



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Evaluación del pavimento rígido en la avenida 27 de noviembre,
Huaraz, Ancash y propuesta de mejora – 2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Camones Cordova, Richard Watson (orcid.org/0000-0003-2879-5573)

ASESOR:

Mgtr. Dolores Anaya, Dante (orcid.org/0000-0003-4433-8997)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ – PERÚ

2022

Dedicatoria

Con la actitud deliberante, dedico esta tesis a mis padres, personas a las que amo y admiro mucho porque me apoyaron indiscutiblemente. Siempre fueron el sustento e impulso en cada paso de mi vida y formación profesional, quiero dedicar también a mi hija, la razón por la cual seguiré lidiando, que es y será siempre mi gran origen de inspiración y vigor.

Agradecimiento

Agradezco rotundamente a mis abnegados padres, Camones Caballero Mauro y Córdova Fernández Liberata M., por el apoyo moral e incondicional porque sin ellos no se encaminaría acabó esta realidad. También quiero expresar mi gratitud a Dios por seguir con subsistencia y aquellas personas que influenciaron generosamente a lo largo de mi formación profesional.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	17
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos	21
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS	59

Índice de tablas

Tabla 1 Rango de clasificación del método PCI.	11
Tabla 2 Coordenadas del punto inicial y final de la avenida evaluada.	24
Tabla 3 Resumen del PCI obtenido por unidad de muestreo.	25
Tabla 4 PCI promedio de la avenida 27 de Noviembre.	26
Tabla 5 Tipo de fallas presentes en todas las unidades de muestreo.	26
Tabla 6 Índice de severidad de las fallas.	28
Tabla 7 Cantidad de fallas por unidad de muestreo.	29
Tabla 8 Resumen de la condición operativa del pavimento por unidad de muestreo.	30
Tabla 9 Índice Medio Diario Semanal.....	31
Tabla 10 Factor de corrección.....	32
Tabla 11 Índice Medio Diario Anual al 2022.	32
Tabla 12 Tasa de crecimiento vehicular.	33
Tabla 13 Tasa de crecimiento vehicular.	33
Tabla 14 Cargas equivalentes y factor camión.....	36
Tabla 15 Factor de distribución direccional y de carril.....	37
Tabla 16 Número de ejes equivalentes.	38
Tabla 17 EAL de diseño.	39
Tabla 18 CBR de la subrasante y subbase.	41
Tabla 19 Coeficiente de drenaje de las capas granulares <i>Cd</i>	44
Tabla 20 Coeficiente de drenaje de las capas granulares <i>J</i>	45
Tabla 21 Valores de los parámetros para determinar el espesor del pavimento..	45
Tabla 22 Espesores para la losa de concreto y subbase granular.	46

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Estructura del pavimento flexible.....	8
Figura 2. Estructura del pavimento rígido.....	9
Figura 3 Ubicación de la avenida estudiada.....	24
Figura 4 Tipo de fallas presentes en todas las unidades de muestreo.....	27
Figura 5 Índice de severidad de fallas.....	28
Figura 6 Cantidad de fallas por unidad de muestreo.....	29
Figura 7 Resumen de la condición operativa del pavimento por unidad de muestreo.	30
Figura 8 Diseño propuesto de pavimento rígido.....	46

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo general evaluar el estado del pavimento rígido para plantear una propuesta de mejoramiento para la avenida 27 de Noviembre, Huaraz, Áncash – 2022. Fue una investigación de tipo aplicada, no experimental, y de corte transversal; la población de estudio estuvo conformada por todo el tramo de la Av. 27 de Noviembre, que consta de 671 metros; para la recolección de datos se usó la técnica de la observación directa, y las fichas de la metodología PCI. Obteniéndose como resultados que, se evaluaron un total de 570 losas, donde las fallas más comunes son la Grieta de esquina, Descascaramiento de esquina y Grieta lineal; el índice de severidad bajo fue la más común; y la condición operativa de regular fue la más frecuente. Concluyéndose que, el PCI promedio de la avenida 27 de Noviembre es 47.78, y de acuerdo a lo estipulado en el manual del PCI (Pavement Condition Index) corresponde a una condición operacional de “regular”. Finalmente, se realizó un nuevo diseño del pavimento rígido a manera de propuesta de mejora, estructurado por una capa de losa de concreto de 20cm y una capa de sub-base de 15cm de espesor cada una.

Palabras clave: Metodología PCI, pavimento rígido, infraestructura vial.

Abstract

The general objective of this study was to evaluate the condition of the rigid pavement in order to propose an improvement proposal for 27 de Noviembre Avenue, Huaraz, Áncash – 2022. It was an applied, non-experimental, cross-sectional research; the study population consisted of the entire section of 27 de Noviembre Avenue, which consists of 671 meters; for data collection, the direct observation technique and the PCI methodology cards were used. The results obtained were that a total of 570 slabs were evaluated, where the most common pathologies were corner cracking, corner spalling and linear cracking; the low severity index was the most common; and the operating condition of regular was the most frequent. It was concluded that the average PCI of 27 de Noviembre Avenue is 47.78, and according to the PCI (Pavement Condition Index) manual, it corresponds to an operational condition of "fair". Finally, a new rigid pavement design was made as an improvement proposal, structured by a 20 cm concrete slab layer and a 15 cm thick sub – base layer each.

Keywords: PCI methodology, rigid pavement, road infrastructure.

I. INTRODUCCIÓN

En cuanto a la naturaleza de la ingeniería, hoy en día avanza de la mano con la tecnología donde la demanda es muy exigente debido al aumento de la población urbana, si bien es cierto en nuestra nación peruana de la ciudad de Huaraz se observa el incremento de la expansión urbana y por ello surge la necesidad de llenar las vías de pavimento rígido para poder optimizar la calidad de vida en dicha ciudad. Sin embargo, estos pavimentos no cumplen los requisitos indispensables de calidad al momento de ejecutarlo, por consiguiente, en la gran mayoría de los pavimentos después de ser ejecutados se deterioran y presentan fallas antes de cumplir su periodo de diseño.

En Huaraz, se logró localizar distintos ejemplos de fallas, primordialmente en la avenida 27 de noviembre, donde el pavimento rígido de la avenida demuestra perceptibles fallas debido a factores tales como: inoportuno mantenimiento, deficiencias en el proceso constructivo, ausencia de canalización, crecida del tráfico vehicular, etc. Esta situación tiende a un desperfecto más rápido de mencionada vía al no optar con un buen diseño del pavimento rígido y no controlar los materiales de construcción, por esta razón, las consecuencias no se miden ni se planean medidas de solución, en ese contenido, obliga a perfeccionar el medio estructural de la vía en malas condiciones, por estas razones se debe realizar una evaluación detallada y total de la vía y consiguientemente proyectar medidas de mejoramiento para el perfeccionamiento de las situaciones de servicio de la vía.

De manera puntual, la avenida 27 de noviembre no es ajena a dicha realidad, ya que, al ser tan comercial y transitada, el pavimento rígido que lo compone presenta algunas deficiencias, por ejemplo, las cargas repetitivas del tránsito vehicular denominadas fatiga, ocasionan la desintegración y el deterioro del pavimento, reduciendo el espesor de las losas y facilitando la aparición de fallas como las grietas, baches, hundimientos, entre otros. Sin embargo, no es correcto nombrar una causa única del deterioro de este pavimento, ya que las fallas observadas a lo largo de dicha avenida desde la intersección con la avenida Antonio Raymondi, hasta la esquina con la Av. Confraternidad internacional Oeste son el resultado de un diseño estructural deficiente debido a que no se toman en consideración los factores climáticos y el aforo vehicular, asimismo, de la mala elección de materiales

de construcción y las falencias en los procesos constructivos ya que no se hace uso de nuevas tecnologías que permitan el análisis del comportamiento de la infraestructura vial y hasta la actualidad aún se desarrollan de manera convencional. Por otro lado, no es considerado el periodo de vida útil de la vía, y no se ejecutan evaluaciones del comportamiento funcional y estructural, y solo se actúa cuando el pavimento tiene un deterioro avanzado.

Lo antes indicado, afecta considerablemente a la transitabilidad de los vehículos y personas, ya que una vía en mal estado es causante de percances y desperfectos en los automóviles. La aparición de fallas o deformaciones aumentan el riesgo de ocasionar un siniestro en los usuarios de la avenida 27 de noviembre ya sea por pérdida de control del automóvil o por la fatiga sufrida por el conductor debido a estar atento a esquivar dichas fallas, o ya sea por la acumulación de agua en el tramo en malas condiciones. Es así que la posibilidad de ocurrencia de accidentes aumenta, sumado al tiempo perdido al momento de viajar por el mal estado de la vía, así como el aumento de los costos de reparación de los neumáticos de los vehículos, e incitando la contaminación sonora generado por los mismos.

En ese contexto y luego de resaltar la problemática se expuso la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el estado operacional del pavimento rígido y qué propuestas se pueden plantear para mejorar dicho pavimento de la av. 27 de noviembre, Huaraz, Áncash – 2022?, asimismo, los problemas específicos son los siguientes: ¿Qué tipo, severidad y cantidad de fallas existen en el pavimento rígido de la avenida 27 de noviembre, Huaraz, Áncash – 2022?, ¿Cómo determinar la condición operacional de las unidades de muestreo del pavimento rígido de la avenida 27 de noviembre, Huaraz, Áncash – 2022?, y ¿Cómo proponer el diseño de pavimento rígido para la avenida 27 de noviembre, Huaraz, Áncash – 2022?.

Esta investigación se justifica a partir de una perspectiva social, ya que, como se explicó en párrafos anteriores actualmente esta vía se encuentra en mal estado afectando considerablemente la transitabilidad de las personas y vehículos por lo que es necesario realizar un estudio del mismo para determinar las causas y plantear soluciones. Es así que se verán beneficiados los usuarios de esta vía ya que el nuevo diseño propuesto está basado en un marco empírico que toma en consideración el aforo vehicular, las condiciones climáticas, y los agentes externos

que solicita la metodología usada para dicho diseño, con el objetivo de obtener un tránsito cómodo y seguro, que cumpla con su vida útil y satisfaga las solicitudes de las personas y así se desarrolle un crecimiento urbano sostenible en la ciudad de Huaraz.

Desde una perspectiva económica, las vías en buen estado generan integración de pueblos, incidiendo positivamente en la economía y el comercio en la avenida 27 noviembre. Del mismo modo, desde la perspectiva medio ambiental, podrá evitar la congestión de los automóviles, por lo que lo logrará la seguridad y fluidez, lo que reducirá los impactos negativos como la contaminación del ruido, aumento de partículas suspendidas, puede incluso impedir las posibles fallas de los componentes del alcantarillado pluvial de la avenida 27 de noviembre.

Desde la perspectiva teórico metodológico, se justifica ya que, se va desarrollar bajo una metodología establecida, dado que existen muchas técnicas actualmente para la evaluación de pavimentos, sin embargo, el método del PCI se utilizará en este estudio, debido a su fácil aplicación y porque considera para su desarrollo la presencia de 19 tipos de fallas, estableciendo un valor numérico final en función a la severidad y cantidad de las mismas. Técnicamente ofrece ventajas frente a otros métodos visuales ya que cuenta con más criterios de evaluación por cada falla, no usa procesos destructivos y su costo de aplicación es mínimo.

El objetivo general de la tesis fue: Evaluar el estado del pavimento rígido para plantear una propuesta de mejoramiento en la avenida 27 de Noviembre, Huaraz, Áncash – 2022. De manera similar se han planteado los siguientes objetivos específicos: Identificar el tipo, severidad y cantidad de las fallas del pavimento rígido de la avenida 27 de Noviembre, Huaraz, Áncash – 2022; Aplicar la metodología PCI para determinar la condición operacional de las unidades de muestreo del pavimento rígido de la avenida 27 de Noviembre, Huaraz, Áncash – 2022; y finalmente; Proponer un diseño de pavimento rígido mediante la metodología AASHTO 93 para la avenida 27 de Noviembre, Huaraz, Áncash – 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Respecto a antecedentes de rango internacional tenemos las siguientes investigaciones: Pallasco (2018) en su tesis titulada “*Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento de la avenida Quevedo en Santo Domingo de los Tsáchilas*” realizó la evaluación y posterior planteamiento de alternativas de mantenimiento para la Av. Quevedo. Metodológicamente fue una investigación descriptiva, no experimental. Obteniéndose como resultados que, la avenida Quevedo no se encuentra en condiciones de transitabilidad ya que se observan fallas de severidades medias y altas, por otro lado, respecto a la evaluación estructural se realizaron ensayos de laboratorio, donde las capas inferiores a la carpeta asfáltica se encuentran en buenas condiciones ya que cumplen con las especificaciones técnicas y su proceso constructivo fue el óptimo. concluyéndose que, se obtuvo una condición regular promedio para el cual se diseñaron propuestas de mantenimiento y rehabilitación alineados la optimización de costos con la finalidad de garantizar un tránsito vehicular seguro mejorando la condición operativa del pavimento.

Por su parte, Puga (2018) en su estudio titulado “*Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)*” tuvo como objetivo el evaluar funcionalmente el pavimento rígido de la Av. Loja en Ecuador. Fue una investigación descriptiva y no experimental; el recojo de información estuvo alineada a la guía del método PCI. Se concluye que, el área a estudiar se dividió en 3 unidades muestrales, de donde el primero tiene una condición operacional de bueno, debido a que presentan fallas con índice de severidad baja y las cantidad son relativamente pequeñas; para el segundo tramo la condición operativa es regular, debido a que las fallas identificadas presentan severidades media – alta; y finalmente, el último tramo tiene una condición operativa de bueno, ya que las severidades de las fallas están entre medias y bajas. El promedio de la evaluación estructural y funcional de la avenida Loja es de bueno.

En el contexto nacional se tiene a, Granda (2019) que en su investigación “*Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca - Yanacancha – Pasco*” evaluó la condición operativa del pavimento haciendo uso del método PCI en el anillo vial indicado.

Metodológicamente fue una investigación aplicada, descriptiva, no experimental; la muestra estuvo compuesta por todo el tramo del Chaupimarca – Yanacancha; para recoger los datos se usó la ficha del análisis evaluativo del método PCI. Se obtuvo como resultados que, de las 72 unidades muestrales establecidas, las fallas más comunes observadas fueron el pulimiento de agregados, sello de junta, grieta lineal y descascaramiento de esquina; por otro lado, el 37.5% de las UM tienen una condición operacional de muy malo, el 30.56% están dentro del rango de regular y el 13,89% tienen condición operacional de malo. Se concluye que, se obtuvo un PCI promedio de 32.0 lo que corresponde a estado operativo de “malo” para el tramo estudiado, finalmente, se propusieron técnicas de preventivas y correctivas alineadas a la normatividad vigente y establecidas en el manual de la metodología PCI.

Asimismo, Varas (2021) en su investigación “*Propuesta de Mejoramiento al Diseño del Pavimento Rígido por efecto de tracción de la vía, cuadra 3 Av. Aviación, Chimbote, 2021*” estableció una propuesta de mejora del diseño de pavimento rígido de la cuadra 3 de la avenida Aviación, en Chimbote. Metodológicamente es aplicado, cuantitativo, y no experimental; la muestra estuvo conformado por la av. aviación; para el recojo de información se hizo uso de las fichas técnicas de la metodología PCI. Se obtuvo como resultados que, las fallas más comunes observadas fueron: Descascaramiento de junta (20%), Losa dividida (15%), descascaramiento de esquina (14%) y escala (14%); respecto al índice de severidad, todas las fallas son de alta severidad. Se concluye que, se logró obtener un PCI de 17.0 denotándose una condición operacional de “muy malo” para el pavimento rígido de dicha avenida; en consecuencia, se sugiere un diseño de pavimento rígido con 15cm para la base y subbase establecidas mediante la metodología ASHTOO 93.

En el contexto local tenemos a, Aguilar (2021) quien en su investigación “*Evaluación y mejoramiento del pavimento rígido con el método PCI de la Av. Bolognesi, distrito de Independencia, Huaraz, 2021*” realizó una evaluación mediante el método PCI de la avenida Bolognesi en Huaraz. La investigación fue aplicada, descriptiva y no experimental; el recojo de información estuvo dado por el análisis documental y las fichas técnicas del PCI. Se obtuvo los siguientes

resultados, las fallas más comunes halladas fueron: parcheo grande (65.5%), grieta lineal (19.5%), grieta de esquina (7.8%) y pulimiento de agregados (2.0%); respecto al índice de severidad, la mayor cantidad de fallas fueron de severidad baja y media. Concluyéndose que, el tramo estudiado tuvo una longitud de 710 metros, del cual se evaluaron un total de 48 losas encontrándose un PCI de 56, denotándose un pavimento de “bueno”; finalmente, se plantearon medidas de rehabilitación tanto rutinarias como preventivas con la finalidad de que las fallas no alcancen severidades mayores.

Del mismo modo, Fernández y Reyes (2021) en su investigación titulada *“Análisis del pavimento rígido por el método Pavement Condition Index (PCI) en la Avenida 27 de noviembre - Huaraz, 2021”*, plantearon como fin evaluar el pavimento a través del método PCI de mencionada calle. Metodológicamente es aplicada, de nivel descriptivo y no experimental, para el recojo de información se usó la técnica de la observación directa, fichas técnicas y ensayos de laboratorio. Hallándose como resultados que, las patologías más comunes fueron: Popouts (18%), grietas lineales (14%), descascaramiento de junta (14%), y grietas de retracción (10%); por otro lado, la patología menos común fue la grieta de durabilidad “D”; cabe resaltar que el 20% de las losas no presentaron patología alguna; respecto a los ensayos de laboratorio se obtuvo con CBR de 19.98%, así como una humedad de 8.73%. Concluyéndose que, de un total de 8 muestreos el valor del PCI promedio fue de 57.0, denotándose una condición operacional del pavimento rígido de “bueno”; finalmente, se plantearon medidas de mantenimiento de acuerdo a la evaluación geotécnica.

Finalmente, se tiene a Huete y Huamán (2021) quienes en su estudio *“Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI del Jirón Caraz cuerdas 7-8-9, Huaraz, Ancash, 2021”* evaluaron la condición operacional del pavimento del Jirón Caraz haciendo uso del método PCI. Metodológicamente fue aplicada, descriptiva y no experimental; para recoger los datos se hizo uso de la técnica de la observación directa y las fichas técnicas de la metodología PCI. Obteniéndose como resultados que, de un total de 136 losas analizadas, las fallas más comunes fueron la rotura de esquina (20.0%), pulimiento de agregados (20.0%), y las grietas lineales (15.0%); respecto al índice de severidad, la más común fue la severidad

“baja”, seguida de la severidad “media”. Cabe resaltar que no existieron fallas de alta severidad. Se concluyó que, se obtuvo un PCI promedio de 56.67 estableciéndose como un pavimento de condición operacional “buena”; finalmente, las medidas sugeridas de mantenimiento preventivo fueron el parcheo parcial y el ranurado de superficie.

En relación al marco teórico, se define a los pavimentos como estructuras conformadas por varias capas superpuestas, que son diseñadas en lineamiento a distintas normativas, métodos y especificaciones técnicas de los materiales usados para su construcción, que son sometidos a distintos procesos constructivos con el objetivo de lograr una superficie óptima tanto en rigidez como en durabilidad, y que a su vez cumplan con los requisitos mínimos de seguridad y transitabilidad de los vehículos (Macea *et al.*, 2017). Asimismo, el pavimento es un conjunto de capas observados entre la capa de rodadura y el nivel superior de la subrasante///, que tiene como función facilitar una superficie adecuada de rodamiento semejante (American Concrete Pavement Association, 2020). Por otra parte, Gutiérrez citado por Guzmán *et al.*, (2021) refiere que existen dos tipos de pavimentos: rígidos y los flexibles; que por lo general están compuestos por un conjunto de capas superpuestas respectivamente horizontales constituidos por diferentes materiales. Por su parte, el MTC (2018) indica que son estructuras ejecutadas sobre la subrasante de caminos, cuya finalidad es la de repartir uniformemente los esfuerzos generados por el tránsito vehicular, resaltando su importancia ya que brinda condiciones de libre, ordenado y seguro tránsito vehicular.

Los pavimentos de acuerdo a su naturaleza se clasifican en flexibles, rígidos y semirrígidos (Vásquez y García, 2021). En ese lineamiento, los pavimentos flexibles son estructuras conformadas por 3 capas denominadas carpeta de rodadura, base y subbase extendidas sobre una subrasante (Machado *et al.*, 2020). Gran parte de pavimentos rígidos son construidos de concreto de cemento Portland, que universalmente están conformados por capas superficiales sobre una capa de base granular y se apoya sobre una subrasante (Guerra, 2020). Por otra parte, Sanchez (2011) refiere que este tipo de cemento portland es un material aglomerante el cual cuenta con propiedades de cohesión y adherencia.

La primera capa esta formada por una mezcla de material bituminoso o llamado también asfalto y materiales granulares como la grava o arena; cabe resaltar que su diseño esta basado a las distintas pruebas destacando entre ellas el método Marshall. Su finalidad es la de resistir las cargas de tránsito de manera eficiente sin causar incomodidad a los usuarios de la vía (Baque, 2020).

La subsiguiente capa es la base, conformada por materiales granulares de distintos tamaños que son dosificados y diseñados de acuerdo a especificaciones técnicas de granulometría y peso específico. Su finalidad es la de absorber una gran cantidad de esfuerzos producidos verticalmente (Sargand *et al.*, 2017). Finalmente, se tiene a la capa más inferior denominada subbase, el cual cuenta con características idénticas a la base con la diferencia que los tamaños de los materiales usados para su construcción son distintas tanto en granulometría como en dosificación. Su finalidad es la de absorber los esfuerzos restantes que sobrepasan las capas superiores a la misma, además de brindar un cimiento uniforme para la estructura (Valdés y Alonso, 2017).

Figura 1.
Estructura del pavimento flexible.



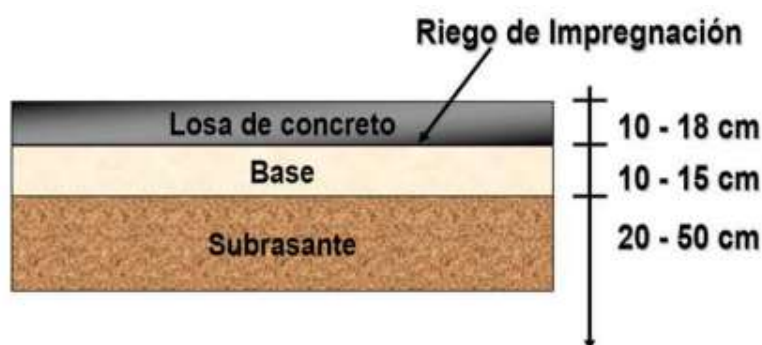
Fuente: Pavimentos: Materiales, construcción y diseño (Reyes y Rondón, 2015)

Por otro lado, los pavimentos rígidos, son estructuras que generalmente están compuestas por 2 capas: La capa superior, denominada losa de concreto y la capa inferior denominada base; sin embargo, existen diseños que consideran una tercera capa denominada subrasante, ello depende de las circunstancias de la capacidad de soporte que ejerce dicha capa (García *et al.*, 2019). La primera capa puede ser diseñada de dos tipos: una conformada por losas de concreto que mantienen una separación a través de juntas longitudinales y transversales, o una losa

estructurada de concreto armado (Aashto, 2008). Su función estructural está determinada por la transmisión y soporte de los esfuerzos aplicados sobre la misma, además, sus funciones son idénticas a las que cumple la carpeta asfáltica de los pavimentos flexibles (Korochkin, 2018).

Seguidamente, la segunda capa denominada base está compuesta de manera similar que la del pavimento flexible y tiene como objetivo primordial impedir las acciones de bombeo en las juntas transversales del pavimento rígido. Cabe resaltar que esta capa ofrece un apoyo estable a la estructura además de que funciona como una capa de transición (García *et al.*, 2019). Por otra parte, su importancia radica en que facilita los trabajos de pavimentación, mejora significativamente la calidad del drenaje disminuyendo los espejos de agua visibles en la superficie de los pavimentos, eleva la capacidad de soporte con la que cuenta la subrasante, y finalmente, disminuye la acción superficial del mismo (Kumar, 2021).

Figura 2.
Estructura del pavimento rígido.



Fuente: Pavimentos: Materiales, construcción y diseño (Reyes y Rondón, 2015)

Respecto a la evaluación de los pavimentos rígidos, si bien es cierto que al finalizar su construcción su funcionalidad debe ser la óptima para un periodo de diseño establecido, existen factores tanto internos como externos que paulatinamente van disminuyendo su condición operacional, partiendo desde una mala elección y dosificación de materiales, una mala práctica del proceso constructivo, agentes climatológicos, entre otros; que con el transcurrir del tiempo facilitan la aparición de fallas con severidades bajas pasando a medias e incluso llegando a severidades altas, donde el pavimento se encuentra seriamente comprometido y requerirá de un cambio estructural total (González *et al.*, 2020).

Por su parte, Corros *et al.* (2016) hace énfasis en que existen 3 principales defectos que afectan la condición operacional de los pavimentos rígidos, los cuales son: defectos de superficie, estructurales y de junta. Los defectos de superficie, son aquellas fallas que afectan solamente a la superficie de las losas, disminuyendo considerablemente su funcionalidad, pero sin afectar su condición estructural, es decir, su capacidad de carga se mantiene intacto (Andrade, 2019). Los defectos estructurales, son aquellos que afectan el funcionamiento estructural de las losas y disminuyen un porcentaje el soporte de carga que ejercen. Y finalmente, los defectos de junta, son aquellos que afectan a las juntas de las losas dañando significativamente su condición operativa (Morales *et al.*, 2019).

En ese lineamiento, nace la necesidad de realizar evaluaciones periódicas de los pavimentos rígidos a fin de determinar medidas preventivas y correctivas; así pues, existen técnicas de evaluación funcional, estructural y visual; los mismos que parten de un diagnóstico situacional para establecer alternativas de solución para los daños verificados (Rodríguez y Fernández, 2019). La evaluación funcional, es el reconocimiento realizado con el fin de determinar el nivel de deterioro de los pavimentos a nivel funcional, es decir, no toman en cuenta la parte estructural y son expresadas mediante indicadores, que determinan el estado funcional del mismo (Giordani y Leone, 2018).

Por otro lado, la evaluación estructural, hace referencia a la inspección a nivel estructural del pavimento, donde es necesario someter a ensayos de laboratorio para determinar su capacidad de carga, siendo inversamente proporcional al nivel de deterioro del pavimento, es decir, a menor valor de capacidad de carga, mayor habrá sido el deterioro que ha sufrido el pavimento rígido, llegado este punto cualquier medida de rehabilitación tradicional ya no es óptima (Beltrán y Romo, 2019).

Finalmente, se tiene la evaluación visual de los pavimentos, que básicamente consiste en realizar observaciones in-situ para reconocer las fallas presentes en la misma, anotando el tipo, severidad y cantidad; asimismo, al ser visual analiza factores externos como sistemas drenaje, procesos constructivos, entre otros; para finalmente brindar propuestas de intervención, ya sean rutinarias, preventivas o

correctivas. Cabe resaltar que este tipo de evaluaciones no requieren de equipos especializados por tanto su costo es básico (Uzzal *et al.*, 2022).

Para fines de la investigación se utilizará la metodología PCI como método de evaluación superficial del pavimento, en ese sentido, Vásquez (2002) define a dicha metodología como la más idónea para realizar la evaluación visual y objetiva de los pavimentos. Esta metodología se interpreta e implementa de manera rápida y sencilla, ya que no requiere del uso de herramientas o equipos especializados para su desarrollo (Mohammed *et al.*, 2017). Brinda un valor numérico que varía de 0 a 100 en función al tipo, severidad y cantidad de las fallas observadas; donde 0 significa que el pavimento está fallado y 100 que se encuentra en óptimas condiciones operativas. A continuación, se detalla los diferentes rangos que facilita la metodología PCI para la evaluación de pavimentos.

Tabla 1
Rango de clasificación del método PCI.

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

Fuente: Pavement Condition Index (PCI) (Vásquez, 2002).

De acuerdo al manual de la metodología PCI, las fallas a evaluar en el pavimento rígido son 19: *Blow up – Buckling*, esta falla comúnmente se da debido a que las juntas no tienen la suficiente amplitud y no permiten que la losa se expanda totalmente; asimismo, tienen un aumento considerable en épocas donde la temperatura es alta (verano); la severidad es baja cuando la fragmentación no es muy visible, y es media o alta cuando deja al pavimento totalmente inutilizable. *Grieta de esquina*, son grietas con aberturas pequeñas que no superan la mitad de la longitud de la junta; la severidad es baja cuando la abertura de las grietas no

supera los 3mm, es media cuando son dos o más grietas unidas, y es alta cuando se encuentra muy agrietada (Vásquez, 2002).

Asimismo, se tiene a la *Losa dividida*, son grietas que dividen a la losa en más de 4 pedazos, originadas por la carga excesiva de tránsito; la severidad es baja cuando el número de pedazos de la losa agrietada es de 4 a 5, es media cuando es de 6 a 8, y es alta cuando supera los 9 pedazos. *Grieta de durabilidad "D"*, estas fallas son generadas por la expansión de agregados y debido a los factores tanto de congelamiento como descongelamiento que paulatinamente afecta al pavimento; es de severidad baja cuando las grietas cubren menos del 15% del espacio de la losa, es media cuando cubre menos de 15% pero los pedazos ya se han desprendido, y es alta cuando cubre más del 15% (Vásquez, 2002).

Seguidamente, se tiene a la falla *Escala*, esta falla describe la diferencia de nivel con relación a la junta, y se genera debido al bombeo de los materiales que se encuentran en la parte inferior de la losa; es de baja severidad cuando la diferencia de nivel está entre 3 y 10mm, es media cuando está entre 10 a 19mm y es alta cuando la diferencia de nivel supera los 19mm. *Daño del sello de la junta*, se refiere a las condiciones que facilitan que el suelo se agrupe a las juntas de las losas, lo que permite la infiltración de humedad, y consecuentemente facilita la fractura del pavimento; es de baja severidad cuando el sellante está en buena forma y solo tiene daños menores, es media cuando el sellante tiene fallas a grado moderado, y es alta cuando el sellante necesita de un cambio inmediato (Vásquez, 2002).

A continuación, se describe al *Desnivel carril/berma*, esta patología se refiere a la diferencia entre el borde de la losa y la erosión de la berma, causado por la infiltración de agua; es de baja severidad cuando el desnivel está entre 25 y 51mm, es media cuando es de 51 a 102mm y es alta cuando el desnivel supera los 102mm. *Grietas lineales*, estas grietas parten a la losa en 3 pedazos causados por la sobre carga de tránsito y los esfuerzos de alabeo; es de baja severidad cuando las grietas tienen un ancho menor a 12mm, es media cuando el ancho va de 12 a 51mm y es alta cuando supera los 51mm de ancho (Vásquez, 2002).

Por otro lado, el *Parche grande*, son deterioros causados en áreas mayores a 0.45 metros cuadrados, donde se han realizado labores de mantenimiento por parcheo. *Parche pequeño*, son deterioros causados en áreas menores a 0.45 metros

cuadrados, donde se han realizado labores de mantenimiento por parcheo; en ambos casos, es de baja severidad cuando el parche tiene poco daño, es medio cuando el parche esta moderadamente descascarado, y es alto cuando el parche está muy deteriorado y requiere de reemplazo. *Pulimiento de agregados*, son causadas por el exceso de tránsito vehicular; en este caso no se definen los niveles de severidad, sin embargo, el pulimiento debe ser considerable para ser calificado como una patología (Vásquez, 2002).

Seguidamente, los *Popouts*, que son diminutos pedazos de concreto que se desprenden de la superficie de las losas; son causados por el roce entre elementos externos y la acción de tránsito; no se define el índice de severidad, no obstante, el popout debe ser extenso para ser calificado como patología. *Bombeo*, esta falla se da cuando el material de fundación es expuesto a la superficie a través de las juntas, es de fácil reconocimiento ya que los materiales de las capas inferiores son expuestos sobre la superficie produciendo tanto manchas como aglomerados; no se define el índice de severidad, ya que es suficiente con indicar su aparición (Vásquez, 2002).

Asimismo, se describe al *Punzonamiento*, se genera en áreas focalizadas de las losas y visualmente se muestran en pedazos; son generados por un diseño ineficiente de concreto, además de una mala elección de los materiales para su proceso constructivo; es de baja severidad cuando los pedazos son de 2 a 3, es de media cuando son de 4 a 5, y es de alta cuando se superan los 5 pedazos. *Cruce de vía férrea*, son abultamientos generados sobre la presencia de rieles; su nivel de severidad depende de la cantidad de losas que atraviesan los rieles (Vásquez, 2002).

Por su parte, el *Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado*, son fallas que visualmente se presentan como grietas en la superficie, generadas por la manipulación excesiva del proceso de terminado produciendo una rotura progresiva de la misma; es de baja severidad cuando la losa superficial está en buena condición solo con un descamado, es de media cuando menos del 15% de la losa está deteriorada, y es alta cuando más del 15% de la superficie está dañada. *Grietas de retracción*, son pequeñas grietas tanto en longitud como en abertura, pero no se extienden por la superficie de la losa; cabe indicar que se originan

durante el fraguado y curado del pavimento; no se definen índices de severidad, basta con anotar su aparición (Vásquez, 2002).

Asimismo, los *descascamientos de esquina*, se presentan como roturas de losas a distancias equivalentes de 0.6m medidas desde la esquina; para fines de evaluación visual los descascamientos menores a 127 milímetros no se registrarán en la ficha técnica; es de baja severidad cuando la profundidad del descascamiento es menor a 25mm, es media cuando esta entre 25 y 51mm, y es alta cuando es superior a 51mm (Vásquez, 2002).

Y finalmente, la falla, *Descascamiento de junta*, es una rotura de borde a distancias equivalentes de 0.60m de la junta de las losas, que son originadas por la sobre carga de tránsito e infiltraciones de partículas externas; son de baja severidad cuando el ancho es menor a 102mm y la longitud del descascamiento es menor a 0.6m, es media cuando el ancho es menor a 102mm y la longitud es mayor a 0.6m, y es de alta severidad cuando el ancho es mayor a 102mm y también la longitud es mayor a 0.6m (Vásquez, 2002).

Las 19 fallas descritas se encuentran estipuladas en el manual de la metodología PCI y afectan significativamente a la condición operacional del pavimento rígido, evolucionando de severidades bajas a altas si es que no se realizan trabajos de mantenimiento preventivo o correctivo. Para finalizar la descripción de las fallas o patologías cabe resaltar que algunas pueden evolucionar a otras dependiendo de factores climatológicos, tiempo, etc. (Vanegas, 2018).

Para realizar la propuesta de mejora, se planteará un nuevo diseño de pavimento rígido el cual estará alineado a lo estipulado por metodología ASSHTO 93, que es un proceso iterativo donde se van asumiendo diferentes valores de espesores de capas hasta que la ecuación llegue a la igualdad en ambos miembros. Esta metodología toma en consideración diversos parámetros para su desarrollo. El primero tiene que ver con el estudio de tráfico, siendo un factor primordial en el cálculo de espesor de pavimentos, ya que consiste en contar unidades que transitan por una vía clasificándolos por tipo durante los 7 días de la semana (MEF, 2017).

Una vez determinado el aforo vehicular, el otro factor a tomar en cuenta es el IMDA, que básicamente es el índice medio diario anual para un periodo de diseño

establecido, y su finalidad es la de calcular el EAL de diseño que se define como un parámetro calculado en función a los siguientes factores: Factor direccional, que viene a ser la dirección y sentido en que circulan los vehículos; Factor carril, que es el número de direcciones y el número de carriles por dirección; Tasa de crecimiento, que es el porcentaje del aumento de vehículos en un tiempo determinado; y finalmente, los Ejes equivalentes, que son el factor de equivalencia que representa el factor destructivo que tiene cada tipo de vehículo sobre la superficie del pavimento (MTC, 2014).

Seguidamente, estos parámetros son complementados con el estudio de mecánica de suelos, que son realizados con el objetivo de ejecutar ensayos de laboratorio para respaldar en un marco empírico el cálculo de los parámetros de diseño del pavimento rígido. Estos estudios son: Granulometría, que se define como el proceso mecánico o manual mediante el cual se separan las partículas de una muestra en diferentes tamaños, para determinar las cantidades en peso de cada tamaño que aporta al peso total y finalmente clasificar el tipo de suelo; límites de Atterberg, que son usados para caracterizar el comportamiento de los suelos, el límite líquido es cuando el suelo pasa de una forma plástica a uno líquido; el límite plástico es cuando pasa de una forma semisólida a una plástica, y el índice de plasticidad es cuando pasa de una forma semisólida a una sólida contrayéndose al perder la humedad (Guerra, 2018).

El proctor, es un ensayo que engloba los procesos de compactación usados en el laboratorio, con el objetivo de establecer la relación entre la cantidad de agua y peso de una muestra, este ensayo solo debe ser realizado cuando el suelo tiene el 30% o menos de muestra en el tamiz $\frac{3}{4}$ ". Por su parte, el contenido de humedad, es una magnitud que define la cantidad de agua en una muestra de suelo. El ensayo de CBR, es usado para establecer la capacidad de soporte de las capas; y finalmente, la capacidad de carga, que es definida como el esfuerzo aplicado a un suelo a través de una cimentación, para generar una falla en las capas inferiores por resistencia al esfuerzo. Cabe resaltar que estos ensayos están alineados a normativas nacionales e internacionales (Guerra, 2018).

Para el diseño de pavimento rígido, es necesario definir el periodo de diseño, que es la vida útil en años considerada para el pavimento y para el cual se deben cumplir

las solicitaciones requeridas, cabe resaltar que para pavimentos rígidos siempre se considera 20 años. Los parámetros de diseño se estipulados en el manual de la metodología AASHTO 93 se describen a continuación: Índice de serviciabilidad, este factor sintetiza el criterio de servicio que ofrece el pavimento al tránsito vehicular donde 0 es intransitable y 5 es excelente; Confiabilidad y desviación estándar, son factores de seguridad que son equivalentes a incrementar el tránsito pronosticado durante el periodo de diseño, su valor está comprendido entre 0.30 y 0.40; Módulo de reacción combinado, este factor caracteriza a las capas mediante el estudio del CBR; Resistencia a flexotracción, es la capacidad que tiene los pavimentos para soportar fuerzas ejercidas de manera perpendicular a su eje (MTC, 2014).

Asimismo, el Módulo elástico del concreto, que es sumamente importante para el dimensionamiento de las estructuras ya que es la capacidad que tiene el concreto para deformarse de manera elástica; Drenaje, es la condición de drenaje de las vías, es decir, las probabilidades de que la losa de concreto este expuesto a la humedad en periodos prolongados de tiempo; y finalmente, la Transferencia de cargas, que determina la capacidad que tiene la estructura para transmitir cargas entre juntas y fisuras; cabe resaltar que su valor depende del tipo de pavimento, el tipo de berma, y la existencia o no de transmisores de cargas (MTC, 2014).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Fue de tipo de aplicada, debido a que se usó conocimientos previos como el manual de la metodología PCI, mientras se generaban nuevos conocimientos, asimismo, se respondió a una problemática puntual de carácter social. Según Vargas (2019) los estudios de tipo aplicada son dinámicas y activas, y se encuentran enlazados a los estudios puros, siendo su ámbito de aplicación el estudio de problemas de carácter social y puntuales; generando nuevos conocimientos válidos y confiables partiendo de los ya existentes.

Del mismo modo, fue de diseño no experimental ya que se desarrolló sin manipular la variable estudiada, y solo se evaluó y analizó la condición operacional del pavimento rígido en un contexto real. Además, fue de corte transversal ya que la evaluación se realizó en un solo tiempo y espacio definido. Al respecto, Hernández (2018) indica que un estudio no experimental se centra en la indagación del empirismo y que para el investigador resulta imposible la manipulación de las variables independientes de forma directa, ya que los fenómenos ocurrieron sin tendencia a ser manipulados.

3.2. Variables y operacionalización

Variables independientes

Variable 1: Evaluación del pavimento rígido con la metodología pavement condition index (PCI).

Variable 2: Propuesta de mejoramiento.

La operacionalización de variables se presenta en el Anexo 01.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Estuvo conformada por un tramo de la avenida 27 de noviembre partiendo desde la intersección con la Av. Antonio Raymondi, hasta la intersección con la Av. Confraternidad internacional Oeste de la ciudad de Huaraz – Ancash.

Al respecto, Hernández, *et al.* (2014) indica que la población es ubicada de acuerdo a factores como la línea de investigación, el espacio y el tiempo.

Muestra

La muestra estuvo conformada por 671 metros de la avenida 27 de noviembre, partiendo desde la intersección con la avenida Antonio Raymondi, hasta la intersección con la avenida Confraternidad internacional Oeste, tramo donde ocurre el mayor tránsito de vehículos y donde se observa una considerable cantidad de fallas. Para Arias (2006) la muestra es un conjunto que se extrae del universo muestral y está delimitada de forma precisa.

Muestreo

La técnica usada fue no probabilística, ya que fue determinada a conveniencia del investigador. El criterio de muestreo estuvo alineado al manual de la metodología PCI donde se indica que el área de cada unidad muestral debe estar comprendida entre 20 +/- 8 losas, es decir, un mínimo de 12 losas y un máximo de 28 losas por unidad muestral. En ese sentido, el análisis realizado para cada unidad muestral está en función a la cantidad de losas, más no la longitud del tramo que es referencial, ya que las losas observadas en la avenida 27 de noviembre varían en su longitud.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Observación directa: Estuvo direccionada a la identificación en campo de las fallas presentes en la avenida 27 de Noviembre, así como al estudio de tráfico vehicular garantizando de manera empírica la recolección de datos.

Análisis documental: Estuvo basada en la revisión bibliográfica del manual de la metodología PCI, y el manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC.

Ensayos de laboratorio: Direccionado al cálculo de los parámetros y al reconocimiento del suelo en sus características físicas y mecánicas como la granulometría, límites de Atterberg, humedad y CBR.

Instrumentos

Ficha de observación directa: Comprende el formato PCI en donde se realizaron las anotaciones del tipo, cantidad y severidad de las fallas presentes en el área de estudio; asimismo, comprende el formato de estudio de tráfico vehicular donde se realizaron las anotaciones del conteo de vehículos durante los 7 días de la semana.

Fichas de análisis documental: Comprenden la extracción de datos, conceptos, lineamientos, procedimientos, fórmulas, recomendaciones, entre otros, de los manuales del PCI y de Pavimentos.

Fichas de ensayos de laboratorio: Comprenden los resultados de los ensayos de laboratorio realizado por profesionales expertos en la materia, que al seguir los lineamientos de normas nacionales e internacionales de la ingeniería (ASTM, NTP) se consideraron válidos y confiables.

3.5. Procedimientos

Para conseguir los resultados de la evaluación de las fallas en las vías mediante el método PCI en la avenida 27 de noviembre se cumplió con el siguiente procedimiento:

- a) Según el tipo, la severidad y la cantidad de fallas, se realizó una inspección visual donde se identificaron las fallas presentes.
- b) División del pavimento en unidades de muestra: Se hizo el marcado apropiado para identificar e inspeccionar cada sección para que el investigador ubique fácilmente la muestra en el pavimento. Para ello se realizaron las siguientes acciones:

Se inspeccionaron específicamente cada segmento de muestra seleccionado.

Se dibujaron las unidades de muestra marcando la posición de la losa.

Se registró el tramo, sección, la unidad de muestra, y las dimensiones de las secciones para el análisis respectivo.

Se realizó la identificación de fallas, transitando sobre la calzada, identificando la mayoría de las fallas superficiales y su respectiva severidad.

Se repitieron los pasos antes indicados para cada parte de la muestra analizada.

Para pavimento de concreto con losas de cemento Portland espaciadas menos de 7.60 m, la unidad de muestra corresponde al rango de 20 ± 8 losas. No todas las unidades de muestra tuvieron la misma cantidad de losas, procurándose cumplir con los lineamientos establecidos en el manual para garantizar la precisión de la automatización PCI.

- c) Finalmente se realizó el trabajo en gabinete procesando todos los datos adquiridos en las fichas de campo, consiguiéndose el (PCI) Índice de Condición del Pavimento y su clasificación en relación a su manual, para cada unidad de muestreo establecido.

Para realizar la propuesta de mejoramiento se siguieron los procedimientos estipulados por la metodología ASSTHO 93, para el cual primero se obtuvieron los resultados del estudio de tráfico vehicular y estudio de mecánica de suelos.

Para el ensayo de granulometría en primer lugar fue necesario extraer la muestra de una sección de la avenida estudiada.

Posteriormente ya en el laboratorio se realiza el proceso del cuarteo para tener una muestra representativa.

Seguidamente se colocan los tamices de forma descendiente, es decir, del tamiz más grueso al más fino. La muestra es colocada en el primer tamiz y luego mediante movimiento vibratorios y giratorios se va haciendo pasar la muestra, anotando la cantidad retenida en cada uno de los mismos; y finalmente elaborar la curva granulométrica.

Para determinar la humedad natural de la muestra, se pesa antes y después de ser secada a una temperatura de 150°C , donde ya su peso es constante y determinar el contenido de humedad.

Respecto a los límites de Atterberg, se toma una cantidad de muestra de 20 gramos que pase por el tamiz N° 40. Acto seguido se debe amasar con agua destilada y moldearlo con los dedos formando formas elipsoidales. En el caso de que dicha forma llegue a un diámetro aproximado de 1/8" y todavía no se haya desmoronado, se vuelve a repetir el proceso hasta lograr dicho desmoronamiento. Finalmente, estas porciones obtenidas del rompimiento se van pesando hasta obtener un valor de 6gr y respecto a ello realizar los cálculos de L.L., L.P. y I.P.

Para determinar el CBR, la muestra es compactada en tres moldes de tamaño estándar de 15.24cm x 17.78cm. Esta muestra es compactada en tres subcapas por cada molde, utilizando la energía de compactación de 15, 30 o 60 golpes, haciendo uso de una maza de 2.5kg que cae de forma libre a una altura aproximada de 305mm.

Seguidamente se enraza el molde, se desmonta y se vuelve a montar, pero ya de manera invertida. Colocándose las placas perforadas y el vástago, así como los pesos requeridos para establecer la sobrecarga. El trípode de medida es colocado sobre el molde, de forma que coincida con el vástago del micro comparador. Se toman las medidas indicadas en el mismo. Finalmente, la carga es aplicada sobre el pistón de penetración mediante la prensa CBR y se anotan los valores de la curva presión/penetración.

Una vez definido dichos resultados se procedió a identificar los siguientes parámetros: Periodo de diseño, índice de serviciabilidad, desviación estándar, nivel de confiabilidad, módulo de reacción, resistencia a flexotracción, módulo de elasticidad, coeficiente de drenaje y transferencia de cargas. Finalmente se obtuvieron los espesores de las capas del pavimento rígido.

3.6. Método de análisis de datos

En relación al análisis de los datos obtenidos durante el desarrollo de la presente y a su correspondiente interpretación se tiene: se hicieron uso de las herramientas propias de la estadística descriptiva enmarcadas en presentar las informaciones mediante gráficas y tablas, ayudados por el software Microsoft Excel. Asimismo, se usó una hoja de cálculo de Microsoft Excel para

determinar los diferentes valores de los parámetros, basados en las fórmulas facilitadas por los manuales.

La evaluación de la avenida 27 de noviembre fue mediante la metodología PCI que de acuerdo a la norma ASTM D6433 resalta de entre las demás metodologías debido a que analiza de mejor manera el estado del pavimento, toma en consideración una mayor cantidad de parámetros, no requiere de acciones destructivas y es comúnmente usado en diferentes lugares debido a su viabilidad económica, ya que no requiere de herramientas especializadas para su desarrollo.

Finalmente, se dio a conocer el diseño del pavimento rígido mediante los espesores de las capas losa de concreto y sub-base. Cabe resaltar que se propuso un nuevo diseño de pavimento rígido como una propuesta de mejora ya que, actualmente el pavimento se está dañando de manera paulatina sin llegar a cumplir su vida útil, demostrada según la evaluación con una condición operacional de regular, en ese sentido, nace la necesidad de profundizar más sobre este efecto, y no solo limitarse a plantear medidas preventivas y correctivas comúnmente realizadas.

Además, la clasificación de suelo para la capa sub rasante se encuentra dentro de la categoría “bueno”, por lo tanto, se puede afirmar que las patologías observadas en el pavimento de la avenida en estudio se deben al mal diseño del pavimento o a la mala elección de materiales de construcción. Así pues, se diseñó un nuevo pavimento basado en un marco empírico, que contempla las principales solicitudes externas e internas de pavimentos de alta durabilidad, que garantice el cumplimiento de su vida útil ofreciendo un tránsito cómodo y seguro.

3.7. Aspectos éticos

De autonomía: El presente estudio se efectuó sin manipular la información para conveniencia del investigador u otros intereses, y se respetó el secreto de los partícipes en el estudio actual.

De beneficencia: El estudio fue realizado con el fin de lograr máximos beneficios para las personas usuarias de la vía, con la confiabilidad de la información obtenida y resuelta.

De maleficencia: El estudio no generó daño a nada ni nadie, y muchos menos dañó la estructura del pavimento rígido escogido para su evaluación.

De justicia: Puesto que el investigador actuó de forma igualitaria durante todo el desarrollo del estudio.

IV. RESULTADOS

4.1. Aspectos preliminares

La evaluación del pavimento rígido de la vía en estudio mediante la metodología PCI, con el fin de determinar su condición operativa, se desarrolló en el distrito de Huaraz, Provincia de Huaraz, departamento de Ancash. La avenida estudiada cuenta con una longitud total de 671 metros, tomándose de referencia un punto inicial y final para facilitar el estudio de las unidades muestrales; estos puntos se detallan a continuación:

Tabla 2
Coordenadas del punto inicial y final de la avenida evaluada.

Coordenadas	Inicio	Final
Este	222033.94	222118.83
Norte	8945307.09	8945973.15
Altitud	3055	3049

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3
Ubicación de la avenida estudiada.



Fuente: Google Earth.

4.2. Objetivo general: Evaluar el estado del pavimento rígido para plantear una propuesta de mejoramiento para la avenida 27 de noviembre – Huaraz – Áncash – 2022.

Se realizó la evaluación de todas las unidades muestrales obteniendo los siguientes valores de PCI y su respectiva clasificación:

Tabla 3
Resumen del PCI obtenido por unidad de muestreo.

Unidad muestral	Inicio	Final	Cantidad de losas	PCI	Clasificación
UM1	0Km + 000m	0Km + 021m	28	64.00	BUENO
UM2	0Km + 021m	0Km + 042m	28	57.50	BUENO
UM3	0Km + 042m	0Km + 063m	28	44.00	REGULAR
UM4	0Km + 063m	0Km + 090m	27	46.00	REGULAR
UM5	0Km + 090m	0Km + 117m	27	46.00	REGULAR
UM6	0Km + 117m	0Km + 144m	27	46.00	REGULAR
UM7	0Km + 144m	0Km + 171m	27	53.00	REGULAR
UM8	0Km + 171m	0Km + 198m	27	53.00	REGULAR
UM9	0Km + 198m	0Km + 225m	27	48.00	REGULAR
UM10	0Km + 225m	0Km + 261m	27	47.00	REGULAR
UM11	0Km + 261m	0Km + 297m	27	48.00	REGULAR
UM12	0Km + 297m	0Km + 333m	27	46.00	REGULAR
UM13	0Km + 333m	0Km + 369m	27	51.00	REGULAR
UM14	0Km + 369m	0Km + 405m	27	44.00	REGULAR
UM15	0Km + 405m	0Km + 441m	27	40.00	MALO
UM16	0Km + 441m	0Km + 477m	27	42.00	REGULAR
UM17	0Km + 477m	0Km + 513m	27	38.00	MALO
UM18	0Km + 513m	0Km + 549m	27	52.00	REGULAR
UM19	0Km + 549m	0Km + 585m	27	52.00	REGULAR
UM20	0Km + 585m	0Km + 621m	27	48.00	REGULAR

UM21	0Km + 621m	0Km + 657m	27	38.00	MALO
------	------------	------------	----	-------	------

Fuente: Elaboración propia.

El PCI promedio de la avenida 27 de noviembre es 47.78, y de acuerdo a lo estipulado en el manual del PCI (Pavement Condition Index) corresponde a una condición operacional de “regular”.

Tabla 4
PCI promedio de la avenida 27 de Noviembre.

Total de losas evaluadas	570
PCI Promedio	47.78
Clasificación Promedio	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Objetivo específico 1: Identificar el tipo, severidad y cantidad de las fallas del pavimento rígido de la avenida 27 de noviembre – Huaraz – Áncash – 2022.

Se identificó el tipo de falla, anotándose la cantidad y la severidad de las mismas. El resumen se presenta a continuación:

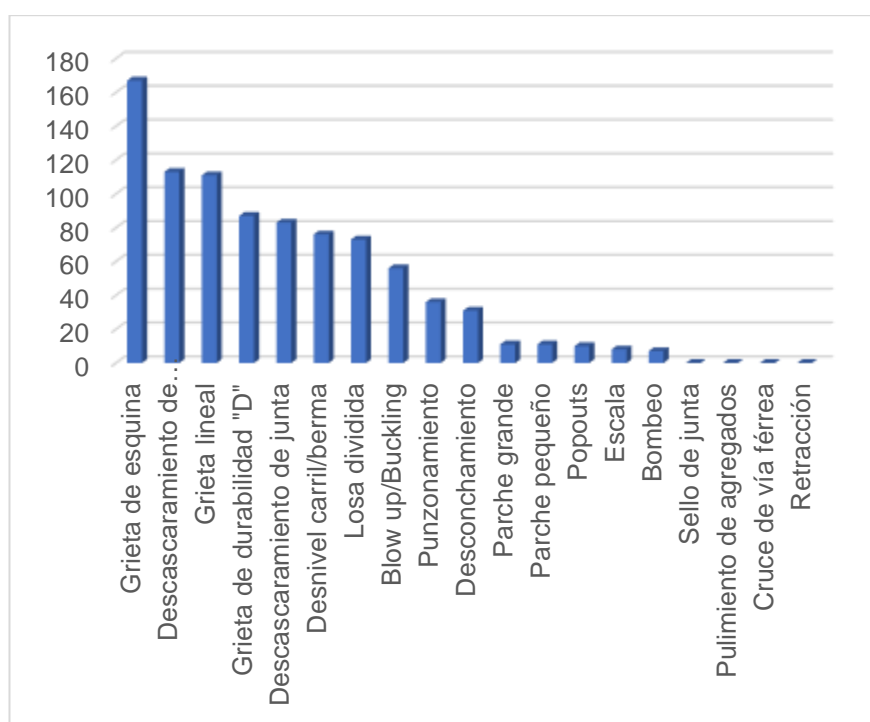
Tabla 5
Tipo de fallas presentes en todas las unidades de muestreo.

Código de falla	Cantidad de fallas	%
Grieta de esquina	167	18.98%
Descascaramiento de esquina	113	12.84%
Grieta lineal	111	12.61%
Grieta de durabilidad "D"	87	9.89%
Descascaramiento de junta	83	9.43%
Desnivel carril/berma	76	8.64%
Losa dividida	73	8.30%
Blow up/Buckling	56	6.36%
Punzonamiento	36	4.09%

Desconchamiento	31	3.52%
Parche grande	11	1.25%
Parche pequeño	11	1.25%
Popouts	10	1.14%
Escala	8	0.91%
Bombeo	7	0.80%
Sello de junta	0	0.00%
Pulimiento de agregados	0	0.00%
Cruce de vía férrea	0	0.00%
Retracción	0	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4
Tipo de fallas presentes en todas las unidades de muestreo.



Fuente: Tabla 5.

Las fallas grieta de esquina (18,98%), descascaramiento de esquina (12,84%) y grieta lineal (12,61%) son las que se observaron con mayor frecuencia en el área de estudio, mientras que, las fallas sello de junta, pulimiento de

agregados, cruce de vía férrea y retracción, no se observaron durante toda la inspección visual de la avenida 27 de Noviembre.

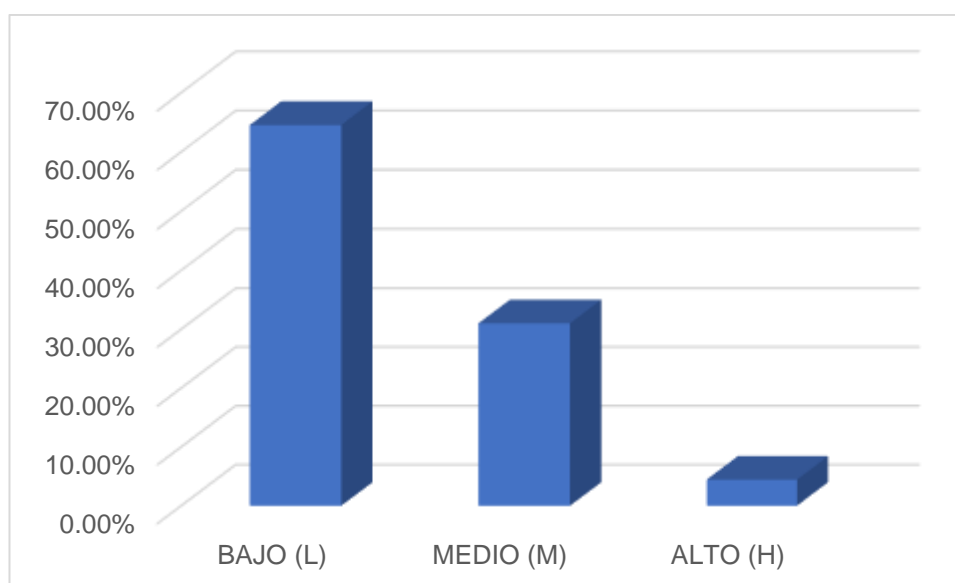
Respecto a la severidad de las fallas se tiene:

Tabla 6
Índice de severidad de las fallas.

Índice de severidad	Número de fallas	%
Bajo (L)	568	64.55%
Medio (M)	273	31.02%
Alto (H)	39	4.43%
TOTAL	880	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5
Índice de severidad de fallas.



Fuente: Tabla 6.

El 64.55% de fallas visualizadas en campo son de severidad baja, mientras que el 31.02% corresponde a severidad media, y solo el 4.43% es de severidad alta.

4.4. Objetivo específico 2: Aplicar la metodología PCI para determinar la condición operacional de las unidades de muestreo del pavimento rígido de la avenida 27 de noviembre – Huaraz – Áncash – 2022.

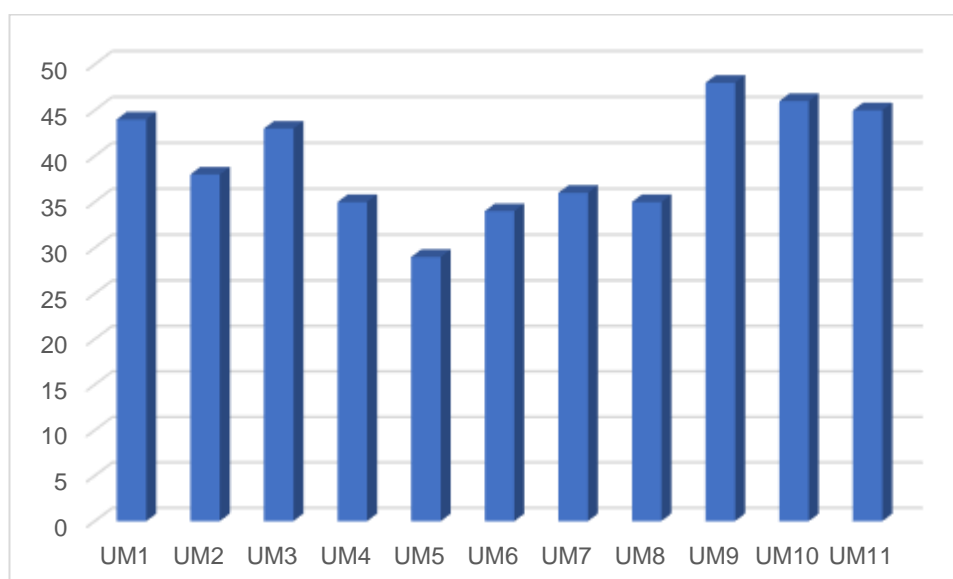
Se determinó la condición operacional para cada unidad de muestreo, el cual se presenta a continuación:

Tabla 7
Cantidad de fallas por unidad de muestreo.

UM1	44	UM12	43
UM2	38	UM13	41
UM3	43	UM14	48
UM4	35	UM15	49
UM5	29	UM16	43
UM6	34	UM17	54
UM7	36	UM18	39
UM8	35	UM19	44
UM9	48	UM20	45
UM10	46	UM21	41
UM11	45		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6
Cantidad de fallas por unidad de muestreo.



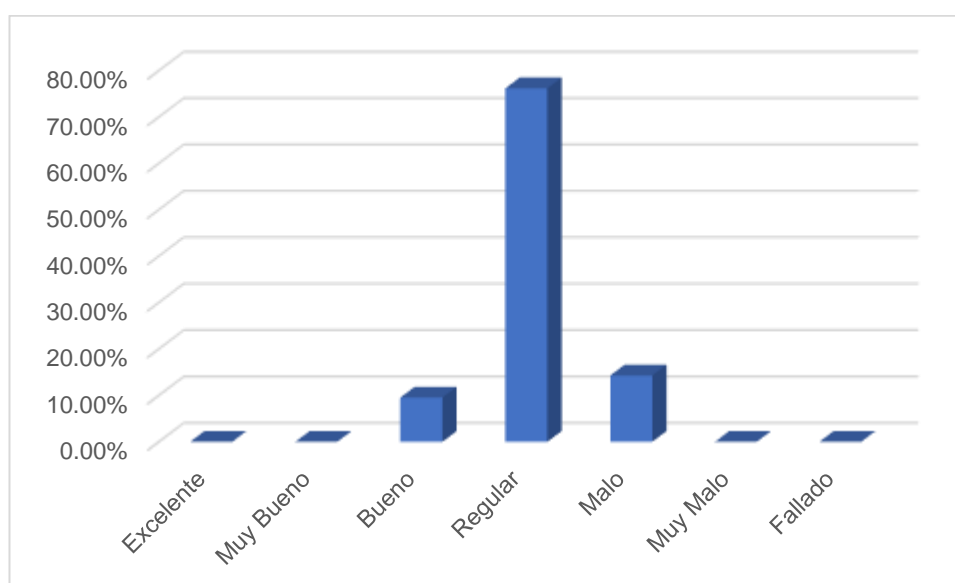
Fuente: Tabla 7.

Tabla 8
Resumen de la condición operativa del pavimento por unidad de muestreo.

Rango	Clasificación	Nº de unidades de muestreo	%
100 – 85	Excelente	0	0.00%
85 – 70	Muy Bueno	0	0.00%
70 – 55	Bueno	2	9.52%
55 – 40	Regular	16	76.19%
40 – 25	Malo	3	14.29%
25 – 10	Muy Malo	0	0.00%
10 – 0	Fallado	0	0.00%
		21	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7
Resumen de la condición operativa del pavimento por unidad de muestreo.



Fuente: Tabla 7.

El 76.19% del total de las unidades de muestreo tiene una condición operativa de regular, seguido por el 14.29% que presenten condición operacional mala, y finalmente, el 9.52% tienen un estado operativo de bueno.

4.5. Objetivo específico 3: Proponer un diseño de pavimento rígido mediante la metodología AASHTO 93 para la avenida 27 de Noviembre – Huaraz – Áncash – 2022.

Para diseñar un pavimento rígido y establecer los espesores finales de las capas que lo conforman, es necesario ejecutar un estudio de tráfico vehicular donde se plasme la cantidad de vehículos que transitan por dicha vía durante los 7 días de la semana.

4.5.1. Estudio de tráfico vehicular de la avenida 27 de Noviembre.

Índice Medio Diario Semanal

Tabla 9
Índice Medio Diario Semanal.

Vehículos	D	L	M	M	J	V	S	Total / Tipo	Total %
Motos	98	102	111	99	106	108	101	725	6.38
Autos	189	190	195	180	215	182	172	1323	11.65
Station Wagon	545	598	610	608	598	602	626	4187	36.87
Pick up	52	96	92	86	90	89	91	596	5.25
Panel	3	10	6	8	11	9	9	56	0.49
Rural Combi	580	658	621	681	690	626	595	4451	39.19
Bus – 2E	2	1	2	1	1	3	2	12	0.11
Bus – 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Cam. – 2E	2	1	0	2	0	1	1	7	0.06
Cam. – 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total/día	1471	1656	1637	1665	1711	1620	1597	11357	100
Total %	12.95	14.58	14.41	14.66	15.07	14.26	14.06	100	

Fuente: Elaboración propia.

Factor de corrección

Tabla 10
Factor de corrección.

Factores de estación			
Ítem	Descripción	Factor	Estación
01	Vehículos ligeros	1.0405	Cátac
02	Vehículos pesados	1.0756	Cátac

Fuente: Factores de corrección del MTC.

Índice Medio Diario Anual

Para su cálculo se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

Donde:

IMD_s = Índice Medio Diario Semanal.

IMD_a = Índice Medio Anual.

V_i = Volumen vehicular diario.

FC = Factores de corrección.

Tabla 11
Índice Medio Diario Anual al 2022.

Tipo de vehículo	Total	IMD_s	FC	$IMD_a - 2022$
Motos	725	104	1,0405	109
Autos	1323	189	1,0405	197
Station Wagon	4187	599	1,0405	624
Pick up	596	86	1,0405	90
Panel	56	8	1,0405	9

Rural Combi	4451	636	1,0405	662
Bus – 2E	12	2	1,0756	3
Bus – 3E	0	0	1,0756	0
Camión – 2E	7	1	1,0756	2
Camión – 3E	0	0	1,0756	0
Total		1625		1696

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo un $IMD_A - 2022$ de 1696 vehículos. Seguidamente, se calculó la proyección de tránsito vehicular para 20 años. Dicho valor estará dado por la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{n-1}$$

T_n = Aforo vehicular proyectado al año n.

T_0 = Aforo vehicular actual.

n = Tiempo de diseño.

r = % de crecimiento.

Tabla 12
Tasa de crecimiento vehicular.

Tasa de crecimiento vehicular		
Ítem	Descripción	%
01	Vehículos ligeros	0.59
02	Vehículos pesados	1.05

Fuente: Factores de corrección del MTC.

Tabla 13
Tasa de crecimiento vehicular.

Tipo de vehículo	$IMD_A - 2022$	$IMD_A - 2042$
Motos	109	122
Autos	197	221
Station Wagon	624	698

Pick up	90	101
Panel	9	11
Rural Combi	662	741
Bus – 2E	3	4
Bus – 3E	0	0
Camión – 2E	2	3
Camión – 3E	0	0
Total	1696	1901

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo una proyección al año 2042 de 1901 veh/día.

Factor de crecimiento acumulado (Fca)

De acuerdo al MTC (2014), para calcular el Fca se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r = % de crecimiento.

n = Tiempo establecido de diseño.

Para nuestro estudio se consideró un tiempo de diseño de 20 años obteniéndose:

$$Fca - ligeros = \frac{(1 + 0.0059)^{20} - 1}{0.0059}$$

$$Fca - ligeros = 21.162$$

$$Fca - pesados = \frac{(1 + 0.0105)^{20} - 1}{0.0105}$$

$$Fca - pesados = 22.127$$

Cargas equivalentes y factor camión (Fvpi)

Se tomó en consideración lo estipulado por el MTC, donde se indican los siguientes valores de Fvpi para cada tipo de vehículo.

Tabla 14
Cargas equivalentes y factor camión.

Tipo	Peso				Factor Camión
	Eje delantero	Ejes posteriores			
		1	2	3	
Ligeros (autos y camionetas)	T	2	2		
	lb	4000	4000		
	Eje	Simple	Simple		
	Factor Eq. De carga	0.002	0.002		0.004
Ómnibus B3-1	T	7	16		
	lb	16000	36000		
	Eje	Simple	Tandem		
	Factor Eq. De carga	0.623	1.380		2.003
Camiones 2 Ejes C2	T	7	11		
	lb	16000	25000		
	Eje	Simple	Tandem		
	Factor Eq. De carga	0.623	0.312		0.935
Camiones 3 Ejes C3	T	7	18		
	lb	16000	40000		
	Eje	Simple	Tandem		
	Factor Eq. De carga	0.623	2.080		2.703

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014).

Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp)

De acuerdo al manual de carreteras del MTC, para pavimentos rígidos y afirmados el valor de este parámetro es 1.

Factor de distribución direccional y de carril (Fd, Fc)

El manual de carreteras del MTC recomienda utilizar la siguiente tabla para determinar los valores de Fd y Fc.

Tabla 15
Factor de distribución direccional y de carril.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor carril (Fc)
1 calzada	1 sentido	1	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00
	2 sentidos	2	0.50	0.80
2 calzadas con separador central	2 sentidos	1	0.50	1.00
	2 sentidos	2	0.50	0.80
	2 sentidos	3	0.50	0.60
	2 sentidos	4	0.50	0.50

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014).

La avenida 27 de Noviembre cuenta con 1 calzada de 2 sentidos y 1 carril por sentido; por ello, los valores de estos parámetros son: Factor de distribución direccional igual a 0.50, y Factor carril igual a 1.

Número de ejes equivalentes

Está definida por:

$$EE_{\text{eje-carril}} = IMD_{pi} \times Fd \times Fc \times Fv_{pi} \times Fp$$

IMD_{pi} = IMD por vehículo.

Fd = Factor direccional.

Fc = Factor carril.

F_{vpi} = Factor camión por tipo de vehículo.

F_p = Factor de ajuste por presión de neumáticos.

Tabla 16
Número de ejes equivalentes.

Tipo de vehículo	IMD_A	Fd	Fc	F_{vpi}	Fpi	$EE_{día-carril}$
Motos	122	1	0.8	0.004	1	0,3904
Autos	221	1	0.8	0.004	1	0,7072
Station Wagon	698	1	0.8	0.004	1	2.2336
Pick up	101	1	0.8	0.004	1	0.3232
Panel	11	1	0.8	0.004	1	0.0352
Rural Combi	741	1	0.8	0.004	1	2.3712
Bus – 2E	4	1	0.8	2.003	1	6.4096
Bus – 3E	0	1	0.8	2.003	1	0
Camión – 2E	3	1	0.8	0.935	1	2.244
Camión – 3E	0	1	0.8	2.703	1	0
TOTAL						14.7144

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 16 se obtiene un $EE_{día-carril}$ de 14,7144

EAL de diseño

La guía de carreteras del MTC establece que el EAL de diseño está dado por:

$$N_{rep} de EE_{8.2tn} = \sum [EE_{día-carril} * Fca * 365]$$

Donde:

$EE_{día-carril}$ = Ejes equivalentes por cada tipo de automóvil.

Fca = Factor de crecimiento acumulado.

365 = Corresponde a la cantidad de días en un año.

Σ = Sumatoria.

Tabla 17
EAL de diseño.

Tipo de vehículo	EE _{día-carril}	Fca.	Días del año	Nº rep. de EE 8.2tn
Motos	0.3904	21.162	365	3015.500352
Autos	0.7072	21.162	365	5462.504736
Station Wagon	2.2336	21.162	365	17252.61677
Pick up	0.3232	21.162	365	2496.438816
Panel	0.0352	21.162	365	271.889376
Rural Combi	2.3712	21.162	365	18315.45706
Bus – 2E	6.4096	22.127	365	51766.20501
Bus – 3E	0	22.127	365	0
Camión – 2E	2.244	22.127	365	18123.34062
Camión – 3E	0	22.127	365	0
TOTAL				116703.9527

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 17, el total de repeticiones de EE para la avenida 27 de Noviembre es de 116703.9527.

4.5.2. Diseño del pavimento rígido.

La metodología AASHTO 93 aplica un proceso iterativo en el cual los espesores de las capas que conforman el pavimento rígido son asumidos aleatoriamente hasta encontrar un equilibrio en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 \log_{10}(W_{82}) = & Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} \\
 & + (4.22 - 0.32P_t) \times \log_{10} \left[\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J (0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}})} \right]
 \end{aligned}$$

Donde:

W_{82} = Número de EE de 8.2tn.

Z_R = Desviación normal estándar.

S_O = Desviación estándar combinado.

D = Espesor del pavimento (mm).

ΔPSI = Diferencia entre índice de serviciabilidad inicial y final.

P_t = Índice de serviciabilidad final.

M_r = Resistencia a flexotracción del concreto (Mpa).

C_{dx} = Coeficiente de drenaje.

J = Transferencia de cargas.

E_c = Módulo elástico del concreto (Mpa).

k = Módulo de reacción (Mpa/m).

Número de EE (W_{82})

En función al estudio de tráfico vehicular y tomando en cuenta un periodo de diseño de 20 años tal como recomienda el MTC para pavimentos rígidos, el valor del número de EE de 8.2tn es de 116703.9527 (Tabla 17).

$$W_{82} = 116703.9527$$

Índice de serviciabilidad

Este factor sintetiza el criterio de confort, seguridad y servicio que ofrecen los pavimentos. En ese sentido, 0 representa un pavimento intransitable y 5 un pavimento ideal y perfecto, no obstante, en la práctica esto es casi imposible de lograr. El valor numérico de este parámetro de acuerdo a la metodología AASHTO 93 se calcula mediante la diferencia del valor del índice de serviciabilidad inicial y final. Para fines del estudio se usaron los valores recomendados por el manual del MTC, los cuales son:

$$P_i = 4.10$$

$$P_t = 2.00$$

$$\Delta PSI = 2.10$$

Desviación estándar combinado (S_o)

La metodología AASHTO 93 sugiere usar valores comprendidos entre $0.30 < S_o < 0.40$, en ese sentido, se recomienda usar un valor de 0.35 para pavimentos rígidos.

$$S_o = 0.35$$

Desviación normal estándar (Z_R)

Para fines de la presente investigación se seleccionó un nivel de confiabilidad del 65%, correspondiéndole por recomendación de la metodología AASHTO 93 una desviación estándar de -0.385.

$$Z_R = -0.385$$

Módulo de reacción (k)

El método AASHTO 93 hace uso de relaciones empíricas para obtener el coeficiente de reacción en función al CBR.

Para un valor de CBR menor a 10%, se usará la siguiente ecuación:

$$k = 2.55 + 52.5 \text{ Log}(CBR)$$

Por otro lado, para un valor de CBR mayor o igual a 10%, se usará la siguiente ecuación:

$$k = 46 + 9.08[\text{Log}(CBR)]^{4.34}$$

Donde:

k = Modulo de reacción (Mpa/m).

CBR = Capacidad de soporte (%).

Para determinar los valores del CBR se realizaron ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 18
CBR de la subrasante y subbase.

Ensayo	CBR
---------------	------------

		Subrasante	Subbase
Módulo de reacción	%	44.50	41.50

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

Reemplazando dichos valores en la ecuación anteriores se tiene:

$$k_{subrasante} = 46 + 9.08[\text{Log}(44.50)]^{4.34}$$

$$k_{sr} = 125.45 \text{ Mpa/m}$$

$$k_{subbase} = 46 + 9.08[\text{Log}(41.50)]^{4.34}$$

$$k_{sb} = 119.30 \text{ Mpa/m}$$

Para determinar el valor del coeficiente de módulo de reacción combinada se usó la siguiente ecuación:

$$k_c = \left[1 + \left(\frac{h}{38}\right)^2 \times \left(\frac{k_1}{k_0}\right)^{2/3} \right]^{0.5} \times k_0$$

Donde:

k_c = Coeficiente de reacción combinado (kg/cm³).

h = Espesor de la subbase.

k_1 = Coeficiente de reacción de la subbase (kg/cm³).

k_0 = Coeficiente de reacción de la subrasante (kg/cm³).

Al tener los valores de los coeficientes en Mpa/m se realiza una simple conversión a kg/cm³ obteniéndose:

$$k_{sr} = 12.792 \text{ kg/cm}^3$$

$$k_{sb} = 12.165 \text{ kg/cm}^3$$

Una vez obtenido los valores en kg/cm³, se reemplazan en la ecuación anterior:

$$k_c = \left[1 + \left(\frac{15}{38}\right)^2 \times \left(\frac{12.165}{12.792}\right)^{2/3} \right]^{0.5} \times 12.792$$

$$k_c = 13.722 \text{ kg/cm}^3$$

Se indica que el valor del coeficiente de módulo de reacción debe estar en Mpa/m, en ese lineamiento, se realiza la conversión obteniéndose:

$$k_c = 134.57 \text{ Mpa/m}$$

Resistencia a flexotracción del concreto (M_r)

De acuerdo al manual de la metodología AASHTO 93 para ejes equivalentes menores a 5000000EE la resistencia mínima a flexotracción es de 40.0 kg/cm², y la resistencia mínima equivalente a la compresión ($f'c$) es de 280 kg/cm².

En ese sentido, el módulo de rotura (M_r) del concreto se encuentra relacionado con la resistencia a la compresión ($f'c$) mediante la siguiente regresión:

$$M_r = a\sqrt{f'c}$$

Los valores de “a” varían entre 1.99 y 3.18. considerándose para el presente estudio un valor de 2.5. en ese contexto se tiene:

$$M_r = 2.5 \times \sqrt{280}$$

$$M_r = 41.833 \text{ kg/cm}^2$$

Se indica que el valor de la resistencia a flexotracción debe estar en Mpa, realizando la conversión se obtiene:

$$M_r = 4.102 \text{ Mpa}$$

Modulo elástico del concreto (E_c)

El ACI recomienda calcular mediante la siguiente correlación:

$$E_c = 57000 \times (f'c)^{0.5}$$

Cabe resaltar que el valor de la resistencia a compresión ($f'c$) debe estar en PSI. En ese contexto, se considera un valor de $f'c$ de 280 kg/cm², lo que equivale a 3982.54 PSI, reemplazando se tiene:

$$E_c = 57000 \times (3982.54)^{0.5}$$

$$E_c = 3597120.02 \text{ PSI}$$

Se indica que el valor del módulo elástico debe estar en Mpa, realizando la conversión se obtiene:

$$E_c = 24801.28 \text{ Mpa}$$

Coeficiente de drenaje (C_d)

El valor de este parámetro está comprendido entre 0.70 y 1.25, su variabilidad se encuentra en función al tipo de drenaje, grado de impermeabilidad, condiciones climáticas y los niveles de precipitación. Se recomienda utilizar la siguiente tabla una vez identificado la calidad del drenaje.

Tabla 19

Coeficiente de drenaje de las capas granulares C_d .

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014).

El valor considerado en función al porcentaje de tiempo que el pavimento se encuentra expuesto a niveles de humedad y a la calidad de drenaje para la avenida 27 de Noviembre fue de 1.

$$C_d = 1.00$$

Transferencia de cargas (J)

La metodología AASHTO 93 recomienda utilizar la siguiente tabla para obtener el valor de J .

Tabla 20
Coefficiente de drenaje de las capas granulares J.

Tipo de berma	<i>J</i>			
	Granular o asfáltica		Concreto hidráulico	
Valores <i>J</i>	Si (con pasadores)	No (sin pasadores)	Si (con pasadores)	No (sin pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2014).

El valor asumido para el parámetro transferencia de cargas es de 3.8.

$$J = 3.8$$

Una vez determinados los parámetros requeridos por la metodología AASHTO 93 para calcular los espesores finales de las capas que conforman al pavimento rígido, se tiene:

Tabla 21
Valores de los parámetros para determinar el espesor del pavimento.

Parámetro	Valor
W_{82}	116703.9527
P_i	4.10
P_t	2.00
ΔPSI	2.10
S_o	0.35
Z_R	-0.385
k_c	134.57 Mpa/m
M_r	4.102 Mpa
E_c	24801.28 Mpa
C_d	1.00
J	3.8

Fuente: Elaboración propia.

Reemplazando estos valores en la ecuación establecida por la metodología AASHTO 93 y siguiendo las recomendaciones del MTC se obtienen los siguientes espesores para las capas del pavimento rígido.

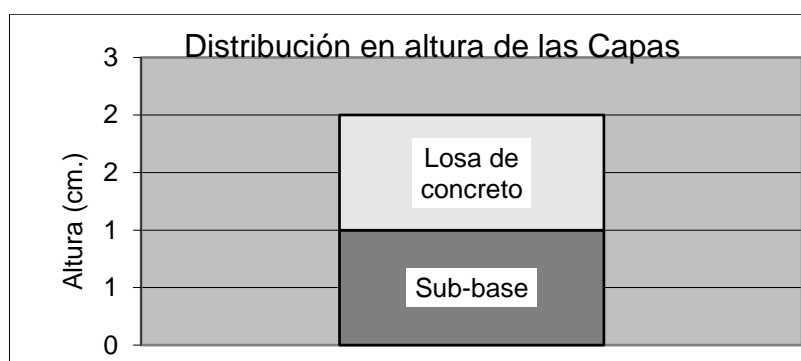
Tabla 22
Espesores para la losa de concreto y subbase granular.

Capa	Espesor
Losa de concreto	20.00cm
Subbase granular	15.00cm

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la propuesta de diseño del pavimento rígido para la avenida 27 de Noviembre queda estructurada de la siguiente manera:

Figura 8
Diseño propuesto de pavimento rígido.



Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

En relación al objetivo general, evaluar el estado del pavimento rígido para plantear una propuesta de mejoramiento para la avenida 27 de noviembre – Huaraz – Áncash – 2022. Se evaluó mediante el método PCI a lo largo de 657 metros dividido en 21 unidades muestrales, estableciéndose un valor numérico promedio de 47.78, el cual evidencia una condición operacional de “regular” para la avenida 27 de noviembre. Tomando en consideración dicha evaluación, y evidenciando que no se realizan mantenimientos preventivos ni correctivos, por lo que las fallas de severidades bajas y medias pasan rápidamente a ser de alta severidad, y por tanto se llegase a obtener un pavimento fallado e intransitable, se planteó un nuevo

diseño de pavimento rígido a manera de propuesta de mejora, quedando establecido de la siguiente manera: 20cm de espesor para la capa losa de concreto y 15cm para la capa sub-base.

Estos resultados tienen similitud con los obtenidos por Granda (2019) quien en su investigación evaluó mediante el método PCI un total de 72 unidades muestrales, obteniendo un PCI promedio de 32.0 lo que corresponde a estado operativo de “malo” para el tramo estudiado, debido a que no se realizan labores de mantenimiento o en su defecto los realizan sin tomar en cuenta los factores que influyeron en la aparición de dichas fallas, lo que facilita la aparición de nuevas fallas con mayor índice de severidad. Por otro lado, se contrasta con la investigación de Aguilar (2021) analizó una vía de 710 metros, del cual evaluó un total de 48 losas hallando un PCI promedio de 56, y clasificándose dentro de una condición operacional de “bueno”, por lo que simplemente a manera de propuesta planteó medidas rutinarias con la finalidad de las fallas no alcancen severidades mayores.

Los resultados evidencian que las fallas en los pavimentos rígidos no solo afectan su condición operacional, sino también su integridad estructural y en consecuencia su nivel de servicio. Las causas son diversas, sin embargo, las más comunes son la sobrecarga de tránsito, labores de reparación mal ejecutadas, sistemas de drenaje ineficientes, calidad de los materiales, entre otros. Cabe resaltar que en una condición operativa de “regular”, las vibraciones en los neumáticos de los vehículos no son del todo perceptibles, no obstante, el tránsito continuo por dichas fallas sin un adecuado mantenimiento puede generar un deterioro paulatino llegando a aumentar los índices de severidad y haciendo la vía intransitable. Finalmente, para elevar el PCI de las vías se requiere el aumento del PCI individual de las unidades muestrales en estado más fallado, partiendo de reparaciones parciales o totales según el tipo, cantidad y severidad de las fallas.

Asimismo, se hace énfasis en que la metodología PCI presenta fortalezas frente a otras metodologías, ya que posee una mayor cantidad de criterios a evaluar y no ocupa de un proceso destructivo, y muchos menos requiere de equipos o materiales especializados haciéndola económicamente factible. Sin embargo, posee ciertas debilidades, ya que solo evalúa el comportamiento superficial de los pavimentos,

definiendo su condición operacional, más no realiza un estudio profundo sobre la condición estructural de los mismos. Cabe resaltar que la relevancia de este estudio radica en que se plantea un nuevo diseño, realizado en un marco empírico que garantiza una adecuada funcionalidad para el periodo de diseño establecido, tomando en consideración las solicitudes externas (cambio climático, aforo vehicular, capacidad de drenaje, entre otros) del proceso constructivo muchas veces ignorados por construcciones convencionales.

En relación al primer objetivo específico, identificar el tipo, severidad y cantidad de las fallas del pavimento rígido de la avenida 27 de noviembre – Huaraz – Áncash – 2022. Se presenciaron tres tipos de fallas que han dañado en gran parte al área estudiada, las mismas que son: Grieta de esquina con un total de 167 fallas (18,98%), Descascaramiento de esquina con un total de 113 fallas (12,84%) y Grieta lineal con 111 fallas (12,61%); en contraste a ello, hubieron fallas que no se presenciaron durante todo el recorrido, los cuales son: Sello de junta, Pulimiento de agregados, Cruce de vía férrea y Retracción. Respecto al índice de severidad de las fallas encontradas, el 64.55% son de severidad baja, mientras que el 31.02% corresponde a severidad media, y solo el 4.43% es de severidad alta. En relación a la cantidad de fallas, se observaron un total de 880 fallas en 671 metros de longitud con la que cuenta la avenida 27 de Noviembre.

Estos resultados tienen similitud con los hallados por Varas (2021) quien en su investigación determinó que, las fallas más comunes observadas fueron: Descascaramiento de junta (20%), Losa dividida (15%), descascaramiento de esquina (14%) y escala (14%); respecto al índice de severidad, todas las fallas son de alta severidad. De igual manera es similar al estudio de Huete y Huamán (2021) quienes determinaron que las fallas más comunes observadas fueron la rotura de esquina (20.0%), pulimiento de agregados (20.0%), y las grietas lineales (15.0%); respecto al índice de severidad, la más común fue la severidad “baja”, seguida de la severidad “media”; cabe resaltar que no existieron fallas de alta severidad. Respecto a la cantidad de fallas, analizaron un total de 136 fallas a lo largo de su vía estudiada.

Los resultados obtenidos en la investigación muestran una concentración alta de la patología “grieta de esquina” y “descascaramiento de esquina” que son causadas

por la excesiva repetición de cargas sumada a la pérdida de la capacidad de soporte y los esfuerzos de alabeo, cabe resaltar que la segunda se diferencia de la primera debido a que se extiende de forma vertical en todo el espacio de la losa. Otra de las fallas en mayor frecuencia fue la “grieta lineal” que es originada debido a la combinación de la repetición de cargas y el alabeo causado por la humedad; estas 3 fallas tienen severidades bajas y medias, por lo que se plantea como opción de reparación el sellado de grietas o el parcheo parcial. Es notorio que estas fallas son generadas por la repetición de cargas combinado con el esfuerzo de alabeo, evidenciando que la avenida estudiada tiene ciertas deficiencias en su diseño, representando una alerta a los entes encargados de la infraestructura vial y sugiriendo una pronta realización de intervenciones superficiales al pavimento rígido a corto plazo.

Respecto al segundo objetivo específico, aplicar la metodología PCI para determinar la condición operativa de las unidades de muestreo del pavimento rígido de la avenida 27 de noviembre – Huaraz – Áncash – 2022. Se analizaron un total de 21 unidades de muestreo, donde el valor de PCI más elevado fue de 64 correspondiente a la unidad muestral 1 (UM1) evidenciándose un pavimento de condición operacional “bueno”, en contraste a ello, el valor más bajo de PCI calculado fue de 38 correspondiente a las unidades muestrales 17 y 21 (UM17, UM21) denotándose como pavimentos en “mala” condición operacional. El 76,19% (16) de las unidades de muestreo cuentan con una condición operativa de “regular”, mientras que el 14,29% (3) tienen una condición operativa de “malo”, y solo el 9,52% (2) mantienen una “buena” condición operacional.

Lo antes descrito se asemeja a lo obtenido por Granda (2019) quien en su estudio determinó un total de 72 unidades muestrales, donde el 37,5% de las UM tienen una condición operacional de muy malo, el 30,56% están dentro del rango de regular y el 13,89% tienen condición operacional de malo, haciendo la vía casi intransitable debido a la sobre carga de tránsito de vehículos pesados. Por su parte, Varas (2021) analizó 2 unidades muestrales, de las cuales el 50% tiene una condición operativa de “fallado” y la otra mitad una condición operacional de “malo”; el PCI más bajo calculado fue de 8 (UM1) y el más alto fue de 26 (UM2),

denotándose una vía en pésimo estado y con fallas muy significativas que afectan el pavimento de la vía estudiada.

Así pues, los resultados demuestran un alto índice de progresivas con clasificación de “regular”, evidenciándose que gran parte de la avenida 27 de Noviembre se encuentra en estado operativo, no obstante, su funcionalidad no es del todo eficiente. Ello se basa, en que no se realizan mantenimientos preventivos ni correctivos de manera oportuna, haciendo que el pavimento siga deteriorándose paulatinamente llegando a afectar su integridad estructural, es decir, afectando directamente a la capacidad que tiene el pavimento de soportar sollicitaciones externas, como las cargas de tránsito, condiciones climáticas, entre otros. En ese lineamiento, las inspecciones visuales deben ser complementadas con estudios estructurales que definan el tipo y técnica de rehabilitación o mantenimiento a ejecutar, o se proponga un nuevo diseño de pavimento que satisfaga las necesidades de la sociedad.

En relación al tercer objetivo específico, proponer un diseño de pavimento rígido para la avenida 27 de noviembre – Huaraz – Áncash – 2022. Se propuso un diseño de pavimento tomando en consideración el método AASHTO 93, el cual para su desarrollo toma en cuenta los siguientes valores para cada factor: EAL de diseño para un tiempo de 20 años de 116703.9527; índice de serviciabilidad inicial de 4.50 y final de 2.50; desviación estándar combinado de 0.35; nivel de confianza de 65%; desviación normal estándar de -0.385; módulo de reacción combinado de 141.254 Mpa/m; resistencia a flexotracción de 4.102 Mpa; mientras que el módulo elástico fue de 24801.28 Mpa; coeficiente de drenaje de 1; y finalmente, se optó por un valor de transferencia de cargas de 3.8; así pues, en función a todos los factores descritos, se diseñó el pavimento rígido de la avenida 27 de noviembre, quedando definida de la siguiente manera: espesor de la capa losa de concreto de 20cm, y espesor de la capa sub-base de 15cm.

Estos valores hallados poseen similitud con los obtenidos por Varas (2021) quien en su estudio observó que la integridad estructural del pavimento rígido de la avenida Aviación y Bolognesi en Chimbote se encuentran afectadas llegando incluso a tener secciones totalmente intransitables, en ese sentido, propuso un diseño de pavimento rígido con 20cm de espesor para la capa base y 20cm de

espesor para la capa subbase establecidas mediante la metodología ASHTOO 93. Por otro lado, se contrasta con la investigación de Huete y Huamán (2021) quienes luego de evaluar el pavimento usando el PCI, realizaron un análisis geotécnico, obteniendo como resultado un CBR de 19.98%, una humedad de 8.73% y mediante el ensayo de proctor modificado se determinó una densidad máxima seca de 2.13 Tn/m³ para la capa subrasante, concluyendo que la capa subrasante se encuentra en buen estado operacional, y que las fallas del pavimento observadas son solamente superficiales y originadas por la sobre carga de tránsito; por tanto, no requiere de un nuevo diseño de pavimento rígido.

Estos resultados evidencian que el diseño de pavimentos son la consecuencia de la utilización de criterios técnicos, lógicos y estándares aceptables del campo de la ingeniería, ya que por más que existan muchas metodologías de diseño que toman en cuenta diversos factores, su elección debe estar alineada principalmente a resultados empíricos y analíticos, considerando como pilar fundamental las propiedades del suelo, el tráfico vehicular y las condiciones climáticas, con el objetivo de generar valores válidos y confiables, para mantenerse a la vanguardia de la tecnología de pavimentos y estos lleguen a cumplir su vida útil para el que fueron diseñados.

VI. CONCLUSIONES

1. Se evaluó el estado operativo del pavimento rígido de la avenida 27 de noviembre hallándose un PCI de 47.78, evidenciando un pavimento en estado operativo de regular, en ese sentido, a propuesta de mejora se realizó un nuevo diseño de pavimento rígido que contempla todas las solicitudes externas requeridas para un pavimento de alta durabilidad, y cumpla de manera satisfactoria su vida útil, ya que actualmente se ve un pavimento deteriorado antes de cumplir su periodo de diseño.
2. Se identificaron los factores de evaluación, en una distancia total de 671 metros, divididos en 21 unidades muestrales y 570 losas evaluadas; donde las fallas más comunes fueron Grieta de esquina (18,98%), Descascaramiento de esquina (12,84%) y Grieta lineal (12,61%), respecto al nivel de severidad, el más frecuente fue el nivel bajo (64.55%), seguido del nivel medio (31.02%), y solo el 4.43% fue de severidad alta.
3. Se aplicó el método PCI para todas las unidades muestrales, donde el valor de PCI más elevado fue de 64 (UM1) y el valor más bajo fue de 38 (UM17, UM21), asimismo, el 76,19% de las unidades de muestreo cuentan con una condición operativa de “regular”; evidenciándose que, a menor valor de PCI, mayor es el daño causado en el pavimento, ya que es dependiente de la combinación del tipo, severidad y cantidad de las fallas.
4. Se diseñó el pavimento rígido mediante la metodología AAASHTO 93 como propuesta de mejora para la avenida 27 de Noviembre, obteniendo un espesor final de 20.0cm para la capa losa de concreto y 15.0cm de espesor para la capa sub-base. Cabe resaltar que la propuesta está alienada a un estudio de carácter funcional (Método PCI) y a la realización de estudios estructurales, como el estudio de suelos, análisis de capas y CBR, es decir, combina ambos factores para brindar con mayor seguridad un diseño óptimo acorde a las necesidades y que se mantenga a la vanguardia de la ingeniería de pavimentos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Al Municipio Provincial de Huaraz designar un presupuesto destinado a la conformación de equipos técnicos que se encarguen de la realización paulatina de inspecciones visuales y estructurales de los pavimentos rígidos con el fin de garantizar el cumplimiento de su vida útil; asimismo, se debe verificar que todo proceso constructivo que implique infraestructura vial debe contemplar en su contenido estudios de tráfico vehicular, mecánica de suelos y pavimentos, ensayos de CBR, proctor, entre otros, con la finalidad que basados en un marco empírico se brinden respuestas oportunas y adecuadas garantizando un tránsito seguro, libre y ordenado.
2. Al Municipio Provincial de Huaraz controlar de manera óptima el proceso constructivo, y la calidad de los componentes y materiales que son parte de la elaboración de los pavimentos, ya que, está empíricamente comprobado que influye de manera directa en el tiempo de utilidad óptima que puede brindar un pavimento sin generar incomodidad alguna en el transporte.
3. Al Municipio Provincial de Huaraz, diseñar e implementar un plan de gestión de conservación de la infraestructura de vías, el mismo que debe estar alineado a monitoreos periódicos y contemplar en sus acápites técnicas de planificación, diseños, procesos constructivos y mantenimientos de las mismas. Del mismo modo, se recomienda revisar minuciosamente los expedientes técnicos de las nuevas vías a desarrollarse y solicitar que se incluyan los factores ambientales, de tal forma que no solo sea un pavimento durable, sino también ecológico y así mantenerse a la vanguardia de la tecnología de pavimentos.
4. A los encargados de la infraestructura vial de la ciudad de Huaraz, a tomar en consideración el diseño propuesto del pavimento rígido ya que se realizó en un marco empírico tomando en consideración las solicitudes externas como el aforo vehicular y las condiciones climáticas, sin olvidar que el proceso constructivo debe ser controlado de inicio a fin para regular la calidad de la construcción.

REFERENCIAS

- Aashto. (2008). Mechanistic-empirical pavement design guide: a manual of practice (interim edition). *American Association of State Highway and Transportation Officials*. .
- Aguilar, J. (2021). *Evaluación y mejoramiento del pavimento rígido con el método PCI de la Av. Bolognesi, distrito de Independencia, Huaraz, 2021*. Huaraz: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/75929/Aguilar_GJM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- American Concrete Pavement Association. (2020). *Concrete pavements*.
- Andrade, C. (2019). Propuesta De Diseño De Pavimento Rígido De La Vía Virgen De Fátima–Naranjal (km 11). *Taura Bachelor's thesis, Espol*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/131526/D-CD70338.pdf>
- Arias, F. (2006). *El proyecto de Investigación introducción a la metodología científica* (Sexta ed.). Caracas: Episteme. Obtenido de <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACIÓN-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>
- Baque, B. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. *Dominio de las Ciencias*, 6(2), 203-228. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7398457>
- Beltrán, G., & Romo, M. (2019). Evaluación de pavimentos y decisiones de conservación con base en sistemas de inferencia difusos. *Ingeniería. Investigación y Tecnología*, 15(3), 391-402. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/404/40431741006.pdf>
- Corros, M., Urbáez, E., & Corredor, G. (2016). *Manual de evaluación de pavimentos*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Fernández, S., & Reyes, C. (2021). *Análisis del pavimento rígido por el método Paviment Condition Index (PCI) en la Avenida 27 de Noviembre - Huaraz*,

2021. Huaraz: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/69125/Fernandez_RSC-Reyes_CCO-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, M., Ordóñez, L., Llano, J., & Travi, E. (2019). *Identificación de fuentes de agregados para pavimentos*. Colombia: Sello Editorial Javeriano-Pontificia Universidad Javeriana.
- Giordani, C., & Leone, D. (2018). *Pavimentos*. Buenos Aires-Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.
- González, H., Ruiz, P., & Guerrero, D. (2020). Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI). *Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba*, 1(4), 58-71. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738015>
- Granda, C. (2019). *Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca - Yanacancha - Pasco*. Pasco: Universidad Nacional Daniel A. Carrión. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/622/1/T026_70871624_T.pdf
- Guerra Rojas, R. A. (2020). Behavior analysis of maximum stresses induced in rigid pavements due to partial replacement of slabs. *Revista ITECKNE - Universidad Santo Tomás*. doi:<https://doi.org/10.15332/iteckne.v17i2.2470>
- Guerra, J. (2018). *Mecánica de suelos: conceptos básicos y aplicaciones*. Lima: Dextra Editorial S.L.
- Guzmán Ortiz, D., Hernández Zaragoza, J., & López Lara, T. (2021). Use of recycled asphalt pavement aggregate for a rigid pavement. *Scielo*. doi:<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2021.22.1.005>
- Hernández, R. (2018). *Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGrawHill.

- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- Huete, J., & Huamán, J. (2021). *Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI del Jirón Caraz cuadras 7-8-9, Huaraz, Ancash, 2021*. Huaraz: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75229>
- Korochkin, A. (2018). Impact of rigid pavements with the asphalt-concrete wearing course on road performance and traffic safety. *Transportation Research Procedia*, 36(1), 315-319. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146518304423>
- Kumar, M. (2021). Experimental study of fiber reinforced rigid pavement. *Materialstoday: PROCEEDINGS*, 37(2), 3520-3522. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320371169>
- Macea, L., Morales, L., & Márquez, L. (2017). A Pavement Management System Based on New Technologies for Developing Countries. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 17(2), 223-236.
- Machado, T., Marques, G., & Lamha, M. (2020). Flexible pavement overlay design of UFJF ring road based on the new Brazilian mechanistic-empirical pavement design method. *REM - International Engineering Journal*, 73(4), 445-452. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/remi/a/xgXg8syXHsfFyBqYW9QHTxq/?lang=en>
- MEF. (2017). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Lima: Servicios Gráficos JMD s.r.l. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura vial*. Lima-Perú: Ministerio de

Transportes y Comunicaciones. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf

Mohammed, A., Rasha, H., & Zainab, J. (2017). Evaluation of Pavement Condition Index for Roads of Al-Kut City. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 7(4), 1461-1467. Obtenido de <http://inpressco.com/wp-content/uploads/2017/07/Paper131461-1467.pdf>

Morales, P., Chávez, O., & López, L. (2019). *Efectos de alta compactación de la capa de base en pavimentos rígidos*. Managua-Ecuador: Universidad Nacional de Ingeniería.

MTC. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

Pallasco, J. (2018). *Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento de la avenida Quevedo en Santo Domingo de los Tsáchilas*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Puga, C. (2018). *Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)*. Universidad de Cuenca, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31534>

Reyes, F., & Rondón, H. (2015). *Pavimentos: Materiales, construcción, diseño*. Lima: Ecoe Ediciones.

Rodríguez, J., & Fernández, D. (2019). Análisis de las principales patologías en pavimentos de hormigón y posibles soluciones para evitarlas. *Cemento Hormigón*, 1(992), 58-62. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6981740>

Sanchez, D. (2011). *tecnologia del concreto y del mortero*. Bhandar Editores LTDA.

Sargand, S., Vega, C., & Arboleda, L. (2017). Long Term Performance of Existing Portland Cement Concrete Pavement Sections – Case Study. *Dyna*, 81(183), 40-48. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630072006>

- Uzzal, M., Wong, J., Thomas, S., & Wang, Y. (2022). Sustainable design of pavement systems in highly urbanized context: A lifecycle assessment. *Journal of Environmental Management*, 305(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721024725>
- Valdés, L., & Alonso, A. (2017). Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles en aeropuertos para Cuba. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 11(2), 1-11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1939/193954081002/html/index.html>
- Vanegas, J. (2018). *Análisis del Pavement Condition Index (PCI) a partir del inventario de daños realizado por diferentes metodologías en pavimentos*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Varas, R. (2021). *Propuesta de Mejoramiento al Diseño del Pavimento Rígido por efecto de tracción de la vía, cuadra 3 Av. Aviación, Chimbote, 2021*. Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/67927/Varas_QRG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vargas, Z. (2019). La investigación aplicada: Una forma de conocer la realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165.
- Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI): Para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras*. Colombia: Ingeniería de Pavimentos. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- Vásquez, L., & García, F. (2021). An overview of asphalt pavemen design for streets and roads. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 1(98). Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/339963>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Evaluación del pavimento rígido con el método pavement condition index (PCI)	La evaluación de pavimentos consiste en realizar observaciones in-situ para reconocer las fallas presentes en la misma, anotando el tipo, severidad y cantidad; asimismo, analiza factores externos como sistemas drenaje, procesos constructivos, entre otros; para finalmente brindar propuestas de intervención, ya sean rutinarias, preventivas o correctivas (Vásquez, 2002).	Se aplicará el método PCI para determinar la condición operacional del pavimento rígido en función al tipo, severidad y cantidad de fallas.	Fallas en pavimento rígido	Blow up - Buckling	Razón
				Grieta de esquina	
				Losa dividida	
				Grieta de durabilidad "D"	
				Escala	
				Sello de junta	
				Desnivel carril/berma	
				Grieta lineal	
				Parche grande	
				Parche pequeño	
				Pulimiento de agregados	
				Popouts	
				Bombeo	
				Punzonamiento	
				Cruce de vía férrea	
Desconchamiento					
Retracción					
Descascaramiento de esquina					
Descascaramiento de junta					

Propuesta de mejoramiento	<p>La propuesta de mejoramiento del pavimento rígido brinda una alternativa de solución basándose en aspectos preliminares y estudios complementarios, que ayudan a establecer el espesor final de las capas del nuevo diseño del pavimento que cumpla las exigencias requeridas para un tránsito vehicular cómodo y seguro (MTC, 2014).</p>	<p>El diseño estará basado en los estudios de tráfico y mecánica de suelos para establecer los espesores de las capas del pavimento rígido.</p>	Aspectos preliminares	Condición operativa del pavimento rígido	Razón
			Estudio de tráfico	Conteo de tráfico	
				IMDA	
			Estudio de mecánica de suelos	Cálculo de EAL	
				Análisis granulométrico	
				CBR	
				Límites de consistencia	
				Proctor	
				Contenido de humedad	
			Diseño de pavimento rígido	Capacidad de carga	
Periodo de diseño					
EAL					
			Parámetros de diseño		

Anexo 02: Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
	Objetivo general			
	Evaluar el estado del pavimento rígido para plantear una propuesta de mejoramiento para la avenida 27 de noviembre – Huaraz – Áncash – 2022.		Evaluación del pavimento rígido	Tipo de investigación De tipo aplicada
	Objetivos específicos			Diseño de investigación De diseño no experimental y corte transversal.
Problema general		Hipótesis		Población y muestra
¿Cuál es el estado operacional del pavimento rígido y qué propuestas se pueden plantear para mejorar dicho pavimento de la av. 27 de noviembre, Huaraz, Áncash – 2022?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar el tipo, severidad y cantidad de las fallas del pavimento rígido de la avenida 27 de noviembre – Huaraz – Áncash – 2022. 2. Aplicar la metodología PCI para determinar la condición operacional de las unidades de muestreo del pavimento rígido de la avenida 27 de noviembre – Huaraz – Áncash – 2022. 3. Proponer un diseño de pavimento rígido mediante la metodología AASHTO 93 para la avenida 27 de noviembre – Huaraz – Áncash – 2022. 	No posee hipótesis	Propuesta de mejoramiento	La población de estudio estará conformada por todo el tramo de la Av. 27 de noviembre, Huaraz – Ancash.

Anexo 03: Instrumento de recolección de datos.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 01

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-1
Prog. Inicial:	0km + 000m	Prog. Final:	0km + 021m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	01	Número de losas:	28
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
21	L	9
24	L	12
29	M	5
36	L	8
38	M	4
39	M	6

PROCESAMIENTO DE DATOS

1. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	21	L	9	32.14%	24.50
2	24	L	12	42.86%	13.00
3	29	M	5	17.86%	10.00
4	36	L	8	28.57%	7.50
5	38	M	4	14.29%	4.50
6	39	M	6	21.43%	8.50
7					
8					
9					
10					

2. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	24.50
Número máximo de V.D. (m)	7.93
m a usar	8

3. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
24.50	13.00	10.00	8.50	7.50	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	68.00	6	36.00
24.50	13.00	10.00	8.50	7.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.50	5	36.00
24.50	13.00	10.00	8.50	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	4	35.50
24.50	13.00	10.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.50	3	35.00
24.50	13.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.50	2	36.00
24.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.50	1	34.00
										36.00		

4. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	64.00
Condición del Pavimento	BUENO

PROCESAMIENTO DE DATOS

5. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	10	35.71%	28.50
2	23	M	3	10.71%	20.00
3	29	M	6	21.43%	14.00
4	30	M	11	39.29%	7.00
5	39	L	8	28.57%	6.50
6					
7					
8					
9					
10					

6. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	28.50
Número máximo de V.D. (m)	7.57
m a usar	8

7. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
28.50	20.00	14.00	7.00	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.00	5	42.00
28.50	20.00	14.00	7.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.50	4	42.00
28.50	20.00	14.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.50	3	42.50
28.50	20.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.50	2	42.00
28.50	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50	1	37.00
										42.50		

8. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx } CDV$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	57.50
Condición del Pavimento	BUENO

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 03

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-3
Prog. Inicial:	0km + 042m	Prog. Final:	0km + 063m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	03	Número de losas:	28
---------------------	----	------------------	----

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	L	6
23	L	10
23	M	2
34	L	6
38	L	12
39	M	7

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	6	21.43%	18.50
2	23	L	10	35.71%	30.50
3	23	M	2	7.14%	15.00
4	34	L	6	21.43%	29.00
5	38	L	12	42.86%	8.50
6	39	M	7	25.00%	10.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	30.50
Número máximo de V.D. (m)	7.38
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
30.50	29.00	18.50	15.00	10.00	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	111.50	6	56.00
30.50	29.00	18.50	15.00	10.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	105.00	5	54.50
30.50	29.00	18.50	15.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	97.00	4	56.00
30.50	29.00	18.50	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.00	3	51.00
30.50	29.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	67.50	2	50.00
30.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.50	1	41.00
											56.00	

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	44.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 04

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-4
Prog. Inicial:	0km + 063m	Prog. Final:	0km + 090m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	04	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
21	L	10
22	L	9
22	M	4
23	L	2
34	L	2
39	M	8

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	21	L	10	37.04%	28.00
2	22	L	9	33.33%	27.00
3	22	M	4	14.81%	19.00
4	23	L	2	7.41%	7.00
5	34	L	2	7.41%	11.00
6	39	M	8	29.63%	12.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	28.00
Número máximo de V.D. (m)	7.61
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
28.00	27.00	19.00	12.00	11.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	104.00	6	54.00
28.00	27.00	19.00	12.00	11.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.00	5	52.00
28.00	27.00	19.00	12.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00	4	51.00
28.00	27.00	19.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	80.00	3	50.00
28.00	27.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.00	2	48.00
28.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.00	1	38.00
										54.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	46.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 05

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-5
Prog. Inicial:	0km + 090m	Prog. Final:	0km + 117m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	05	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	L	11
23	L	4
23	M	3
28	L	4
34	L	2
36	M	5

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	11	40.74%	32.00
2	23	L	4	14.81%	15.00
3	23	M	3	11.11%	23.00
4	28	L	4	14.81%	7.50
5	34	L	2	7.41%	12.00
6	36	M	5	18.52%	14.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	32.00
Número máximo de V.D. (m)	7.24
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
32.00	23.00	15.00	14.00	12.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	103.50	6	54.00
32.00	23.00	15.00	14.00	12.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.00	5	53.00
32.00	23.00	15.00	14.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.00	4	51.00
32.00	23.00	15.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.00	3	48.00
32.00	23.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.00	2	48.00
32.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.00	1	44.00
										54.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	46.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 06

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-6
Prog. Inicial:	0km + 117m	Prog. Final:	0km + 144m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	06	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	L	9
23	L	7
24	M	5
28	L	5
33	L	7
39	H	1

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	9	33.33%	27.00
2	23	L	7	25.93%	25.00
3	24	M	5	18.52%	17.50
4	28	L	5	18.52%	10.00
5	33	L	7	25.93%	15.00
6	39	H	1	3.70%	7.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	27.00
Número máximo de V.D. (m)	7.70
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
27.00	25.00	17.50	15.00	12.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	103.50	6	54.00
27.00	25.00	17.50	15.00	12.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.50	5	53.00
27.00	25.00	17.50	15.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.50	4	50.00
27.00	25.00	17.50	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.50	3	48.00
27.00	25.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	2	46.00
27.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.00	1	38.00
										54.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	46.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 07

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-7
Prog. Inicial:	0km + 144m	Prog. Final:	0km + 171m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	07	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
21	L	5
22	L	4
22	M	3
23	L	6
23	M	2
28	L	6
38	L	10

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	21	L	5	18.52%	14.00
2	22	L	4	14.81%	12.00
3	22	M	3	11.11%	16.00
4	23	L	6	22.22%	21.00
5	23	M	2	7.41%	14.00
6	28	L	6	22.22%	11.00
7	38	L	10	37.04%	8.00
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	21.00
Número máximo de V.D. (m)	8.26
m a usar	9

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
21.00	16.00	14.00	14.00	12.00	11.00	8.00	0.00	0.00	0.00	96.00	7	46.00
21.00	16.00	14.00	14.00	12.00	11.00	2.00	0.00	0.00	0.00	90.00	6	47.00
21.00	16.00	14.00	14.00	12.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	81.00	5	45.00
21.00	16.00	14.00	14.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	71.00	4	42.00
21.00	16.00	14.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	59.00	3	40.00
21.00	16.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	47.00	2	38.00
21.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	33.00	1	34.00
										47.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	53.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 08

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-8
Prog. Inicial:	0km + 171m	Prog. Final:	0km + 198m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	08	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	L	8
22	M	4
24	L	9
28	L	6
38	M	5
39	H	3

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 09

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-9
Prog. Inicial:	0km + 198m	Prog. Final:	0km + 225m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	09	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
21	L	8
22	M	6
24	M	4
27	M	12
38	L	6
39	L	12

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	21	L	8	29.63%	22.00
2	22	M	6	22.22%	30.00
3	24	M	4	14.81%	14.00
4	27	M	12	44.44%	15.00
5	38	L	6	22.22%	5.00
6	39	L	12	44.44%	10.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	30.00
Número máximo de V.D. (m)	7.43
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
30.00	22.00	15.00	14.00	10.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.00	6	50.00
30.00	22.00	15.00	14.00	10.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.00	5	52.00
30.00	22.00	15.00	14.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.00	4	50.00
30.00	22.00	15.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	73.00	3	48.00
30.00	22.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	2	46.00
30.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	1	40.00
										52.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx } CDV$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	48.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 10

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-10
Prog. Inicial:	0km + 225m	Prog. Final:	0km + 261m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	10	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	L	8
22	M	3
24	L	9
27	M	10
28	L	12
34	M	2
38	H	2

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	8	29.63%	25.00
2	22	M	3	11.11%	16.00
3	24	L	9	33.33%	10.50
4	27	M	10	37.04%	14.00
5	28	L	12	44.44%	18.00
6	34	M	2	7.41%	18.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	25.00
Número máximo de V.D. (m)	7.89
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
25.00	18.00	18.00	16.00	14.00	10.50	5.00	0.00	0.00	0.00	106.50	7	52.00
25.00	18.00	18.00	16.00	14.00	10.50	2.00	0.00	0.00	0.00	103.50	6	53.00
25.00	18.00	18.00	16.00	14.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	95.00	5	52.00
25.00	18.00	18.00	16.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	83.00	4	48.00
25.00	18.00	18.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	69.00	3	45.00
25.00	18.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	53.00	2	42.00
25.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	38.00	1	38.00
										53.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx } CDV$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	47.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 11

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-11
Prog. Inicial:	0km + 261m	Prog. Final:	0km + 297m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	11	Número de losas:	27
---------------------	----	------------------	----

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
21	L	5
22	L	6
22	M	3
27	H	9
36	M	10
38	M	12

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	21	L	5	18.52%	14.00
2	22	L	6	22.22%	18.00
3	22	M	3	11.11%	15.50
4	27	H	9	33.33%	20.00
5	36	M	10	37.04%	20.00
6	38	M	12	44.44%	13.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	20.00
Número máximo de V.D. (m)	8.35
m a usar	9

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
20.00	20.00	18.00	15.50	14.00	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.50	6	52.00
20.00	20.00	18.00	15.50	14.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.50	5	48.00
20.00	20.00	18.00	15.50	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.50	4	46.00
20.00	20.00	18.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.00	3	42.00
20.00	20.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.00	2	38.00
20.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	1	30.00
										52.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	48.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 12

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-12
Prog. Inicial:	0km + 297m	Prog. Final:	0km + 333m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	12	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	M	3
23	L	8
23	M	4
27	M	7
28	L	10
38	L	11

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	M	3	11.11%	16.50
2	23	L	8	29.63%	28.00
3	23	M	4	14.81%	27.00
4	27	M	7	25.93%	10.50
5	28	L	10	37.04%	16.00
6	38	L	11	40.74%	8.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	28.00
Número máximo de V.D. (m)	7.61
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
28.00	27.00	16.50	16.00	10.50	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	106.00	6	54.00
28.00	27.00	16.50	16.00	10.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	5	53.00
28.00	27.00	16.50	16.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.50	4	51.00
28.00	27.00	16.50	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.50	3	50.00
28.00	27.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.00	2	48.00
28.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.00	1	38.00
										54.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx } CDV$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	46.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 13

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-13
Prog. Inicial:	0km + 333m	Prog. Final:	0km + 369m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	13	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
21	L	8
22	M	4
24	L	8
27	M	11
38	M	5
39	H	5

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	21	L	8	29.63%	23.00
2	22	M	4	14.81%	20.00
3	24	L	8	29.63%	10.00
4	27	M	11	40.74%	14.00
5	38	M	5	18.52%	5.00
6	39	H	5	18.52%	22.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	23.00
Número máximo de V.D. (m)	8.07
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
23.00	22.00	20.00	14.00	10.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	94.00	6	48.00
23.00	22.00	20.00	14.00	10.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.00	5	49.00
23.00	22.00	20.00	14.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.00	4	48.00
23.00	22.00	20.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.00	3	46.00
23.00	22.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.00	2	42.00
23.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.00	1	30.00
										49.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	51.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 14

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-14
Prog. Inicial:	0km + 369m	Prog. Final:	0km + 405m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	14	Número de losas:	27
---------------------	----	------------------	----

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	L	10
23	L	8
28	L	12
28	M	4
38	L	10
39	M	4

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	10	37.04%	30.00
2	23	L	8	29.63%	28.00
3	28	L	12	44.44%	19.00
4	28	M	4	14.81%	15.00
5	38	L	10	37.04%	7.50
6	39	M	4	14.81%	6.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	30.00
Número máximo de V.D. (m)	7.43
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
30.00	28.00	19.00	15.00	7.50	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	105.50	6	54.00
30.00	28.00	19.00	15.00	7.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	101.50	5	56.00
30.00	28.00	19.00	15.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.00	4	54.00
30.00	28.00	19.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.00	3	52.00
30.00	28.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00	2	50.00
30.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	1	40.00
										56.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	44.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 15

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-15
Prog. Inicial:	0km + 405m	Prog. Final:	0km + 441m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	15	Número de losas:	27
---------------------	----	------------------	----

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	L	12
22	M	4
25	M	3
27	M	8
28	L	10
36	M	8
38	H	4

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	12	44.44%	34.00
2	22	M	4	14.81%	20.00
3	25	M	3	11.11%	8.00
4	27	M	8	29.63%	12.00
5	28	L	10	37.04%	17.50
6	36	M	8	29.63%	19.00
7	38	H	4	14.81%	10.00
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	34.00
Número máximo de V.D. (m)	7.06
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
34.00	20.00	19.00	17.50	12.00	10.00	8.00	0.00	0.00	0.00	120.50	7	60.00
34.00	20.00	19.00	17.50	12.00	10.00	2.00	0.00	0.00	0.00	114.50	6	58.00
34.00	20.00	19.00	17.50	12.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	106.50	5	56.00
34.00	20.00	19.00	17.50	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	96.50	4	54.00
34.00	20.00	19.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	81.00	3	52.00
34.00	20.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	64.00	2	48.00
34.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	46.00	1	44.00
										60.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	40.00
Condición del Pavimento	MALO

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 16

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-16
Prog. Inicial:	0km + 441m	Prog. Final:	0km + 477m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	16	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
23	L	10
25	M	5
28	L	8
28	M	10
34	M	4
38	L	6

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	23	L	10	37.04%	31.00
2	25	M	5	18.52%	13.00
3	28	L	8	29.63%	13.50
4	28	M	10	37.04%	22.00
5	34	M	4	14.81%	24.00
6	38	L	6	22.22%	5.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	31.00
Número máximo de V.D. (m)	7.34
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
31.00	24.00	22.00	13.50	13.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	108.50	6	56.00
31.00	24.00	22.00	13.50	13.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	105.50	5	58.00
31.00	24.00	22.00	13.50	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	94.50	4	54.00
31.00	24.00	22.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.00	3	52.00
31.00	24.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.00	2	48.00
31.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.00	1	42.00
											58.00	

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	42.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 17

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-17
Prog. Inicial:	0km + 477m	Prog. Final:	0km + 513m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	17	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	L	8
23	L	4
27	M	9
32	L	10
34	L	12
38	L	7
39	H	4

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	8	29.63%	24.50
2	23	L	4	14.81%	15.00
3	27	M	9	33.33%	12.00
4	32	L	10	37.04%	7.50
5	34	L	12	44.44%	43.00
6	38	L	7	25.93%	5.00
7	39	H	4	14.81%	18.00
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	43.00
Número máximo de V.D. (m)	6.23
m a usar	7

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
43.00	24.50	18.00	15.00	12.00	7.50	5.00	0.00	0.00	0.00	125.00	7	60.00
43.00	24.50	18.00	15.00	12.00	7.50	2.00	0.00	0.00	0.00	122.00	6	62.00
43.00	24.50	18.00	15.00	12.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	116.50	5	62.00
43.00	24.50	18.00	15.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	106.50	4	60.00
43.00	24.50	18.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	93.50	3	58.00
43.00	24.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	77.50	2	56.00
43.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	56.00	1	54.00
										62.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	38.00
Condición del Pavimento	MALO

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 18

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-18
Prog. Inicial:	0km + 513m	Prog. Final:	0km + 549m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	18	Número de losas:	27
---------------------	----	------------------	----

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	L	10
27	M	6
28	L	8
34	L	4
39	L	11

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	10	37.04%	30.00
2	27	M	6	22.22%	10.00
3	28	L	8	29.63%	15.00
4	34	L	4	14.81%	22.00
5	39	L	11	40.74%	9.00
6					
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	30.00
Número máximo de V.D. (m)	7.43
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
30.00	22.00	15.00	10.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.00	5	47.00
30.00	22.00	15.00	10.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.00	4	48.00
30.00	22.00	15.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.00	3	48.00
30.00	22.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.00	2	44.00
30.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.00	1	38.00
										48.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	52.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 19

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-19
Prog. Inicial:	0km + 549m	Prog. Final:	0km + 585m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	19	Número de losas:	27
---------------------	----	------------------	----

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	L	6
24	L	8
24	M	6
27	M	4
28	L	8
38	L	9
39	H	3

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	6	22.22%	19.00
2	24	L	8	29.63%	10.50
3	24	M	6	22.22%	20.00
4	27	M	4	14.81%	7.00
5	28	L	8	29.63%	15.00
6	38	L	9	33.33%	6.00
7	39	H	3	11.11%	18.00
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	20.00
Número máximo de V.D. (m)	8.35
m a usar	9

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
20.00	19.00	18.00	15.00	10.50	7.00	6.00	0.00	0.00	0.00	95.50	7	48.00
20.00	19.00	18.00	15.00	10.50	7.00	2.00	0.00	0.00	0.00	91.50	6	48.00
20.00	19.00	18.00	15.00	10.50	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	86.50	5	46.00
20.00	19.00	18.00	15.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	78.00	4	46.00
20.00	19.00	18.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	65.00	3	42.00
20.00	19.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	49.00	2	40.00
20.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	33.00	1	34.00
										48.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	52.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 20

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-9
Prog. Inicial:	0km + 585m	Prog. Final:	0km + 621m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	20	Número de losas:	27
---------------------	-----------	------------------	-----------

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
21	L	11
24	L	10
24	M	4
28	H	5
38	L	10
39	M	5

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	21	L	11	40.74%	30.00
2	24	L	10	37.04%	12.00
3	24	M	4	14.81%	14.00
4	28	H	5	18.52%	28.00
5	38	L	10	37.04%	8.00
6	39	M	5	18.52%	8.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	30.00
Número máximo de V.D. (m)	7.43
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
30.00	28.00	14.00	12.00	8.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	6	52.00
30.00	28.00	14.00	12.00	8.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	94.00	5	51.00
30.00	28.00	14.00	12.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.00	4	50.00
30.00	28.00	14.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	78.00	3	50.00
30.00	28.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00	2	50.00
30.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	1	42.00
										52.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx } CDV$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	48.00
Condición del Pavimento	REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO 21

LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO

1. Datos generales

Nombre del Inspector:		Camones Córdova Richard Watson	
Zona:	Av. 27 de Noviembre	Código de vía:	AN-21
Prog. Inicial:	0km + 621m	Prog. Final:	0km + 657m

2. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Blow up/Buckling	31	Pulimiento de agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel carril/berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina
29	Parche grande	39	Descascaramiento de junta
30	Parche pequeño		

3. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo:	21	Número de losas:	27
---------------------	----	------------------	----

CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLAS
22	L	12
22	M	4
24	L	12
28	H	3
34	L	4
39	M	6

PROCESAMIENTO DE DATOS

4. Cálculo de los valores deducidos

Nº	COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLAS	DENSIDAD	VAL. DEDUC.
1	22	L	12	44.44%	34.00
2	22	M	4	14.81%	20.00
3	24	L	12	44.44%	13.00
4	28	H	3	11.11%	20.00
5	34	L	4	14.81%	20.00
6	39	M	6	22.22%	10.00
7					
8					
9					
10					

5. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

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

HDV	34.00
Número máximo de V.D. (m)	7.06
m a usar	8

6. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CVD)

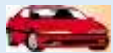





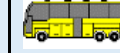
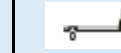

VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CVD
34.00	20.00	20.00	20.00	13.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	117.00	6	62.00
34.00	20.00	20.00	20.00	13.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	109.00	5	59.00
34.00	20.00	20.00	20.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.00	4	56.00
34.00	20.00	20.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	80.00	3	52.00
34.00	20.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.00	2	46.00
34.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.00	1	44.00
										62.00		

7. Cálculo del PCI de la unidad de muestreo

$$PCI = 100 - \text{Máx CDV}$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI)	38.00
Condición del Pavimento	MALO

Anexo 04. Estudio de tráfico vehicular.

DIAS	VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS				TOTAL VEHICULOS POR DIA	TOTAL
	MOTOS	AUTOS	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	BUS - 2 E	BUS - 3 E	CAMION -2 E	CAMION - 3E		%
												
DOMINGO	49	129	351	92	23	352	42	0	42	0	1080	11.24%
LUNES	64	150	460	136	50	546	41	0	41	0	1488	15.48%
MARTES	62	152	450	132	46	529	42	0	0	0	1413	14.70%
MIÉRCOLES	63	145	448	126	48	542	41	0	42	0	1455	15.14%
JUEVES	61	138	438	130	51	516	41	0	0	0	1375	14.31%
VIERNES	58	140	440	129	49	522	43	0	41	0	1422	14.79%

SÁBADO	54	136	466	131	49	480	42	0	21	0	1379	14.35%
TOTALES VEHICULOS POR TIPO	411	990	3053	876	316	3487	292	0	187	0	9612	100%
%	4.28%	10.30%	31.76%	7.92%	3.29%	36.28%	3.04%	0.00%	1.95%	0.00%	100	

Anexo 05. Fichas de ensayos de laboratorio.



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : CAMONES CORDOVA RICHARD WATSON.
 TESIS : "Evaluacion del pavimento rigido en la avenida 27 de noviembre, Huaraz, Ancash, propuesta de mejora - 2022."
 UBICACIÓN : Avenida 27 de noviembre, Huaraz, Ancash
 FECHA DE EMISIÓN : 11/04/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C-01
PROFUNDIDAD	1.50

PESO INICIAL SECO: 4572.48 %QUE PASA MALLA N°200: 11.1
 PESO LAVADO SECO: 0.00 %RETENIDO MALLA 3": 0.0

TAMIZ ASTM	DIÁMETRO (mm.)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	%PASA
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	257.0	5.6	5.6	94.4
1 1/2"	37.500	551.0	12.1	17.7	82.3
1"	25.000	544.0	11.9	29.6	70.4
3/4"	19.000	364.0	8.0	37.5	62.5
1/2"	12.500	475.0	10.4	47.9	52.1
3/8"	9.500	226.0	4.9	52.9	47.1
1/4"	6.250	321.0	7.0	59.9	40.1
N°4	4.750	160.0	3.5	63.4	36.6
N°10	2.000	342.0	7.5	70.9	29.1
N°20	0.850	251.0	5.5	76.3	23.7
N°40	0.425	181.0	4.0	80.3	19.7
N°60	0.250	141.0	3.1	83.4	16.6
N°100	0.150	228.0	5.0	88.4	11.6
N°200	0.075	25.0	0.5	88.9	11.1
TOTAL			88.9		

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SÍMBOLO	GM
SUCS ASTM D-2487	GRAVAS LIMOSA, MEZCLAS DE GRAVA - ARENA - LIMO
AASHTO ASTM D-3282 M-145	A - 2 - 4 (0)

OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio.
- Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.



* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : FLD 043 809712 - RPM 948004338

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 2060954173

REG. INDECOPI CERT. * 95138 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

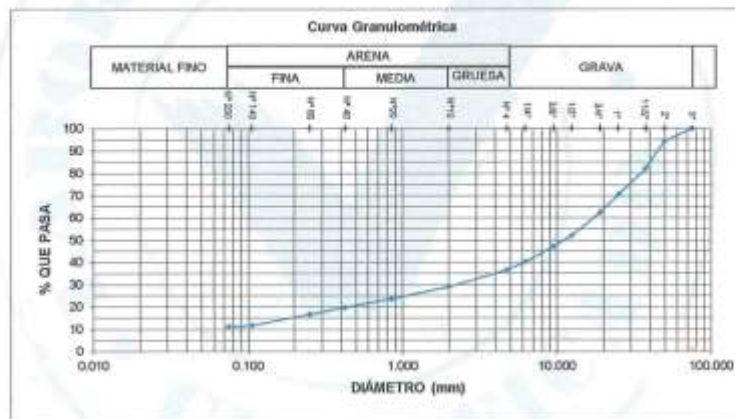
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : CAMONES CORDOVA RICHARD WATSON.
PROYECTO : "Evaluacion del pavimento rigido en la avenida 27 de noviembre, Huaraz, Ancash, propuesta de mejora - 2022."
UBICACION : Avenida 27 de noviembre, Huaraz, Ancash
FECHA DE EMISION : 11/04/2022

CALICATA	C-01
PROFUNDIDAD (m)	1.50



OBSERVACIONES

1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio.
2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.



* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : FJO 043 809712 - RPM 849004338
RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com
REG. INDECOPI CERT. * 05136 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE SUELOS

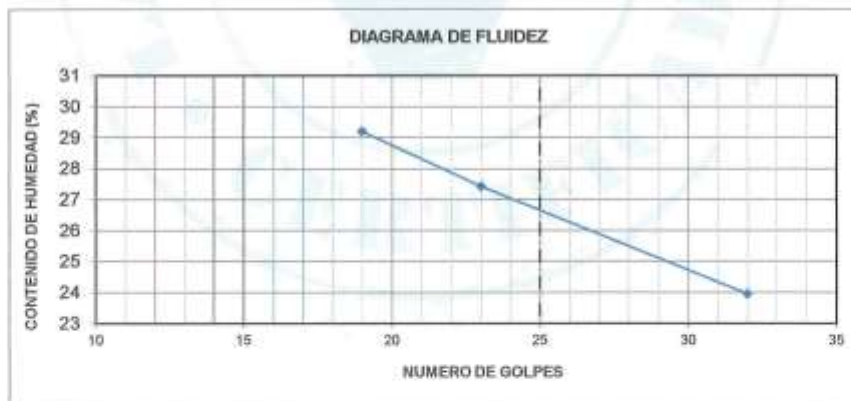
SOLICITANTE	: CAMONES CORDOVA RICHARD WATSON.
TESTIS	: "Evaluacion del pavimento rigido en la avenida 27 de noviembre, Huaraz, Ancash, propuesta de mejora - 2022."
UBICACIÓN	: Avenida 27 de noviembre, Huaraz, Ancash
FECHA DE EMISION	: 11/04/2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CALICATA : C-01	MUESTRA : M-01	PROF. (m) : 1.50
UBICACIÓN: AREA PROYECTADA		

PRUEBA N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00
RECIPIENTE N°	6	3	5	4	2
NÚMERO DE GOLPES	19	23	32		
1 PESO DEL RECIPIENTE (g)	8.66	8.21	9.87	9.87	9.93
2 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	14.81	14.39	19.34	10.54	10.75
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	13.42	13.06	17.51	10.43	10.61
4 PESO DEL AGUA (g)	1.39	1.33	1.83	0.115	0.14
5 PESO DEL SUELO SECO (g)	4.76	4.85	7.64	0.555	0.68
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29	27	24	20.7	20.6

18



LÍMITE LÍQUIDO :	27%
LÍMITE PLÁSTICO :	20%
ÍNDICE PLÁSTICO :	7%

OBSERVACIONES

1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio.
2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.



* Urb. Villa San Miguel de Chicony S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : FUJO 043 809712 - RPM 948004338
RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com
REG. INDECOPI CERT. * 95138 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : CAMONES CORDOVA RICHARD WATSON.
TESIS : "Evaluacion del pavimento rígido en la avenida 27 de noviembre, Huaraz, Ancash, propuesta de mejora - 2022."
UBICACIÓN : Avenida 27 de noviembre, Huaraz, Ancash
FECHA DE EMISIÓN : 11/04/2022

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA	C-01	PROF. (m)	1.50
UBICACIÓN	AREA PROYECTADA	MUESTRA	M-01

1	N° DEL RECIPIENTE		08	09	
2	PESO DEL RECIPIENTE	(g)	13.1	12.8	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	41.4	37.2	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	38.7	35.0	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA	(3) - (4) (g)	2.7	2.2	
6	PESO DEL SUELO SECO	(4) - (2) (g)	25.6	22.2	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD	(5) / (6) * 100 (%)	10.3	9.8	10.1

OBSERVACIONES

1. La muestra fue proporcionada por el solicitante a las instalaciones del laboratorio.
2. Los datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante.
3. Suelo color marron oscuro



* Urb. Vilsan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : FLO 043 809712 - RPM 94804338
RUC : 2060054173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com
REG. INDECOPI CERT. * 05136 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)
ASTM D 1556

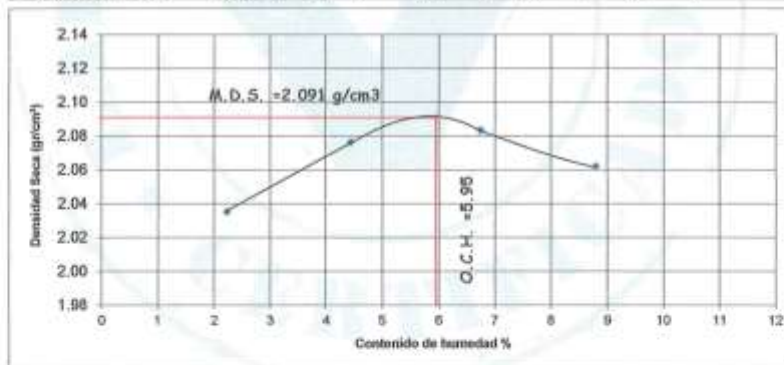
SOLICITANTE : CAMONES CORDOVA RICHARD WATSON UBICACIÓN : Avenida 27 de noviembre, Huaraz, Ancash

TESIS : "Evaluación del pavimento rígido en la avenida 27 de noviembre, Huaraz, Ancash, propuesta de mejora - 2022." PROFUNDIDAD (m.) : 1.50

CALICATA : C-01 MUESTRA : M-01

UBICACIÓN : AREA PROYECTADA FECHA DE EMISION : 11/04/2022

MOLDE	N°	1	Volumen de Molde (cc)	2128	Tipo de Molde	4*	Temperatura Secado (°C)	130
CAPAS	N°	3	Diámetro (P")	56	Peso de Molde (gr.)	3620	Método	0
MUESTRA			1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	grs.	8037	8223	8381	8383			
PESO DEL MOLDE	grs.	3620	3620	3620	3620			
PESO DEL SUELO HUMEDO	grs.	4417	4603	4721	4763			
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	grs/cc	2.08	2.17	2.22	2.24			
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE	N°	1	2	3	4			
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	grs.	75.6	73.1	77.9	72.7			
PESO SUELO SECO+CAPSULA	grs.	74.2	70.5	73.8	68.0			
PESO DE LA CAPSULA	grs.	12.3	12.8	13.0	14.3			
PESO DEL AGUA	grs.	1.4	2.6	4.1	4.7			
PESO DEL SUELO SECO	grs.	62.0	58.0	60.8	53.8			
HUMEDAD	%	2.3	4.4	6.7	8.8			
DENSIDAD DE SUELO SECO	grs/cc	2.04	2.06	2.06	2.08			



DENSIDAD MÁXIMA =	2.091	HUMEDAD ÓPTIMA =	5.95
-------------------	-------	------------------	------

OBSERVACIONES
1. La muestra, datos y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante



* Urb. Villa San Miguel de Chimay S/N, Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : Fijo 043 609712 - RPM 948004338
RUC : 20600954173

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com
REG. INDECOPI CERT. * 95138 *



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

EJECUCION, ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)
ASTM D 1883

SOLICITANTE : CAMONES CORDOVA RICHARD
WATSON

UBICACIÓN

: Avenida 27 de noviembre, Huaraz,
Arequiz

TESTS : "Evaluación del pavimento rígido en la
avenida 27 de noviembre, Huaraz, Arequipa,
proyecto de mejora - 2022."

PROFUNDIDAD (m.) : 1.50

CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

UBICACIÓN : AREA PROYECTADA

FECHA DE EMISIÓN : 11/04/2022

	1		2		3	
	5	5	5	5	5	5
MOLDE N°	56		25		10	
N° DE CAPAS	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2015	2015	2015	2015	2015	2015
PESO DE MOLDE	4110	4105	4105	4112	4112	4104
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	8679	8561	8561	8404	8404	8404
PESO DEL SUELO HUMEDO	4569	4456	4456	4292	4292	4292
DENSIDAD HUMEDA	2.27	2.21	2.21	2.13	2.13	2.13
RECIPIENTE N°	H1	H2	H2	H3	H3	H3
PESO DE RECIPIENTE	32.1	31.5	31.5	26.1	26.1	26.1
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	192.2	189.4	189.4	185.2	185.2	185.2
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	179.8	173.7	173.7	166.5	166.5	166.5
PESO DE AGUA	12.5	15.7	15.7	18.8	18.8	18.8
PESO DE SUELO SECO	147.6	142.2	142.2	140.3	140.3	140.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.4	11.0	11.0	13.4	13.4	13.4
DENSIDAD SECA	2.09	1.99	1.99	1.88	1.88	1.88

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Fulg.	%		Fulg.	%		Fulg.	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	PATRÓN (kg/ty)	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
		DIAL	CARGA	CARGA UNETARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNETARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNETARIA
0.025		42	471	157	30	352	117	18	233	78
0.050		79	838	279	62	669	223	36	411	137
0.075		108	1125	375	84	887	296	52	570	190
0.100	1000	126	1303	434	100	1046	349	61	659	220
0.150		139	1432	477	114	1185	395	74	788	263
0.200	1500	146	1502	501	119	1234	411	85	897	299
0.250		149	1531	510	121	1254	418	89	937	312

OBSERVACIONES

1. La muestra, dato y toda información de campo fue proporcionada por el solicitante



* Urb. VillaSan Miguel de Chicney S/N Distrito de Independencia Provincia de Huaraz

Teléfono : FUIO 043 809712 - RPM 949004338

E-mail: vhlaboratorio@gmail.com

RUC : 20800854173

REG. INDECOPI CERT. * 95136 *

Anexo 06. Panel fotográfico

Figura 9.

Inspección visual.



Nota: Según el tipo, severidad y la cantidad de fallas.

Figura 10.

División del pavimento.



Nota: Se realiza el marcado, registro de las unidades muestrales.

Figura 11.
Ensayo de granulometría.



Nota: Extracción de la muestra.

Figura 12.
Proceso de cuarteo.



Nota: Proceso de cuarteo para tener una muestra representativa.

Figura 13.
Tamizado.



Nota: Tamizado de forma descendente.

Figura 14.
Determinación de la humedad.



Nota: Pesado antes y después de ser secado a 150°C.

Figura 15.
Límites de Atterberg.



Nota: Se toma una cantidad de muestra de 20 gramos y se pasa al tamiz N°40; luego se amasa con agua destilada amoldando. Se repite el proceso y se pesan en proporciones de 6gr y se realizan los cálculos de L.L., L.P. y I.P.

Figura 16.
Determinación del CBR.



Nota: Se compacta 3 moldes.

Figura 17.
Enrazado del molde.



Nota: Colocan placas perforadas, se toman medida de los mismos.

Figura 18.
Prensa CBR.



Nota: Se aplica la carga sobre el pistón y se toman valores de la curva.

Figura 19.
Calicata.



Nota: Calicata para el reconocimiento geotécnico.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DOLORES ANAYA DANTE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Evaluación del pavimento rígido en la avenida 27 de noviembre, Huaraz, Ancash y propuesta de mejora – 2022.", cuyo autor es CAMONES CORDOVA RICHARD WATSON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 03 de Octubre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DOLORES ANAYA DANTE DNI: 31656954 ORCID: 0000-0003-4433-8997	Firmado electrónicamente por: DDOLORESAN el 02- 11-2022 23:10:24

Código documento Trilce: TRI - 0432273