anexo 26 (cuadro de escala de mantenimiento) donde se clasifica el tramo I con una clasificación Malo, donde se clasifica como mantenimiento de reparación y el tramo II se califica como MUY BUENA teniendo como resultado un mantenimiento simple rutinario.

- ✓ Se determinó que el costo directo del pavimento rígido, base y sub rasante donde se estimó las dimensiones de acuerdo a los pavimentos que se viene ejecutando en la zona, este con carácter de un presupuesto preliminar a futuro, donde se predecirá de acuerdo a la evaluación de la entidad de acuerdo a la zona el valor asciende a S/. 305715.67.

TRAMO I:

El primer tramo consta de 50 losas de pavimento rígido (UM-01 y UM-02), las cuales presentan diferentes tipos de fallas:

UM-01 con un número de 21 losas se detalla las siguientes fallas existentes:

TABLA 03. Unidad de muestra UM-01

CANT	FALLAS EXISTENTES	SEVERIDAD
21	Losas con presencia de daño en el sello de la junta	alta
03	Losas con presencia de fisura de esquina	alta
01	Losa con presencia de fisura de esquina	media
03	Losas con presencia de losa dividida	alta
02	Losas con presencia de losa dividida	media
01	Losa con presencia de escalonamiento	alta
02	Losas con presencia de parches grandes	alta
01	Losa con presencia de parches grandes	media
03	Losas con presencia de agregado pulido	
02	Losas con presencia de punzonamiento	alta
01	Losa con presencia de punzonamiento	baja
05	Losas con presencia de descascaramiento/mapa de fisuras/ craquelado	alta
03	Losas con presencia de descascaramiento/mapa de fisuras/ craquelado	media
01	Losa con presencia de descascaramiento de esquina	alta

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber identificado las fallas se determinó las densidades con la siguiente ecuación:

$$Densidad = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100$$

Densidad de la falla de fisura de esquina(a):

$$Densidad = \frac{03}{21} \times 100 = 14.29\%$$

Siguiendo el mismo procedimiento se halló las densidades para cada una de las fallas existentes. Daño en el sello de la junta(a) 100%, fisura de esquina(m) 4.76%, losa dividida(a) 14.29%, losa dividida(m) 9.52%, escalonamiento(a) 4.76%, parches

grandes(a) 9.52%, parches grandes(m) 4.76%, agregado pulido 14.29%, punzonamiento(a) 14.29%, punzonamiento(b) 4.76%, descascamiento/mapa de fisuras/ craquelado(a) 23.81%, descascamiento/mapa de fisuras/ craquelado(m) 14.29%, descascamiento de esquina(a) 4.76%. Estos resultados se muestran en la Hoja de recolección de datos UM-01 anexo 08.

Para determinar el valor deducido (VD) de cada tipo de falla UM-01 se procedió a interpolar con las tablas y/o ábacos correspondientes al pavimento rígido. En el anexo 09 se muestra la interpolación para hallar los valores deducidos.

Se determinó el número máximo de deterioros permitidos con la siguiente ecuación:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$$

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 41.2) = 6.40$$

Luego se procedió a calcular el valor máximo deducido corregido (Max.VDC), se tomó como datos todos los valores que sean mayor e igual a 2 realizando las iteraciones hasta que q sea igual a 1, como se muestra en la Hoja de recolección de datos, teniendo un máximo valor deducido corregido (**MAX.VCD**) = **87.43**. En el anexo 10 se muestra la interpolación del cálculo de valores deducidos corregidos.

Finalmente, usando la siguiente ecuación, se tuvo el índice de condición de pavimento (PCI):


$$PCI = 100 - \text{máx. VDC}$$

$PCI = 100 - 87.43 = 12.57$, clasificado como pavimento **MUY MALO**, como se muestra en la hoja de cálculo del valor de **PCI CORREGIDO** - pavimento rígido UM-01

TABLA 04. Cuadro de datos de registrados en campo para unidades de muestreo de pavimento rígido UM-01.

CALCULO DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO RIGIDO UM-01

TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021

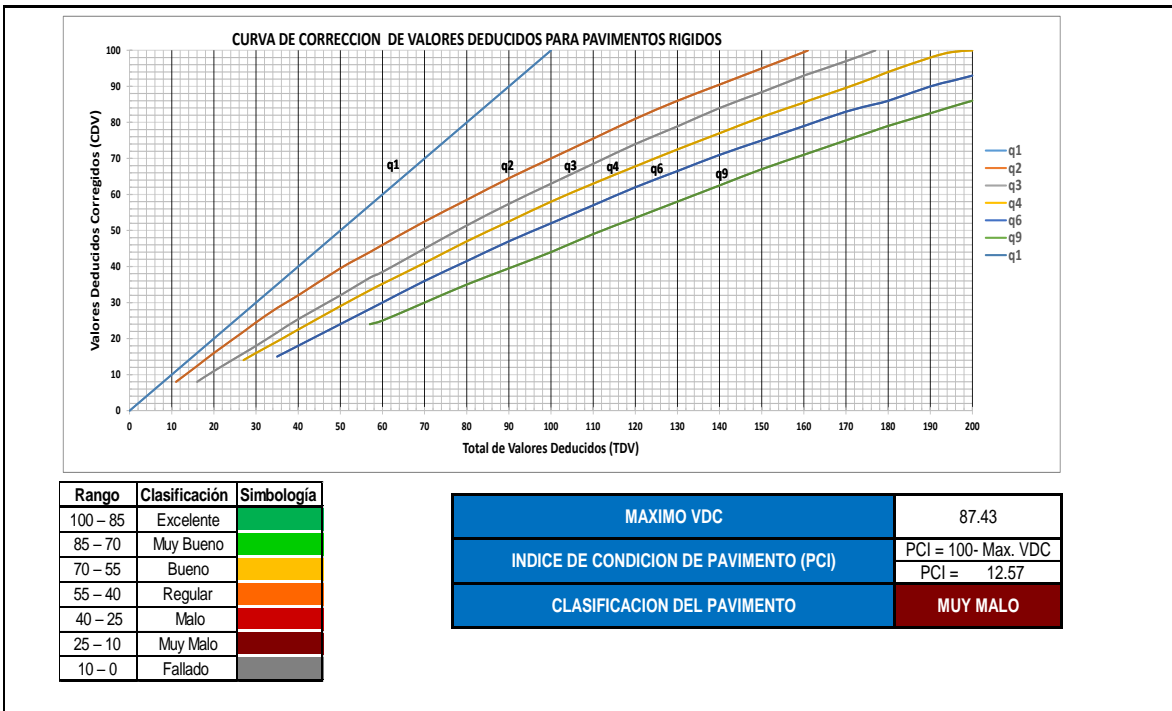
UBICACIÓN: Jr. Dante Nava - Puno	N° PAÑOS: 21 LOSAS	
UNID. MUESTRA: UM 01	PROG INIC: KM 0+00 PROG FIN: KM 0+60	
CUADRA: C-01	FECHA: 7/11/2021	
EVALUADOR (ES): Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza	NORMA: ASTM D6433 Metodo PCI	

CALCULO PCI

Numero de valores deducidos >2(q) =	14.00	
Valor deducido mas alto HDV =	41.18	
Numero maximo de deterioros permitidos (m)		Donde m : Numero maximo admisible de valores deducidos*, incluyendo fraccion, para la unidad de muestreo i. HVD: El mayor valor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.
$m = 1,00 + \frac{9}{98}(100 - HDV)$ ecuacion 3.		
$m = 1,00 + \frac{9}{98}(100 - 41.2)$		
m = 6.40	0.40	

CALCULO DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO RIGIDO

N°	VALORES DE DEDUCCION											VD. TOTAL	q	VD. CORREGIDO		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
1	41.2	40.5	32.4	32.07	20.5	15	4.56							186.13	7	86.03
2	41.2	40.5	32.4	32.07	20.5	15	2							183.57	6	87.43
3	41.2	40.5	32.4	32.07	20.5	2	2							170.61	5	86.52
4	41.2	40.5	32.4	32.07	2	2	2							152.15	4	82.36
5	41.2	40.5	32.4	2	2	2	2							122.08	3	75.02
6	41.2	40.5	2	2	2	2	2							91.65	2	65.41
7	41.2	2	2	2	2	2	2							53.18	1	53.18
													MAX.VDC		87.43	




Fuente: norma ASTM D6433-03, 2004.

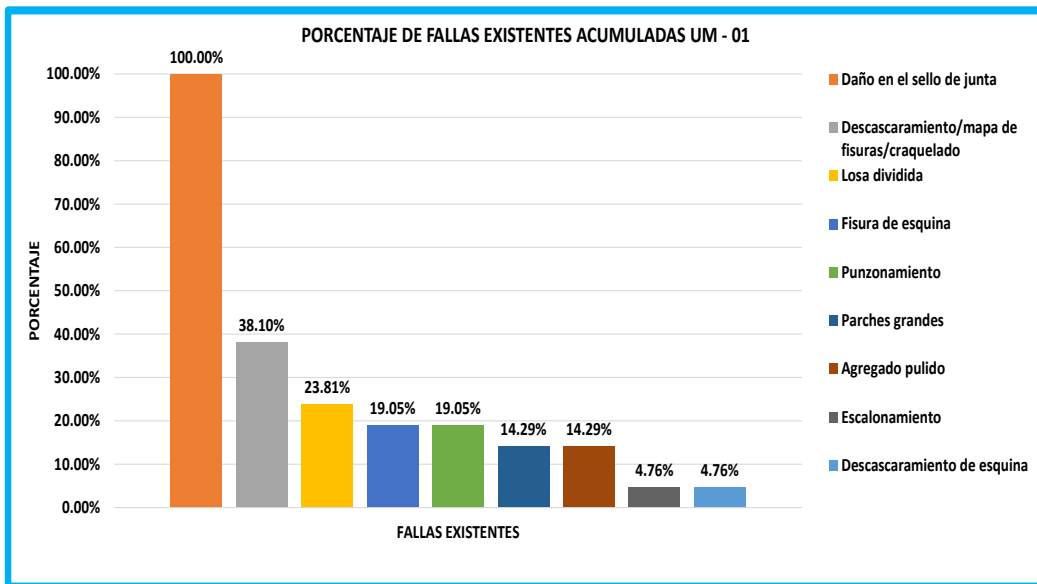
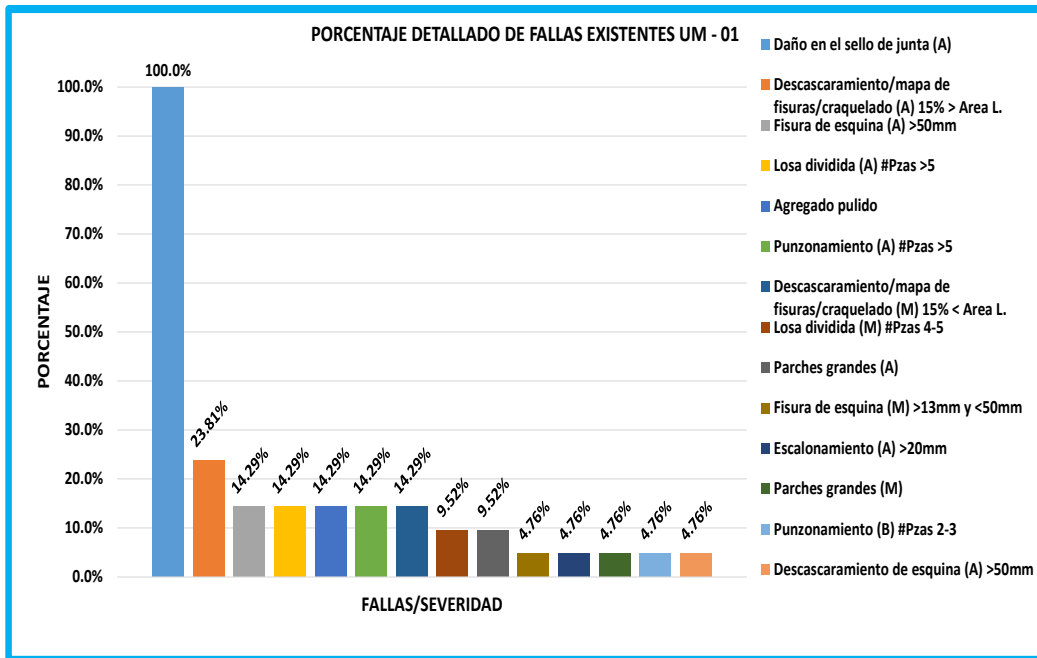
TABLA 06. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-01.

CUADRO DE GRAFICOS ESTADISTICOS - PAVIMENTO RIGIDO UM-01

TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021

UBICACIÓN:	Jr. Dante Nava - Puno	N° PAÑOS:	21 LOSAS		
UNID. MUESTRA:	UM 01	PROG INIC:	KM 0+00		PROG FIN: KM 0+60
CUADRA:	C-01	FECHA:	7/11/2021		
EVALUADOR (ES):	Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza	NORMA:	ASTM D6433 Metodo PCI		

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS



Fuente: Elaboración propia.

UM-02 con un número de 29 losas se detalla las siguientes fallas existentes:

TABLA 07. Unidad de muestra UM-02.

CANT	FALLAS EXISTENTES	SEVERIDAD
29	Losas con presencia de daño en el sello de la junta	alta
01	Losas con presencia de levantamiento/pandeo	media
01	Losas con presencia de fisura de esquina	alta
03	Losa con presencia de fisura de esquina	media
02	Losas con presencia de losa dividida	alta
04	Losas con presencia de losa dividida	media
01	Losas con presencia de losa dividida	baja
02	Losas con presencia de escalonamiento	alta
01	Losa con presencia de escalonamiento	media
01	Losa con presencia de fisuras lineales	alta
01	Losa con presencia de parches grandes	media
05	Losas con presencia de agregado pulido	
01	Losas con presencia de punzonamiento	alta
01	Losa con presencia de punzonamiento	baja
07	Losas con presencia de descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado	alta
05	Losas con presencia de descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado	media
01	Losas con presencia de fisura de contracción	
01	Losa con presencia de descascaramiento de esquina	alta
01	Losa con presencia de descascaramiento de esquina	media

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber identificado las fallas se determinó las densidades con la siguiente ecuación:

$$Densidad = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100$$

Densidad de la falla de levantamiento pandeo(m):

$$Densidad = \frac{01}{29} \times 100 = 3.45\%$$

Siguiendo el mismo procedimiento se halló las densidades para cada una de las fallas existentes. Daño en el sello de junta(a) 100%, fisura de esquina(a) 3.45%, fisura de esquina(m) 10.34%, losa dividida(a) 6.90%, losa dividida(m) 13.79%, losa dividida(b) 3.45%, escalonamiento(a) 6.90%, escalonamiento(m) 3.45%, fisuras lineales(a) 3.45%, parches grandes(m) 3.45%, agregado pulido 17.24%, punzonamiento(m) 3.45%, punzonamiento(b) 3.45%, descascaramiento/mapa de fisuras/ craquelado(a) 24.14%, descascaramiento/mapa de fisuras/ craquelado(m) 17.24%, fisuras de contracción(a) 3.45%, descascaramiento de esquina(a) 3.45%, descascaramiento de esquina(m) 3.45%. Estos resultados se muestran en la Hoja de recolección de datos UM-02 anexo 11.

Para determinar el valor deducido (VD) de cada tipo de falla UM-02 se procedió a interpolar con las tablas y/o ábacos correspondientes al pavimento rígido. En el anexo 12 se muestra la interpolación para hallar los valores deducidos.

Se determinó el número máximo de deterioros permitidos con la siguiente ecuación:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$$

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 32.33) = 7.21$$

Luego se procedió a calcular el valor máximo deducido corregido (Max.VDC), se tomó como datos todos los valores que sean mayor e igual a 2 realizando las iteraciones hasta que q sea igual a 1, como se muestra en la Hoja de recolección de datos, teniendo un máximo valor deducido corregido (**MAX.VCD**) = **63.83**. En el anexo 13 se muestra la interpolación del cálculo de valores deducidos corregidos.

Finalmente, usando la siguiente ecuación, se tuvo el índice de condición de pavimento (PCI):

$$PCI = 100 - \text{máx. VDC}$$

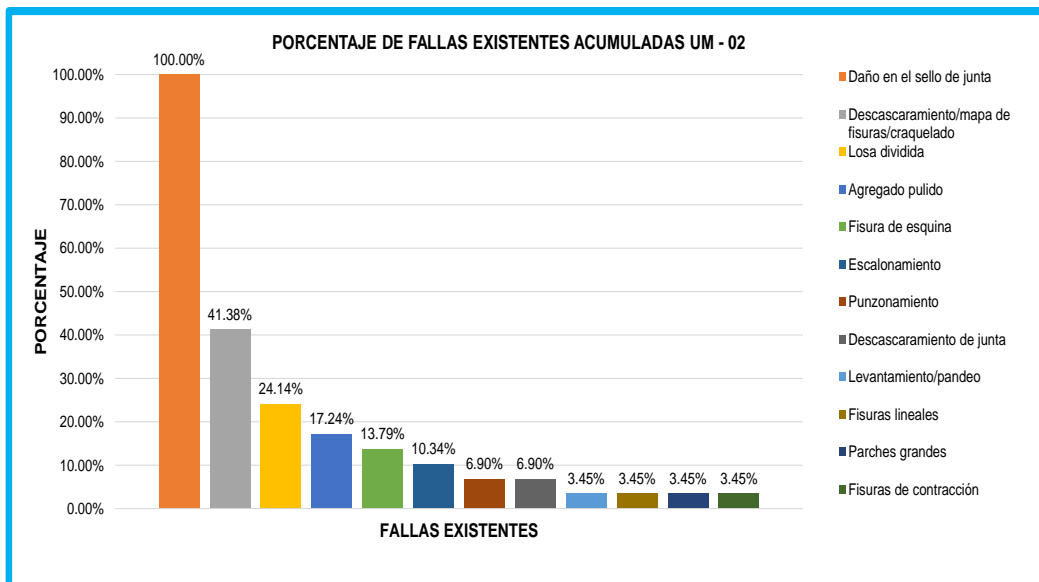
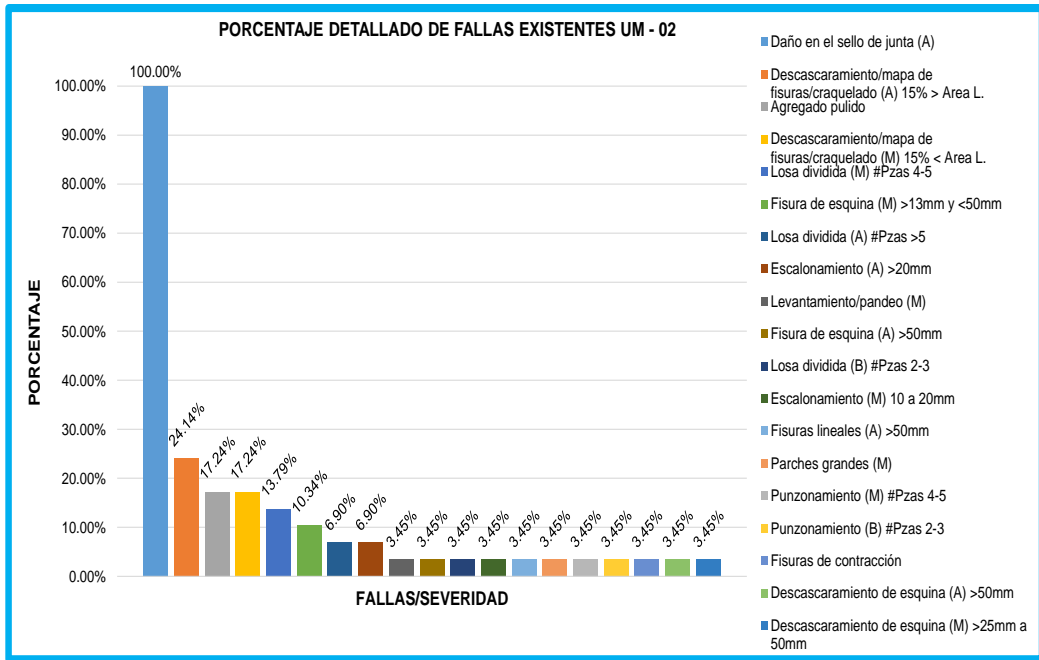
PCI = 100 – 63.83 = 36.17, clasificado como pavimento **MALO**, como se muestra en la hoja de cálculo del valor de **PCI CORREGIDO** - pavimento rígido UM-02

TABLA 10. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-02.

CUADRO DE GRAFICOS ESTADISTICOS - PAVIMENTO RIGIDO UM-02			
TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021			
UBICACIÓN:	Jr. Dante Nava - Puno	N° PAÑOS:	29 LOSAS
UNID. MUESTRA:	UM 02	PROG INIC:	KM 0+80
CUADRA:	C-02	PROG FIN:	KM 0+140
EVALUADOR (ES):	Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza	FECHA:	7/11/2021
		NORMA:	ASTM D6433 Metodo PCI



NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS



Fuente: Elaboración propia.

TRAMO II:

El segundo tramo consta de 98 losas de pavimento rígido (UM-03, UM-04, UM-05 y UM-06), las cuales presentan diferentes tipos de fallas:

UM-03 con un número de 22 losas se detalla las siguientes fallas existentes:

TABLA 11. Unidad de muestra UM-03.

CANT	FALLAS EXISTENTES	SEVERIDAD
03	Losas con presencia de daño en el sello de la junta	baja
02	Losas con presencia de fisura de esquina	baja
01	Losa con presencia de fisuras lineales	media
02	Losa con presencia de fisuras lineales	baja
01	Losas con presencia de agregado pulido	media
03	Losas con presencia de descascaramiento/mapa de fisuras/ craquelado	baja
03	Losas con presencia de fisura de contracción	alta
01	Losa con presencia de descascaramiento de esquina	baja
02	Losa con presencia de descascaramiento de junta	media
01	Losa con presencia de descascaramiento de junta	baja

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber identificado las fallas se determinó las densidades con la siguiente ecuación:

$$Densidad = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100$$

Densidad de la falla de daño en el sello de la junta(b):

$$Densidad = \frac{03}{22} \times 100 = 13.64\%$$

Siguiendo el mismo procedimiento se halló las densidades para cada una de las fallas existentes. Fisura de esquina(b) 9.09%, fisuras lineales(m) 4.55%, fisuras lineales(b) 9.09%, agregado pulido 4.55%, descascaramiento/mapa de fisuras/ craquelado(b) 13.64%, fisura de contracción 13.64%, descascaramiento de

esquina(b) 4.55%, descascaramiento de junta(m) 9.09%, descascaramiento de junta(b) 4.55%. Estos resultados se muestran en la Hoja de recolección de datos. UM-03 anexo 14.

Para determinar el valor deducido (VD) de cada tipo de falla UM-03 se procedió a interpolar con las tablas y/o ábacos correspondientes al pavimento rígido. En el anexo 15 se muestra la interpolación para hallar los valores deducidos.

Se determinará el número máximo de deterioros permitidos con la siguiente ecuación:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$$

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 7.75) = 9.47$$

Luego se procedió a calcular el valor máximo deducido corregido (Max.VDC), se tomó como datos todos los valores que sean mayor e igual a 2 realizando las iteraciones hasta que q sea igual a 1, como se muestra en la Hoja de recolección de datos, teniendo un máximo valor deducido corregido (**MAX.VCD**) = 17.75. En el anexo 16 se muestra la interpolación del cálculo de valores deducidos corregidos.

Finalmente, usando la siguiente ecuación, se tuvo el índice de condición de pavimento (PCI):

$$PCI = 100 - \text{máx. VDC}$$

$PCI = 100 - 17.75 = 82.25$, clasificado como pavimento **MUY BUENO**, como se muestra en la hoja de cálculo del valor de **PCI CORREGIDO** - pavimento rígido UM-03.

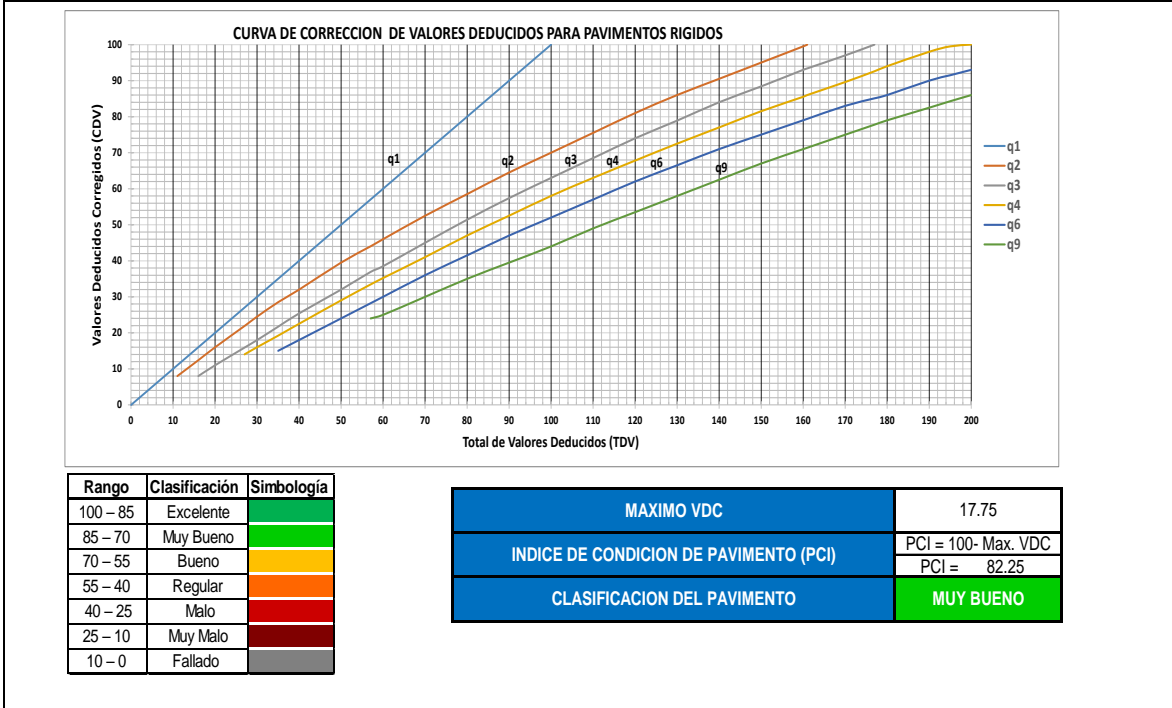
TABLA 13. Cálculo del valor de PCI corregido – pavimento rígido. UM-03.

CALCULO DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO RIGIDO UM-03			
TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021			
UBICACIÓN:	Jr. Dante Nava - Puno		N° PAÑOS: 22 LOSAS
UNID. MUESTRA:	UM 03	PROG INIC: KM 0+180	PROG FIN: KM 0+240
CUADRA:	C-03	FECHA:	7/11/2021
EVALUADOR (ES):	Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza		NORMA: ASTM D6433 Metodo PCI



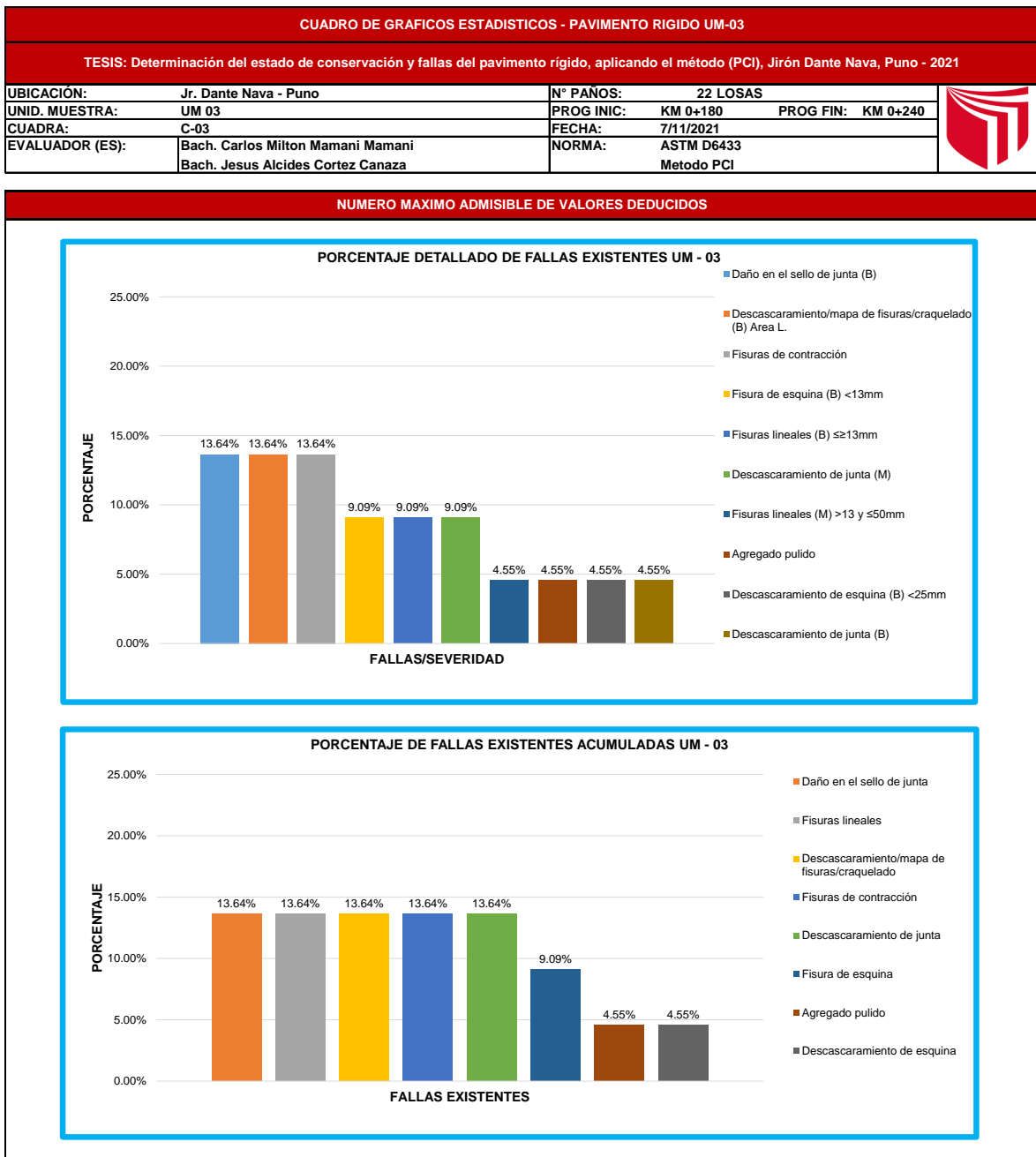
CALCULO PCI		
Numero de valores deducidos >2(q) = 6.00 Valor deducido mas alto HDV = 7.75 Numero maximo de deterioros permitidos (m) $m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV) \text{ ecuacion 3.}$ $m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 7.8)$ $m = 9.47 \qquad 0.47$	Donde m : Numero maximo admisible de valores deducidos*, incluyendo fraccion, para la unidad de muestreo i. HVD: El mayor valor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.	

CALCULO DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO RIGIDO												
N°	VALORES DE DEDUCCION							VD. TOTAL	q	VD. CORREGIDO		
1	7.75	5.41	3.64	3.64	3.34	2		25.78	5	0.00		
2	7.75	5.41	3.64	3.64	2	2		24.44	4	8.88		
3	7.75	5.41	3.64	2	2	2		22.80	3	12.96		
4	7.75	5.41	2	2	2	2		21.16	2	16.98		
5	7.75	2	2	2	2	2		17.75	1	17.75		
MAX.VDC									17.75			



Fuente: norma ASTM D6433-03, 2004.

TABLA 14. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-03.



Fuente: Elaboración propia.

UM-04 con un número de 30 losas se detalla las siguientes fallas existentes:

TABLA 15. Unidad de muestra UM-04.

CANT	FALLAS EXISTENTES	SEVERIDAD
01	Losas con presencia de daño en el sello de la junta	baja
02	Losas con presencia de fisura de esquina	media
07	Losas con presencia de fisura de esquina	baja
01	Losa con presencia de fisuras lineales	media
01	Losa con presencia de fisuras lineales	baja
02	Losas con presencia de agregado pulido	
05	Losas con presencia de descascaramiento/mapa de fisuras/ craquelado	baja
08	Losas con presencia de fisura de contracción	
04	Losa con presencia de descascaramiento de esquina	media
05	Losa con presencia de descascaramiento de esquina	baja
04	Losa con presencia de descascaramiento de junta	media
07	Losa con presencia de descascaramiento de junta	baja

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber identificado las fallas se determinó las densidades con la siguiente ecuación:

$$Densidad = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100$$

Densidad de la falla de daño en el sello de la junta(b):

$$Densidad = \frac{01}{30} \times 100 = 3.33\%$$

Siguiendo el mismo procedimiento se halló las densidades para cada una de las fallas existentes. Fisura de esquina(m) 6.67%, fisura de esquina(b) 23.33%, fisuras lineales(m) 3.33%, fisuras lineales(b) 3.33%, agregado pulido 6.67%, descascaramiento/mapa de fisuras/ craquelado(b) 16.67%, fisura de contracción 26.67%, descascaramiento de esquina(m) 13.33%, descascaramiento de esquina(b) 16.67%, descascaramiento de junta(m) 13.33%, descascaramiento de

junta(b) 23.33%. Estos resultados se muestran en la Hoja de recolección de datos. UM-04 anexo 17.

Para determinar el valor deducido (VD) de cada tipo de falla UM-04 se procedió a interpolar con las tablas y/o ábacos correspondientes al pavimento rígido. En el anexo 18 se muestra la interpolación para hallar los valores deducidos.

Se determinó el número máximo de deterioros permitidos con la siguiente ecuación:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV) \text{ ecuación 2.}$$

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 18.93) = 8.45$$

Luego se procedió a calcular el valor máximo deducido corregido (Max.VDC), se tomó como datos todos los valores que sean mayor e igual a 2 realizando las iteraciones hasta que q sea igual a 1, como se muestra en la Hoja de recolección de datos, teniendo un máximo valor deducido corregido (**MAX.VCD**) = **33.88**. En el anexo 19 se muestra la interpolación del cálculo de valores deducidos corregidos.

Finalmente, usando la siguiente ecuación, se tuvo el índice de condición de pavimento (PCI):

$$PCI = 100 - \text{máx. VDC}$$

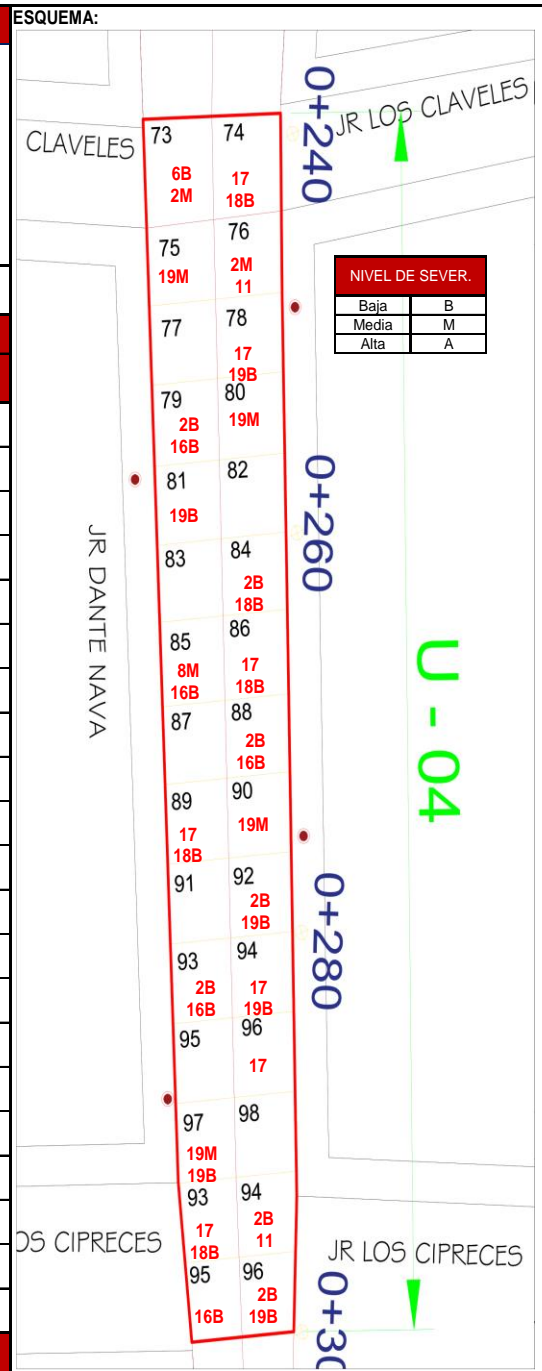
$PCI = 100 - 33.88 = 66.12$, clasificado como pavimento **BUENO**, como se muestra en la hoja de cálculo del valor de **PCI CORREGIDO** - pavimento rígido UM-04

TABLA 16. Cuadro de datos de registrados en campo para unidades de muestreo de pavimento rígido UM-04.

CUADRO DE DATOS DE REGISTRADOS EN CAMPO PARA UNIDADE DE MUESTREO DE PAVIMENTO RIGIDO UM-04			
TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021			
UBICACIÓN:	Jr. Dante Nava - Puno	N° PAÑOS:	30 LOSAS
UNID. MUESTRA:	UM 04	PROG INIC:	KM 0+240
		PROG FIN:	KM 0+300
CUADRA:	C-04	FECHA:	7/11/2021
EVALUADOR (ES):	Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza	NORMA:	ASTM D6433 Metodo PCI



TIPO DE FALLAS	
1. Levantamiento/pandeo	11. Agregado pulido
2. Fisura de esquina	12. Desprendimiento (popouts)
3. Losa dividida	13. Bombeo
4. Fisura de durabilidad	14. Punzonamiento
5. Escalonamiento	15. Cruce de Vía Férrea
6. Daño en el sello de junta	16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado
7. Desnivel carril-berma	17. Fisuras de contracción
8. Fisuras lineales	18. Descascaramiento de esquina
9. Parches grandes	19. Descascaramiento de junta
10. Parches pequeños	



TIPO DE FALLAS				
TIPO DETER.	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENCIDAD %	VALOR DEDUCIDO
6	B	1	3.33%	2.00
2	M	2	6.67%	9.64
2	B	7	23.33%	18.93
8	M	1	3.33%	2.66
8	B	1	3.33%	2.13
11		2	6.67%	0.97
16	B	5	16.67%	4.20
17		8	26.67%	0.67
18	M	4	13.33%	4.17
18	B	5	16.67%	2.23
19	M	4	13.33%	5.40
19	B	7	23.33%	5.00
TOTAL DE VD				58.00

Fuente: norma ASTM D6433-03, 2004.

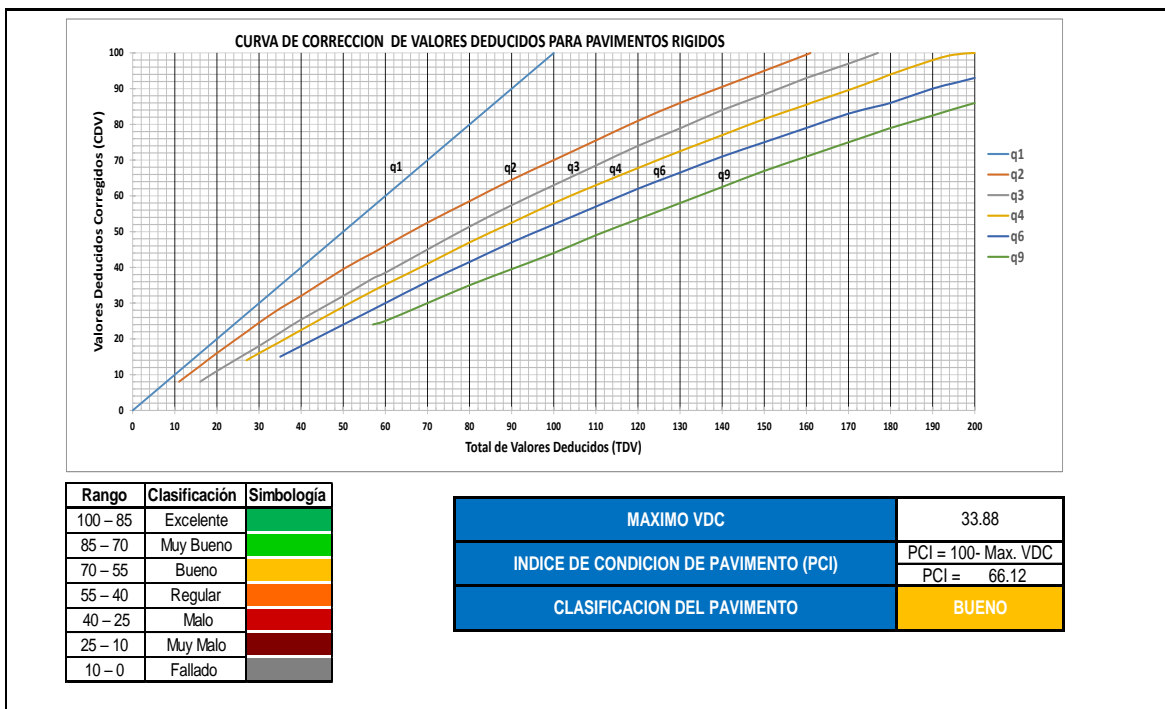
TABLA 17. Cálculo del valor de PCI corregido – pavimento rígido. UM-04.

CALCULO DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO RIGIDO UM-04			
TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021			
UBICACIÓN:	Jr. Dante Nava - Puno	N° PAÑOS:	30 LOSAS
UNID. MUESTRA:	UM 04	PROG INIC:	KM 0+240 PROG FIN: KM 0+300
CUADRA:	C-04	FECHA:	7/11/2021
EVALUADOR (ES):	Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza	NORMA:	ASTM D6433 Metodo PCI



CALCULO PCI	
Numero de valores deducidos >2(q) = 10.00 Valor deducido mas alto HDV = 18.93 Numero maximo de deterioros permitidos (m) $m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV)$ ecuacion 3. $m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 18.9)$ m= 8.45	Donde m : Numero maximo admisible de valores deducidos*, incluyendo fraccion, para la unidad de muestreo i. HVD: El mayor valor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.
0.45	

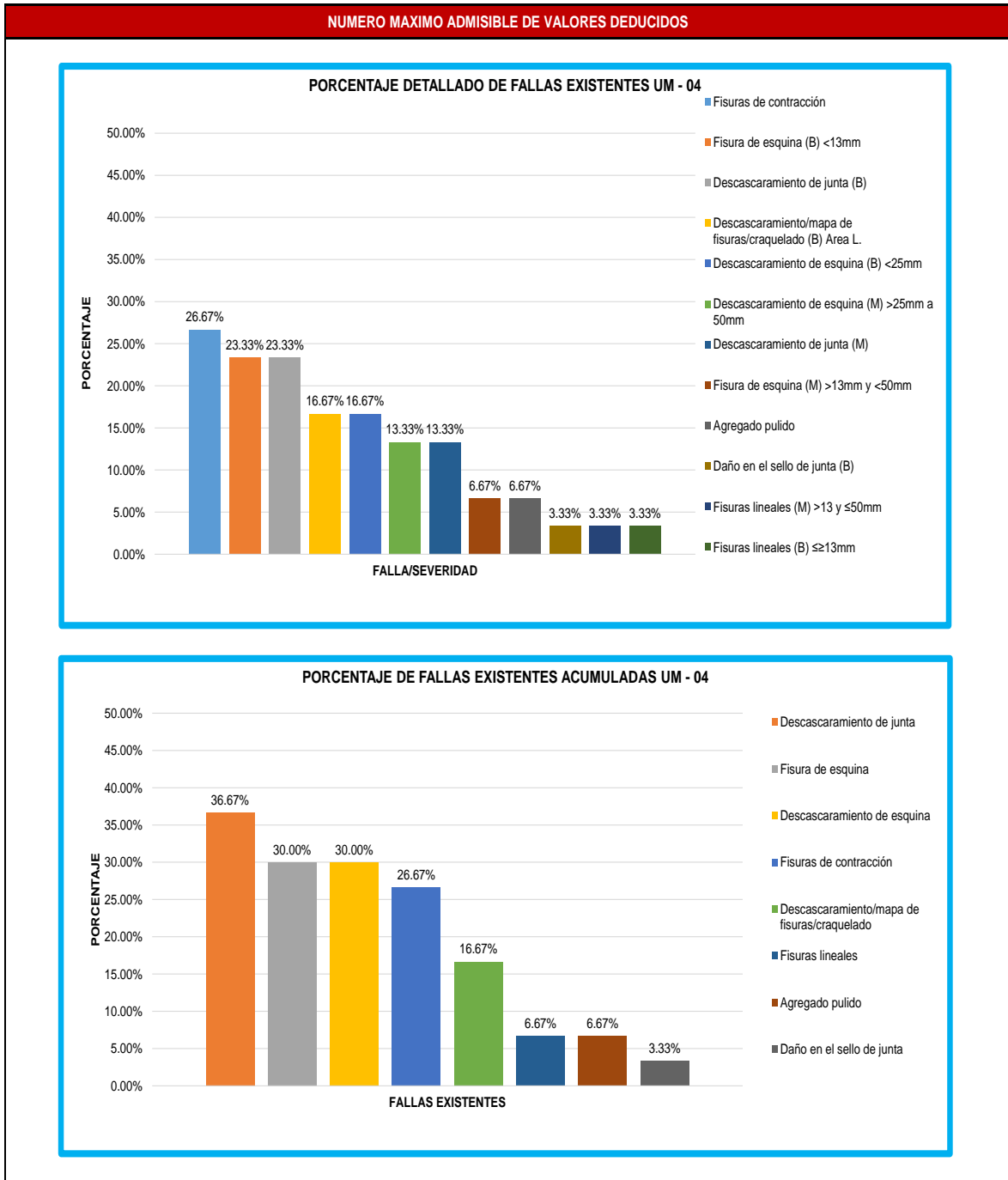
CALCULO DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO RIGIDO															
N°	VALORES DE DEDUCCION										VD. TOTAL	q	VD. CORREGIDO		
1	18.9	9.64	5.4	5	4.2	4.17	2.66	2.23	0.95				53.18	8	11.53
2	18.9	9.64	5.4	5	4.2	4.17	2.66	2	0.95				52.95	7	11.29
3	18.9	9.64	5.4	5	4.2	4.17	2	2	0.95				52.29	6	25.37
4	18.9	9.64	5.4	5	4.2	2	2	2	0.95				50.12	5	26.57
5	18.9	9.64	5.4	5	2	2	2	2	0.95				47.92	4	27.65
6	18.9	9.64	5.4	2	2	2	2	2	0.95				44.92	3	28.65
7	18.9	9.64	2	2	2	2	2	2	0.95				41.52	2	33.06
8	18.9	2	2	2	2	2	2	2	0.95				33.88	1	33.88
													MAX.VDC	33.88	



Fuente: norma ASTM D6433-03, 2004.

TABLA 18. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-04.

CUADRO DE GRAFICOS ESTADISTICOS - PAVIMENTO RIGIDO UM-04			
TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021			
UBICACIÓN:	Jr. Dante Nava - Puno	N° PAÑOS:	30 LOSAS
UNID. MUESTRA:	UM 04	PROG INIC:	KM 0+240
CUADRA:	C-04	PROG FIN:	KM 0+300
EVALUADOR (ES):	Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza	FECHA:	7/11/2021
		NORMA:	ASTM D6433 Metodo PCI



Fuente: Elaboración propia.

UM-05 con un número de 24 losas se detalla las siguientes fallas existentes:

TABLA 19. Unidad de muestra UM-05.

CANT	FALLAS EXISTENTES	SEVERIDAD
02	Losas con presencia de daño en el sello de la junta	baja
05	Losas con presencia de fisura de esquina	baja
01	Losas con presencia de agregado pulido	
02	Losas con presencia de descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado	baja
04	Losas con presencia de fisura de contracción	
03	Losa con presencia de descascaramiento de esquina	media
07	Losa con presencia de descascaramiento de esquina	baja
04	Losa con presencia de descascaramiento de junta	media
09	Losa con presencia de descascaramiento de junta	baja

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber identificado las fallas se determinó las densidades con la siguiente ecuación:

$$Densidad = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100$$

Densidad de la falla de daño en el sello de la junta(b):

$$Densidad = \frac{02}{24} \times 100 = 8.33\%$$

Siguiendo el mismo procedimiento se halló las densidades para cada una de las fallas existentes. Fisura de esquina(b) 20.83%, agregado pulido 4.17%, descascaramiento/mapa de fisuras/ craquelado(b) 8.33%, fisura de contracción 16.67%, descascaramiento de esquina(m) 12.50%, descascaramiento de esquina(b) 29.17%, descascaramiento de junta(m) 16.67%, descascaramiento de junta(b) 37.50%. Estos resultados se muestran en la Hoja de recolección de datos. UM-05 anexo 20.

Para determinar el valor deducido (VD) de cada tipo de falla UM-05 se procedió a interpolar con las tablas y/o ábacos correspondientes al pavimento rígido. En el anexo 21 se muestra la interpolación para hallar los valores deducidos.

Se determinó el número máximo de deterioros permitidos con la siguiente ecuación:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$$

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 17.03) = 8.62$$

Luego se procedió a calcular el valor máximo deducido corregido (Max.VDC), se tomó como datos todos los valores que sean mayor e igual a 2 realizando las iteraciones hasta que q sea igual a 1, como se muestra en la Hoja de recolección de datos, teniendo un máximo valor deducido corregido (**MAX.VCD**) = **27.03**. En el anexo 22 se muestra la interpolación del cálculo de valores deducidos corregidos.

Finalmente, usando la siguiente ecuación, se tuvo el índice de condición de pavimento (PCI):

$$PCI = 100 - \text{máx. VDC}$$

$PCI = 100 - 27.03 = 72.97$, clasificado como pavimento **MUY BUENO**, como se muestra en la hoja de cálculo del valor de **PCI CORREGIDO** - pavimento rígido UM-05

TABLA 20. Cuadro de datos de registrados en campo para unidades de muestreo de pavimento rígido UM-05.

CUADRO DE DATOS DE REGISTRADOS EN CAMPO PARA UNIDADE DE MUESTREO DE PAVIMENTO RIGIDO UM-05			
TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021			
UBICACIÓN:	Jr. Dante Nava - Puno	N° PAÑOS:	24 LOSAS
UNID. MUESTRA:	UM 05	PROG INIC:	KM 0+300
CUADRA:	C-05	PROG FIN:	KM 0+340
EVALUADOR (ES):	Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza	FECHA:	7/11/2021
		NORMA:	ASTM D6433 Metodo PCI

TIPO DE FALLAS	
1. Levantamiento/pandeo	11. Agregado pulido
2. Fisura de esquina	12. Desprendimiento (popouts)
3. Losa dividida	13. Bombeo
4. Fisura de durabilidad	14. Punzonamiento
5. Escalonamiento	15. Cruce de Vía Férrea
6. Daño en el sello de junta	16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado
7. Desnivel caril-berma	17. Fisuras de contracción
8. Fisuras lineales	18. Descascaramiento de esquina
9. Parches grandes	19. Descascaramiento de junta
10. Parches pequeños	

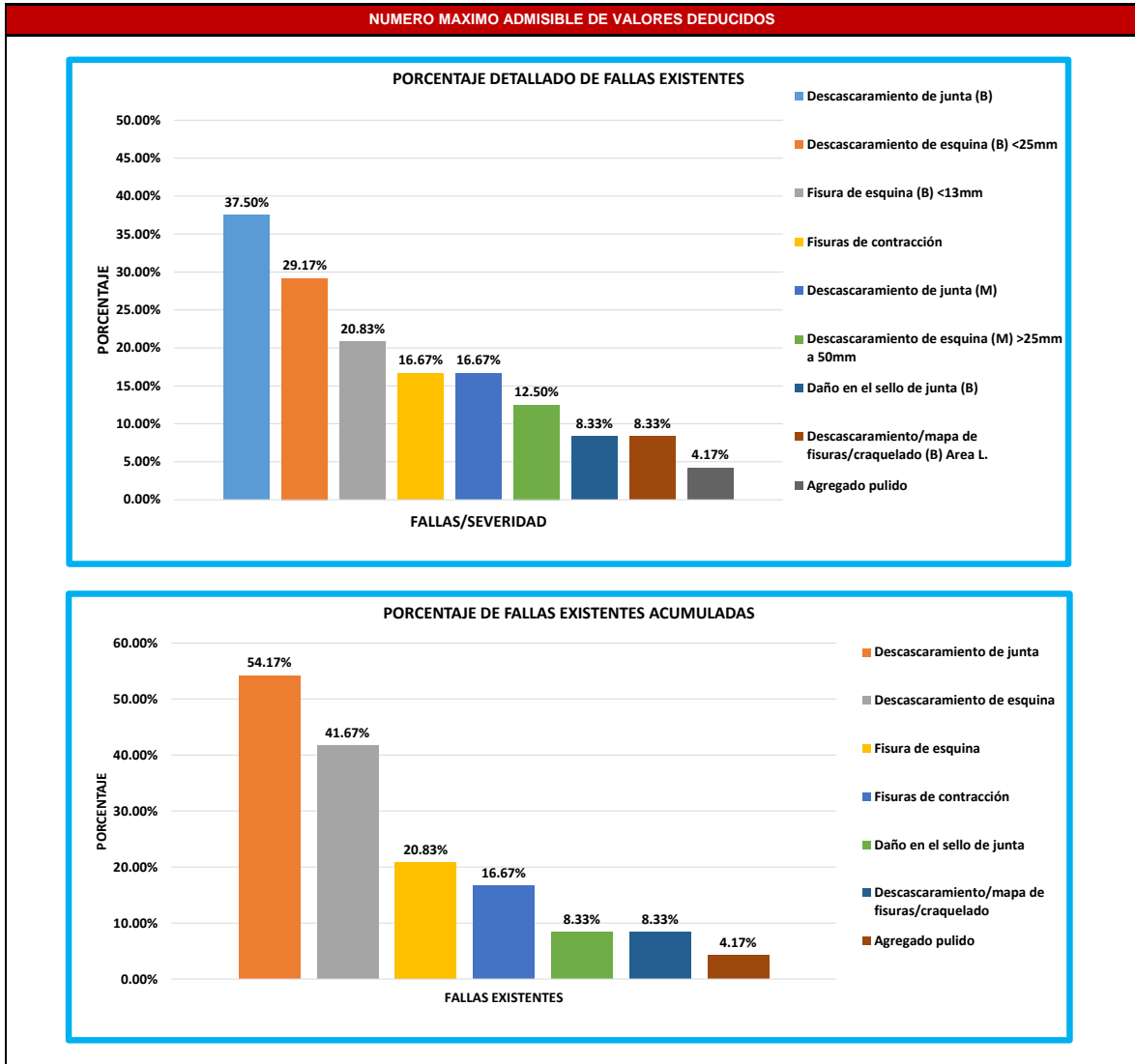
TIPO DE FALLAS				
TIPO DETER.	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENCIDAD %	VALOR DEDUCIDO
6	B	2	8.33%	2.00
2	B	5	20.83%	17.03
11		1	4.17%	0.67
16	B	2	8.33%	1.80
17		4	16.67%	0.00
18	M	3	12.50%	3.90
18	B	7	29.17%	5.57
19	M	4	16.67%	6.83
19	B	9	37.50%	7.87
TOTAL DE VD				45.66

NIVEL DE SEVER.	
Baja	B
Media	M
Alta	A

Fuente: norma ASTM D6433-03, 2004.

TABLA 22. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-05

CUADRO DE GRAFICOS ESTADISTICOS - PAVIMENTO RIGIDO UM-05			
TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021			
UBICACIÓN:	Jr. Dante Nava - Puno	N° PAÑOS:	24 LOSAS
UNID. MUESTRA:	UM 05	PROG INIC:	KM 0+300
CUADRA:	C-05	PROG FIN:	KM 0+340
EVALUADOR (ES):	Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza	FECHA:	7/11/2021
		NORMA:	ASTM D6433 Metodo PCI



Fuente: Elaboración propia.

UM-06 con un número de 22 losas se detalla las siguientes fallas existentes:

TABLA 23. Unidad de muestra UM-06.

CANT	FALLAS EXISTENTES	SEVERIDAD
02	Losas con presencia de fisura de esquina de severidad media	media
01	Losas con presencia de fisura de esquina de severidad baja	baja
02	Losa con presencia de fisuras lineales de severidad media	media
01	Losa con presencia de fisuras lineales de severidad baja	baja
04	Losas con presencia de agregado pulido	pulido
02	Losas con presencia de descascaramiento/mapa de fisuras/ craquelado de severidad baja	baja
01	Losas con presencia de fisura de contracción	
02	Losa con presencia de descascaramiento de esquina de severidad baja	baja
01	Losa con presencia de descascaramiento de junta de severidad media	media
07	Losa con presencia de descascaramiento de junta de severidad baja	baja

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber identificado las fallas se determinó las densidades con la siguiente ecuación:

$$Densidad = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100$$

Densidad de la falla de daño en el sello de la junta(m):

$$Densidad = \frac{02}{22} \times 100 = 9.09\%$$

Siguiendo el mismo procedimiento se halló las densidades para cada una de las fallas existentes. Fisura de esquina(b) 4.55%, fisuras lineales(m) 9.09%, fisuras lineales(b) 4.55%, agregado pulido 18.18%, descascaramiento/mapa de fisuras/ craquelado(b) 9.09%, fisura de contracción 4.55%, descascaramiento de esquina(b) 9.09%, descascaramiento de junta(m) 4.55%, descascaramiento de junta(b) 31.82%. Estos resultados se muestran en la Hoja de recolección de datos. UM-06 anexo 23.

Para determinar el valor deducido (VD) de cada tipo de falla UM-06 se procedió a interpolar con las tablas y/o ábacos correspondientes al pavimento rígido. En el anexo 24 se muestra la interpolación para hallar los valores deducidos.

Se determinó el número máximo de deterioros permitidos con la siguiente ecuación:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$$

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 13.17) = 8.87$$

Luego se procedió a calcular el valor máximo deducido corregido (Max.VDC), se tomó como datos todos los valores que sean mayor e igual a 2 realizando las iteraciones hasta que q sea igual a 1, como se muestra en la Hoja de recolección de datos, teniendo un máximo valor deducido corregido (**MAX.VCD**) = 25.17. En el anexo 25 se muestra la interpolación del cálculo de valores deducidos corregidos.


Finalmente, usando la siguiente ecuación, se tuvo el índice de condición de pavimento (PCI):

$$PCI = 100 - \text{máx. VDC}$$

$PCI = 100 - 25.17 = 74.83$, clasificado como pavimento **MUY BUENO**, como se muestra en la hoja de cálculo del valor de **PCI CORREGIDO** - pavimento rígido UM-06.

TABLA 24. Cuadro de datos de registrados en campo para unidades de muestreo de pavimento rígido UM-06.

CUADRO DE DATOS DE REGISTRADOS EN CAMPO PARA UNIDADE DE MUESTREO DE PAVIMENTO RIGIDO UM-06				
TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021				
UBICACIÓN: Jr. Dante Nava - Puno		N° PAÑOS:	22 LOSAS	
UNID. MUESTRA:	UM 06	PROG INIC:	KM 0+340	PROG FIN: KM 0+400
CUADRA:	C-06	FECHA:	7/11/2021	
EVALUADOR (ES):	Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza	NORMA:	ASTM D6433 Metodo PCI	



TIPO DE FALLAS	
1. Levantamiento/pandeo	11. Agregado pulido
2. Fisura de esquina	12. Desprendimiento (popouts)
3. Losa dividida	13. Bombeo
4. Fisura de durabilidad	14. Punzonamiento
5. Escalonamiento	15. Cruce de Vía Férrea
6. Daño en el sello de junta	16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado
7. Desnivel carril-berma	17. Fisuras de contracción
8. Fisuras lineales	18. Descascaramiento de esquina
9. Parches grandes	19. Descascaramiento de junta
10. Parches pequeños	

TIPO DE FALLAS				
TIPO DETER.	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENCIDAD %	VALOR DEDUCIDO
2	M	2	9.09%	13.17
2	B	1	4.55%	3.19
8	M	2	9.09%	7.11
8	B	1	4.55%	2.91
11		4	18.18%	3.44
16	B	2	9.09%	1.94
17		1	4.55%	0.00
18	B	2	9.09%	1.15
19	M	1	4.55%	4.68
19	B	7	31.82%	6.91
TOTAL DE VD				44.50

NIVEL DE SEVER.	
Baja	B
Media	M
Alta	A

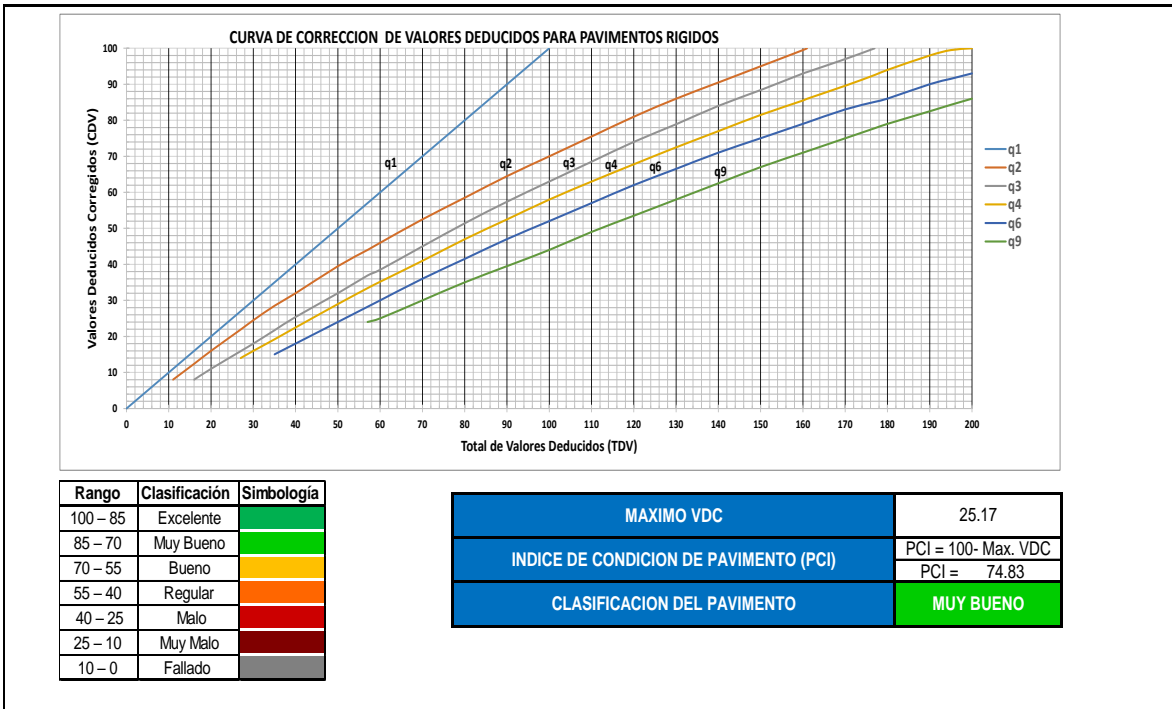
Fuente: norma ASTM D6433-03, 2004.

TABLA 25. Cálculo del valor de PCI corregido – pavimento rígido. UM-06.

CALCULO DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO RIGIDO UM-06			
TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021			
UBICACIÓN:	Jr. Dante Nava - Puno	N° PAÑOS: 22 LOSAS	
UNID. MUESTRA:	UM 06	PROG INIC: KM 0+340 PROG FIN: KM 0+400	
CUADRA:	C-06	FECHA: 7/11/2021	
EVALUADOR (ES):	Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza	NORMA: ASTM D6433 Metodo PCI	

CALCULO PCI	
Numero de valores deducidos >2(q) = 7.00 Valor deducido mas alto HDV = 13.17 Numero maximo de deterioros permitidos (m) $m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV)$ ecuacion 3. $m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 13.2)$ m = 8.97	Donde m : Numero maximo admisible de valores deducidos", incluyendo fraccion, para la unidad de muestreo i. HVD: El mayor valor valor deducido individual para la unidad de muestreo i. 0.97

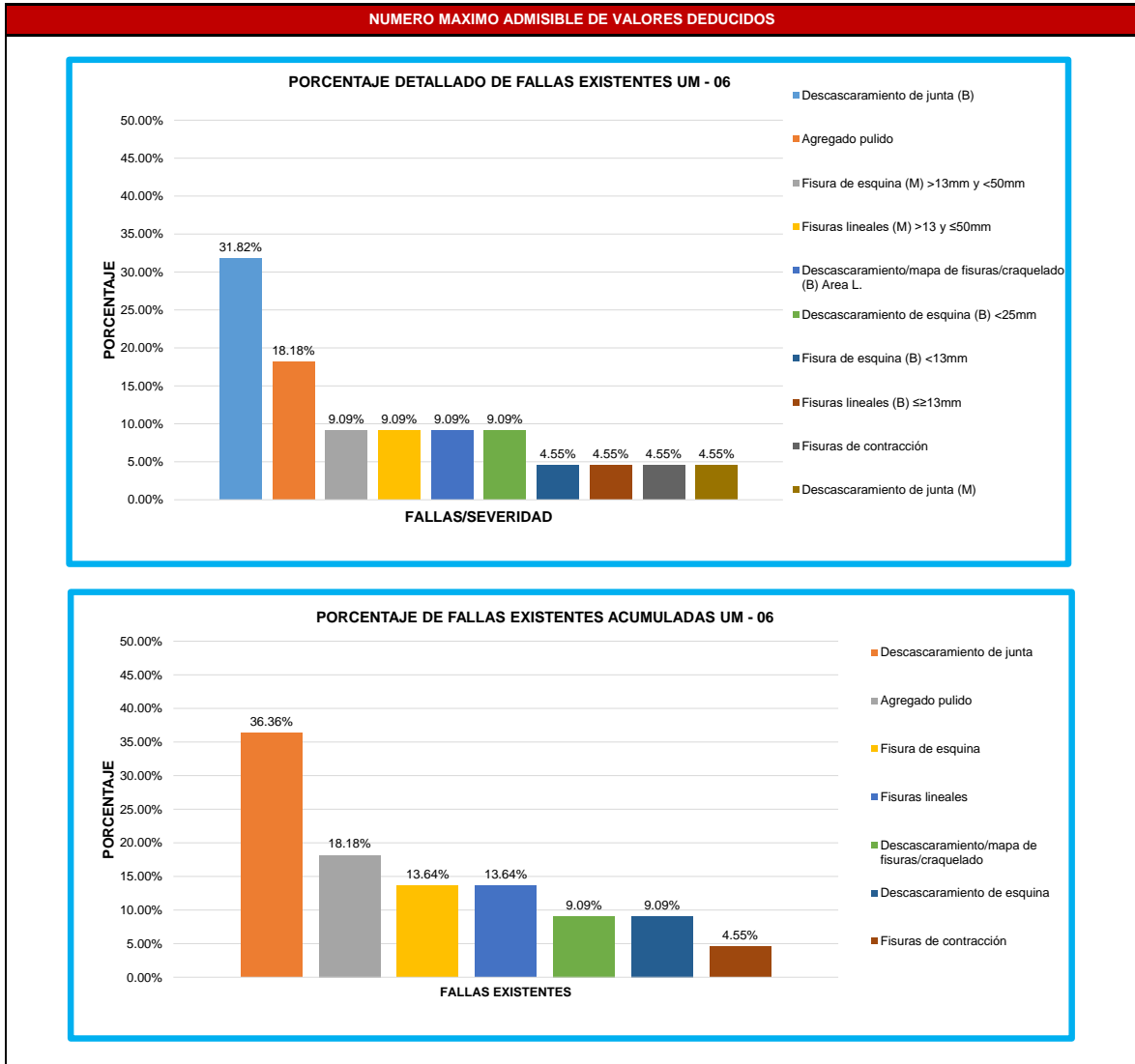
CALCULO DEL VALOR DE PCI CORREGIDO - PAVIMENTO RIGIDO													
N°	VALORES DE DEDUCCION										VD. TOTAL	q	VD. CORREGIDO
1	13.2	7.11	6.91	4.68	3.44	3.19	2.91				41.41	7	0.00
2	13.2	7.11	6.91	4.68	3.44	3.19	2				40.50	6	18.30
3	13.2	7.11	6.91	4.68	3.44	2	2				39.31	5	19.59
4	13.2	7.11	6.91	4.68	2	2	2				37.87	4	21.09
5	13.2	7.11	6.91	2	2	2	2				35.19	3	21.84
6	13.2	7.11	2	2	2	2	2				30.28	2	24.72
7	13.2	2	2	2	2	2	2				25.17	1	25.17
												MAX.VDC	25.17



Fuente: norma ASTM D6433-03, 2004.

TABLA 26. Cuadro de gráficos estadísticos – pavimento rígido. UM-06.

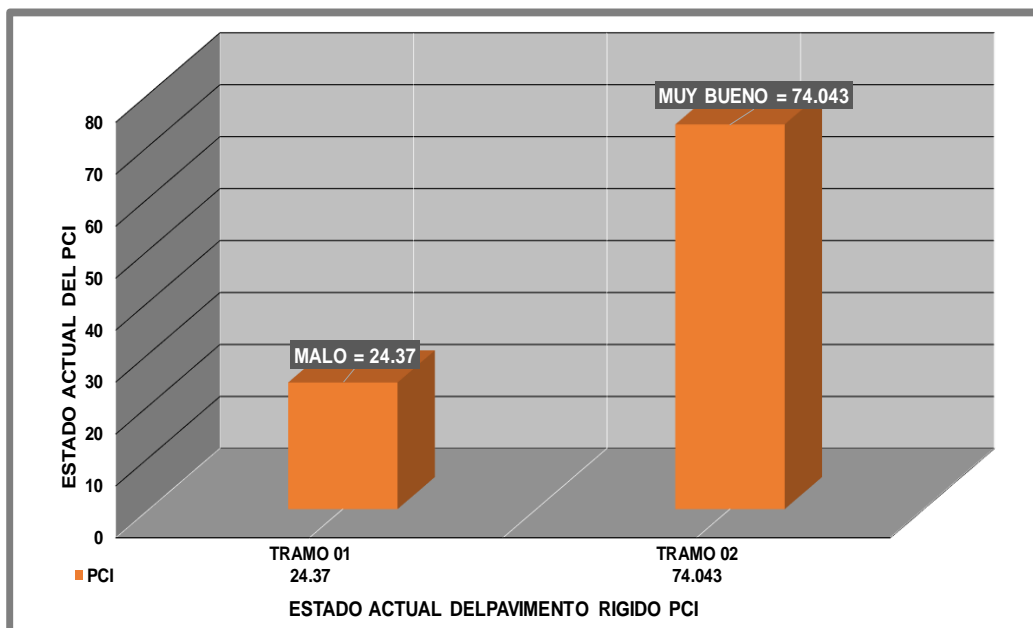
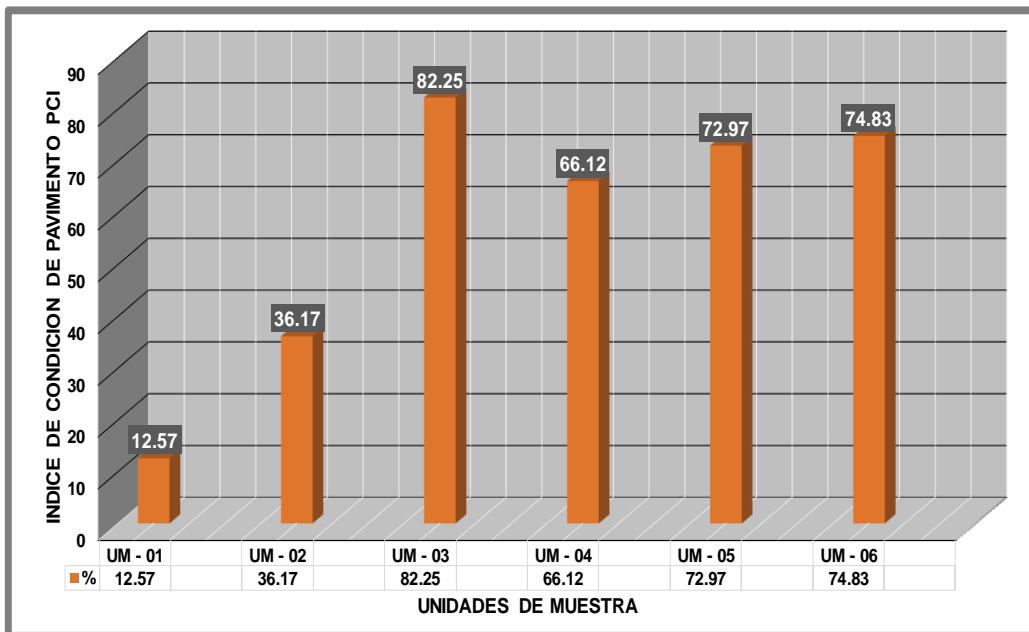
CUADRO DE GRAFICOS ESTADISTICOS - PAVIMENTO RIGIDO UM-06			
TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021			
UBICACIÓN:	Jr. Dante Nava - Puno	N° PAÑOS:	22 LOSAS
UNID. MUESTRA:	UM 06	PROG INIC:	KM 0+340
CUADRA:	C-06	PROG FIN:	KM 0+400
EVALUADOR (ES):	Bach. Carlos Milton Mamani Mamani Bach. Jesus Alcides Cortez Canaza	FECHA:	7/11/2021
		NORMA:	ASTM D6433 Metodo PCI



Fuente: Elaboración propia.

TABLA 27. Resumen de resultados – pavimento rígido.

TRAMO	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA		N° LOSAS	INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	CLASIFICACION DEL PAVIMENTO	ESTADO ACUTAL
		INICIAL	FINAL				
TRAMO 1	UM - 01	KM 0+00	KM 0+60	21	12.57	MUY MALO	PCI = 24.37 ESTADO DE PAVIMENTO RIGIDO MALO
	UM - 02	KM 0+06	KM 0+140	29	36.17	MALO	
TRAMO 2	UM - 03	KM 0+180	KM 0+240	22	82.25	MUY BUENO	PCI = 74.043 ESTADO DE PAVIMENTO RIGIDO MUY BUENO
	UM - 04	KM 0+240	KM 0+300	30	66.12	BUENO	
	UM - 05	KM 0+300	KM 0+340	24	72.97	MUY BUENO	
	UM - 06	KM 0+340	KM 0+400	22	74.83	MUY BUENO	



Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

En este proyecto de investigación se contrastaron los objetivos propuestos, marco teórico, el contexto de antecedentes y resultados.

Luego de haber presentado y desarrollado un análisis de todas las fallas registradas, valoración del PCI en las unidades de muestreo y PCI del tramo, se determinó que en el TRAMO I, el pavimento deberá recibir un MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL debido a que su condición actual es MALA, para poder brindar mejor serviciabilidad a la sociedad y evitar los accidentes de tránsito.

Esto se ve sustentado según la vida útil deseable para un pavimento, que fue descrita en el marco teórico de la presente investigación. En el TRAMO II, el pavimento deberá recibir un MANTENIMIENTO PERIODICO SIMPLE. Lo ideal es desarrollar un trabajo de mantenimiento cuando el pavimento se encuentra en una condición muy buena, de tal forma que se pueda recuperar las condiciones iniciales que tiene un pavimento cuando este entra en servicio. La propuesta de intervención, dada con la finalidad de llevar a cabo el MANTENIMIENTO PERIODICO SIMPLE del Jr. Dante Nava, busca reparar las fallas registradas en el tramo en estudio, llevando a trabajos de sellado de grietas, reemplazo de losas, resellado de juntas, parcheo parcial, ranurado de superficie, fresado y reemplazo de parches.

Los resultados obtenidos en todos los procesos anteriores han verificado que la aplicación del método PCI proporciona con precisión todos los pasos a seguir para determinar los parámetros de evaluación, índice de condición del pavimento y técnicas de recuperación adecuadas para la vía.

Según la evaluación del pavimento rígido en el Jr. Dante Nava, el tramo I (UM 01 – UM 02), requiere un mejoramiento parcial de la estructura vial, teniendo un valor de PCI de 24.37% siendo un resultado MALO.

Según el perfil de proyecto “mejoramiento de la infraestructura vial en los **barrios progreso**, Túpac Amaru, Cesar Vallejo y **Urbanización Romep** de la ciudad de Puno, Provincia de Puno – Puno. Donde cuenta con estudios de suelos en estado Malo, para lo cual realizaron un diseño de pavimento. Para la elaboración de un presupuesto de este proyecto de investigación se estimó usar una losa de concreto, base y sub rasante con un espesor de 20cm de acuerdo al diseño de pavimento de la zona.

Concluyendo con la evaluación del pavimento rígido en el Jr. Dante Nava, el tramo II (UM 03 al UM 06), requiere un mantenimiento periódico simple de la estructura vial, teniendo un valor de PCI de 74.043% siendo un resultado MUY BUENO.

Tal como en el caso de Hiliquin (2016), que pudo encontrar fallas de “desprendimiento por agregados” y los “parches”, del área que inspeccionó, con severidades media y baja, para lo cual propuso un recapeo para toda la trayectoria; en nuestra investigación realizando la inspección visual, determinamos que el estado de la vía de pavimento rígido del Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno se puede calificar como Malo en el tramo I y como Muy Bueno en el tramo II, concluimos que el método del PCI de la Norma ASTM D6433-03, es útil porque sistematiza el procedimiento para determinar el estado de un pavimento por su fácil aplicación en base a una observación visual.

Así como en el estudio de Alvarado y Freile (2015), encontraron una vía en óptimas condiciones, aunque con diversos tipos de fallas menores alcanzando condiciones de serviciabilidad de 90 PCI “Excelente”; en nuestra investigación el Tramo II del Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno que consta de 98 paños de pavimento rígido (UM-03, UM-04, UM-05 y UM-06), también presentó un estado de conservación Muy Bueno con un PCI de 74.043% en el cual las fallas fueron menores, por lo cual también se ha propuesto colocar una capa de Slurry Seal.

VI. CONCLUSIONES

1. Se usó la metodología del Índice de Condición del Pavimento PCI, se determinó el estado de conservación que en el tramo I es el 24.37%, la cual representa de las 50 losas del pavimento rígido, del Jr. Dante Nava, Distrito y Provincia de Puno-2021. Se clasificó como estado Malo, mientras tanto que en el tramo II el 74.043%, la cual representa de las 98 losas del pavimento rígido, se hallaron fallas mínimas en clasificación de estado muy bueno.
2. Se determinó que los cálculos efectuados en la vía para la evaluación de índice del pavimento en cada losa de concreto rígido, mientras más alto es el valor deducido, mayor es el daño de las fallas que presentan las losas de pavimento esto indica la severidad afectando la condición del pavimento. Y a menor valor las fallas son mínimas o no presenta fallas, en nuestro caso se logró identificar los siguientes parámetros de evaluación: 19 tipos de fallas en zonas de pavimento rígido; las cuales presentan 3 niveles de severidad: baja (B) media (M) y alta (A).
3. Se logró reconocer los diferentes tipos de fallas superficiales en el pavimento del Jr. Dante Nava – Puno dando como resultados promedios, en el Tramo I, consta de 50 losas esta comprende de dos unidades de muestra (UM-01 y UM-02) las cuales se esquematizan daño en el sello de junta 100.00% (6), Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado 40.00% (16), Losa dividida 24% (3), Fisura de esquina 16.00% (2), agregado pulido 16.00% (11), Punzonamiento 12.00% (14), Escalonamiento 8.00% (5), Parches grandes 8.00% (9), Descascaramiento de esquina 6.00% (18), Levantamiento/pandeo 2.00% (1), Fisuras lineales 2.00% (8) y Fisuras de contracción en 2.00% (17) en lo que se clasifica según norma en estado malo. Sin embargo en el tramo II, consta de 98 losas comprendida en 4 unidades de muestra (UM-03, UM-04, UM-05 y UM-06), las cuales presentan diferentes tipos de fallas descascaramiento de junta 36.46% (19), descascaramiento de esquina 22.92% (18), fisura de esquina 19.79% (2), fisuras de contracción 16.67% (17), descascaramiento/mapa de

fisuras/craquelado 12.50%(16), fisuras lineales 8.33%(8),daño en el sello de junta 6.25%(6) y agregado pulido 6.25% (11), lo que se clasifica según norma como estado de conservación bueno.

4. Se determinó como alternativa de reparación para el tramo I un mantenimiento de reparación general; donde se elaboró la hoja de metrados, costos y presupuesto, planos de ubicación, seccionamiento, corte transversal y el plano de propuesta de solución, en función a la norma ASTM D6433 – 03.

5. Se logró determinar el presupuesto para el mejoramiento o recapeo a nivel general en la unidad de muestra (UM) del TRAMO I, con un monto de s/. 305,715.67 nuevos soles, abarcando los metrados y un conjunto de partidas a realizar para conservar el estado en buenas condiciones de la vía. Sin embargo, en el tramo II solo necesita realizar un mantenimiento periódico simple.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las autoridades de la Municipalidad Provincial de Puno designar profesionales con conocimientos en normas y procedimientos con las que deben cumplir los pavimentos rígidos, deberán garantizar un adecuado funcionamiento. Asimismo, se recomienda realizar inspecciones visuales y técnicas en determinados periodos acerca del estado operativo de los pavimentos, con la finalidad de implementar planes ante eventos fortuitos y preventivos basados en un marco empírico.
2. Se recomienda que durante el proceso de ejecución se deberá realizar un control eficiente de la calidad de los materiales, diseño, infraestructura y proceso constructivo que se usa en la construcción de los pavimentos rígidos, ya que está comprobado que de ello depende el tiempo de utilidad y serviciabilidad óptima.
3. Se recomienda que, en los futuros estudios de pavimentos rígidos, se debe tener presente un adecuado proceso constructivo, siendo indispensable el uso la aplicación del metodología del PCI de la Norma ASTM D6433-03, el cual nos permite ver los diferentes tipos de fallas para su respectiva evaluación.

REFERENCIAS

- ACEVEDO PEREZ, IRENE. Aspectos éticos en la investigación científica. *Cienc. enferm.* [online]. 2002, vol.8, n.1, pp.15-18. ISSN 0717-9553. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532002000100003>. Chile
- ALVARADO Y FREILE (2015). *Propuesta de un programa de mantenimiento de la vía Izamba- Pillaro, Provincia de Tungurahua*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- ALVARIÑO DIEGO, J. C. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista en la Avenida Las Malvinas*. Mazamari-Junín, abril, 2016.
- ASENJO CAJUSOL, D. E. (2017). *Evaluación del estado del pavimento rígido en la avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del pci-Jaén 2016*.
- BARRERA, J. (2014). *Fallas en pavimentos flexibles: causas, efectos y soluciones*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 147
- BECERRA SALAS, M. (30 de octubre de 2019). *Tópicos de pavimentos de concreto*. 1, 150. Lima: Flujo Libre S.A.C. Recuperado el 28 de ENERO de 2021, de https://issuu.com/flujolibreperu/docs/libro_pavimentos_al_cap_2
- CARBAJAL TERRONES, M. (2018). *Aplicación del método PCI para evaluar las condiciones de la superficie del pavimento rígido en la avenida Chiclayo*, Jose Leonardo Ortiz.
- CHÁVEZ PEREYRA, L. O. (2020). *Determinación de la condición actual del pavimento rígido del Jr. Zepita del distrito de Baños del Inca, mediante la aplicación del método del PCI*.
- CUBA ALVAREZ, W. I. (2017). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible Aplicando el Método del PCI en un tramo de la Av. República de Polonia– Distrito de San Juan de Lurigancho*.
- DE LA CRUZ ESPINOZA, J. L., & ORIUNDO NÚÑEZ, F. G. (2020). *Evaluación superficial del pavimento rígido aplicando el método pavement condition index (PCI), en calles del distrito Jesús Nazareno–Huamanga–Ayacucho*.

- *DOIG SÁNCHEZ, J. K. (2020). Evaluación de 0.57 kilómetros de pavimento rígido mediante el método PCI de la avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz-Áncash–2019.*
- *GUO, F., AZARIJAFARI, H., GREGORY, J. Y KIRCHAIN, R. (2021). Evaluaciones ambientales y económicas de las estrategias de tratamiento para la planificación basada en el desempeño de la red de pavimentos. Investigación sobre transporte, Parte D: Transporte y medio ambiente, 99, 103016.*
- *HERNÁNDEZ, R. Y MENDOZA, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas. Mc Graw Hill Education.*
- *HILQUÍN (2016). Evaluación del estado de conservación del pavimento utilizando el Método PCI, en la Av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016. Tacna: Universidad Privada de Tacna.*
- *LEGUÍA LOARTE, P. B., & PACHECO RISCO, H. F. (2016). Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima).*
- *LEIVA, F. (2005). Sistemas de soporte para la toma de decisiones en la administración de carreteras.*
- *LÓPEZ SANGAMA, A. M. (2019). Patología del pavimento rígido del jirón Sargento Lores, desde la cuadra 14 hasta la cuadra 20, Iquitos, 2018.*
- *MENDOZA HUAMÁN, A. H. (2019). Evaluación del estado del pavimento rígido mediante la metodología del PCI de la avenida La Paz.*
- *MEZA (2018). Propuesta técnica y económica de reparación de la carretera ruta 160 km 128.2 al 128.7 Comuna de Lebu. Concepción: Universidad Técnica Federico Santa María.*
- *MEF (2015). Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Lince: Ministerio de Economía y Finanzas.*
- *MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. (09 de abril de 2014). Manual de carreteras, suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. 33. lima. Obtenido de*

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

- MTC (2014). *Actividades de Conservación Periódica*. Lima, Perú. *Manual de Mantenimiento y Conservación Vial*.
- MTC (2018). *Análisis de Precios Unitarios*. Lima, Perú. *Estudio de Factibilidad y Definitivo del Proyecto: Rehabilitación y Mejoramiento Carretera: Buenos Aires – Salitral – Huanca bamba*.
- MTC (2017). *Red Vial Nacional Oficial*. Lima, Perú. *Programación Multianual de Inversiones 2019-2021*. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- MTC (2019). *Estudio de Tráfico del Proyecto*. Lima, Perú. *Mejoramiento del Camino Vecinal Orccorbamba – Urucancha - Sañoc*.
- MONTALVO, M. (2015). *Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- NORMA ASTM D6433-03. (2004). *Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*. ASTM INTERNATIONAL.
- OSCE. (2015). *Gestión de las contrataciones en el Gobierno Regional de Puno*. Lima: Organismo Supervisor de las Contracciones del Estado.
- PÉREZ TELLO, W. J. (2017). *Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos del jirón Arica (cuadra N° 01 al N° 05) del distrito de Calleria provincia de Coronel Portillo departamento de Ucayali, año-2017*.
- QIAO, JY, DU, R., LABI, S., FRICKER, JD Y SINHA, KC (2021). *Implicaciones políticas de la sincronización independiente frente a la sincronización holística de las intervenciones de infraestructura: hallazgos basados en la rugosidad de la superficie del pavimento. Investigación del transporte Parte A: Política y práctica, 148, 79-99*.
- REBOLLEDO, R. J. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*. Universidad Austral de Chile.
- RIVAS MONTALDO, A. V., & VARGAS NADAL, C. J. (2017). *Aplicación de la metodología PCI para minimizar costos y tiempo en la rehabilitación del pavimento de la avenida Domingo Orué Surquillo-Lima*.

- ROBLES BUSTIOS, R. (2015). *Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco-Surco-Lima.*
- RODRÍGUEZ VELÁSQUEZ, E. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla.*
- SILVA GONZÁLES, H. H. (2019). *Evaluación Superficial del Pavimento Rígido por el Método PCI en la Calle Dos de Mayo-Jaén-Cajamarca.*
- SILVA GONZALES, W. A. (2018). *Evaluación superficial del pavimento rígido en la calle Prolongación Pedro Cornejo cuadras nº 01-05 del distrito y provincia de Jaén-Cajamarca.*
- SOLÍS ORTIZ, T. J. (2020). *Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI Av. Confraternidad Internacional Este, distrito y provincia de Huaraz-Ancash-2020.*
- SHU, X., WANG, Z. Y BASHEER, IA (2021). *Evaluación a gran escala de modelos de desempeño del pavimento utilizando datos de encuestas automatizadas sobre el estado del pavimento. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología del Transporte.*
- TACZA HERRERA, E. B., & RODRIGUEZ PAEZ, B. O. (2018). *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado.*
- TAMAKLOE, R., LIM, S., SAM, EF, PARK, SH Y PARK, D. (2021). *Investigar los factores que afectan la gravedad de los accidentes de autobús / minibús en un país en desarrollo para diferentes conjuntos de datos de subgrupos caracterizados por el tiempo, el pavimento y las condiciones de luz. Análisis y prevención de accidentes, 159, 106268.*
- TORRES PORTELLA, L. V. (2018). *Evaluación Superficial del pavimento rígido aplicando el método pavement condition index (PCI), en las calles del distrito de Yanama-Yungay, región Ancash.*
- URUETA, J. (2018). *Análisis de estructuras de pavimento asfáltico diseñadas con las ecuaciones de patterson y guillispie, con énfasis en la viabilidad económica de los diseños. Barranquilla - Colombia: Universidad de la Costa.*

- VALDÉS, G., PEREZ-JIMENEZ, F., & MARTINEZ, A. (2012). *Influencia de la temperatura y tipo de mezcla asfáltica en el comportamiento a fatiga de los pavimentos flexibles*. *Revista de la Construcción*, 88-101.
- VÁSQUEZ VARELA, L. R. (2002). *pavement condition index (pci) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>.
- VERGARA B. (2010). *Diseño directo de pavimentos flexibles*.
- ZEVALLOS FEIJOO, R. W. (2018). *Evaluación de pavimento flexible, aplicando la metodología PCI, en avenida República de Polonia, San Juan de Lurigancho–Lima, 2018*.

ANEXOS

ANEXO 01. Matriz de operacionalización

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA	MÉTODO											
Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021	Conformado por la sub base, la base y un estrato de rodadura que se constituye por materiales como agregados y algunos aditivos en ocasiones. (BECERRA SALAS, 2019)	Se realiza mediante la observación del estado de las estructuras del pavimento rígido, siendo determinante para establecer la condición que tenga el pavimento analizado	Evaluación de la condición superficial del pavimento	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamiento/pandeo - Fisura de esquina - Losa dividida - Fisura de durabilidad - Escalonamiento - Daño en el sello de junta - Desnivel carril-berma - Fisuras lineales - Parches grandes - Parches pequeños - Agregado pulido - Desprendimiento (popouts) - Bombeo - Punzonamiento - Cruce de Vía Férrea - Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado - Fisuras de contracción - Descascaramiento de esquina - Descascaramiento de junta 	Nominal	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Correlacional-explicativo</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación: No experimental</p> <p>Población: Está conformada por todas las secciones del pavimento rígido del Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno 2021, con un total de 401.0 mts.</p> <p>Muestreo: No probabilístico</p> <p>Muestra: Comprenderán las secciones delimitadas por conveniencia.</p> <p>Técnica: Observacional</p> <p>Instrumento de la investigación: Ficha de observación</p>											
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango</th> <th>Clasificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100 – 85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85 – 70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70 – 55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55 – 40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40 – 25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25 – 10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10 – 0</td> <td>Fallado</td> </tr> </tbody> </table>	Rango		Clasificación	100 – 85	Excelente	85 – 70	Muy Bueno	70 – 55	Bueno	55 – 40	Regular	40 – 25	Malo
Rango	Clasificación																
100 – 85	Excelente																
85 – 70	Muy Bueno																
70 – 55	Bueno																
55 – 40	Regular																
40 – 25	Malo																
25 – 10	Muy Malo																
10 – 0	Fallado																

Fuente: Elaboración Propia


ANEXO 02. Matriz de consistencia.

Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS																
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es el estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava Puno - 2021?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Al determinar el estado de conservación y fallas del pavimento rígido, del Jirón Dante Nava Puno 2021 se conocerá el estado del pavimento rígido, mediante el método (PCI).</p>																				
<p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cuál es el índice de condición de estado de conservación del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava Puno - 2021?</p> <p>¿Cuáles son los tipos de fallas existentes en el pavimento rígido según el método PCI del Jirón Dante Nava Puno 2021?</p> <p>¿Cuál es la propuesta de reparación del Jirón Dante Nava Puno 2021 aplicando el método PCI de la NORMA ASTM D6403-03?</p> <p>¿De qué manera se podrá determinar el presupuesto de la propuesta de reparación del pavimento analizado?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar el índice de condición del estado de conservación del pavimento rígido aplicando el método Índice de Condición de Pavimento (PCI) en el Jr. Dante Nava, Puno – 2021.</p> <p>Identificar los tipos de fallas existentes en el pavimento rígido aplicando el método Índice de Condición de Pavimento (PCI) en el Jr. Dante Nava, Puno – 2021.</p> <p>Determinar la propuesta de reparación del Jirón Dante Nava, Puno 2021 de acuerdo a la PCI de la NORMA ASTM D6403-03</p> <p>Determinar el costo y presupuesto del pavimento rígido, base y sub rasante para establecer el valor de la reparación del pavimento analizado.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>Al determinar el índice de condición actual del pavimento rígido tramo I – II del Jr. Dante Nava, Puno – 2021.de la Av. se define como deficiente.</p> <p>El Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno en el 2021, presenta fallas, son de tipo funcional, según la metodología de la Norma ASTM D6433 – 03.</p> <p>Al determinar la propuesta de reparación del Jirón Dante Nava, Puno 2021 de acuerdo a la PCI de la NORMA ASTM D6403-03. Sera una alternativa de solución.</p> <p>Al determinar el presupuesto del pavimento rígido, base y sub rasante mediante el manual de costos y presupuestos actualizado de CAPECO, es probable que el valor de reparación del pavimento analizado sea racional y rentable.</p>	Univariado.	Evaluación del pavimento rígido en el Jr. Dante	<p>Evaluación de la condición superficial del pavimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Levantamiento/pandeo - Fisura de esquina - Losa dividida - Fisura de durabilidad - Escalonamiento - Daño en el sello de junta - Desnivel carril-berma - Fisuras lineales - Parches grandes - Parches pequeños - Agregado pulido - Desprendimiento (popouts) - Bombeo - Punzonamiento - Cruce de Vía Férrea - Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado - Fisuras de contracción - Descascaramiento de esquina - Descascaramiento de junta 	<p>Formato de instrumento de recolección de datos, que contenga como mínimo la siguiente información: fecha, ubicación, tramo, sección, tamaño de la unidad de muestra, número de losa y tamaño, tipos de fallas, niveles de severidad, cantidades, y Nombres del personal que realiza la inspección.</p> <p>Formato de registro de campo para unidades de muestra de pavimento rígido</p> <p>Formato de cálculo del valor de PCI corregido – pavimento rígido.</p> <p>Rueda de Odómetro Manual, con lectura aproximada a 0.1 ft (30 mm).</p> <p>Regla o Cordel, (sólo para pavimentos de CA), de 10 ft (3 m).</p> <p>Escala, 12 pulgadas (300 mm) que lea hasta 1/8 de pulgada (3 mm.) o más.</p> <p>Adicionalmente es necesario una regla de 12 pulgadas (300 mm) para medir los desniveles en juntas de pavimentos PCC</p>																
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango</th> <th>Clasificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100 – 85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85 – 70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70 – 55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55 – 40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40 – 25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25 – 10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10 – 0</td> <td>Fallado</td> </tr> </tbody> </table>	Rango	Clasificación	100 – 85	Excelente	85 – 70	Muy Bueno	70 – 55	Bueno	55 – 40	Regular	40 – 25	Malo	25 – 10	Muy Malo	10 – 0	Fallado	
Rango	Clasificación																					
100 – 85	Excelente																					
85 – 70	Muy Bueno																					
70 – 55	Bueno																					
55 – 40	Regular																					
40 – 25	Malo																					
25 – 10	Muy Malo																					
10 – 0	Fallado																					


Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 03. Formato de instrumento de recolección de datos.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS DE CAMPO PARA UNIDADES DE EVALUACION EN PAVIMENTO RIGIDO																									
UNIDAD EVALUAC _____ SECCION EVALUC _____ AREA EVALUACI _____																									
UBICACION: _____ EVALUADO POR: _____ FECHA: _____ CALIFICACION: _____																									
TIPOS DE DAÑOS					ESQUEMA:																				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">1. Levantamiento/pandeo</td> <td style="width: 50%;">11. Agregado pulido</td> </tr> <tr> <td>2. Fisura de esquina</td> <td>12. Desprendimiento (popouts)</td> </tr> <tr> <td>3. Losa dividida</td> <td>13. Bombeo</td> </tr> <tr> <td>4. Fisura de durabilidad</td> <td>14. Punzonamiento</td> </tr> <tr> <td>5. Escalonamiento</td> <td>15. Cruce de Vía Férrea</td> </tr> <tr> <td>6. Daño en el sello de junta</td> <td>16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado</td> </tr> <tr> <td>7. Desnivel carril-berma</td> <td>17. Fisuras de contracción</td> </tr> <tr> <td>8. Fisuras lineales</td> <td>18. Descascaramiento de esquina</td> </tr> <tr> <td>9. Parches grandes</td> <td>19. Descascaramiento de junta</td> </tr> <tr> <td>10. Parches pequeños</td> <td></td> </tr> </table>						1. Levantamiento/pandeo	11. Agregado pulido	2. Fisura de esquina	12. Desprendimiento (popouts)	3. Losa dividida	13. Bombeo	4. Fisura de durabilidad	14. Punzonamiento	5. Escalonamiento	15. Cruce de Vía Férrea	6. Daño en el sello de junta	16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado	7. Desnivel carril-berma	17. Fisuras de contracción	8. Fisuras lineales	18. Descascaramiento de esquina	9. Parches grandes	19. Descascaramiento de junta	10. Parches pequeños	
1. Levantamiento/pandeo	11. Agregado pulido																								
2. Fisura de esquina	12. Desprendimiento (popouts)																								
3. Losa dividida	13. Bombeo																								
4. Fisura de durabilidad	14. Punzonamiento																								
5. Escalonamiento	15. Cruce de Vía Férrea																								
6. Daño en el sello de junta	16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado																								
7. Desnivel carril-berma	17. Fisuras de contracción																								
8. Fisuras lineales	18. Descascaramiento de esquina																								
9. Parches grandes	19. Descascaramiento de junta																								
10. Parches pequeños																									
TIPO DETER.	SERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUC.																					

Fuente: norma ASTM D6433-03, 2004.

ANEXO 04. Formato de hoja de registro de campo para unidades de muestra de pavimento rígido.

HOJA DE REGISTRO DE DATOS DE CAMPO PARA UNIDADES DE MUESTRA DE PAVIMENTO RIGIDO UM-01																								
TESIS: Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021																								
UBICACIÓN:		N° PAÑOS:																						
UNID. MUESTRA:		PROG INIC:	PROG FIN:																					
CUADRA:		FECHA:																						
EVALUADOR (ES):		NORMA:																						
TIPO DE FALLAS				ESQUEMA:																				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1. Levantamiento/pandeo</td><td>11. Agregado pulido</td></tr> <tr><td>2. Fisura de esquina</td><td>12. Desprendimiento (popouts)</td></tr> <tr><td>3. Losa dividida</td><td>13. Bombeo</td></tr> <tr><td>4. Fisura de durabilidad</td><td>14. Punzonamiento</td></tr> <tr><td>5. Escalonamiento</td><td>15. Cruce de Vía Férrea</td></tr> <tr><td>6. Daño en el sello de junta</td><td>16. Descascamiento/mapa de fisuras/craquelado</td></tr> <tr><td>7. Desnivel carril-berma</td><td>17. Fisuras de contracción</td></tr> <tr><td>8. Fisuras lineales</td><td>18. Descascamiento de esquina</td></tr> <tr><td>9. Parches grandes</td><td>19. Descascamiento de junta</td></tr> <tr><td>10. Parches pequeños</td><td></td></tr> </table>					1. Levantamiento/pandeo	11. Agregado pulido	2. Fisura de esquina	12. Desprendimiento (popouts)	3. Losa dividida	13. Bombeo	4. Fisura de durabilidad	14. Punzonamiento	5. Escalonamiento	15. Cruce de Vía Férrea	6. Daño en el sello de junta	16. Descascamiento/mapa de fisuras/craquelado	7. Desnivel carril-berma	17. Fisuras de contracción	8. Fisuras lineales	18. Descascamiento de esquina	9. Parches grandes	19. Descascamiento de junta	10. Parches pequeños	
1. Levantamiento/pandeo	11. Agregado pulido																							
2. Fisura de esquina	12. Desprendimiento (popouts)																							
3. Losa dividida	13. Bombeo																							
4. Fisura de durabilidad	14. Punzonamiento																							
5. Escalonamiento	15. Cruce de Vía Férrea																							
6. Daño en el sello de junta	16. Descascamiento/mapa de fisuras/craquelado																							
7. Desnivel carril-berma	17. Fisuras de contracción																							
8. Fisuras lineales	18. Descascamiento de esquina																							
9. Parches grandes	19. Descascamiento de junta																							
10. Parches pequeños																								
TIPO DE FALLAS																								
TIPO DETER.	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENCIDAD %		VALOR DEDUCIDO																			
TOTAL DE VD				0.00																				
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #c00000; color: white;"> <th colspan="2">NIVEL DE SEVER.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Baja</td><td>B</td></tr> <tr><td>Media</td><td>M</td></tr> <tr><td>Alta</td><td>A</td></tr> </tbody> </table>	NIVEL DE SEVER.		Baja	B	Media	M	Alta	A												
NIVEL DE SEVER.																								
Baja	B																							
Media	M																							
Alta	A																							

Fuente: norma ASTM D6433-03, 2004.

ANEXO 06. Tablas de nivel de severidad.

TABLA 28 Niveles de severidad para losa dividida

SEVERIDAD DE LA MAYORIA DE LAS GRIESTAS	NUMERO DE PIEZAS		
	2 a 3	4 a 5	Mayor que 5
L	L	L	M
L	L	M	H
H	M	H	H

Fuente: Manual PCI - NORMA ASTM D6433-03. (2004), pág. 49.

TABLA 29 Niveles de severidad para desniveles entre losas - escalomamiento

NIVEL DE SEVERIDAD	DIFERENCIA DE NIVELES
L	3 a 10mm (1/8 a 3/8 pulgada)
M	10 a 20mm (3/8 a 3/4 pulgada)
H	Más de 20mm (más de 3/4 pulgada)

Fuente: Manual PCI - NORMA ASTM D6433-03. (2004), pág. 52.

TABLA 30 Niveles de severidad para punzonamiento

SEVERIDAD DE LA MAYORIA DE LAS GRIESTAS	NUMERO DE PIEZAS		
	2 a 3	4 a 5	Mayor que 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

Fuente: Manual PCI - NORMA ASTM D6433-03. (2004), pág. 64.

TABLA 31 Niveles de severidad para los descascaramiento de esquina

PROFUNDIDAD DE DESCASCARAMIENTO	DIMENSION DE LADOS DEL DESCASCARAMIENTO	
	130X130mm a 300x300mm (5x5 pulgadas) a (12x12 pulgadas)	300x300mm (>12x12 pulgadas)
<25mm (1 pulgada)	L	L
>25 a 50mm (1 a 2 pulgadas)	L	M
>50mm (2 pulgadas)	M	H

Fuente: Manual PCI - NORMA ASTM D6433-03. (2004), pág 70.

TABLA 32 Niveles de severidad para los descascaramientos de Junta

PIEZAS DEL DESCASCARAMIENTO	ANCHO DEL DESCASCARAMIENTO	LONGITUD DEL DESCASCARAMIENT O	
		<0.5m (1.5 pies)	>0.5m (1.5 pies)
Apretadas – No pueden ser removidas facilmente (de repente algunas piezas perdias)	<100mm (4 pulgadas)	L	L
	>100mm	L	L
Sueltas – Pueden ser removidas y algunas piezas se han salido; si la mayoría o todas las piezas se salieron, el descascaramiento es superficial, menor a 25mm (1pulgada).	<100mm	L	M
	>100mm	M	M
Perdidas – La mayoría o todas las piezas han sido removidas	<100mm	L	M
	>100mm	M	H

Fuente: Manual PCI - NORMA ASTM D6433-03. (2004), pág 72.

ANEXO 07. Curva de valores deducidos para pavimento rígido.

1. Levantamiento/pandeo

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	3.00	15.00
5.00	4.40	9.60	37.30
10.00	8.30	17.50	58.40
15.00	12.00	25.40	65.80
20.00	15.50	32.40	71.60
25.00	19.00	40.60	76.50
30.00	22.40	47.20	80.70
35.00	25.80	52.80	84.40
40.00	29.10	57.60	87.70
45.00	32.40	61.90	90.90
50.00	34.90	65.80	93.80
55.00	36.20	69.20	97.00
60.00	37.30	72.50	100.00
65.00	38.40	74.80	
70.00	39.40	76.30	
75.00	40.30	77.60	
80.00	41.20	79.00	
85.00	42.00	80.10	
90.00	42.70	81.20	
95.00	43.50	82.20	
100.00	44.20	83.20	

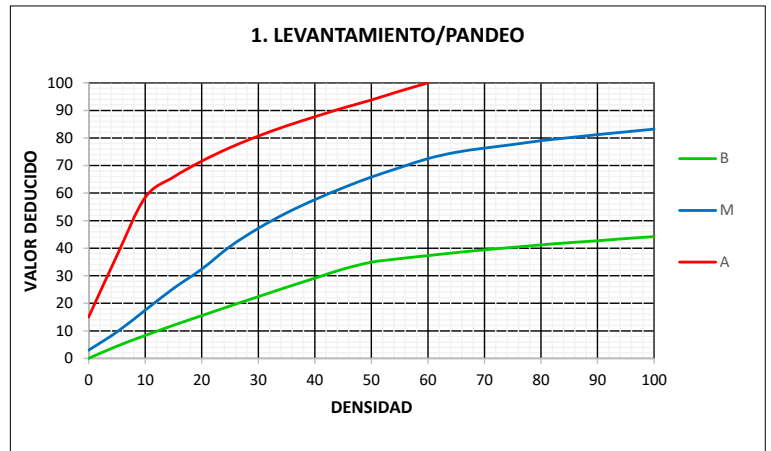


Fig. 03 Levantamiento/pandeo
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

2. Fisura de esquina

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.50	7.20	12.10
10.00	8.70	14.50	23.40
15.00	12.60	21.70	34.00
20.00	16.40	28.70	41.50
25.00	20.20	34.40	47.30
30.00	23.80	39.20	52.10
35.00	27.40	43.10	56.10
40.00	31.00	46.60	60.00
45.00	34.50	49.60	64.00
50.00	37.50	52.30	67.30
55.00	39.70	53.80	69.30
60.00	41.20	55.30	70.90
65.00	42.60	56.60	72.40
70.00	43.90	57.80	73.80
75.00	45.10	58.90	75.00
80.00	46.20	60.00	76.20
85.00	47.30	61.00	77.30
90.00	48.30	61.90	78.30
95.00	49.20	62.80	79.30
100.00	50.10	63.70	80.30

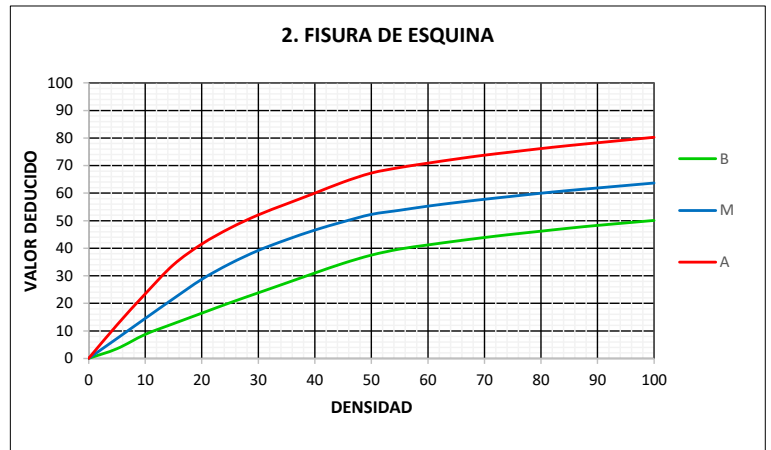


Fig. 04 Fisura de esquina
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

3. Losa dividida

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	5.10	10.70	17.00
10.00	9.80	21.50	32.00
15.00	14.20	28.20	42.70
20.00	18.60	33.30	50.30
25.00	22.90	37.90	56.20
30.00	27.10	42.20	61.00
35.00	31.00	46.10	65.10
40.00	34.50	49.90	68.60
45.00	36.60	53.40	71.80
50.00	38.50	56.80	74.00
55.00	40.20	59.80	76.30
60.00	41.70	62.00	78.40
65.00	43.10	64.00	80.30
70.00	44.50	65.80	82.10
75.00	45.70	67.50	83.70
80.00	46.80	69.10	85.30
85.00	47.90	70.50	86.80
90.00	48.90	71.90	88.10
95.00	49.90	73.30	89.40
100.00	50.80	74.50	90.70

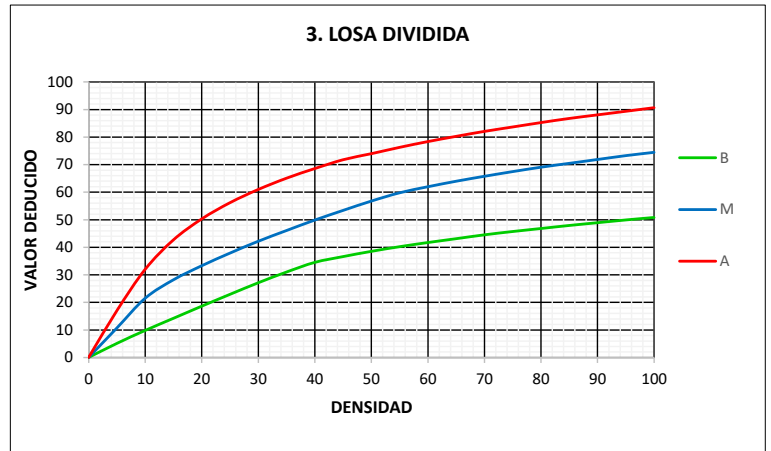


Fig. 05 Losa dividida

Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

4. Fisura de durabilidad

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	2.00	5.00	11.70
10.00	3.60	10.00	23.40
15.00	5.20	14.50	32.80
20.00	6.70	19.00	39.40
25.00	8.30	22.40	44.50
30.00	9.90	25.20	48.70
35.00	11.50	27.60	52.30
40.00	13.20	29.60	55.30
45.00	14.70	31.40	58.10
50.00	15.70	33.00	60.40
55.00	16.60	34.50	61.70
60.00	17.50	35.80	62.90
65.00	18.30	37.10	64.00
70.00	19.00	38.20	65.00
75.00	19.70	39.20	65.90
80.00	20.30	40.20	66.80
85.00	20.90	41.20	67.60
90.00	21.40	42.00	68.40
95.00	22.00	42.90	69.20
100.00	22.50	43.70	69.90

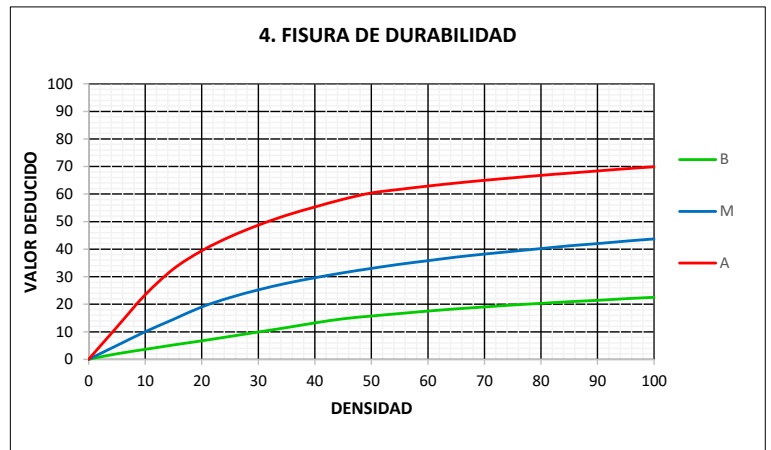


Fig. 06 Fisura de durabilidad

Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

5. Escalonamiento

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.50	3.90	7.70
10.00	3.30	8.00	15.40
15.00	5.00	12.00	23.00
20.00	7.50	16.00	29.70
25.00	10.90	20.10	35.30
30.00	13.70	24.10	40.70
35.00	16.10	28.10	46.00
40.00	18.10	32.20	51.00
45.00	19.90	36.20	56.40
50.00	21.60	39.90	61.00
55.00	23.00	42.40	64.90
60.00	24.00	44.10	67.70
65.00	24.90	45.70	70.30
70.00	25.80	47.20	72.70
75.00	26.70	48.60	74.90
80.00	27.40	49.90	77.00
85.00	28.20	51.10	78.90
90.00	28.90	52.20	80.80
95.00	29.50	53.30	82.50
100.00	30.10	54.00	84.20

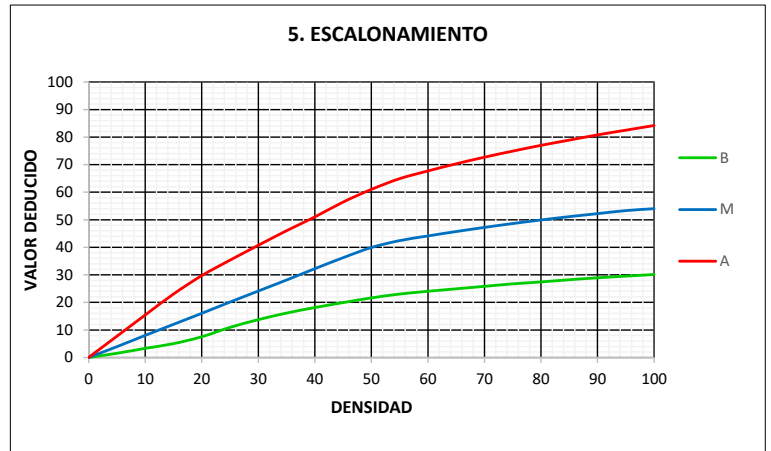


Fig. 07 Escalonamiento

Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

6. Daño en el sello de junta

DAÑOS EN EL SELLO DE JUNTAS		
BAJO = 02 PUNTOS	MEDIO = 04 PUNTOS	ALTO = 08 PUNTOS

Fig. 08 Daño en el sello de junta

Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

7. Desnivel carril-berma

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	0.80	2.60	4.10
10.00	1.30	4.60	7.60
15.00	1.60	6.40	10.90
20.00	2.00	8.40	14.10
25.00	2.30	10.00	17.20
30.00	2.60	11.30	19.50
35.00	2.80	12.40	21.80
40.00	3.10	13.30	23.20
45.00	3.30	14.10	24.30
50.00	3.50	14.90	25.40
55.00	3.80	15.60	26.40
60.00	4.00	16.20	27.30
65.00	4.20	16.80	28.10
70.00	4.40	17.30	28.80
75.00	4.60	17.80	29.50
80.00	4.80	18.20	30.20
85.00	5.00	18.70	30.80
90.00	5.20	19.10	31.40
95.00	5.30	19.40	31.90
100.00	5.50	19.80	32.50

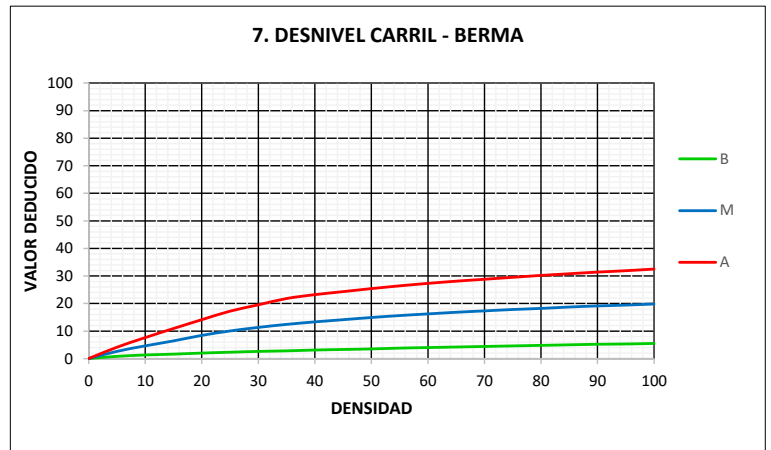


Fig. 09 Desnivel carril-berma
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

8. Fisuras lineales

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.60
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00	18.90	27.50	45.20
55.00	19.60	28.80	47.50
60.00	20.30	30.10	49.70
65.00	20.90	31.20	51.80
70.00	21.40	32.30	53.90
75.00	22.00	33.30	55.80
80.00	22.40	34.20	57.70
85.00	22.90	35.10	59.60
90.00	23.30	35.90	61.40
95.00	23.70	36.70	63.10
100.00	24.10	37.40	64.80

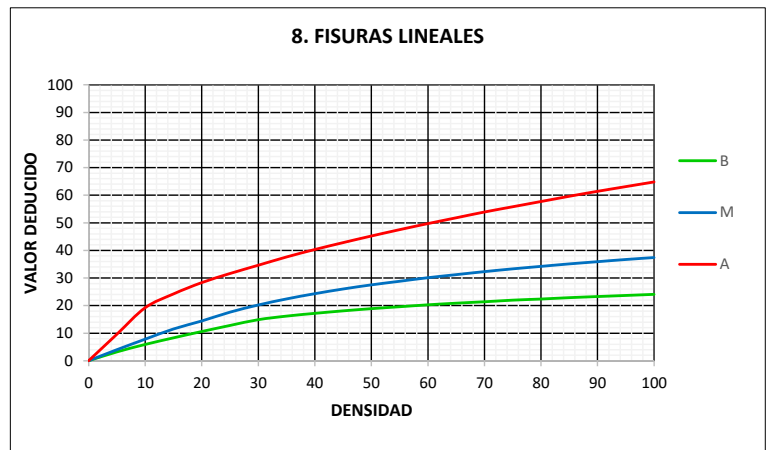


Fig. 10 Fisuras lineales
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

9. Parches grandes

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.10	2.90	8.00
10.00	2.70	5.80	15.70
15.00	4.30	8.80	23.20
20.00	6.30	11.70	29.50
25.00	9.40	16.90	34.60
30.00	11.90	21.10	39.40
35.00	14.00	24.70	43.50
40.00	15.80	27.80	47.00
45.00	17.50	30.50	50.10
50.00	18.90	33.00	52.90
55.00	20.20	35.20	55.40
60.00	21.40	37.20	57.70
65.00	22.50	39.00	59.80
70.00	23.50	40.70	61.80
75.00	24.50	42.30	63.60
80.00	25.40	43.80	65.30
85.00	26.20	45.20	66.90
90.00	27.00	46.60	68.50
95.00	27.70	47.80	69.90
100.00	28.40	49.00	71.20

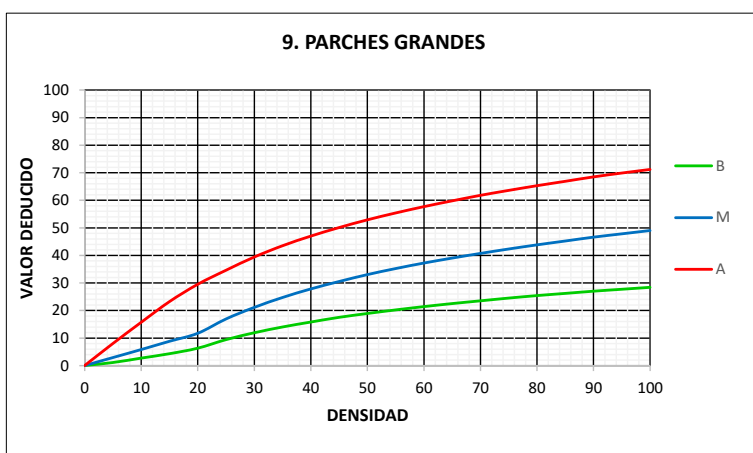


Fig. 11 Parches grandes
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

10. Parches pequeños

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	0.00	0.90	2.20
10.00	0.00	1.70	4.20
15.00	0.60	2.60	6.30
20.00	1.10	3.00	8.40
25.00	1.50	5.00	10.50
30.00	1.80	6.60	12.90
35.00	2.00	8.00	14.50
40.00	2.20	9.20	15.90
45.00	2.40	10.20	17.10
50.00	2.60	11.20	18.20
55.00	2.70	12.00	19.20
60.00	2.90	12.90	20.10
65.00	3.00	13.50	21.00
70.00	3.10	14.40	21.70
75.00	3.30	14.40	22.40
80.00	3.40	14.50	23.10
85.00	3.50	14.60	23.70
90.00	3.60	14.70	24.30
95.00	3.60	14.80	24.90
100.00	3.70	14.80	25.40

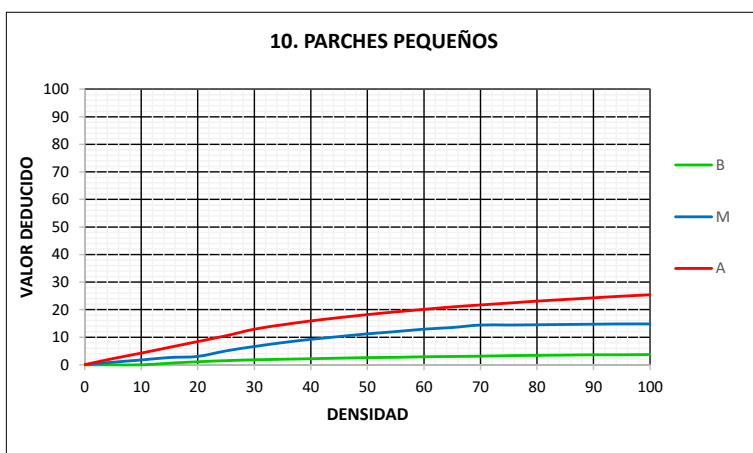


Fig. 12 Parches pequeños
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

11. Agregado pulido

Densidad	Valor Deducido
0.00	0.00
5.00	0.80
10.00	1.30
15.00	2.80
20.00	3.80
25.00	4.60
30.00	5.30
35.00	5.90
40.00	6.40
45.00	6.80
50.00	7.20
55.00	7.50
60.00	7.80
65.00	8.10
70.00	8.40
75.00	8.60
80.00	8.90
85.00	9.10
90.00	9.30
95.00	9.50
100.00	9.70

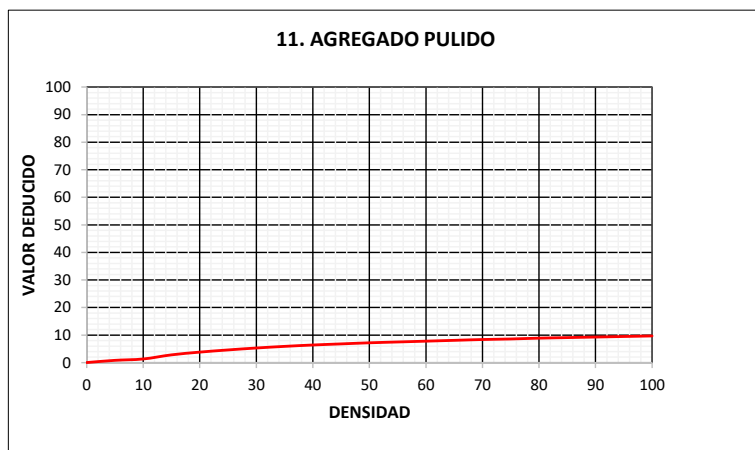


Fig. 13 Agregado pulido
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

12. Desprendimiento (popouts)

Densidad	Valor Deducido
0.00	0.00
5.00	0.70
10.00	1.50
15.00	2.30
20.00	3.20
25.00	4.00
30.00	4.80
35.00	5.70
40.00	6.70
45.00	8.00
50.00	9.10
55.00	10.10
60.00	11.10
65.00	11.90
70.00	12.70
75.00	13.40
80.00	13.90
85.00	14.10
90.00	14.30
95.00	14.40
100.00	14.60

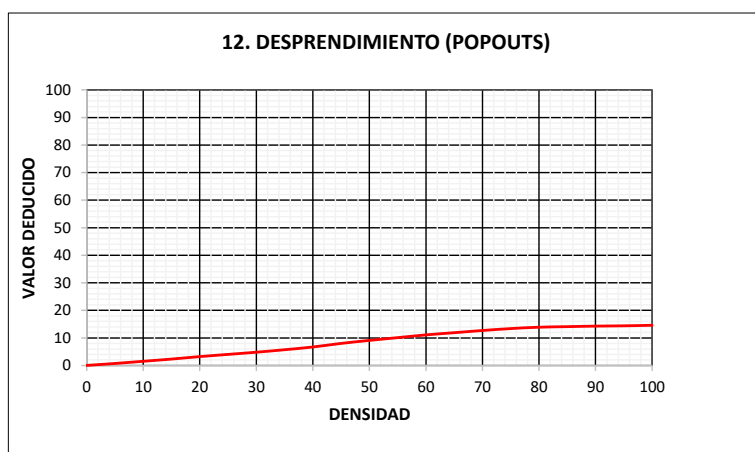


Fig. 15 Desprendimiento (popouts)
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

13. Bombeo

Densidad	Valor Deducido
0.00	0.00
5.00	3.60
10.00	6.70
15.00	9.50
20.00	12.20
25.00	14.90
30.00	17.40
35.00	19.90
40.00	22.50
45.00	24.30
50.00	26.10
55.00	27.60
60.00	29.40
65.00	30.90
70.00	32.50
75.00	34.00
80.00	34.90
85.00	35.70
90.00	36.50
95.00	37.20
100.00	38.00

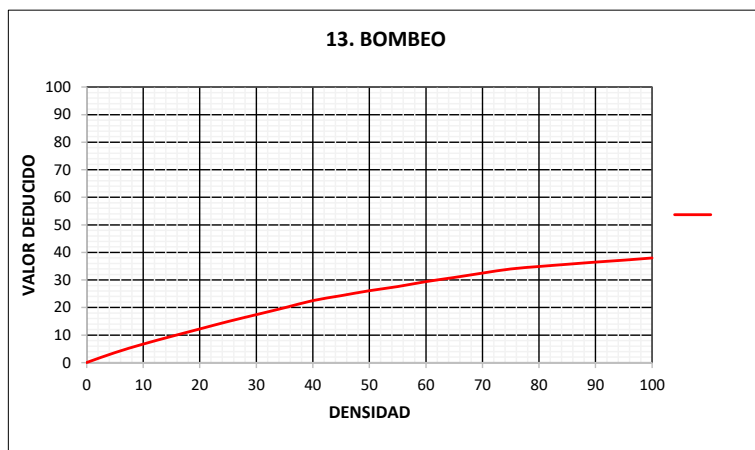


Fig. 14 Bombeo

Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

14. Punzonamiento

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	7.30	11.60	15.60
10.00	14.50	22.90	31.80
15.00	21.60	32.30	41.90
20.00	27.30	39.00	49.10
25.00	31.90	44.20	54.60
30.00	35.60	48.40	59.20
35.00	38.80	52.00	63.00
40.00	41.50	55.10	66.30
45.00	43.90	57.80	69.30
50.00	46.10	60.30	71.90
55.00	48.10	62.50	74.30
60.00	49.80	64.50	76.40
65.00	51.50	66.40	78.40
70.00	52.70	68.00	80.30
75.00	53.30	68.90	82.00
80.00	53.60	69.40	83.40
85.00	53.90	69.90	84.30
90.00	54.20	70.30	85.10
95.00	54.50	70.80	86.00
100.00	54.80	71.20	86.80

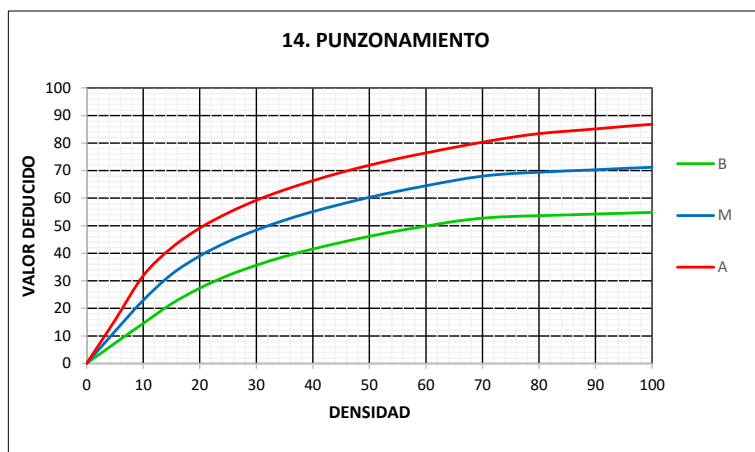


Fig. 16 Punzonamiento

Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

15. Cruce de Vía Férrea

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	4.70	9.10	29.00
10.00	8.60	17.60	54.30
15.00	13.20	24.60	63.50
20.00	16.50	29.50	70.00
25.00	19.00	33.40	75.10
30.00	21.10	36.50	79.30
35.00	22.90	39.20	82.80
40.00	24.40	41.50	85.80
45.00	25.70	43.50	88.50
50.00	26.90	45.40	90.90
55.00	28.00	47.00	93.00
60.00	29.00	48.50	95.00
65.00			
70.00			
75.00			
80.00			
85.00			
90.00			
95.00			
100.00			

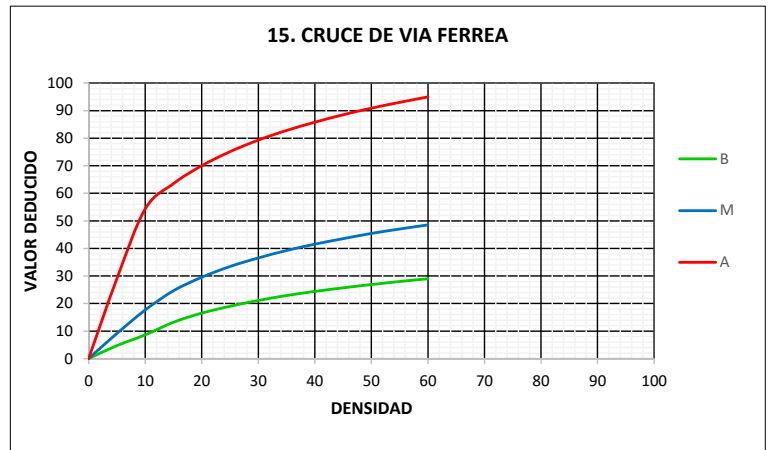


Fig.17 Cruce de Vía Férrea
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.20	4.20	9.30
10.00	2.10	8.00	17.30
15.00	3.80	11.90	24.20
20.00	5.00	14.60	29.10
25.00	5.90	16.70	33.00
30.00	6.70	18.50	36.10
35.00	7.30	20.00	38.70
40.00	7.90	21.20	41.00
45.00	8.30	22.40	43.00
50.00	8.80	23.40	44.80
55.00	9.20	24.30	47.00
60.00	9.50	25.10	49.20
65.00	9.90	25.90	51.20
70.00	10.20	26.60	53.20
75.00	10.50	27.30	55.20
80.00	10.70	27.90	57.30
85.00	11.00	28.50	59.30
90.00	11.20	29.00	61.30
95.00	11.40	29.50	63.30
100.00	11.70	30.00	65.30

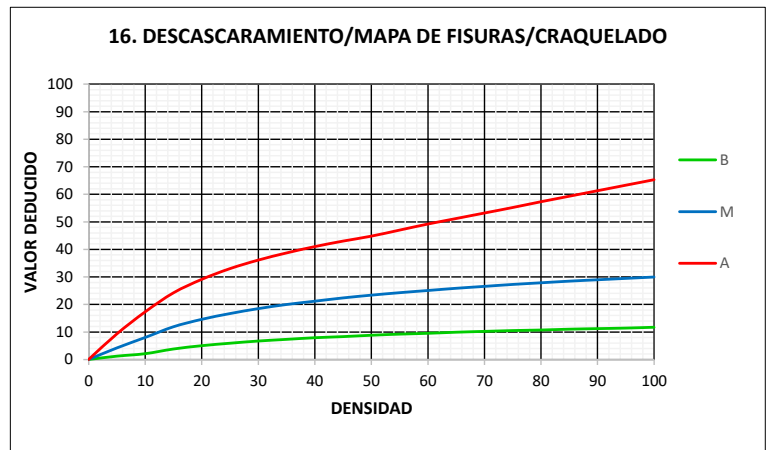


Fig. 18 Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

17. Fisuras de contracción

Densidad	Valor Deducido
0.00	0.00
5.00	0.00
10.00	0.00
15.00	0.00
20.00	0.00
25.00	0.50
30.00	1.00
35.00	1.40
40.00	1.80
45.00	2.10
50.00	2.40
55.00	2.60
60.00	2.90
65.00	3.10
70.00	3.30
75.00	3.50
80.00	3.60
85.00	3.80
90.00	4.00
95.00	4.10
100.00	4.30

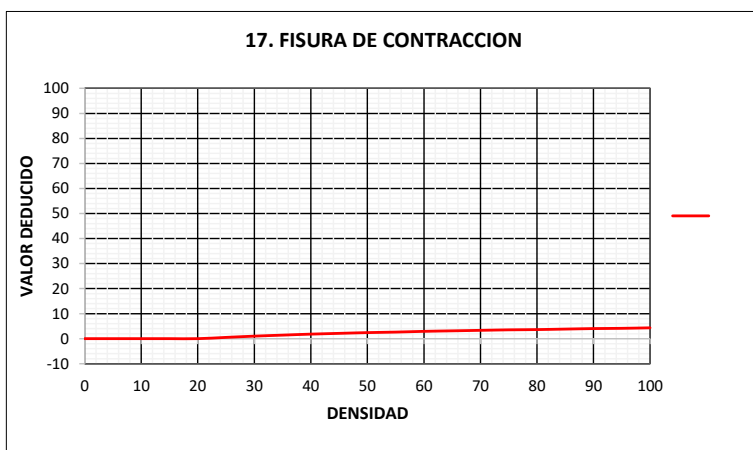


Fig. 19 Fisuras de contracción
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

18. Descascaramiento de esquina

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	0.50	1.60	3.30
10.00	1.30	3.10	7.00
15.00	2.00	4.70	10.10
20.00	2.70	5.90	13.20
25.00	4.40	8.30	15.70
30.00	5.80	10.20	17.70
35.00	6.90	11.90	19.30
40.00	8.00	13.30	20.80
45.00	8.90	14.50	22.10
50.00	9.70	15.60	23.20
55.00	10.40	16.70	24.30
60.00	11.10	17.60	25.20
65.00	11.70	18.40	26.10
70.00	12.20	19.20	26.90
75.00	12.80	19.90	27.60
80.00	13.30	20.60	28.30
85.00	13.70	21.30	29.00
90.00	14.20	21.90	29.60
95.00	14.60	22.40	30.20
100.00	15.00	23.00	30.80

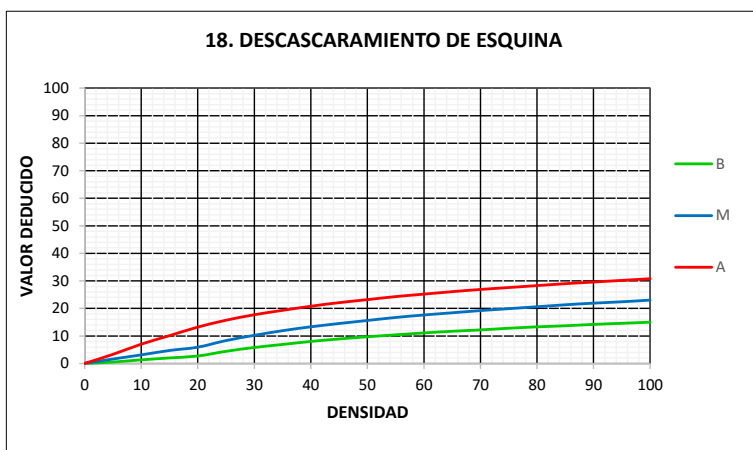


Fig. 20 Descascaramiento de esquina
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

19. Descascaramiento de junta

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.40	2.00	7.00
10.00	2.40	4.00	13.40
15.00	3.20	6.10	19.70
20.00	4.20	8.30	24.20
25.00	5.40	10.80	28.50
30.00	6.50	12.80	31.90
35.00	7.63	14.50	34.90
40.00	8.10	16.00	37.40
45.00	8.80	17.30	39.70
50.00	9.40	18.40	41.70
55.00	9.90	19.50	43.50
60.00	10.40	20.40	45.20
65.00	10.90	21.30	46.70
70.00	11.30	22.10	48.10
75.00	11.70	22.90	49.40
80.00	12.10	23.60	50.60
85.00	12.40	24.20	51.80
90.00	12.70	24.90	52.90
95.00	13.00	25.50	53.80
100.00	13.30	26.00	54.90

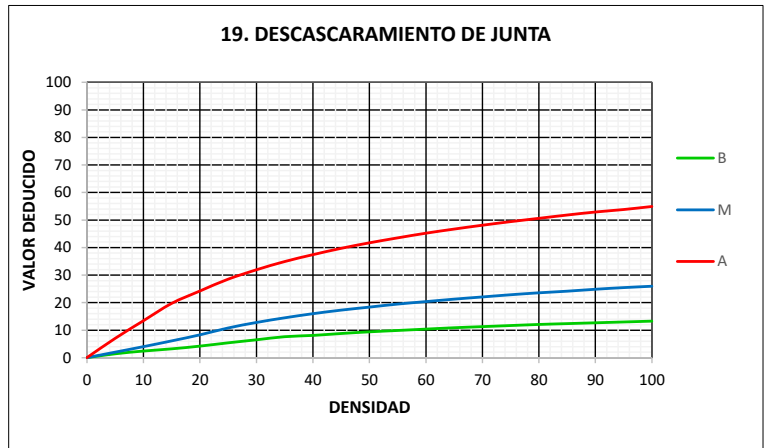


Fig. 21 Descascaramiento de junta
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la
Avenida mariscal castilla, mediante la
Metodología del PCI - Jaén (2016)

20. Curva de Corrección del valor deducido

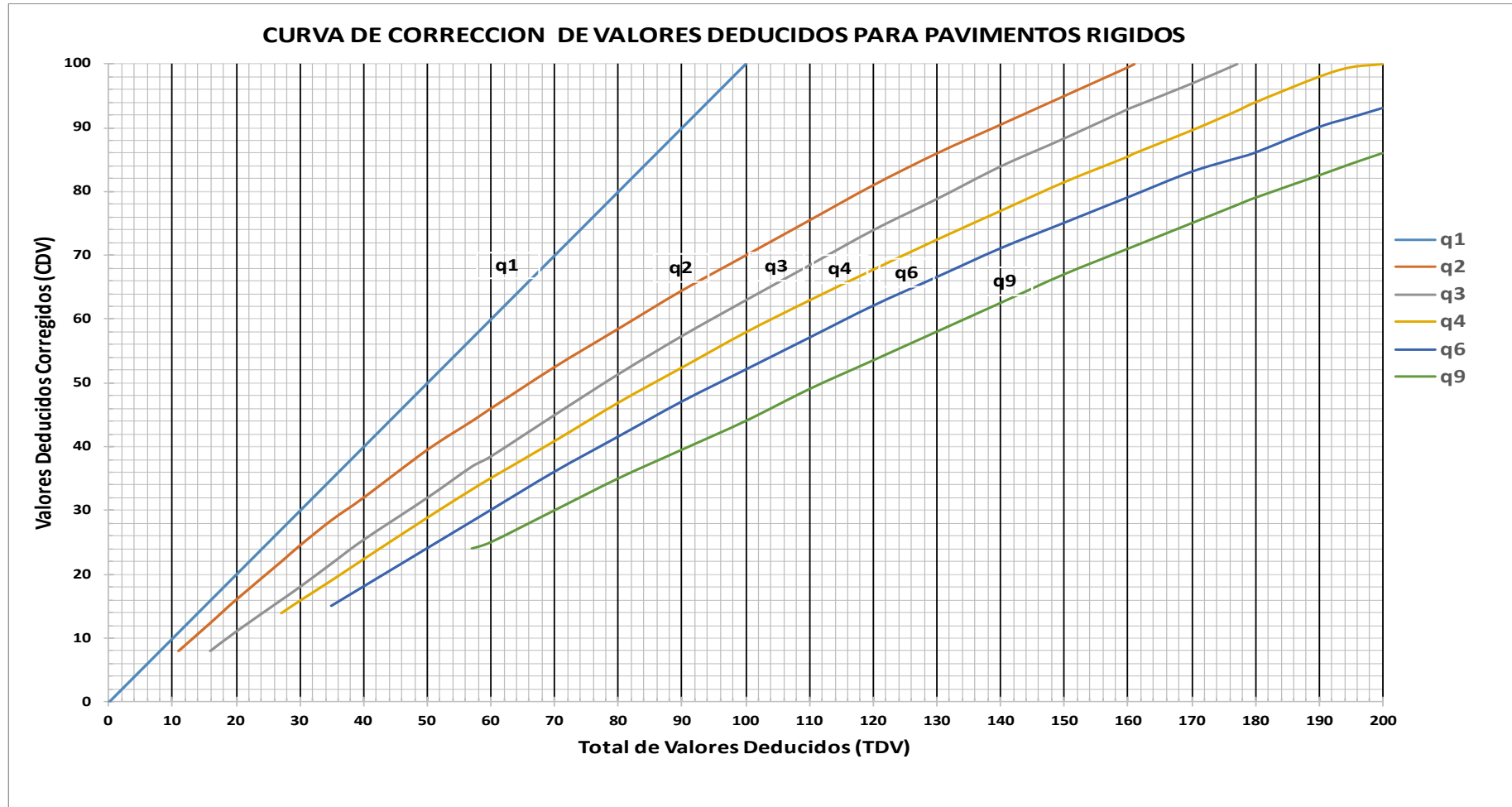


Fig. 21 Curva de corrección del valor deducido
Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la
Avenida mariscal castilla, mediante la
Metodología del PCI - Jaén (2016)

TABLA 31 Valor deducido corregido (PCI)

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO								
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9
0.00	0.00								
10.00	10.00								
11.00	11.00	8.00							
16.00	16.00	12.40	8.00						
20.00	20.00	16.00	11.00						
27.00	27.00	21.90	15.90	14.00					
30.00	30.00	24.50	18.00	16.00					
35.00	35.00	28.50	21.70	19.20	17.00	15.00			
40.00	40.00	32.00	25.40	22.50	20.00	18.00			
50.00	50.00	39.50	32.00	29.00	26.50	24.00			
57.00	57.00	44.00	36.90	33.40	30.80	28.20	26.80	25.40	24.00
60.00	60.00	46.00	38.50	35.20	32.60	30.00	28.30	26.60	25.00
70.00	70.00	52.50	45.00	41.00	38.50	36.00	34.00	32.00	30.00
80.00	80.00	58.50	51.40	47.00	44.20	41.50	39.30	37.10	35.00
90.00	90.00	64.50	57.40	52.50	49.70	47.00	44.50	42.00	39.50
100.00	100.00	70.00	63.00	58.00	55.00	52.00	49.30	46.60	44.00
110.00		75.50	68.50	63.00	60.00	57.00	54.30	51.60	49.00
120.00		81.00	74.00	67.80	64.90	62.00	59.20	56.40	53.50
130.00		86.00	78.90	72.50	69.50	66.50	63.70	60.90	58.00
140.00		90.50	84.00	77.00	74.00	71.00	68.20	65.40	62.50
150.00		95.00	88.40	81.50	78.20	75.00	72.30	69.60	67.00
160.00		99.50	93.00	85.50	82.20	79.00	76.30	73.60	71.00
161.00		100.00	93.40	86.00	82.70	79.40	76.70	74.00	71.40
170.00			97.00	89.60	86.30	83.00	80.30	77.60	75.00
177.00			100.00	92.60	88.80	85.10	82.70	80.30	77.80
180.00				94.00	90.00	86.00	83.70	81.40	79.00
190.00				98.00	94.00	90.00	87.50	85.00	82.50
195.00				99.50	95.50	91.50	89.10	86.70	84.30
200.00				100.00	96.50	93.00	90.70	88.40	86.00

Fuente: Asenjo D.E. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida mariscal castilla, mediante la Metodología del PCI - Jaén (2016)

ANEXO 08 cálculo de densidades para cada tipo de falla UM - 01

$D1 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{21}{21} \times 100 =$	100.00%	6. Daño en el sello de junta (A)
$D2 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{3}{21} \times 100 =$	14.29%	2. Fisura de esquina (A)
$D3 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{21} \times 100 =$	4.76%	2. Fisura de esquina (M)
$D4 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{3}{21} \times 100 =$	14.29%	3. Losa dividida (A)
$D5 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{2}{21} \times 100 =$	9.52%	3. Losa dividida (M)
$D6 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{21} \times 100 =$	4.76%	5. Escalonamiento (A)
$D7 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{2}{21} \times 100 =$	9.52%	9. Parches grandes (A)
$D8 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{21} \times 100 =$	4.76%	9. Parches grandes (M)
$D9 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{3}{21} \times 100 =$	14.29%	11. Agregado pulido
$D10 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{3}{21} \times 100 =$	14.29%	14. Punzonamiento (A)
$D11 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{21} \times 100 =$	4.76%	14. Punzonamiento (B)
$D12 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{5}{21} \times 100 =$	23.81%	16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado (A)
$D13 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{3}{21} \times 100 =$	14.29%	16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado (M)
$D14 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{21} \times 100 =$	4.76%	18. Descascaramiento de esquina (A)

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 09 cálculo de interpolación para valores deducidos (VD) de cada tipo de falla UM-01

TIPO DE FALLA	
2. Fisura de esquina	
Severidad	Densidad %
A	14.26
10.00	23.40
14.26	X
15.00	34.00
X	= 32.43

TIPO DE FALLA	
2. Fisura de esquina	
Severidad	Densidad %
M	4.76
0.00	0.00
4.76	X
5.00	7.20
X	= 6.85

TIPO DE FALLA	
3. Losa dividida	
Severidad	Densidad %
A	14.29
10.00	32.00
14.29	X
15.00	42.70
X	= 41.18

TIPO DE FALLA	
3. Losa dividida	
Severidad	Densidad %
M	9.52
5.00	10.70
9.52	X
10.00	21.50
X	= 20.46

TIPO DE FALLA	
5. Escalonamiento	
Severidad	Densidad %
A	4.76
0.00	0.00
4.76	X
5.00	7.70
X	= 7.33

TIPO DE FALLA	
9. Parches grandes	
Severidad	Densidad %
A	9.52
5.00	8.00
9.52	X
10.00	15.70
X	= 14.96

TIPO DE FALLA	
9. Parches grandes	
Severidad	Densidad %
M	4.76
0.00	0.00
4.76	X
5.00	2.90
X	= 2.76

TIPO DE FALLA	
11. Agregado pulido	
Severidad	Densidad %
0	14.29
10.00	1.30
14.29	X
15.00	2.80
X	= 2.59

TIPO DE FALLA	
14. Punzonamiento	
Severidad	Densidad %
A	14.29
10.00	31.80
14.29	X
15.00	41.90
X	= 40.47

TIPO DE FALLA	
14. Punzonamiento	
Severidad	Densidad %
B	4.76
0.00	0.00
4.76	X
5.00	7.30
X	= 6.95

TIPO DE FALLA	
16. Descascaramiento/mapa d	
Severidad	Densidad %
A	23.81
20.00	29.10
23.81	X
25.00	33.00
X	= 32.07

TIPO DE FALLA	
16. Descascaramiento/mapa d	
Severidad	Densidad %
M	14.29
10.00	8.00
14.29	X
15.00	11.90
X	= 11.35

TIPO DE FALLA	
18. Descascaramiento de esqu	
Severidad	Densidad %
A	4.76
0.00	0.00
4.76	X
5.00	3.30
X	= 3.14

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO10 interpolación para cálculo de valores deducidos corregidos (VDC) UM-01

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
7	186.13
180.00	83.70
186.13	X
190.00	87.50
X	= 86.03

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
6	183.57
180.00	86.00
183.57	X
190.00	90.00
X	= 87.43

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
5	170.61
170.00	86.30
170.61	X
177.00	88.80
X	= 86.52

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
4	152.15
150.00	81.50
152.15	X
160.00	85.50
X	= 82.36

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
3	122.08
120.00	74.00
122.08	X
130.00	78.90
X	= 75.02

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
2	91.65
90.00	64.50
91.65	X
100.00	70.00
X	= 65.41

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
1	53.18
50.00	50.00
53.18	X
57.00	57.00
X	= 53.18

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 11 cálculo de densidades para cada tipo de falla UM – 02

$D1 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{29}{29} \times 100 =$	100.00%	.....	6. Daño en el sello de junta	(A)
$D2 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{29} \times 100 =$	3.45%	.....	1. Levantamiento/pandeo	(M)
$D3 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{29} \times 100 =$	3.45%	.....	2. Fisura de esquina	(A)
$D4 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{3}{29} \times 100 =$	10.34%	.....	2. Fisura de esquina	(M)
$D5 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{2}{29} \times 100 =$	6.90%	.....	3. Losa dividida	(A)
$D6 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{4}{29} \times 100 =$	13.79%	.....	3. Losa dividida	(M)
$D7 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{29} \times 100 =$	3.45%	.....	3. Losa dividida	(B)
$D8 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{2}{29} \times 100 =$	6.90%	.....	5. Escalonamiento	(A)
$D9 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{29} \times 100 =$	3.45%	.....	5. Escalonamiento	(M)
$D10 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{29} \times 100 =$	3.45%	.....	8. Fisuras lineales	(A)
$D11 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{29} \times 100 =$	3.45%	.....	9. Parches grandes	(M)
$D12 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{5}{29} \times 100 =$	17.24%	.....	11. Agregado pulido	
$D13 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{29} \times 100 =$	3.45%	.....	14. Punzonamiento	(M)
$D14 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{29} \times 100 =$	3.45%	.....	14. Punzonamiento	(B)
$D15 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{7}{29} \times 100 =$	24.14%	.....	16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado	(A)
$D16 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{5}{29} \times 100 =$	17.24%	.....	16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado	(M)
$D17 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{29} \times 100 =$	3.45%	.....	17. Fisuras de contracción	(A)
$D18 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{29} \times 100 =$	3.45%	.....	18. Descascaramiento de esquina	(A)
$D19 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{29} \times 100 =$	3.45%	.....	18. Descascaramiento de esquina	(M)

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 12 cálculo de interpolación para valores deducidos (VD) de cada tipo de falla UM- 02

Tipo de falla	
1. Levantamiento/pandeo	
Severidad	Densidad %
M	3.45
0.00	3.00
3.45	X
5.00	9.60
X	= 7.55

Tipo de falla	
2. Fisura de esquina	
Severidad	Densidad %
A	3.45
0.00	0.00
3.45	X
5.00	12.10
X	= 8.35

Tipo de falla	
2. Fisura de esquina	
Severidad	Densidad %
M	10.34
10.00	14.50
10.34	X
15.00	21.70
X	= 14.99

Tipo de falla	
3. Losa dividida	
Severidad	Densidad %
A	6.9
5.00	17.00
6.90	X
10.00	32.00
X	= 22.70

Tipo de falla	
3. Losa dividida	
Severidad	Densidad %
M	13.79
10.00	21.50
13.79	X
15.00	28.20
X	= 26.58

Tipo de falla	
3. Losa dividida	
Severidad	Densidad %
B	3.45
0.00	0.00
3.45	X
5.00	5.10
X	= 3.52

Tipo de falla	
5. Escalonamiento	
Severidad	Densidad %
A	6.9
5.00	7.70
6.90	X
10.00	15.40
X	= 10.63

Tipo de falla	
5. Escalonamiento	
Severidad	Densidad %
M	3.45
0.00	0.00
3.45	X
5.00	3.90
X	= 2.69

Tipo de falla	
8. Fisuras lineales	
Severidad	Densidad %
A	3.45
0.00	0.00
3.45	X
5.00	9.60
X	= 6.62

Tipo de falla	
9. Parches grandes	
Severidad	Densidad %
M	3.45
0.00	0.00
3.45	X
5.00	2.90
X	= 2.00

Tipo de falla	
11. Agregado pulido	
Severidad	Densidad %
0	17.24
15.00	2.80
17.24	X
20.00	3.80
X	= 3.25

Tipo de falla	
14. Punzonamiento	
Severidad	Densidad %
M	3.45
0.00	0.00
3.45	X
5.00	11.60
X	= 8.00

Tipo de falla	
14. Punzonamiento	
Severidad	Densidad %
B	3.45
0.00	0.00
3.45	X
5.00	7.30
X	= 5.04

Tipo de falla	
16. Descascaramiento/mapa d	
Severidad	Densidad %
A	24.14
20.00	29.10
24.14	X
25.00	33.00
X	= 32.33

Tipo de falla	
16. Descascaramiento/mapa d	
Severidad	Densidad %
M	17.24
15.00	11.90
17.24	X
20.00	14.60
X	= 13.11

Tipo de falla	
17. Fisuras de contracción	
Severidad	Densidad %
0	3.45
0.00	0.00
3.45	X
5.00	0.00
X	= 0.00

Tipo de falla	
18. Descascaramiento de esqu	
Severidad	Densidad %
A	3.45
0.00	0.00
3.45	X
5.00	3.30
X	= 2.28

Tipo de falla	
18. Descascaramiento de esqu	
Severidad	Densidad %
M	3.45
0.00	0.00
3.45	X
5.00	1.60
X	= 1.10

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 13 interpolación para cálculo de valores deducidos corregidos (VDC) UM-02

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
7	130.06
120.00	59.20
130.06	X
140.00	68.20
X	= 63.73

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
6	124.06
120.00	62.00
124.06	X
130.00	66.50
X	= 63.83

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
5	115.43
110.00	60.00
115.43	X
120.00	64.00
X	= 62.17

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
4	104.32
100.00	58.00
104.32	X
110.00	63.00
X	= 60.16

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
3	91.33
90.00	57.40
91.33	X
100.00	63.00
X	= 58.14

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
2	70.63
70.00	52.50
70.63	X
80.00	58.50
X	= 52.88

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
1	46.05
40.00	40.00
46.05	X
50.00	50.00
X	= 46.05

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
A	0.00
10.00	23.40
0.00	X
15.00	34.00
X	= 2.20

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
B	0.00
10.00	23.40
0.00	X
15.00	34.00
X	= 2.20

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
C	0.00
10.00	23.40
0.00	X
15.00	34.00
X	= 2.20

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 14 cálculo de densidades para cada tipo de falla UM – 03

$$D1 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{3}{22} \times 100 = 13.64\% \dots\dots\dots 6. \text{ Daño en el sello de junta (B)}$$

$$D2 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{2}{22} \times 100 = 9.09\% \dots\dots\dots 2. \text{ Fisura de esquina (B)}$$

$$D3 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{1}{22} \times 100 = 4.55\% \dots\dots\dots 8. \text{ Fisuras lineales (M)}$$

$$D4 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{2}{22} \times 100 = 9.09\% \dots\dots\dots 8. \text{ Fisuras lineales (B)}$$

$$D5 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{1}{22} \times 100 = 4.55\% \dots\dots\dots 11. \text{ Agregado pulido}$$

$$D6 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{3}{22} \times 100 = 13.64\% \dots\dots\dots 16. \text{ Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado (B)}$$

$$D7 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{3}{22} \times 100 = 13.64\% \dots\dots\dots 17. \text{ Fisuras de contracción}$$

$$D8 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{1}{22} \times 100 = 4.55\% \dots\dots\dots 18. \text{ Descascaramiento de esquina (B)}$$

$$D9 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{2}{22} \times 100 = 9.09\% \dots\dots\dots 19. \text{ Descascaramiento de junta (M)}$$

$$D10 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{1}{22} \times 100 = 4.55\% \dots\dots\dots 19. \text{ Descascaramiento de junta (B)}$$

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 15 cálculo de interpolación para valores deducidos (VD) de cada tipo de falla UM- 03

Tipo de falla	
2. Fisura de esquina	
Severidad	Densidad %
B	9.09
5.00	3.50
9.09	X
10.00	8.70
X	= 7.75

Tipo de falla	
8. Fisuras lineales	
Severidad	Densidad %
M	4.55
0.00	0.00
4.55	X
5.00	4.00
X	= 3.64

Tipo de falla	
8. Fisuras lineales	
Severidad	Densidad %
B	9.09
5.00	3.20
9.09	X
10.00	5.90
X	= 5.41

Tipo de falla	
11. Agregado pulido	
Severidad	Densidad %
0	4.55
0.00	0.00
4.55	X
5.00	0.80
X	= 0.73

Tipo de falla	
16. Descascaramiento/mapa de	
Severidad	Densidad %
B	13.64
10.00	2.10
13.64	X
15.00	3.80
X	= 3.34

Tipo de falla	
17. Fisuras de contracción	
Severidad	Densidad %
0	13.64
10.00	0.00
13.64	X
15.00	0.00
X	= 0.00

Tipo de falla	
18. Descascaramiento de esqui	
Severidad	Densidad %
B	4.55
0.00	0.00
4.55	X
5.00	0.50
X	= 0.46

Tipo de falla	
19. Descascaramiento de junta	
Severidad	Densidad %
M	9.09
5.00	2.00
9.09	X
10.00	4.00
X	= 3.64

Tipo de falla	
19. Descascaramiento de junta	
Severidad	Densidad %
B	4.55
0.00	0.00
4.55	X
5.00	1.40
X	= 1.27

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 16 interpolación para cálculo de valores deducidos corregidos (VDC) UM
- 03

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
5	25.78
20.00	0.00
25.78	X
27.00	0.00
X	= 0.00

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
4	24.44
20.00	0.00
24.44	X
27.00	14.00
X	= 8.88

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
3	22.80
20.00	11.00
22.80	X
27.00	15.90
X	= 12.96

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
2	21.16
20.00	16.00
21.16	X
27.00	21.90
X	= 16.98

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
1	17.75
16.00	16.00
17.75	X
20.00	20.00
X	= 17.75

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
0	0.00
X	64.50
0.00	X
100.00	70.00
X	= #DIV/0!

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
0	0.00
50.00	50.00
0.00	X
57.00	57.00
X	= 0.00

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
A	0.00
10.00	23.40
0.00	X
15.00	34.00
X	= 2.20

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
B	0.00
10.00	23.40
0.00	X
15.00	34.00
X	= 2.20

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
C	0.00
10.00	23.40
0.00	X
15.00	34.00
X	= 2.20

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 17 cálculo de densidades para cada tipo de falla UM – 04

$D1 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{30} \times 100 =$	3.33%	..... 6. Daño en el sello de junta (B)
$D2 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{2}{30} \times 100 =$	6.67%	..... 2. Fisura de esquina (M)
$D3 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{7}{30} \times 100 =$	23.33%	..... 2. Fisura de esquina (B)
$D4 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{30} \times 100 =$	3.33%	..... 8. Fisuras lineales (M)
$D5 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{30} \times 100 =$	3.33%	..... 8. Fisuras lineales (B)
$D6 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{2}{30} \times 100 =$	6.67%	..... 11. Agregado pulido
$D7 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{5}{30} \times 100 =$	16.67%	..... 16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado (B)
$D8 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{8}{30} \times 100 =$	26.67%	..... 17. Fisuras de contracción
$D9 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{4}{30} \times 100 =$	13.33%	..... 18. Descascaramiento de esquina (M)
$D10 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{5}{30} \times 100 =$	16.67%	..... 18. Descascaramiento de esquina (B)
$D11 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{4}{30} \times 100 =$	13.33%	..... 19. Descascaramiento de junta (M)
$D12 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{7}{30} \times 100 =$	23.33%	..... 19. Descascaramiento de junta (B)

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 18 cálculo de interpolación para valores deducidos (VD) de cada tipo de falla UM – 04

Tipo de falla	
2. Fisura de esquina	
Severidad	Densidad %
M	6.67
5.00	7.20
6.67	X
10.00	14.50
X	= 9.64

Tipo de falla	
2. Fisura de esquina	
Severidad	Densidad %
B	23.33
20.00	16.40
23.33	X
25.00	20.20
X	= 18.93

Tipo de falla	
8. Fisuras lineales	
Severidad	Densidad %
M	3.33
0.00	0.00
3.33	X
5.00	4.00
X	= 2.66

Tipo de falla	
8. Fisuras lineales	
Severidad	Densidad %
B	3.33
0.00	0.00
3.33	X
5.00	3.20
X	= 2.13

Tipo de falla	
11. Agregado pulido	
Severidad	Densidad %
0	6.67
5.00	0.80
6.67	X
10.00	1.30
X	= 0.97

Tipo de falla	
16. Descascaramiento/mapa de	
Severidad	Densidad %
B	16.67
15.00	3.80
16.67	X
20.00	5.00
X	= 4.20

Tipo de falla	
17. Fisuras de contracción	
Severidad	Densidad %
0	26.67
25.00	0.50
26.67	X
30.00	1.00
X	= 0.67

Tipo de falla	
18. Descascaramiento de esqui	
Severidad	Densidad %
M	13.33
10.00	3.10
13.33	X
15.00	4.70
X	= 4.17

Tipo de falla	
18. Descascaramiento de esqui	
Severidad	Densidad %
B	16.67
15.00	2.00
16.67	X
20.00	2.70
X	= 2.23

Tipo de falla	
19. Descascaramiento de junta	
Severidad	Densidad %
M	13.33
10.00	4.00
13.33	X
15.00	6.10
X	= 5.40

Tipo de falla	
19. Descascaramiento de junta	
Severidad	Densidad %
B	23.33
20.00	4.20
23.33	X
25.00	5.40
X	= 5.00

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 19 interpolación para cálculo de valores deducidos corregidos (VDC) UM-04

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
8	53.18
50.00	0.00
53.18	X
57.00	25.40
X	= 11.53

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
7	52.95
50.00	0.00
52.95	X
57.00	26.80
X	= 11.29

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
6	52.29
50.00	24.00
52.29	X
57.00	28.20
X	= 25.37

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
5	50.12
50.00	26.50
50.12	X
57.00	30.80
X	= 26.57

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
4	47.92
40.00	22.50
47.92	X
50.00	29.00
X	= 27.65

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
3	44.92
40.00	25.40
44.92	X
50.00	32.00
X	= 28.65

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
2	41.52
40.00	32.00
41.52	X
50.00	39.00
X	= 33.06

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
1	33.88
30.00	30.00
33.88	X
35.00	35.00
X	= 33.88

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 20 cálculo de densidades para cada tipo de falla UM – 05

$D1 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{2}{24} \times 100 =$	8.33%	..... 6. Daño en el sello de junta (B)
$D2 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{5}{24} \times 100 =$	20.83%	..... 2. Fisura de esquina (B)
$D3 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{1}{24} \times 100 =$	4.17%	..... 11. Agregado pulido
$D4 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{2}{24} \times 100 =$	8.33%	..... 16. Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado (B)
$D5 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{4}{24} \times 100 =$	16.67%	..... 17. Fisuras de contracción
$D6 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{3}{24} \times 100 =$	12.50%	..... 18. Descascaramiento de esquina (M)
$D7 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{7}{24} \times 100 =$	29.17%	..... 18. Descascaramiento de esquina (B)
$D8 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{4}{24} \times 100 =$	16.67%	..... 19. Descascaramiento de junta (M)
$D9 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 =$	$\frac{9}{24} \times 100 =$	37.50%	..... 19. Descascaramiento de junta (B)

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 21 cálculo de interpolación para valores deducidos (VD) de cada tipo de falla UM-05

Tipo de falla	
2. Fisura de esquina	
Severidad	Densidad %
B	20.83
20.00	16.40
20.83	X
25.00	20.20
X	= 17.03

Tipo de falla	
11. Agregado pulido	
Severidad	Densidad %
0	4.17
0.00	0.00
4.17	X
5.00	0.80
X	= 0.67

Tipo de falla	
16. Descascaramiento/mapa d	
Severidad	Densidad %
B	8.33
5.00	1.20
8.33	X
10.00	2.10
X	= 1.80

Tipo de falla	
17. Fisuras de contracción	
Severidad	Densidad %
0	16.67
15.00	0.00
16.67	X
20.00	0.00
X	= 0.00

Tipo de falla	
18. Descascaramiento de esqu	
Severidad	Densidad %
M	12.5
10.00	3.10
12.50	X
15.00	4.70
X	= 3.90

Tipo de falla	
18. Descascaramiento de esqu	
Severidad	Densidad %
B	29.17
25.00	4.40
29.17	X
30.00	5.80
X	= 5.57

Tipo de falla	
19. Descascaramiento de junta	
Severidad	Densidad %
M	16.67
15.00	6.10
16.67	X
20.00	8.30
X	= 6.83

Tipo de falla	
19. Descascaramiento de junta	
Severidad	Densidad %
B	37.5
35.00	7.63
37.50	X
40.00	8.10
X	= 7.87

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 22 interpolación para cálculo de valores deducidos corregidos (VDC) UM-05

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
5	43.20
40.00	20.00
43.20	X
50.00	26.50
X	= 22.08

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
4	41.30
40.00	22.50
41.30	X
50.00	29.00
X	= 23.35

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
3	37.73
35.00	21.70
37.73	X
40.00	25.40
X	= 23.72

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
2	32.90
30.00	24.50
32.90	X
35.00	28.50
X	= 26.82

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
1	27.03
27.00	27.00
27.03	X
30.00	30.00
X	= 27.03

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 23 cálculo de densidades para cada tipo de falla UM – 06

$$D1 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{2}{22} \times 100 = 9.09\% \dots\dots\dots 2. \text{ Fisura de esquina (M)}$$

$$D2 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{1}{22} \times 100 = 4.55\% \dots\dots\dots 2. \text{ Fisura de esquina (B)}$$

$$D3 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{2}{22} \times 100 = 9.09\% \dots\dots\dots 8. \text{ Fisuras lineales (M)}$$

$$D4 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{1}{22} \times 100 = 4.55\% \dots\dots\dots 8. \text{ Fisuras lineales (B)}$$

$$D5 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{4}{22} \times 100 = 18.18\% \dots\dots\dots 11. \text{ Agregado pulido}$$

$$D6 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{2}{22} \times 100 = 9.09\% \dots\dots\dots 16. \text{ Descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado (B)}$$

$$D7 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{1}{22} \times 100 = 4.55\% \dots\dots\dots 17. \text{ Fisuras de contracción}$$

$$D8 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{2}{22} \times 100 = 9.09\% \dots\dots\dots 18. \text{ Descascaramiento de esquina (B)}$$

$$D9 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{1}{22} \times 100 = 4.55\% \dots\dots\dots 19. \text{ Descascaramiento de junta (M)}$$

$$D10 = \frac{\text{num. total de fallas}}{\text{num. de paños}} \times 100 = \frac{7}{22} \times 100 = 31.82\% \dots\dots\dots 19. \text{ Descascaramiento de junta (B)}$$

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 24 cálculo de interpolación para valores deducidos (VD) de cada tipo de falla UM-06

Tipo de falla	
2. Fisura de esquina	
Severidad	Densidad %
M	9.09
5.00	7.20
9.09	X
10.00	14.50
X	= 13.17

Tipo de falla	
2. Fisura de esquina	
Severidad	Densidad %
B	4.55
0.00	0.00
4.55	X
5.00	3.50
X	= 3.19

Tipo de falla	
8. Fisuras lineales	
Severidad	Densidad %
M	9.09
5.00	4.00
9.09	X
10.00	7.80
X	= 7.11

Tipo de falla	
8. Fisuras lineales	
Severidad	Densidad %
B	4.55
0.00	0.00
4.55	X
5.00	3.20
X	= 2.91

Tipo de falla	
11. Agregado pulido	
Severidad	Densidad %
0	18.18
15.00	2.80
18.18	X
20.00	3.80
X	= 3.44

Tipo de falla	
16. Descascaramiento/mapa de	
Severidad	Densidad %
B	9.09
5.00	1.20
9.09	X
10.00	2.10
X	= 1.94

Tipo de falla	
17. Fisuras de contracción	
Severidad	Densidad %
0	4.55
0.00	0.00
4.55	X
5.00	0.00
X	= 0.00

Tipo de falla	
18. Descascaramiento de esq	
Severidad	Densidad %
B	9.09
5.00	0.50
9.09	X
10.00	1.30
X	= 1.15

Tipo de falla	
19. Descascaramiento de junta	
Severidad	Densidad %
M	4.55
0.00	31.80
4.55	X
5.00	2.00
X	= 4.68

Tipo de falla	
19. Descascaramiento de junta	
Severidad	Densidad %
B	31.82
30.00	6.50
31.82	X
35.00	7.63
X	= 6.91

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 25 interpolación para cálculo de valores deducidos corregidos (VDC) UM-06

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
7	41.41
40.00	0.00
41.41	X
50.00	0.00
X	= 0.00

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
6	40.50
40.00	18.00
40.50	X
50.00	24.00
X	= 18.30

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
5	39.31
35.00	17.00
39.31	X
40.00	20.00
X	= 19.59

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
4	37.87
35.00	19.20
37.87	X
40.00	22.50
X	= 21.09

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
3	35.19
35.00	21.70
35.19	X
40.00	25.40
X	= 21.84

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
2	30.28
30.00	24.50
30.28	X
35.00	28.50
X	= 24.72

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
1	25.17
20.00	20.00
25.17	X
27.00	27.00
X	= 25.17

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
A	0.00
10.00	23.40
0.00	X
15.00	34.00
X	= 2.20

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
B	0.00
10.00	23.40
0.00	X
15.00	34.00
X	= 2.20

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
q	VD
C	0.00
10.00	23.40
0.00	X
15.00	34.00
X	= 2.20

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 26 cuadro de escala de mantenimiento.

PCI	Escala de Clasificación	Nivel de Servicio	Actividad de Mantenimiento
100	Bueno	NS A	<i>Mantenimiento Rutinario</i>
85	Satisfactorio	NS B	<i>Mantenimiento Preventivo</i>
70	Regular	NS C	<i>Rehabilitación</i>
55	Malo	NS D	<i>Rehabilitación Mayor o Acción Diferida</i>
40	Muy Malo	NS E	
25	Grave	NS F	<i>Reconstrucción</i>
10	Colapsado		
0			

Tabla 8: Tipo de mantenimiento según el rango PCI.

Fuente: (Libro BASIL, traducción).

ANEXO 27 Hoja de Metrados.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

HOJA DE PRESUPUESTO

PROYECTO DE TESIS :	Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021			
TESISTAS	Cortez Canaza, Jesús Alcides (ORCID: 0000-0003-1553-2029) Mamani Mamani, Carlos Milton (ORCID: 0000-0001-6324-2611)			
LUGAR:	PUNO / PUNO / PUNO	FECHA:	DICIEMBRE 2021	
CÓDIGO	DENOMINACIÓN Y/O DESCRIPCIÓN	METRADOS		UND.
		Parcial	TOTAL	
01	CONSTRUCCION DE PISTAS			
01.01	MOVIMIENTOS DE TIERRAS			
01.01.01	CORTES Y RELLENOS COMPENSADOS			
01.01.01.01	CORTE DE TERRENO NORMAL CON MAQUINARIA	504.54		m3
01.01.01.02	CORTE DE TERRENO NORMAL EN FORMA MANUAL	1.63		m3
01.01.02	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE			
01.01.02.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE D. Prom= 30m	632.71		m3
01.01.02.02	CARGUIO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dpro.= 5 km	632.71		m3
01.01.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE			
01.01.03.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE O EQUIPO LIVIANO	4.07		m2
01.01.03.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE CON MAQUINARIA	1,321.91		m2
01.01.04	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE			
01.01.04.01	MATERIAL HORMIGON PARA SUB RASANTE	165.75		m3
01.01.04.02	MATERIAL SELECCIONADO PARA SUB RASANTE	165.75		m3
01.01.04.03	MATERIAL MEZCLADO	331.50		m3
01.01.04.04	CONFORMACION DE SUB RASANTE MEJORADA E= 0.20 M O EQUIPO	4.07		m2
01.01.04.05	CONFORMACION DE SUB RASANTE MEJORADA E= 0.20 M O MAQUINARIA	1,321.91		m2
01.02	PAVIMENTO			
01.02.01	BASE			
01.02.01.01	MATERIAL HORMIGON	165.75		m3
01.02.01.02	MATERIAL SELECCIONADO	165.75		m3
01.02.01.03	MATERIAL MEZCLADO	331.50		m3
01.02.01.04	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E= 0.20 M O EQUIPO	4.07		m2
01.02.01.05	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E= 0.20 M O MAQUINARIA	1,321.91		m2
01.02.02	LOSA DE CONCRETO			
01.02.02.01	LOSA DE CONCRETO CONCRETO FREMEZCLADO f _c = 210 kg/cm ²	240.42		m3
01.05.02.02	LOSA DE CONCRETO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	123.39		m2
01.05.02.03	LOSA DE CONCRETO CURADO DE LOSA	1,202.10		m2
01.05.02.04	LOSA DE CONCRETO JUNTA LONGITUDINAL ASFALTICA; E= 1"	147.83		m
01.05.02.05	LOSA DE CONCRETO JUNTA TRANSVERSAL ASERRADA; E= 1"	168.27		m
01.05.02.06	LOSA DE CONCRETO JUNTA DE CONTRACCION ASERRADA; E= 6mm.	554.57		m
01.06	CUNETAS			
01.06.01	CUNETA TIPO I			
01.06.01.01	CUNETA TIPO I: CONCRETO F _c = 175 KG/CM ²	18.02		m3
01.06.01.02	CUNETA TIPO I: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	5.01		m2
01.06.01.03	CUNETA TIPO I: CURADO DE CONCRETO	120.15		m2
01.06.01.04	CUNETA TIPO I : JUNTA ASFALTICA E= 1"	40.05		m
01.06.02	CUNETA TIPO II			
01.06.02.01	CUNETA TIPO II: CONCRETO F _c = 210 KG/CM ²	1.81		m3
01.06.02.02	CUNETA TIPO II: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	0.25		m2
01.06.02.03	CUNETA TIPO II: CURADO DE CONCRETO	12.09		m2
01.06.02.04	CUNETA TIPO II : JUNTA ASFALTICA E= 1"	4.03		m
01.07	CONTROL DE CALIDAD			
01.07.01	ENSAYOS DE SUELOS EN CANTERA	1.00		und
01.07.01	CONTROL DE COMPACTACION DE SUELO	6.00		und
01.07.01	DISENO DE MEZCLAS DE CONCRETO	1.00		und
01.07.01	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO	12.00		und
02	CONSTRUCCION DE VEREDAS			
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES			
02.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO			
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	611.28		m2
02.01.02	DEMLICIONES			
02.01.02.01	DEMLICION DE VEREDAS DE CONCRETO EXISTENTE	448.36		m2
02.01.02.02	ACARREO DE MATERIAL DE DEMLICIONES Dprom= 30 m.	90.79		m3
02.01.02.03	ELIMINACION DE DEMLICIONES	90.79		m3
02.02	VEREDAS			
02.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
02.02.01.01	VEREDAS: PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE	611.28		m2
02.02.01.02	VEREDAS: ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE Dpro= 30m, DE VEREDAS	76.41		m3
02.02.01.03	VEREDAS: CARGUIO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dpro: 5 km, DE VEREDAS	76.41		m3
02.02.01.04	VEREDAS: CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR E= 0.10 M.	611.28		m2

PROYECTO DE TESIS :	Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021		
TESISTAS	Cortez Canaza, Jesús Alcides (ORCID: 0000-0003-1553-2029) Mamani Mamani, Carlos Milton (ORCID: 0000-0001-6324-2611)		
LUGAR:	PUNO / PUNO / PUNO	FECHA:	DICIEMBRE 2021
02.02.02	VEREDAS DE CONCRETO		
02.02.02.01	VEREDAS DE CONCRETO f _c = 175 kg/cm ² E= 10cm. ACABADO COLOREADO, FROTACHADO Y BRUNADO CA 1:2	410.60	m ²
02.02.02.02	VEREDAS DE CONCRETO f _c = 175 kg/cm ² E= 10cm. ACABADO CON GRAVILLA LAVADA COLOREADA	136.87	m ²
02.02.02.03	VEREDAS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	35.36	m ²
02.02.02.04	VEREDAS CURADO DE LOSA	547.46	m ²
02.02.02.05	VEREDAS JUNTA ASFALTICA, E= 1"	176.79	ml
02.03	SARDINELES		
02.03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.03.01.01	SARDINELES, EXCAVACION EN TERRENO NORMAL EN FORMA MANUAL	9.29	m ³
02.03.01.02	SARDINELES, ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DIST. PROM. 30M	11.61	m ³
02.03.01.03	SARDINELES, CARGUJO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DIST. PROM. 5M	11.61	m ³
02.03.02	SARDINELES DE CONCRETO		
02.03.02.01	SARDINELES CONCRETO f _c = 175 kg/cm ²	18.57	m ³
02.03.02.02	SARDINELES ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAMISTA	247.62	m ²
02.03.02.03	SARDINELES CURADO DE CONCRETO	294.04	m ²
02.03.02.04	SARDINELES JUNTA ASFALTICA E= 1"	46.43	m
02.04	RAMPAS		
02.04.01	RAMPAS CONCRETO f _c = 175 kg/cm ² , ACABADO 1:2, COLOREADO BRUNADO Y FROTACHADO	17.28	m ²
02.04.02	RAMPAS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	2.16	m ²
02.04.03	RAMPAS CURADO DE CONCRETO	17.28	m ²
02.04.04	RAMPAS REJILLA METALICA	8.00	und.
02.05	CONTROL DE CALIDAD		
02.05.01	CONTROL DE COMPACTACION DE SUELO	6.00	und
02.05.02	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO	12.00	und
03	IMPLEMENTACION DE SENALIZACION VIAL		
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	192.42	m ²
03.02	SENAIZACION VERTICAL		
03.02.01	SENAIZACION VERTICAL	2.00	und
03.02.02	SENAIZACION FLECHAS DIRECCIONALES	7.00	und
03.02.02	SENALES INFORMATIVAS	3.00	und
03.03	SENAIZACION HORIZONTAL		
03.03.01	PINTURA EN SARDINELES	92.86	m ²
03.03.02	PINTURA EN PAVIMENTO, SIMBOLOS Y LETRAS	68.88	m ²
03.03.03	PINTURA EN PAVIMENTO, LINEA CONTINUA	306.82	ml

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 28. Hoja de Presupuesto.

HOJA DE PRESUPUESTO

PROYECTO DE TESIS :	Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021		
TESISTAS	Cortez Canaza, Jesús Alcides (ORCID: 0000-0003-1553-2029) Mamani Mamani, Carlos Milton (ORCID: 0000-0001-6324-2611)		
LUGAR:	PUNO / PUNO / PUNO	FECHA:	DICIEMBRE 2021

CÓDIGO	DENOMINACIÓN Y/O DESCRIPCIÓN	METRADOS		UND.	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
		Parcial	TOTAL			
01	CONSTRUCCION DE PISTAS					
01.01	MOMENTOS DE TIERRAS					206,177.03
01.01.01	CORTES Y RELLENOS COMPENSADOS					47,941.02
01.01.01.01	CORTE DE TERRENO NORMAL CON MAQUINARIA		504.54	m3	11.19	5,645.80
01.01.01.02	CORTE DE TERRENO NORMAL EN FORMA MANUAL		1.63	m3	22.14	36.09
01.01.02	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					12,369.40
01.01.02.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE D _{prom} = 30m		632.71	m3	7.05	4,460.61
01.01.02.02	CARGUJO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D _{pro} = 5 km		632.71	m3	12.5	7,908.88
01.01.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE					6,985.80
01.01.03.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE O EQUIPO MANUAL		4.07	m2	4.75	19.33
01.01.03.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE CON MAQUINARIA		1,321.91	m2	5.27	6,966.47
01.01.04	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE					22,940.92
01.01.04.01	MATERIAL HORMIGON PARA SUB RASANTE		165.75	m3	35.75	5,925.56
01.01.04.02	MATERIAL SELECCIONADO PARA SUB RASANTE		165.75	m3	23.08	3,825.51
01.01.04.03	MATERIAL MEZCLADO		331.50	m3	13.99	4,637.69
01.01.04.04	CONFORMACION DE SUB RASANTE MEJORADA E= 0.20 M O EQUIPO		4.07	m2	6.35	25.84
01.01.04.05	CONFORMACION DE SUB RASANTE MEJORADA E= 0.20 M O MAQUINARIA		1,321.91	m2	6.45	8,526.32
01.02	PAVIMENTO					150,158.38
01.02.01	BASE					25,466.95
01.02.01.01	MATERIAL HORMIGON		165.75	m3	43.63	7,231.67
01.02.01.02	MATERIAL SELECCIONADO		165.75	m3	30.44	5,045.43
01.02.01.03	MATERIAL MEZCLADO		331.50	m3	13.99	4,637.69
01.02.01.04	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E= 0.20 M O EQUIPO		4.07	m2	6.35	25.84
01.02.01.05	CONFORMACION DE BASE GRANULAR E= 0.20 M O MAQUINARIA		1,321.91	m2	6.45	8,526.32
01.02.02	LOSA DE CONCRETO					124,691.43
01.02.02.01	LOSA DE CONCRETO CONCRETO PREMEZCLADO f _c = 210 kg/cm ²		240.42	m3	435.56	104,717.34
01.05.02.02	LOSA DE CONCRETO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		123.39	m2	30	3,701.70
01.05.02.03	LOSA DE CONCRETO CURADO DE LOSA		1,202.10	m2	3.9	4,688.19
01.05.02.04	LOSA DE CONCRETO JUNTA LONGITUDINAL ASFALTICA E= 1"		147.83	m	7.86	1,161.94
01.05.02.05	LOSA DE CONCRETO JUNTA TRANSVERSAL ASERRADA E= 1"		168.27	m	21.73	3,656.51
01.05.02.06	LOSA DE CONCRETO JUNTA DE CONTRACCION ASERRADA E= 6mm.		554.57	m	12.2	6,765.75
01.06	CUNETAS					6,928.73
01.06.01	CUNETA TIPO I					7,261.13
01.06.01.01	CUNETA TIPO I: CONCRETO F _c = 175 KG/CM ²		18.02	m3	340.59	6,137.43
01.06.01.02	CUNETA TIPO I: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		5.01	m2	39.15	196.14
01.06.01.03	CUNETA TIPO I: CURADO DE CONCRETO		120.15	m2	4.51	541.88
01.06.01.04	CUNETA TIPO I: JUNTA ASFALTICA E= 1"		40.05	m	9.63	541.88
01.06.02	CUNETA TIPO II					791.3
01.06.02.01	CUNETA TIPO II: CONCRETO F _c = 210 KG/CM ²		1.81	m3	380.24	688.23
01.06.02.02	CUNETA TIPO II: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		0.25	m2	38.93	9.73
01.06.02.03	CUNETA TIPO II: CURADO DE CONCRETO		12.09	m2	4.51	54.53
01.06.02.04	CUNETA TIPO II: JUNTA ASFALTICA E= 1"		4.03	m	9.63	38.81
01.07	CONTROL DE CALIDAD					1,148.00
01.07.01	ENSAYOS DE SUELOS EN CANTERA		1.00	und	220	220
01.07.01	CONTROL DE COMPACTACION DE SUELO		6.00	und	40	240
01.07.01	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO		1.00	und	400	400
01.07.01	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO		12.00	und	24	288
02	CONSTRUCCION DE VEREDAS					90,368.70
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES					6,418.41
02.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO					666.3
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO		611.28	m2		666.3
02.01.02	DEMOLICIONES					5,752.11
02.01.02.01	DEMOLICION DE VEREDAS DE CONCRETO EXISTENTE		448.36	m2	8.67	3,887.28
02.01.02.02	ACARREO DE MATERIAL DE DEMOLICIONES D _{prom} = 30 m.		90.79	m3	7.05	640.07
02.01.02.03	ELIMINACION DE DEMOLICIONES		90.79	m3	13.49	1,224.76
02.02	VEREDAS					41,908.06
02.02.01	MOMENTO DE TIERRAS					10,044.10
02.02.01.01	VEREDAS: PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE		611.28	m2	1.59	971.94
02.02.01.02	VEREDAS: ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE D _{pro} = 30m. DE VEREDAS		76.41	m3	18.98	1,450.26
02.02.01.03	VEREDAS: CARGUJO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D _{pro} = 5 km. DE VEREDAS		76.41	m3	14.63	1,117.88
02.02.01.04	VEREDAS: CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR E= 0.10 M.		611.28	m2	10.64	6,504.02

PROYECTO DE TESIS :	Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método (PCI), Jirón Dante Nava, Puno - 2021				
TESISTAS	Cortez Canaza, Jesús Alcides (ORCID: 0000-0003-1553-2029) Mamani Mamani, Carlos Milton (ORCID: 0000-0001-6324-2611)				
LUGAR:	PUNO / PUNO / PUNO		FECHA: DICIEMBRE 2021		
02.02.02	VEREDAS DE CONCRETO				31,863.96
02.02.02.01	VEREDAS DE CONCRETO f _c = 175 kg/cm ² E= 10cm. ACABADO COLOREADO, FROTACHADO Y BRUNADO CA 1:2	410.60	m ²	52.51	21,560.61
02.02.02.02	VEREDAS DE CONCRETO f _c = 175 kg/cm ² E= 10cm. ACABADO CON GRAMILLA LAVADA COLOREADA	136.87	m ²	54.09	7,403.30
02.02.02.03	VEREDAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	35.36	m ²	27.08	957.55
02.02.02.04	VEREDAS: CURADO DE LOSA	547.46	m ²	1.01	552.93
02.02.02.05	VEREDAS: JUNTA ASFALTICA, E= 1"	176.79	m ^l	7.86	1,389.57
02.03	SARDINELES				19,818.82
02.03.01	MOMENTO DE TIERRAS				472.76
02.03.01.01	SARDINELES: EXCAVACION EN TERRENO NORMAL EN FORMA MANUAL	9.29	m ³	21.42	198.99
02.03.01.02	SARDINELES: ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DIST. PROM. 30M	11.61	m ³	11.08	128.64
02.03.01.03	SARDINELES: CARGUJO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DIST. PROM. 5M	11.61	m ³	12.5	145.13
02.03.02	SARDINELES DE CONCRETO				19,818.82
02.03.02.01	SARDINELES: CONCRETO f _c = 175 kg/cm ²	18.57	m ³	338.46	6,285.20
02.03.02.02	SARDINELES: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	247.62	m ²	48.22	11,940.24
02.03.02.03	SARDINELES: CURADO DE CONCRETO	294.04	m ²	2.57	755.68
02.03.02.04	SARDINELES: JUNTA ASFALTICA E= 1"	46.43	m	7.86	364.94
02.04	RAMPAS				1,876.59
02.04.01	RAMPAS: CONCRETO f _c = 175 kg/cm ² , ACABADO 1:2, COLOREADO BRUNADO Y FROTACHADO	17.28	m ²	52.95	914.98
02.04.02	RAMPAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	2.16	m ²	32.15	69.44
02.04.03	RAMPAS: CURADO DE CONCRETO	17.28	m ²	2.57	44.41
02.04.04	RAMPAS: REJILLA METALICA	8.00	und.	105.97	847.76
02.05	CONTROL DE CALIDAD				528
02.05.01	CONTROL DE COMPACTACION DE SUELO	6.00	und.	40	240
02.05.02	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO	12.00	und.	24	288
03	IMPLEMENTACION DE SENALIZACION VIAL				9,169.94
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES				209.74
03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO			1.09	209.74
03.02	SENALIZACION VERTICAL				3,895.62
03.02.01	SENALIZACION VERTICAL	2.00	und.	428.77	857.54
03.02.02	SENALIZACION FLECHAS DIRECCIONALES	7.00	und.	59.23	414.61
03.02.02	SENALES INFORMATIVAS	3.00	und.	874.49	2,623.47
03.03	SENALIZACION HORIZONTAL				5,064.58
03.03.01	PINTURA EN SARDINELES	92.86	m ²	9.81	910.96
03.03.02	PINTURA EN PAVIMENTO SIMBOLOS Y LETRAS	68.88	m ²	41.95	2,889.52
03.03.03	PINTURA EN PAVIMENTO LINEA CONTINUA	306.82	m ^l	4.12	1,264.10
COSTO DIRECTO					305,715.67
TOTAL PRESUPUESTO					54,570.07

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 29. Panel Fotográfico.





Fotografía 03. Reconocimiento de fallas tipo punzonamiento de severidad alta . Puno 2021.



Fotografía 04. Reconocimiento de fallas tipo punzonamiento de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 05. Reconocimiento de fallas tipo descascaramiento / mapa de fisuras / craquelado de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 06. Reconocimiento de fallas tipo losa dividida de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 07. Reconocimiento de fallas tipo punzonamiento de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 08. Reconocimiento de fallas tipo agregado pulido de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 09. Reconocimiento de fallas tipo losa dividida de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 10. Reconocimiento de fallas tipo Levantamiento/Pandeo de severidad alta. Puno 2021.





Fotografía 13. UNIDAD DE MUESTRA N° 02: Ubicado en el Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno. Tramo 02 conformado por 34 paños (ambos sentidos).



Fotografía 14. UNIDAD DE MUESTRA N° 02: Ubicado en el Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno. Tramo 02 conformado por 34 paños (ambos sentidos).



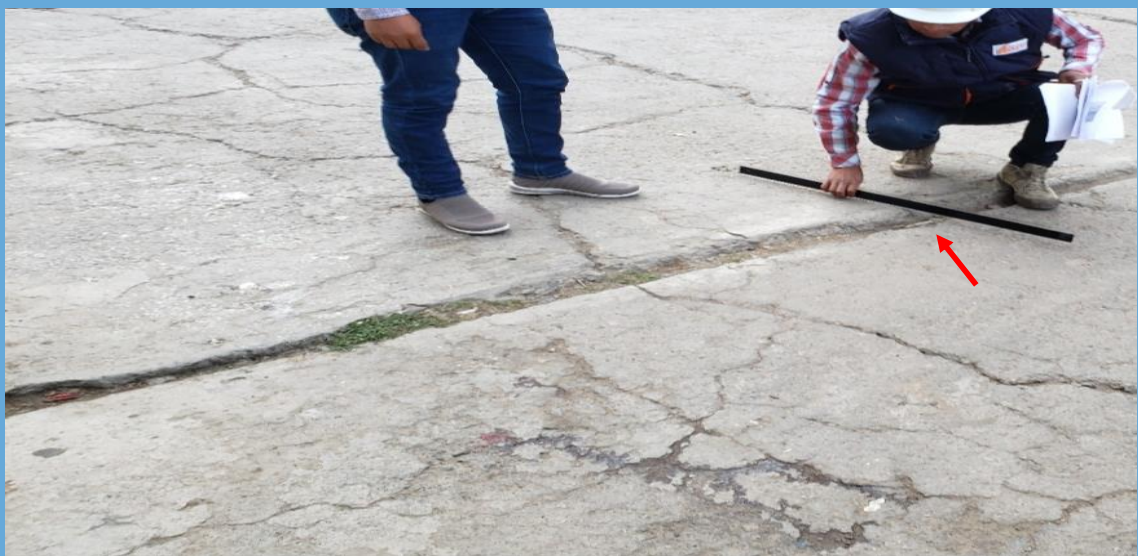
Fotografía 15. Reconocimiento de fallas tipo losa dividida de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 16. Reconocimiento de fallas tipo punzonamiento de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 17. Reconocimiento de fallas tipo escalonamiento de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 18. Reconocimiento de fallas tipo escalonamiento de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 19. Reconocimiento de fallas tipo losa dividida de severidad – UM 02. Puno 2021.



Fotografía 20. Reconocimiento de fallas tipo descascamiento de junta de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 21. Reconocimiento de fallas tipo escalonamiento de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 22. Reconocimiento de fallas tipo escalonamiento de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 23. Reconocimiento de fallas tipo escalonamiento de severidad alta. Puno 2021.



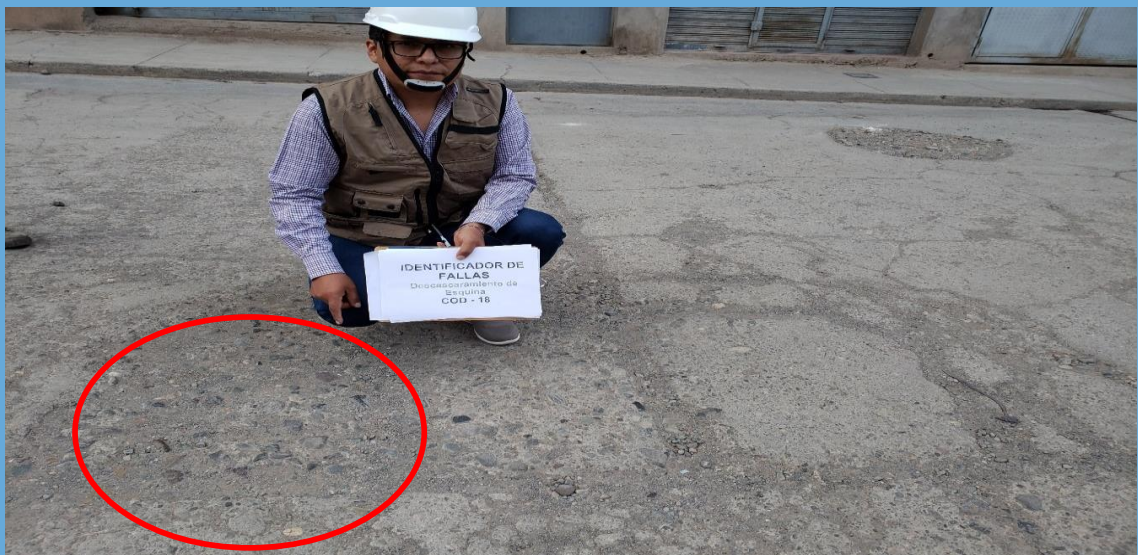
Fotografía 24. Reconocimiento de fallas tipo parches grandes de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 25. Reconocimiento de fallas tipo de severidad. Puno 2021.



Fotografía 26. Reconocimiento de fallas tipo descascaramiento de junta de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 27. Reconocimiento de fallas tipo descascaramiento / craquelado de



Fotografía 28. Reconocimiento de fallas tipo descascaramiento / mapa de fisuras / craquelado de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 29. Reconocimiento de fallas tipo punzonamiento de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 30. Reconocimiento de fallas tipo parches grandes de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 31. Reconocimiento de fallas tipo descascaramiento / mapa de fisuras / craquelado de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 32. Reconocimiento de fallas tipo losa dividida de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 33. Reconocimiento de fallas tipo punzonamiento de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 34. Reconocimiento de fallas tipo fisura de contraccion de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 35. Reconocimiento de fallas tipo descascaramiento de junta de severidad media. Puno 2021.



Fotografía 36. Reconocimiento de fallas tipo descascaramiento /mapa de fisuras/ craquelado de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 37. Reconocimiento de fallas tipo descascamiento de junta de severidad media. Puno 2021.



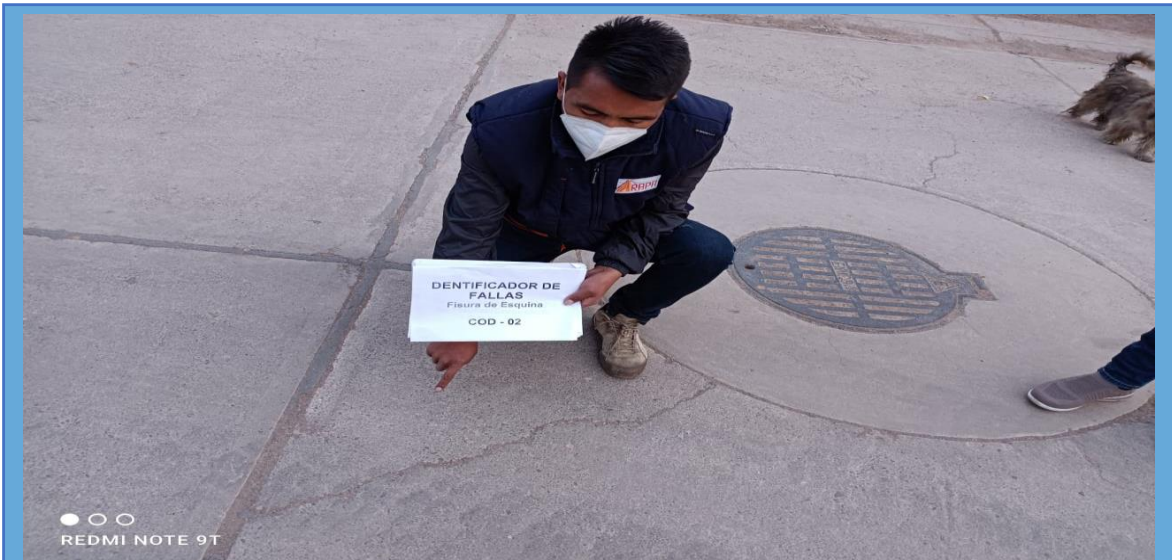
Fotografía 38. Reconocimiento de fallas tipo losa dividida de severidad media. Puno 2021.



Fotografía 39. Reconocimiento de fallas tipo punzonamiento de severidad alta. Puno 2021.



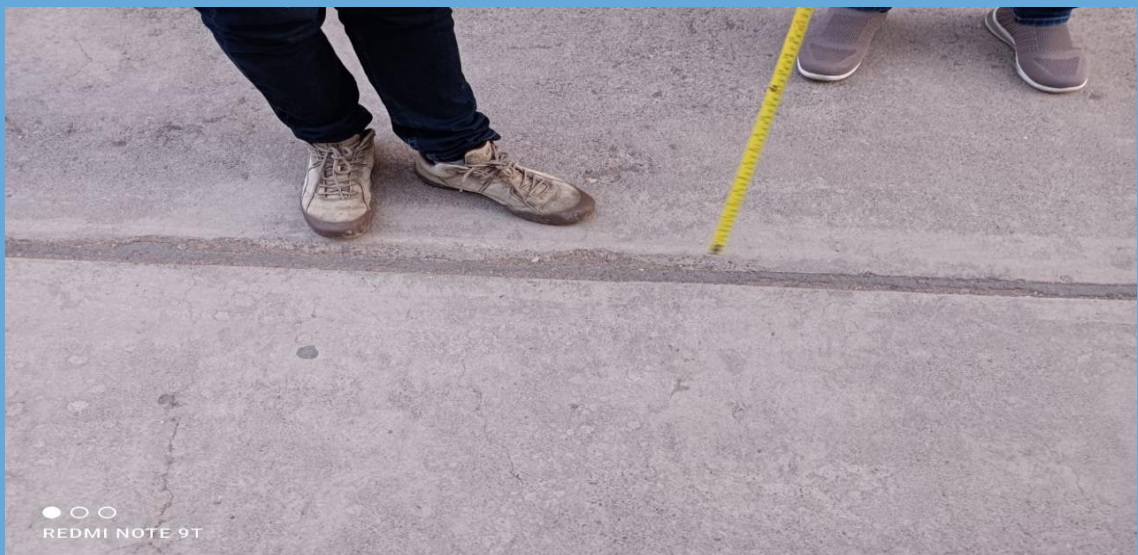
Fotografía 40. UNIDAD DE MUESTRA N° 03: Ubicado en el Jr. Dante Nava de la ciudad de Puno. conformado por ... paños (ambos sentidos).



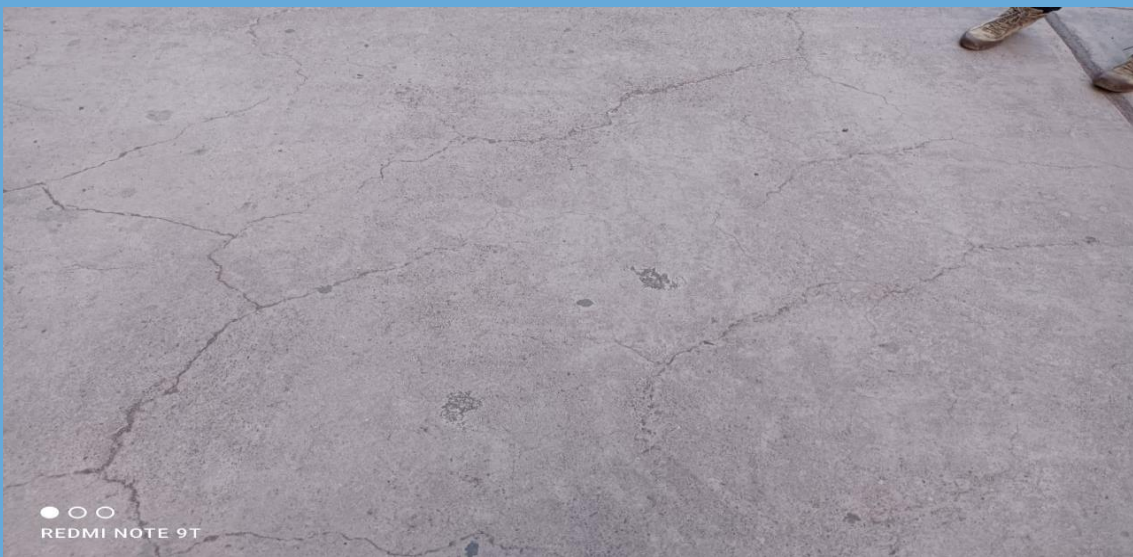
Fotografía 41. Reconocimiento de fallas tipo fisura de esquina de severidad baja – UM 02. Puno 2021.



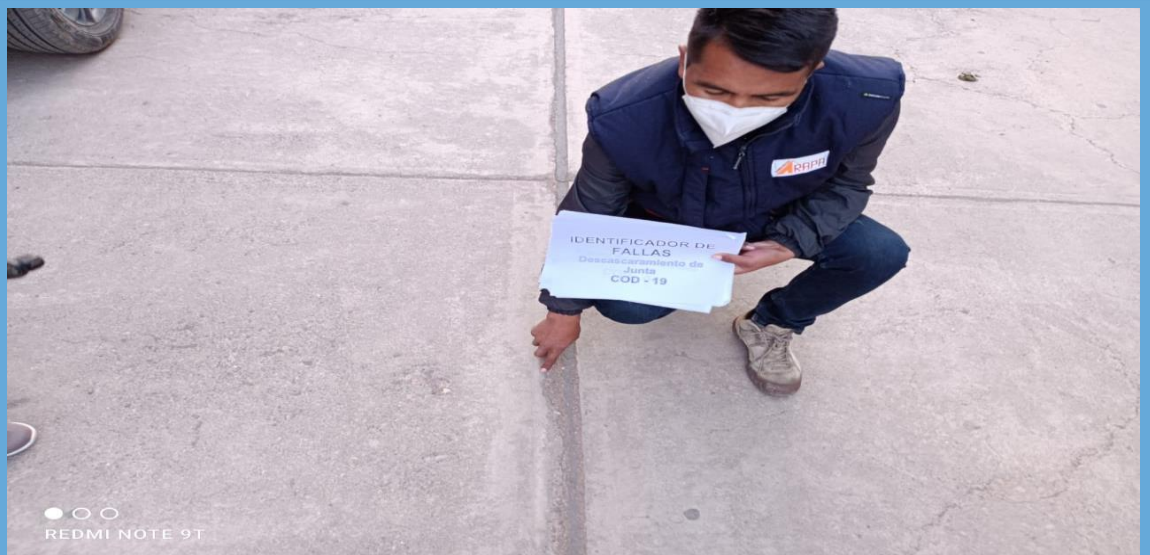
Fotografía 42. Reconocimiento de fallas tipo losa dividida de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 43. Reconocimiento de fallas tipo daño en el sello de junta de severidad baja. Puno 2021.



Fotografía 44. Reconocimiento de fallas tipo fisura de contracción de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 45. Reconocimiento de fallas tipo daño en el sello de junta de severidad alta. Puno 2021.



Fotografía 46. Reconocimiento de fallas tipo fisuras de contracción de severidad alta – UM 02. Puno 2021.



Fotografía 47. Reconocimiento de fallas descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado de severidad baja – UM 02. Puno 2021.



Fotografía 48. Reconocimiento de fallas descascaramiento/mapa de fisuras/craquelado de severidad baja – UM 02. Puno 2021.

ANEXO 30. Solicitud para realizar trabajos de investigación en el Jr. Dante Nava de la Ciudad de Puno.



"Año del Bicentenario del Perú. 200 años de independencia"

SOLICITO: Permiso para realizar trabajo de
Investigación

SEÑOR: MARTIN TICONA MAQUERA

ALCALDE DE LA PROVINCIA DE PUNO


Yo Carlos Milton Mamani Mamani, identificado con DNI N° 47075971 con domicilio en la Av. El sol N°1412 -Puno. Ante Ud. Respetuosamente me presento y expongo:

Que habiendo culminado la carrera profesional de INGENIERIA CIVIL en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez de la ciudad de Juliaca-Puno, **SOLICITO** a Ud. Permiso para realizar el trabajo de investigación sobre "Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método PCI, Jirón Dante Nava, Puno-2021" para optar el grado de Ingeniero Civil. En el Jr. Dante Nava del barrio laykakota de la ciudad de Puno.

POR LO EXPUESTO

Ruego a usted a mi solicitud

Funo, 20 de Octubre del 2021



Bach. Carlos Milton MAMANI MAMANI
DNI: 46237062

ANEXO 31. Autorización para realizar trabajos de investigación, otorgado por la Municipalidad de Puno.

INFORME N° 2826-2021-MPP-GIM-SGOPM/JJCA.

PARA : ING. RAUL CONDORI YUCRA
Gerente de Ingeniería Municipal
DE : ING. JOSÉ JAVIER CARRIZALES APAZA
Sub Gerente de Obras Públicas y Mantenimiento
ASUNTO : EN RESPUESTA A SOLICITUD CON REGISTRO N°202124103033
FECHA : Puno, 12 de noviembre del 2021.



Tengo el agrado de dirigirme a su despacho y a su persona con la finalidad de saludarlo, y dar respuesta al Sr. Carlos Milton Mamani Mamani respecto a la solicitud de **PERMISO PARA LA APLICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS**; al respecto indicar que se le otorga el permiso, previa coordinación con esta Sub Gerencia de Obras Públicas y Mantenimiento.

Esta Sub Gerencia de Obras remite a su despacho para que mediante su oficina se dé respuesta al Sr. Carlos Milton Mamani Mamani.

Se adjunta:

- SOLICITUD CON REGISTRO N°202124103033 (folio 01)

Es todo cuanto puedo informar a Ud. Para el trámite correspondiente. Sin otro particular, me despido de Ud.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO
SUB GERENCIA DE OBRAS PÚBLICAS Y MANTENIMIENTO

JOSÉ JAVIER CARRIZALES APAZA
Sub Gerente

PROVEIDO N° 475, GIM-MPP
A: [Handwritten Name]
Para su: Opinión Informe
 Por correspondiente.
Otras: _____
Puno, _____





MUNICIPALIDAD
PROVINCIAL DE
PUNO

GERENCIA MUNICIPAL

GERENCIA DE INGENIERIA
MUNICIPAL



" Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia "

CARTA Nº 083 -2021-MPP/GIM

Puno, 09 de Diciembre del 2021.

SEÑOR:
CARLOS MILTON MAMANI MAMANI.
AV. EL SOL N°1412 PUNO.
PUNO.-

ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA TRABAJO DE INVESTIGACION.

Ref. : a) tramite N°202124103033
b) INFORME N°2826-2021-MPP-GIM-SGOPM/IJCA

Mediante el presente me dirijo a usted, con la finalidad, de dar atención al oficio de la referencia a), por la cual su persona indica que nos solicita permiso para la aplicación del proyecto de tesis

Al respecto, hago de su conocimiento que mediante el informe de la referencia b) la Sub Gerencia de obras públicas y mantenimiento, indica que se le otorga el permiso solicitado debiendo realizar las coordinaciones con la sub de obras publicas y mantenimiento

Sin otro particular, aprovecho de hacer llegar mis saludos y estima personal.

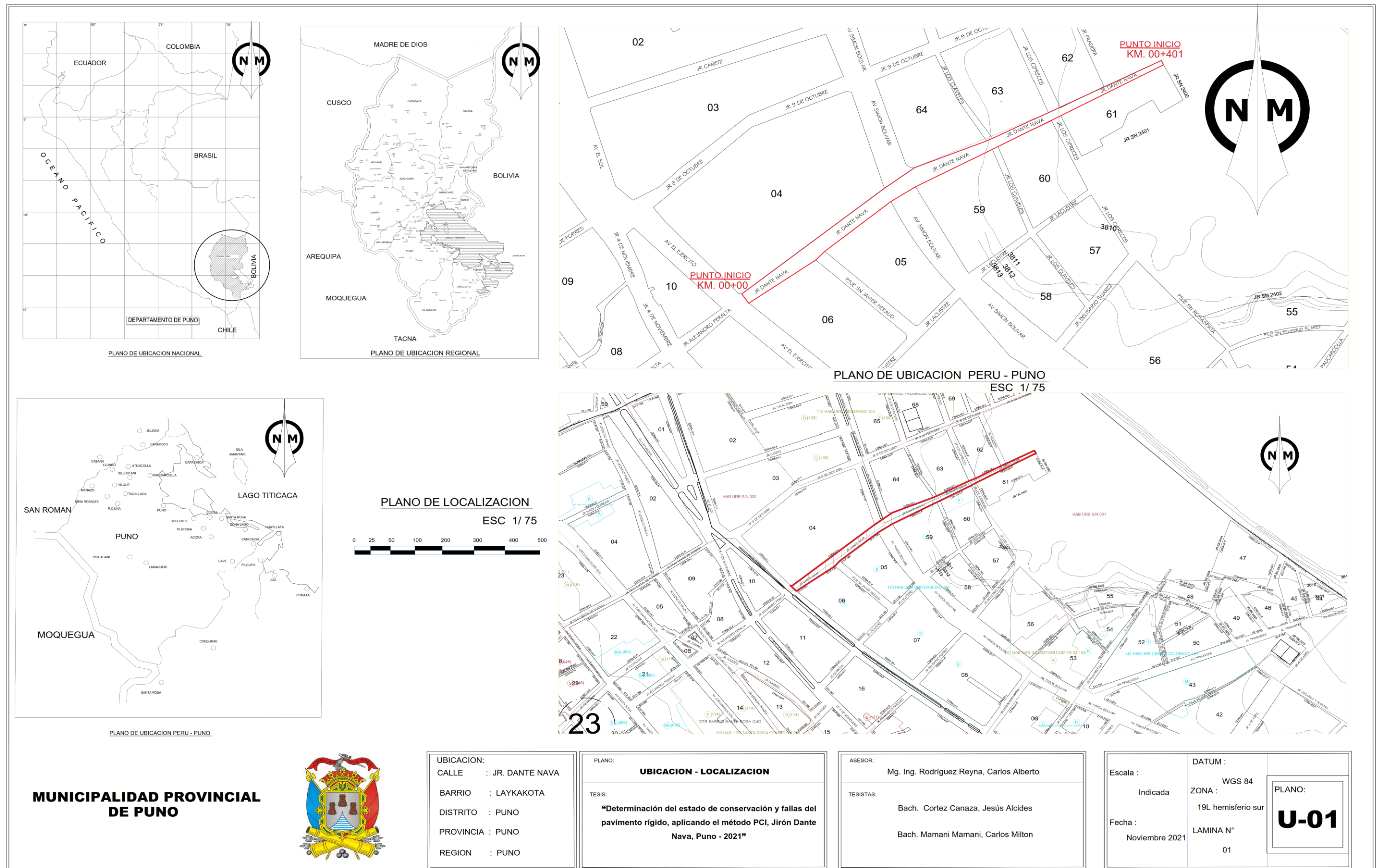
Atentamente,



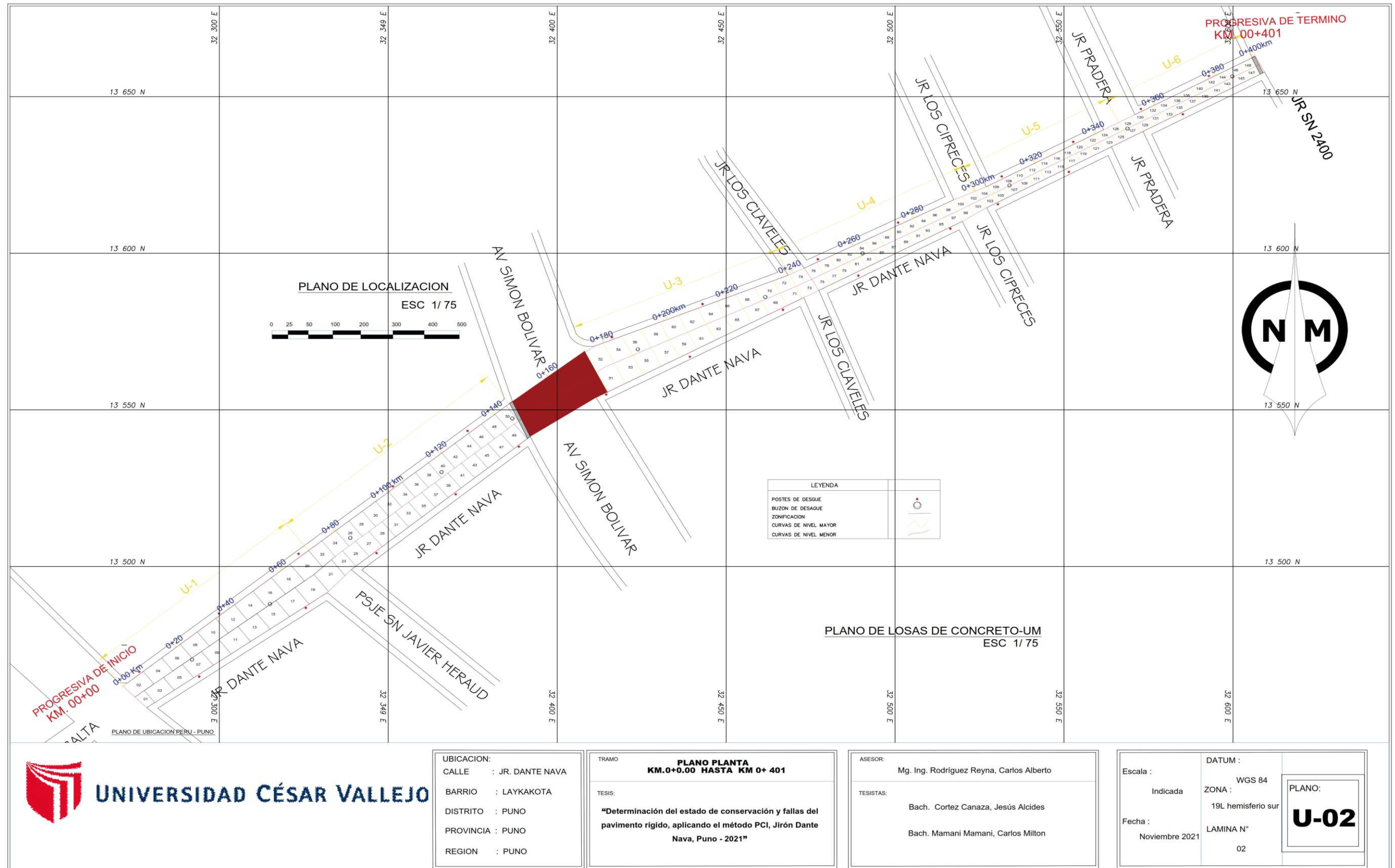
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO
GERENCIA MUNICIPAL
Ing. Raul Condori Pacheco
CNP 813284

Cc: Arch - 2021.

ANEXO 32. Plano de ubicación – localización.



ANEXO 33. Plano de seccionamiento de losas de concreto.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UBICACION:
CALLE : JR. DANTE NAVA
BARRIO : LAYKAKOTA
DISTRITO : PUNO
PROVINCIA : PUNO
REGION : PUNO

TRAMO
**PLANO PLANTA
KM.0+0.00 HASTA KM 0+ 401**

TESIS:
**"Determinación del estado de conservación y fallas del
pavimento rígido, aplicando el método PCI, Jirón Dante
Nava, Puno - 2021"**

ASESOR:
Mg. Ing. Rodríguez Reyna, Carlos Alberto

TESISTAS:
Bach. Cortez Canaza, Jesús Alcides
Bach. Mamani Mamani, Carlos Milton

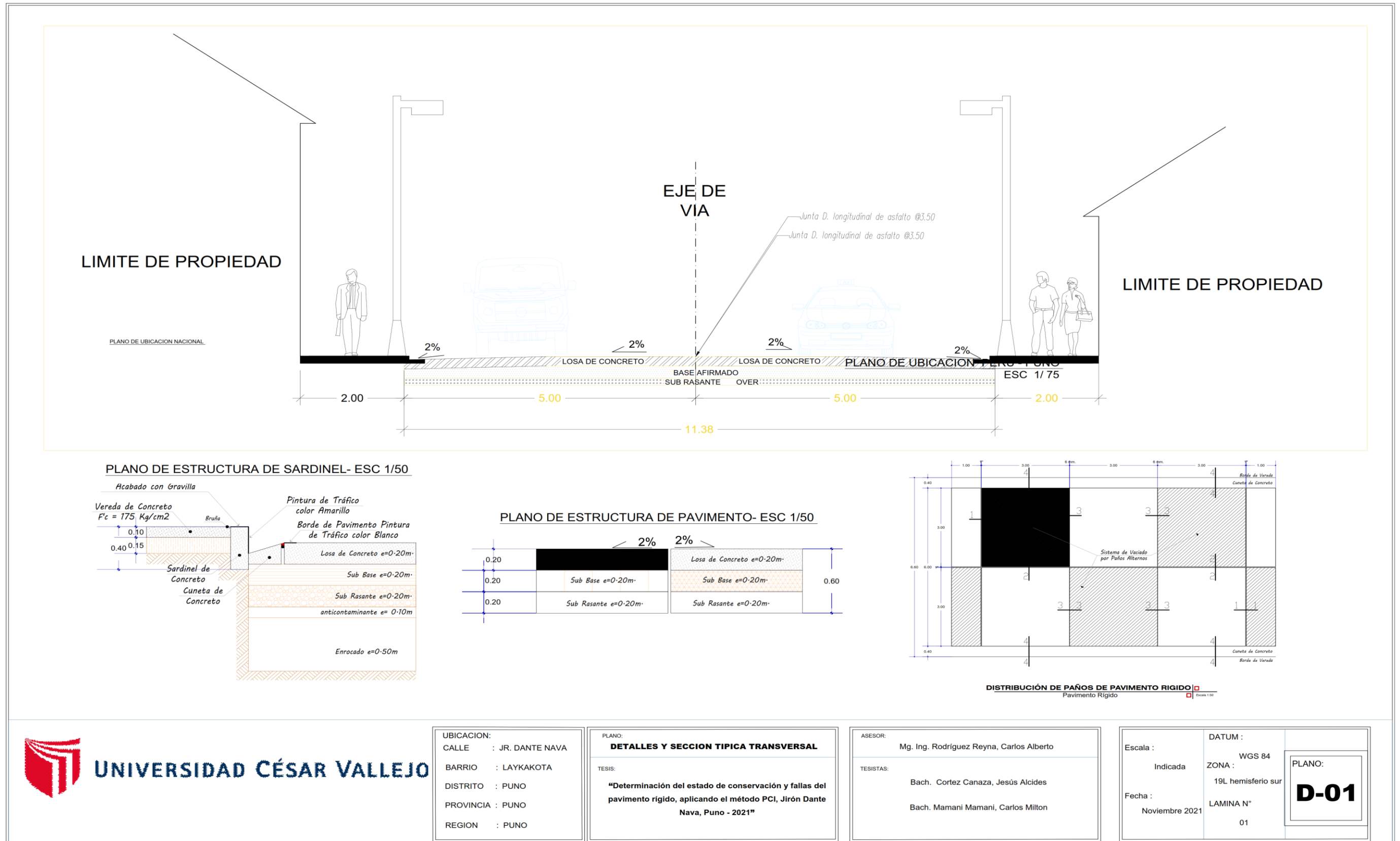
Escala :
Indicada

Fecha :
Noviembre 2021

DATUM :
WGS 84
ZONA :
19L hemisferio sur
LAMINA N°
02

PLANO:
U-02

ANEXO 34. Plano de detalle y sección típica transversal.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UBICACION:
 CALLE : JR. DANTE NAVA
 BARRIO : LAYKAKOTA
 DISTRITO : PUNO
 PROVINCIA : PUNO
 REGION : PUNO

PLANO:
DETALLES Y SECCION TIPICA TRANSVERSAL

TESIS:
"Determinación del estado de conservación y fallas del pavimento rígido, aplicando el método PCI, Jirón Dante Nava, Puno - 2021"

ASESOR:
 Mg. Ing. Rodríguez Reyna, Carlos Alberto

TESISTAS:
 Bach. Cortez Canaza, Jesús Alcides
 Bach. Mamani Mamani, Carlos Milton

DATUM :
 WGS 84

ZONA :
 19L hemisferio sur

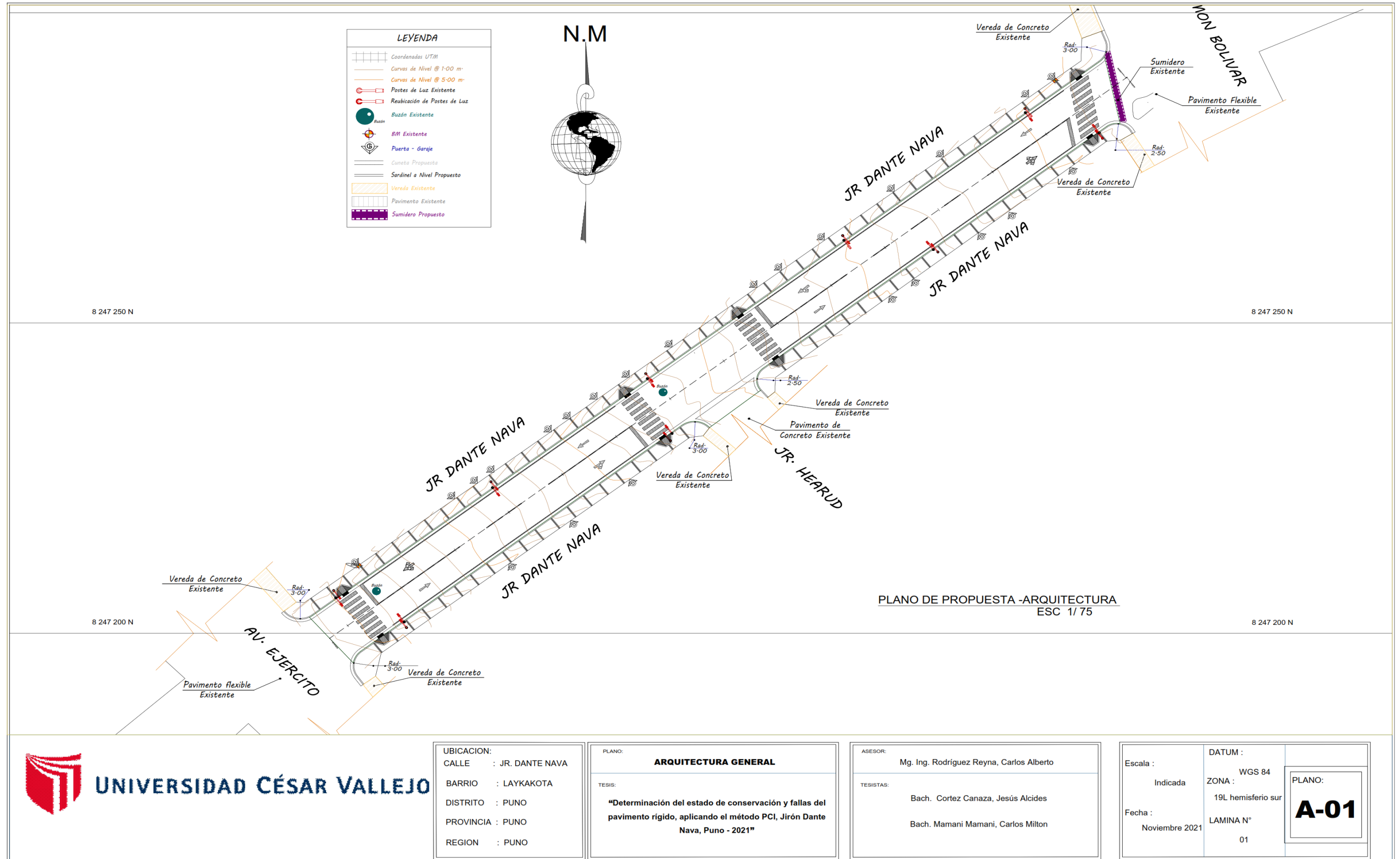
LAMINA N°
 01

Escala :
 Indicada

Fecha :
 Noviembre 2021

PLANO:
D-01

ANEXO 35. Plano propuesta de solución.



ANEXO 36. Diseño de Pavimento



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO
GERENCIA DE INGENIERÍA MUNICIPAL
Sub Gerencia De Estudios Definitivos



6.2. DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LOS BARRIOS PROGRESO, TUPAC AMARU, CESAR VALLEJO Y URBANIZACION ROMEP DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO"
Tramos de Vías :	Urb. Romep y B. Progreso
Ubicacion :	Dist: Puno, Prov: Puno, Dep: Puno
Fecha :	Marzo del 2020

Se han propuesto algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR}) \quad \text{Mpa/m} \rightarrow \quad \text{CBR} \leq 10$$

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34} \quad \text{Mpa/m} \rightarrow \quad \text{CBR} > 10$$

CBR sub rasante = **14.00 %** Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$$K = 62.41$$

3.15.- ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la fórmula General AASHTO:

$$\log_{10}(w18) = Z_r x S_o + 7.35 \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 x 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 x P_t) x \log_{10} \left[215.63 \frac{S'_c x C_d x (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 x (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})} \right]$$

Haciendo tanteos de espesor de losa hasta que la Ecuación I sea aproximadamente Igual a la Ecuación II):

Donde:

W18 =	697,205.63
Zr =	0.000
So =	0.35
ΔPSI =	2.50
Po =	4.50
Pt =	2.00
S'c =	463.72 Psi
Cd =	0.90
J =	3.1
Ec =	3,503,968.23 Psi
K =	62.41

Ecuación I

$$\log_{10}(w18) - Z_r x S_o + 0.06 = 5.90$$

Ecuación II

$$D_{\text{Asumido}} = 6.97 \text{ in}$$

Fuente: Perfil de Proyecto Mejoramiento de la infraestructura vial en los barrios progreso, Túpac Amaru, Cesar Vallejo y Urbanización ROMEP de la ciudad de puno, provincia de puno



6.2. DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LOS BARRIOS PROGRESO, TUPAC AMARU, CESAR VALLEJO Y URBANIZACION ROMEP DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO"	
Tramos de Vias :	Urb. Romep y B. Progreso
Ubicacion :	Dist: Puno, Prov: Puno, Dep: Puno
Fecha :	Marzo del 2020

$$7.35 \times \log_{10}(D + 1) + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{0.46}}} + 4.22$$

= 5.87

Espesor de la Losa de Concreto

D= 17.70 cm

Asumimos D= 20.00 cm

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Losa de C° Hidráulico PCA e= 8 Pulg. = 20.00 cm

Base e= 8 Pulg. = 20.00 cm

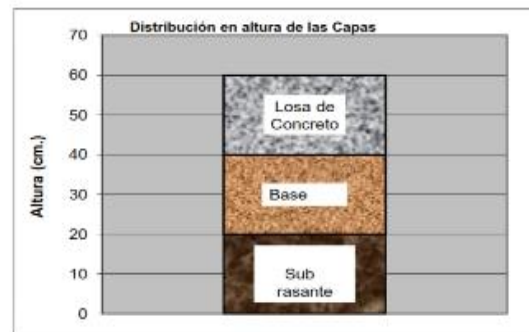
Mejoramiento Sub Rast e= 8 Pulg. = 20.00 cm

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Losa de C° Hidraulico e= 8 Pulg. = 20

Base Granular e= 8 Pulg. = 20

Mejoramiento de Sub rasante e= 12 Pulg. = 20



Fuente: Perfil de Proyecto Mejoramiento de la infraestructura vial en los barrios progreso, Túpac Amaru, Cesar Vallejo y Urbanización ROMEP de la ciudad de puno, provincia de puno