



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Análisis comparativo de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de las fallas del pavimento flexible de la carretera Atuncolla - complejo arqueológico Sillustani – Puno, 2021”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Br. Coila Quispe, Orlando (ORCID: 0000-0002-9547-3518)

Br. Ticona Condori, Wilson (ORCID: 0000-0002-8667-7877)

ASESOR:

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (ORCID: ORCID: 0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograr.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y Diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización	18
3.3. Población, Muestra y Muestreo	18
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos	20
3.5. Procedimiento.....	21
3.6. Método de análisis de datos	22
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	45
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carretera Atuncolla-Desprendimiento de agregados.....	2
Figura 2. Carretera Atuncolla – Hundimiento	2
Figura 3. Estructura típica de un pavimento asfaltico (flexible).....	12
Figura 4. Resumen de fallas en Pavimentos flexibles	13
Figura 5. Fisuras o agrietamiento por piel de cocodrilo	13
Figura 6. Ubicación general de la carretera Atuncolla	19
Figura 7. Carretera Atuncolla	19
Figura 8. Carretera Atuncolla – complejo arqueologico Sillustani.....	19
Figura 9. Herramientas utilizadas para la inspección	20
Figura 10. Utilizando las herramientas.....	21
Figura 11. Procedimiento de la investigación.....	22
Figura 12. Fuente adaptacion del autor, Google Earth.....	23
Figura 13. Porcentaje de daños existentes según metodología PCI.	25
Figura 14. Perfil superficial con metodología PCI.....	27
Figura 15. Estado del pavimento por unidades de muestreo, PCI.....	28
Figura 16. Estado de la vía según metodología VIZIR del Tipo A	29
Figura 17. Estado de la vía según metodología VIZIR del Tipo B	30
Figura 18. Perfil superficial con metodología VIZIR	33
Figura 19. Estado del pavimento según metodología VIZIR.....	34
Figura 20. Comparación metodología PCI vs VIZIR.....	35
Figura 21. Sectorización de tramos puntos localizados.....	37
Figura 22. Sectorización de tramos puntos localizados.....	38
Figura 23. Costos x m2 de acuerdo al PCI vs Edad del pavimento.....	42
Figura 24. Curva de conservación de una vía.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de clasificación según PCI.....	14
Tabla 2. Unidad de medida de los daños del pavimento.....	15
Fuente: (Echacaya, 2021. P25)	15
Tabla 3. Calificación del estado de la superficie del pavimento	16
Tabla 4. Unidad de medida para evaluar los daños, según VIZIR	16
Tabla 5. Unidad de medida para evaluar los daños, según VIZIR	24
Tabla 6. Rangos de calificación del PCI	24
Tabla 7. Daños totalizados con la metodología PCI	25
Tabla 8. Clasificación de unidades de muestra según la metodología PCI	26
Tabla 9. Análisis de resultados – método PCI.	27
Tabla 10. Fallas de Tipo A – Metodología VIZIR	29
Tabla 11. Fallas de Tipo B – Metodología VIZIR	30
Tabla 12. Resumen de clasificación según metodología VIZIR	32
Tabla 13. Análisis de resultados – método VIZIR.	33
Tabla 14. Comparación general de metodología PCI vs VIZIR.....	34
Tabla 15. Categorías de intervención PCI	36
Tabla 16. Categorías de intervención VIZIR	36
Tabla 17. PCI sectorizado según puntos localizados.....	37
Tabla 18. VIZIR sectorizado según puntos localizados.....	38
Tabla 19. Políticas de gestión según el índice de estado de condición.....	39
Tabla 20. Costos de mantenimiento preventivo o mínimo x m2.....	40
Tabla 21. Costos de mantenimiento correctivo menor x m2.	40
Tabla 22. Costos de mantenimiento correctivo mayor o intensivo x m2.....	41
Tabla 23. Costos de rehabilitación – refuerzo estructural x m2.....	41
Tabla 24. Costos de rehabilitación – reconstrucción x m2	41
Tabla 25. Tratamiento superficial de Slurry Seal	44

RESUMEN

La investigación presente se realiza un análisis comparativo de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de las fallas del pavimento flexible de la carretera Atuncolla del complejo arqueológico Sillustani en Puno, para el desarrollo se planteado un objetivo principal el cual es evaluar el estado del pavimento flexible para proponer alternativas de mantenimiento que permitan extender la vida útil del pavimento.

La metodología que se emplea en la investigación es de tipo aplicada, de enfoque cuantitativa, diseño no experimental y un nivel descriptivo. Las metodologías PCI y VIZIR proporciona criterios para la evaluación del estado del pavimento, que para la investigación es pavimento flexible y se observa que la vía en estudio obtuvo un promedio similar en el estado de las unidades de muestreo y ambas metodologías indican que el pavimento se encuentra en un estado bueno, ya que el índice de deterioro superficial del pavimento mediante la metodología PCI es de 59 y el índice de deterioro superficial del pavimento flexible según la metodología VIZIR es 2. Para ambas metodologías evaluar pavimento resulta similar ya que existe tramos con características iguales, se diferencian en los rangos que tiene cada una de ellas para valorar el estado del pavimento. Cabe resaltar que existe puntos localizados donde necesitan una rehabilitación mayor, por lo cual se realizó la sectorización por tramos con fines de obtener una mejor intervención de mantenimiento.

Con la investigación realizada, se intenta brindar un soporte teórico practico a las personas interesadas con el tema y su contexto, se debe tener en cuenta las ventajas y desventajas de cada metodología con el propósito de emplearlas en proyectos futuros para su análisis y evaluación. Se podrá proponer alternativas de solución similares para aquellos proyectos viales de características idénticas, previamente realizando ensayos y pruebas que concreten ello.

Palabras clave: Pavimento, metodología PCI y metodología VIZIR.

ABSTRACT

The present research is carried out a comparative analysis of the PCI and VIZIR methods in the evaluation of the failures of the flexible pavement of the Atuncolla highway of the Sillustani archaeological complex in Puno, for the development a main objective was raised which is to evaluate the state of the pavement flexible to propose maintenance alternatives that allow extending the useful life of the pavement.

The methodology used in the research is of an applied type, with a quantitative approach, non-experimental design and a descriptive level. The PCI and VIZIR methodologies provide criteria for evaluating the state of the pavement, which for the research is flexible pavement and it is observed that the road under study obtained a similar average in the state of the sampling units and both methodologies indicate that the pavement is It is in good condition, since the index of surface deterioration of the pavement using the PCI methodology is 59 and the index of surface deterioration of the flexible pavement according to the VIZIR methodology is 2. For both methodologies, evaluating pavement is similar since there are sections with The same characteristics differ in the ranges that each one of them has to assess the condition of the pavement. It should be noted that there are localized points where they need a greater rehabilitation, for which the sectoring by sections was carried out in order to obtain a better maintenance intervention.

With the research carried out, an attempt is made to provide practical theoretical support to people interested in the subject and its context, the advantages and disadvantages of each methodology must be taken into account in order to use them in future projects for analysis and evaluation. Similar solution alternatives may be proposed for those road projects with identical characteristics, previously carrying out tests and tests that specify this.

Keywords: Pavement, PCI methodology and VIZIR methodology.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las vías y carreteras juegan un rol importante en el crecimiento de una nación, ya que estos vienen a ser el eje principal para conexión de ciudades, por ello es primordial su método de construcción y su mantenimiento para su operacionalidad. Para ello, existen distintos métodos de evaluación para obtener el estado real de las carreteras, se pueden apreciar distintos tipos de fallas conformados de manera estructural y funcional. Por consiguiente, es importante emplear métodos efectivos. Los métodos PCI y VIZIR son las más efectivas para evaluar las fallas de una vía transitable.

La evaluación de las fallas del pavimento flexible es un proceso importante, entendiendo a las fallas estructurales como aquella insuficiencia que genera la pérdida de su capacidad de servidumbre, aquello ocasiona una obstrucción generalizada del pavimento. Entonces, la identificación de una falla involucra definir el tipo y la causa de la falla, muchas veces este es un proceso fácil, muchas otras no lo son (Biblioteca Central Universitaria, 2016).

A nivel internacional Ponce (2017), logró determinar que el método VIZIR, puede dividir en 2 tipos las fallas de una carretera, de carácter estructural A y de carácter superficial B, el primero ayuda a obtener el índice de superficie IS; mientras que el método PCI abarca todos los daños existentes de una vía.

En el plano nacional Ríos (2018), en su investigación logró determinar que el método de evaluación PCI engloba todos los daños habidos en una carretera, por el contrario, la metodología VIZIR solo evalúa los daños de carácter estructural (tipo A), más no del tipo superficial (tipo B).

De igual manera, los investigadores Condori y Callohuanca (2016), en su estudio lograron determinar que en el sector de evaluación resulta un PCI de valor 36 catalogado según la metodología como malo, y que la evaluación según la metodología VIZIR un valor de 3.6 calificado como marginal, ambos métodos bajo los criterios establecidos.

Entonces en el complejo arqueológico Sillustani se desea indagar la viabilidad y efectividad de las metodologías VIZIR y PCI al evaluar los daños de la carretera Atuncolla, ya que esta vía ha presentado fallos y es preciso cerciorarse de los sucesos

futuros y anticiparse a las distintas formas o sucesos negativos. Por lo mismo, el inconveniente singular de obras de infraestructuras viales, es que no se realiza una reparación adecuada, no se considera la vida útil del pavimento, también porque no toma en cuenta la evolución de la carretera con el transcurrir de los años. Por otro lado, se pudo observar que en la vía el pavimento flexible presenta daños graves en distintos puntos de la carretera por ser una zona turística, concurrida y que presenta fallas superficiales. Además, la condición en la que se encuentra la vía impide el libre tránsito de vehículos por presentar fallas superficiales en el tramo de estudio.



Figura 1. Carretera Atuncolla-Desprendimiento de agregados



Figura 2. Carretera Atuncolla – Hundimiento

Problema general

¿Cuál será el estado actual del pavimento flexible de la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, aplicando las metodologías PCI y VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento para la extensión de vida útil de acuerdo al análisis comparativo?

Problemas específicos

- ¿Cuál es el índice de condición superficial de pavimento mediante la metodología PCI en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno?
- ¿Cuál es el índice de deterioro superficial del pavimento flexible mediante la metodología VIZIR en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno?
- ¿Se obtienen los mismos resultados con ambas metodologías sobre el estado del deterioro del pavimento flexible en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno?

Justificación de la investigación

La investigación ha sido desarrollada con la finalidad de poder realizar un estudio comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR en el pavimento flexible de la carretera Atuncolla - Complejo Arqueológico Sillustani, Puno.

Justificación teórica

La investigación se justifica de forma teórica, por cuanto es importante la evaluación de las fallas del pavimento ya que eso permitirá un diagnóstico certero de la situación y también permitirá anticiparse a sucesos o fallas mucho más complejas y graves. Además, esta investigación contribuye al conocimiento para que pueda ser empleada como un antecedente de investigación en futuros estudios (Galvis, 2015).

Justificación metodológica

La investigación sigue una estructura científica y rigurosa, con el fin de lograr conclusiones que disminuyan el sesgo y se amolden al procedimiento estricto que se denomina el método científico.

Justificación social

La investigación parte de un problema real y busca explicar el fenómeno y también busca alguna solución dicho problema y fenómeno.

Justificación económica

Determinar cuál es el método más efectivo para evaluar fallas permitirá decrecer los gastos a corto mediano y largo plazo, cuando se deban reparar los fallos, ya que la forma más exitosa de emprender proyectos y solucionar problemas es aquel acto que involucra la evaluación y prevención.

Objetivo general

Evaluar el estado del pavimento flexible en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, aplicando los métodos del PCI y VIZIR, esto con la finalidad de proponer alternativas de mantenimiento que permitan extender la vida útil del pavimento.

Objetivos específicos

- Determinar el índice de deterioro superficial del pavimento mediante la metodología PCI en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno.
- Determinar el índice de deterioro superficial del pavimento flexible mediante la metodología VIZIR en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno.
- Determinar si se obtienen los mismos resultados con ambas metodologías sobre el estado de deterioro del pavimento flexible en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno.

Hipótesis general

La condición actual del pavimento flexible aplicando la comparación de los métodos VIZIR y PCI nos permitirá obtener adecuadas alternativas de intervención para mejorar la condición estructural de la carretera Atuncolla en el complejo Arqueológico Sillustani, Puno.

Hipótesis específicas

- El índice de condición superficial del pavimento mediante la metodología PCI en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno, es malo.
- El índice de deterioro superficial del pavimento flexible mediante la metodología VIZIR en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno, es regular.
- Los resultados con ambas metodologías sobre el estado del deterioro del pavimento flexible son significativamente diferentes en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes internacionales

Ponce (2017), desarrolló un estudio, que tiene como objeto el análisis y comparación de los métodos del PCI (Pavement Condition Index) y VIZIR (Inspección visual de áreas y rutas de riesgo) los cuales son aplicados para evaluar el estado en el que se encuentra carretera del tramo Chade del Cantón Jipijapa. Se desarrolló con una metodología, de tipo aplicada, se evaluó 13 unidades de muestreo y un nivel comparativo. La investigación da como resultado que el método VIZIR tipifica en 2 grupos las fallas que tiene la vía flexible, el tipo A de carácter estructural y el tipo B de carácter funcional; y concluyó que para la investigación se evaluó con las dos metodologías VIZIR Y PCI, siendo utilizada en la primera el tipo A más no el tipo B, y en el segundo utilizó todas fallas, así mismo, con la metodología VIZIR resultó que el pavimento se encuentra en condición deficiente y con la metodología PCI en condición malo, es decir se requiere rehabilitar la carretera.

Coy (2017), realizó un estudio, con el objeto es la evaluación y comparación de los métodos PCI y VIZIR de la carretera asfaltada 134 que comprende los sectores 52^a y 53c. La metodología desarrollada en esta investigación es de tipo aplicada y un nivel comparativo. La investigación dio como resultado que la metodología VIZIR es fácil de realizar ya que toma criterios como fallas en su estructura, en el ahuellamiento, agrietamientos en su longitud por fatiga, piel de cocodrilo, baches y parches, a comparación de PCI. Se concluyó en la investigación que la manera sencilla y rápida para la evaluación del estado real de la carretera, es a través de la metodología VIZIR donde obtuvo calificaciones similares a la metodología PCI con una condición buena de la vía asfaltada.

Andrade y Brito (2017), realizaron un estudio, cuyo objetivo es generar una alternativa que presenta valores derivados hacia el Ecuador en relación a la condición de servicio de una vía. Se desarrolló con una metodología, de tipo aplicada, nivel descriptivo y 15 muestras tomadas para la investigación. Como resultado fue la variación del índice del estado que se encuentra el pavimento flexible orientado al Ecuador en 20% enfocado en el índice de servicialidad que requiere las vías. Se concluyó, con la ayuda de la herramienta CAD se pudo hallar los puntos en la curva de valores y con la ayuda del Microsoft Excel se logró hallar las ecuaciones de polinomio, estas utilizadas para

hallar el valor porcentual penal 0.8. Como antecedentes publicados en idioma inglés: Tello, Aguirre, Díaz y Hernández (2021), en su investigación tiene como objetivo evaluar la avería de las carreteras en Colombia el cual realiza mediante inventarios manuales y evaluaciones de carácter visual. Se desarrolló la investigación con una metodología, de tipo aplicada y un nivel comparativo. Concluyeron en valores porcentuales de clasificación, sensibilidad e índice Kappa, al 96%, 93.33% y 93.6%, respectivamente. Además, el método empleado es el cimientado para elaborar un sistema automático para evaluar el daño que tiene las carreteras, este ayuda a optimizar tiempo y costo en la reparación de una vía.

Valdés y Alonso (2017), en su investigación lleva como objetivo proponer un catálogo para identificar las averías en los aeropuertos en Cuba, ya que actualmente no tiene un instrumento para inspeccionar estos proyectos de gran importancia. Se desarrolló con una metodología, de tipo aplicada y un nivel descriptivo; se tuvo como resultado la propuesta de una guía para inspeccionar de manera rutinaria los aeropuertos, el cual recopila información necesaria como la hora y fecha, el clima, quien realiza la evaluación, bosquejo para ubicar de manera rápida los daños y por último el análisis del aeropuerto evaluado. Concluyeron que los cambios a la guía PCI, fueron considerando la infraestructura, la tecnología empleada, el volumen de procedimientos y la condición climática.

Cubas (2018), realizó un estudio, cuyo objetivo es la aplicación de los métodos PCI y VIZIR para evaluar el estado real en el que se encuentra el pavimento flexible de la parte de evitamiento sur en la ciudad de Cajamarca. La investigación se desarrolló con una metodología, de tipo aplicada, un nivel descriptivo y una muestra que abarca 2377.75 m.; resultó que al inspeccionar la carretera investigada se obtuvo un PCI igual que el de VIZIR, 46.4 y 3.5, respectivamente, es decir, la vía evaluada es catalogada como regular, siendo el daño con mayor repercusión el desprendimiento de los agregados de la vía. Concluyó que tanto la metodología PCI como VIZIR son herramientas apropiadas para la evaluación de la vía, tomando en cuenta que sus procedimientos son diferentes.

Baque (2020), realizó un estudio, cuyo objeto de estudio es dar a conocer la condición de la vía Puerto Aeropuerto (Tramo II) de la ciudad de Manta, provincia de Manabí. La investigación se desarrolló con una metodología, de tipo aplicada, un nivel descriptivo

y con una muestra de 26 unidades. Dio como resultado que a través de las 12 clases de daños en la metodología PCI se tiene como desprendimiento de los agregados en un 78.3% siendo esta la cantidad mayor encontrada en el análisis e hinchamiento de la vía con un valor de 0.03% siendo la cantidad menor encontrada en el análisis de la vía. Por lo tanto, concluyó que la vía evaluada requiere de mejoras para los 12 tipos de fallas, resaltando el daño por desprendimiento de agregados, ya que se encuentra en mayores cantidades.

2.2. Antecedentes nacionales

Ríos (2018), realizó una investigación, con el objetivo de analizar y comparar la metodología francesa VIZIR con la metodología norteamericana PCI en la evaluación de la vía de Av. Antúnez de Mayolo cuadra. 8 al 15 en el distrito de Los Olivos. El estudio se desarrolló con una metodología, de tipo aplicada y un nivel correlacional, además tuvo como resultado, que existen diferencias entre las metodologías VIZIR y PCI. Concluyó que, la metodología VIZIR evalúa en 3 niveles los daños de la carretera y su valoración se da de 0 a 7, el cual depende el tipo de daño, que para la investigación toma en cuenta los daños del Tipo A que atribuye a las fallas de carácter estructural, más no del Tipo B que atribuye al carácter funcional de la carretera; mientras que el método PCI evalúa todos los daños que existen en el pavimento asfáltico; además, clasifica en 7 niveles en un amplio intervalo de calificación que varía desde 0, calificado como vía fallada, hasta 100 calificado como vía en excelente estado. Por lo tanto, la metodología PCI contempla una mejor evaluación, pero, tiene un procedimiento más extenso que la metodología VIZIR para pavimento flexible en carreteras.

Guevara (2019), realizó una investigación, que cuyo objeto es la evaluación de la carretera asfaltada con las metodologías VIZIR y PCI. La metodología con mayor eficacia resultó ser PCI por contemplar criterios que VIZIR no cuenta. Concluyó, que la metodología que mejor se ajusta a la realidad es la PCI ya que califica con mayor precisión y certeza el estado en el que se encuentra la carretera con la ayuda de las calificaciones (0 a 100) en intervalos de 7 niveles.

Medina (2018), realizó un estudio, donde el objeto de estudio general es la evaluación del estado real de la carretera asfaltada de los sectores de Rejopampa y Chaupelanche - Chota, región Cajamarca, utilizando las metodologías VIZIR Y PCI.

Se desarrolló empleando una metodología, con una muestra de 49 unidades para el método PCI y 51 unidades para el método VIZIR, además de tipo aplicada y un nivel descriptivo. Llega a la conclusión, que los daños más frecuentes encontrados en el pavimento flexible son los ahuellamientos de las vías, grietas por fatiga y de borde, baches, parcheo y exudación; la metodología VIZIR ayudó para diferenciar los tipos de fallas de vía, tanto estructuralmente como funcionalmente, además la metodología PCI al ser más exhaustiva con la evaluación del pavimento flexible, ayuda a efectuar el mejor mantenimiento vial para cada falla y/o daño.

Cueva (2019), realizó un estudio, con el objetivo de aplicar en la Avenida Las Flores de Primavera, en el distrito de San Juan de Lurigancho, para su evaluación del pavimento flexible. Para la investigación se desarrolló una metodología, de tipo aplicada y un nivel descriptivo. Se empleó las metodologías VIZIR y PCI para evaluar las condiciones de la carretera pavimentada en el tramo mencionado y se concluyó que la metodología VIZIR es sencilla pero solo se limite en 3 niveles, mientras la metodología CPI contempla 7 niveles en un rango de 0 (pavimento fallado) a 100 (pavimento en excelente condición), pero tiene un procedimiento extenso; también concluye que la investigación proporcionará información a la sociedad y entidades correspondientes para su próxima mejora en su mantenimiento.

Condori y Callohuanca (2016), cuyo objetivo es determinar las clases de fallas de manera superficial en los sectores de la Av. Huancané y analizarlo según las metodologías PCI y VIZIR. Para la investigación se tuvo en cuenta 3 km de vía, de tipo aplicada y un nivel descriptivo; se determinó que el sector del pavimento analizado para la investigación se encuentra clasificado como MALO ya que su valor es de 36 según los criterios tomados de los intervalos de la metodología PCI. Concluyó que el análisis del tramo Sur de la Av. Huancané, con la metodología VIZIR, es calificada como regular teniendo en cuenta los parámetros de este.

Paucar (2019), en su investigación, tuvo como objetivo el evaluar la capa superficial de los pavimentos de la ciudad de Puno con los métodos PCI (Pavement Condition Index) y VIZIR (Visión Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque). Se desarrolló con una metodología, de tipo aplicada, un nivel comparativo y la muestra fue los tramos de la Av. Floral y Jr. Carabaya. Se tuvieron como resultados, que el lado de derecho según la metodología PCI tiene como valor de 41.91 y según VIZIR un promedio de

4, para el lado izquierdo resultó un valor de 49.35 en PCI y 3 en VIZIR, es decir, el pavimento evaluado se encuentra en condiciones regulares ya que las fallas más recurrentes son los agujeros, piel de cocodrilo y los parches. Debido a estos acontecimientos, solicita el mantenimiento de la carretera previo al clima lluvioso ya que hará tedioso la labor de reparación y también dañará los resanes ya realizados, el monto estimado según la investigación para las actividades mencionadas es aproximadamente S/119 118.50. La investigación concluyó que la carretera se encuentra en buena condición, con 67.30 según la metodología PCI que se evidencia algunas grietas, losas en condiciones regulares y parches, para solucionar estas problemáticas se deben realizar el mantenimiento de manera periódica teniendo en cuenta el tipo de falla y la gravedad en el que se encuentra, para el proyecto el monto presupuestal a considerar para realizar los trabajos es aproximadamente S/. 266 720.21.

Oropesa (2019), realizó una investigación, donde tuvo como objetivo es la evaluación del estado la carretera de la Av. Canto Grande en Lima, utilizando los métodos de PCI y VIZIR con el propósito de dar soluciones para su respectiva reparación. La metodología que emplea es de tipo aplicativo, de carácter cuantitativo, orientada a comparar; además utilizó ambos métodos mencionados anteriormente. Concluyó que le pavimento evaluado con la metodología PCI se encuentra en una condición regular con un valor de 46.92, mientras con la metodología VIZIR con un valor de 2.75 catalogado como marginal. Por último, recomienda el planeamiento para conservar las vías en periodos de 6 meses o máximo 12 meses, para mantener en óptimas condiciones la carretera para su eventual servicialidad.

2.3. Fundamentación teórica

2.3.1 Pavimento

El pavimento es una estructura constituida por subrasante, sub base, base y capa de rodadura, los cuales son componentes de una carretera con el objetivo de obtener resistencia y ayuda a la distribución de esfuerzos creado por los automóviles y camiones. Además, conlleva a una condición de cómoda transitabilidad vehicular (Instituto de Capacitación y Gerencia, 2015).

Base

La base es la capa debajo al manto asfáltico, cuyo objetivo es el sostenimiento, la distribución y transmisión de las cargas ejercidas en la superficie de la estructura; además debe ser de material que pueda drenar en casos de lluvias o situaciones similares, da por entender que el ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) debe ser mayor al 80% y sino, debe ser tratada con algunos elementos como cemento, cal o en todos los casos con asfalto. (Instituto de Capacitación y Gerencia, 2015).

Capa Sub Base

La capa que se encuentra debajo de la base es la sub base, es una capa de un material específico con espesor de acuerdo al diseño de la estructura, esta sección actúa como soporte para la carpeta asfáltico y la base; además, ayuda al drenaje y controla el volumen del agua. La sub base puede obviarse dependiendo del tipo, del diseño y de su extensión; a diferencia de la base, la sub base debe tener un CBR mayor al 40% o si no debe ser tratado con los elementos mencionados en la base (Instituto de Capacitación y Gerencia, 2015).

Capa de Rodadura

El Instituto de Capacitación y Gerencia (2015) expresa que la capa de rodadura es el manto superficial del pavimento, y pueden ser de manto asfáltico, de concreto o de adoquines, su principal objetivo es sostenimiento continuo de vía transitable.

2.3.2 Pavimento flexible

Los pavimentos flexibles son conformados por una o más emulsiones asfálticas en caliente o si no son tratados de manera superficial, el cual depende del grosor del manto de rodadura. Además, son llamados flexibles porque poseen rigideces similares en sus diferentes capas, por lo tanto, la constitución del pavimento se deforma en conjunto (todas las capas) al someterse a cargas transitables; además, dependiendo de la superficie de rodadura se puede clasificar de diferente manera (Menéndez, 2016).

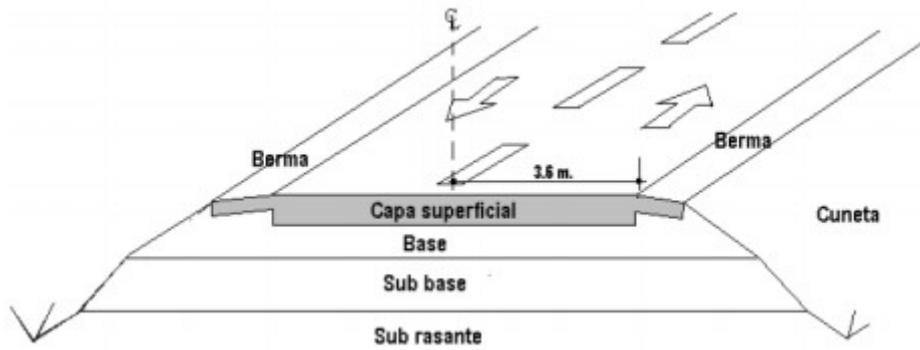


Figura 3. Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible)

Fallas en el pavimento

Existen distintas maneras de clasificar las fallas en los pavimentos, por tanto, es importante conocer el origen de las fallas y las causas que las ocasionaron, con la finalidad de analizarlas y dar una solución técnica acorde al problema. Las fallas se clasifican en: Superficiales, grietas, deformaciones plásticas, parches y otros defectos. Dentro de los superficiales tenemos la exudación, corrugación, hinchamiento, desintegración, desgaste, disgregación y envejecimiento. Dentro de las grietas tenemos al agrietamiento por fatiga también conocida como piel de cocodrilo, bloque, reflexión de juntas, deslizamiento, fisura miento en el borde, fisura miento parabólico, transversal y longitudinal. Dentro de las deformaciones plásticas tenemos a depresión, ahuellamiento, elevación de encuentro con losa, expansión o hinchamiento (Sáez, 2019).

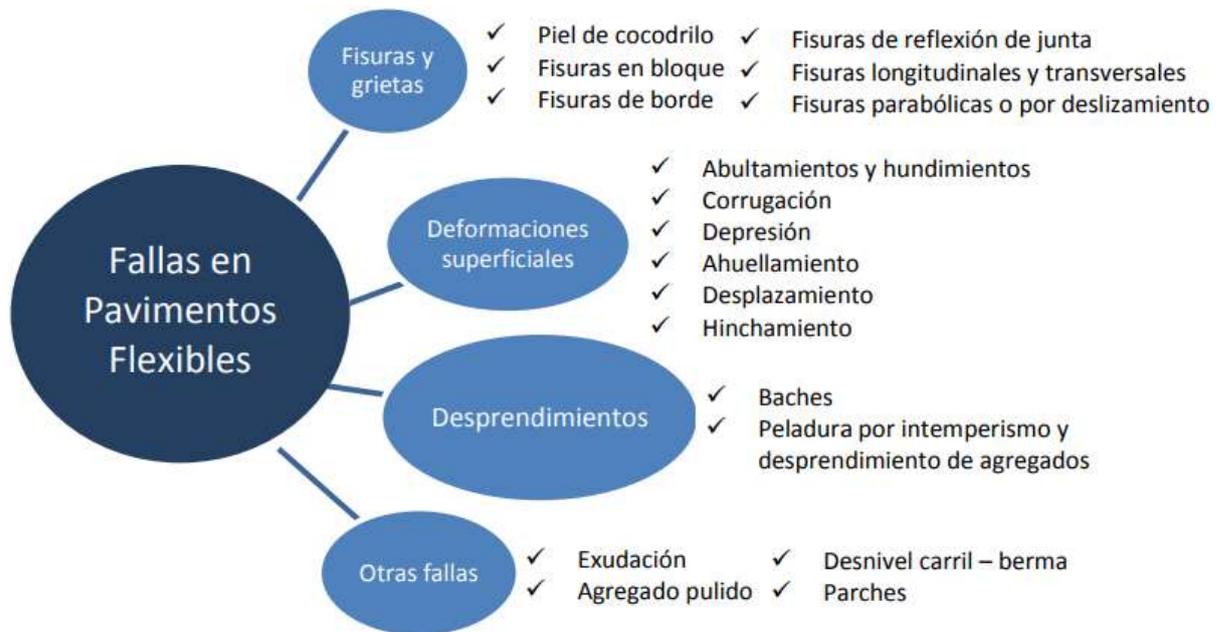


Figura 4. Resumen de fallas en Pavimentos flexibles

Según Menéndez (2016) se debe tener en cuenta el cálculo de deformaciones (tensión y compresión) y esfuerzos para la evaluación de la carretera, teniendo en cuenta la ubicación de puntos máximos y críticos tanto para la carpeta de rodadura, base y la sub rasante.

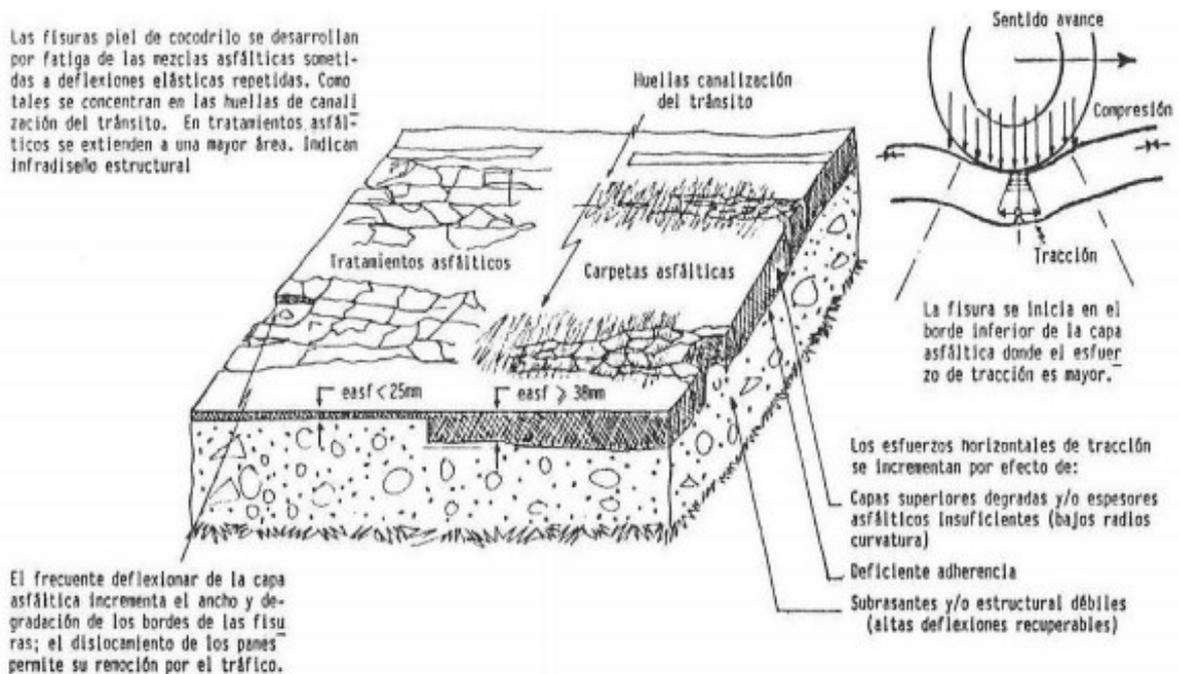


Figura 5. Fisuras o agrietamiento por piel de cocodrilo

2.3.3 Metodologías para evaluar el pavimento flexible

Actualmente, existe dos metodologías, el método norteamericano PCI (Pavement Condition Index) y el método francés VIZIR (Visión Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque), los cuales son empleados para evaluar la condición de los pavimentos. (Mamani, Pancca y Huarca, 2018).

La metodología PCI (Índice de Condición de Pavimento) evalúa y califica superficialmente el pavimento flexible, es una herramienta eficaz de procedimientos no complejos para obtención la condición real de las carreteras, además no es necesario utilizar materiales sofisticados para su análisis (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2015).

Tabla 1. Rangos de clasificación según PCI

RANGOS	CLASIFICACION
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 – 25	Malo
25 - 10	Muy malo
0 - 10	Fallado

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar las fallas de los pavimentos se debe tener en cuenta la unidad de medida de cada uno de ellos, el cual es vital un buen análisis.

Tabla 2. Unidad de medida de los daños del pavimento

Falla N°	Tipo – nombre	unidad
1	Grieta piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación de asfalto	m ²
3	Grietas de contracción (bloque)	m ²
4	Elevaciones-Hundimientos	m
5	Corrugaciones	m ²
6	Depresiones	m ²
7	Grietas de borde	m
8	Grietas de reflexión de juntas	m
9	Desnivel calzada-hombrillo	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Baches y Zanjas reparadas	m ²
12	Agregados pulidos	m ²
13	Huecos	N°
14	Cruce de rieles	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Deformación por empuje	m ²
17	Grietas deslizamiento	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Disgregación y Desintegración	m ²

Fuente: (Echacaya, 2021. p25)

Respecto con la evaluación del pavimento flexible, por intermedio del análisis correspondiente se muestra la condición real de manera estructural y superficial en el que se encuentra el pavimento, de esta forma proporcionar alternativas de conservar y mantener la vía con el fin de extender la servicialidad de la carretera (Baque, 2020).

Esta práctica determina el estado en el que se encuentra el pavimento la inspección visual del PCI, este método ayuda a cuantificar la situación real del pavimento. El PCI para carreteras se desarrolló por ingenieros que pertenecían al Cuerpo de Ejército Americano, este método nos proporciona un indicador numérico de 0 a 100. El PCI proporciona una medida en la condición real del pavimento, mediante los daños que presenta la superficie del pavimento, también analiza la parte estructural y operacional, permitiendo identificar sectores con malas condiciones de textura y en general de seguridad. La metodología PCI no mide estructuralmente la capacidad del pavimento, tampoco facilita una medición que resista al deslizamiento. Otorga objetivos que permiten concretar el mantenimiento adecuado de la vía, que engloba la necesidad de reparación para cada tipo de falla. La evaluación continua de la

metodología PCI, permite analizar la condición generada de cada avería el cual se puede proyectar la reparación y/o mantenimiento a corto o mediano plazo.

El método VIZIR, a diferencia del PCI, su aplicación es sencilla, el principal objetivo es dar a conocer las fallas de carácter estructural y funcional; esta metodología tiene en cuenta el índice de deterioro superficial (Is) el cual es un valor adimensional que se obtendrá de manera porcentual en relación al área dañada y el tramo evaluado. El Is toma el valor de 1, pavimento en perfectas condiciones, y 7, denominado como pavimento fallado (Pancca, Huarca, Corrales, Mamani y Apaza, 2016).

Tabla 3. Calificación del estado de la superficie del pavimento

Intervalos de Is	Calificación de Estado de Superficie
1-2	Bueno
3-4	Regular
5-7	Malo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Unidad de medida para evaluar los daños, según VIZIR

NOMBRE DEL DETERIORO	CODIGO	UNIDAD DE MEDIDA	
		SEVERIDAD	EXTENSION
Ahuellamiento	AH	m	m ²
Depresiones o Hundimientos longitudinales	DL	m	m ²
Depresiones o Hundimientos transversales	DT	m	m ²
Grietas longitudinales por fatiga	GLF	m	m ² (*)
Grieta piel de cocodrilo	GPC	m	m ² (*)
Baches y zanjas reparadas	B	m	m ²
Grieta longitudinal de junta de construcción	GLI	m	m ² (*)
Grieta transversal de junta de construcción	GTJ	m	m ² (*)
Grieta de construcción térmica	GCT	m	m ² (*)
Grietas parabólicas	GP	m	m ² (*)
Grietas de borde	GB	m	m ² (*)
Huecos	H	N*	m ²
Corugaciones	C	m	m ²
Perdida de la película de ligante	PL	m	m ²
Perdida de agregados	PA	m	m ²
Descascaramiento	D	m ²	m ²
Agregados pulidos	PU	m	m ²
Exudación	EX	m	m ²
Afloramiento de mortero	AM	m	m ²
Afloramiento de agua	AA	m	m ²
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m	m ²
Desnivel entre calzada y berma	DCB	m	m ²
Erosión de las bermas	EB	m	m ²
Segregación	S	m	m ²

Fuente: (Canales, 2011, p32)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación

La metodología empleada en la investigación de tipo es aplicada, porque se utilizan teorías que están sustentando las variables de investigación. De acuerdo con Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) las investigaciones aplicadas, se basan en resultados de las investigaciones conocidas como básicas y que estén orientadas en resolver problemas en la sociedad (p.136).

Enfoque de investigación

Con respecto a la perspectiva cuantitativa que está vinculada con números y procesos matemáticos. En la actualidad, incorpora alternativas grupales con el fin de obtener teorías verídicas. Cada parte tiene un proceso adecuado que conlleva continuidad, se analiza y vincula medidas realizando el proceso estadístico adecuado, por último, se realiza las conclusiones en relación a las posibles respuestas planteadas. Por ende, la metodología cuantitativa nos ayuda comprobar las respuestas planteadas al inicio de la investigación (Hernández y Mendoza, 2018).

Diseño de investigación

Acerca del diseño, corresponde a una investigación con de carácter no experimental, es decir, las variables de la investigación no se pueden manipular. Para Hernández y Mendoza (2018) los diseños no experimentales se realizan sin manipular de forma deliberada las variables, pero se pueden observar los fenómenos para realizar su análisis correspondiente (p.175).

Nivel de investigación

Respecto del nivel, corresponde a un nivel descriptivo, ya que los resultados se explicarán. Según Hernández y Mendoza (2018) refiere que son descriptivos porque tienen como propósito describir las propiedades y las características de las variables (p.108).

3.2. Variables y operacionalización

Variable: Evaluación superficial del pavimento flexible

Definición Conceptual: Para evaluar la condición de los pavimentos se requiere de una investigación, donde se detalla la situación real de la vía tomando el criterio estructural y superficial de la carpeta pavimentada, con el fin de obtener soluciones para la reparación y/o mantenimiento de la carretera así extender su servicialidad (Baque, 2020).

Definición Operacional: La variable evaluación superficial del pavimento flexible se medirá por intermedio de los indicadores de cada dimensión (Estado).

Variable: Metodologías para evaluar el pavimento

Definición Conceptual: Actualmente, las metodologías empleadas para evaluar las condiciones de los pavimentos son el PCI y VIZIR, los cuales cuentan con un conjunto de procedimientos que estudian las fallas presentes (Mamani, Pancca y Huarca, 2018).

Definición Operacional: La variable metodologías para evaluar el pavimento se medirá por intermedio de los indicadores de cada dimensión (VIZIR Y PCI).

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población

Se define como el total de las unidades a estudiar que tiene las características que son requeridas para considerarse como tales. Estas unidades pueden ser objetos, personas y otros (Ñaupas et al., 2018, p.334). En tal sentido, la población estará conformada por la carretera Atuncolla donde se encuentra el Complejo Arqueológico Sillustani, que tiene una extensión de 4 km.



Figura 6. Ubicación general de la carretera Atuncolla



Figura 7. Carretera Atuncolla



Figura 8. Carretera Atuncolla – complejo arqueológico Sillustani

Muestra

De acuerdo con Arias (2021) no es una cantidad establecida que se tenga que tener en cuenta, no obstante, es de mucha importancia que se delimite correctamente (p.116). Es por ello, que la muestra comprenderá estará compuesta por 3 km de la carretera Atuncolla donde se encuentra el Arqueológico Sillustani.

Muestreo

En ese contexto, la investigación presente un muestro no probabilístico, porque para la seleccionan de la muestra se tomó el 75% de la carretera que equivale a 3 km y esto a criterio de los investigadores. Para los valores de carácter no probabilístico, se debe tener en consideración los criterios y contenido del proyecto a investigar, más no de un asunto probabilístico (Hernández y Mendoza, 2018).

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

En el estudio se utilizará la técnica de la observación. De acuerdo con Ñaupas et al. (2018) esta técnica es aquella relacionada directamente entre la persona que investiga y el objeto a investigar. Sólo está mediado por instrumentos de observación.

A cerca de los instrumentos, se utilizarán las fichas de evaluación de cada metodología y las hojas de Microsoft Excel. Estos instrumentos nos permitirán anotar las situaciones observadas durante la investigación y también para evaluar la condición de la carretera.

			
Flexómetro	Cono de seguridad	Camara fotográfica	Nivel de mano

Figura 9. Herramientas utilizadas para la inspección



Figura 10. Utilizando las herramientas

Validez

Para Hernández y Mendoza (2018), la validez debe ser de índole auténtico, con el fin de describir las variables de la investigación. Para ello, se necesitará de instrumentos que ayuden a recolectar información como la ficha de recolectar data el cual será elaborada para la aplicación de las metodologías PCI y VIZIR, se debe resaltar que ambas metodologías, proporcionan procesos de selección de muestras para su respectiva aplicación, la evaluación se dará a todo el tramo a investigar.

3.5. Procedimiento

Se evaluará cada daño inspeccionado del pavimento con el propósito de obtener información, para lo cual se debe contar con la matriz de registro de daños, para así poder clasificar las fallas, esta etapa de gran importancia, por ello se efectuará por sectores teniendo en cuenta los criterios de la metodología PCI.



Figura 11. Procedimiento de la investigación

3.6. Método de análisis de datos

Para la próxima etapa, la información de los daños será empleado para su evaluación y análisis del nivel de avería de la vía, para lo cual se necesita el cálculo porcentual correspondiente. En la próxima fase se realizará la metodología PCI, cuyo fin será analizar las condiciones reales del pavimento evaluado.

3.7. Aspectos éticos

Para Hernández y Mendoza (2018), la ética es el estudio de la moral. Se toma como verídicos los resultados obtenidos para la investigación sin modificar los datos, con el fin de ser evaluada y calculada. Para la validar la ficha, estuvo encargado un profesional responsable.

IV. RESULTADOS

4.1. Características generales de la vía en estudio

La vía por estudiar es el tramo Distrito de Atuncolla – Ciudad Arqueológica Sillustani, que contempla las siguientes características:

- Longitud vía de estudio: 4000 m.
- Progresiva inicial: salida del distrito de Atuncolla (progresiva Km: 0 + 000).
- Progresiva final: Entrada complejo arqueológico (progresiva Km; 4 + 000).
- Ancho de calzada: 5.00 m.
- Longitud de unidad de muestreo: 50 metros.
- Área unidad de muestreo: 250 m².
- Numero de muestras: 60 muestras.
- Números de carriles: 2
- Tipo de pavimento: Flexible.



Figura 12. Fuente adaptacion del autor, Google Earth

4.2. Evaluación de la condición del pavimento

En la presente investigación fue desarrollado para evaluar la condición actual del pavimento por medio de un registro visual de los tipos de deterioros superficiales en el pavimento flexible en la vía Atuncolla – Sillustani, con una longitud de 4 km de vía de estudio de doble sentido, con un ancho de calzada de 5.0 metros; para evaluar se utilizó los métodos VIZIR y PCI, Se tomó la unidad de muestra de 50 m para los dos

métodos con la finalidad de elaborar la confrontación de los métodos VIZIR y PCI para la evaluar de manera superficial la condición de la carretera.

Esta zona de estudio se eligió debido a una problemática referente a las condiciones del pavimento flexible, ya que la vía, debido a la falta de mantenimiento y al incremento del transporte vehicular ha generado agrietamientos y fallas en su estructura.

Es importante aclarar que para la metodología seguida por el PCI se tomó cada 50 metros, considerando el área de muestreo de 225 +/- 90 m², y por el VIZIR se tomó en consideración solo de 50 metros, considerando que esta aconseja tomar una longitud necesaria de 100, con fines de estudio ambas metodologías se trabajaron con todas las unidades de muestreo.

4.1.1. Evaluación de la superficie de rodadura por método PCI

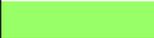
Luego de haber aplicado el método PCI y conseguir la clasificación de la tipología de daños encontrados en la vía de estudio, se muestra la tabla N° 7 del resumen que presenta el estado y la clasificación del pavimento según la metodología PCI para las 60 unidades de muestreo.

Tabla 5. Unidad de medida para evaluar los daños, según VIZIR

Pg. Inicial	Km: 0 + 000
Pg. Final	Km: 4 + 000
Longitud área de estudio	3000 m.
Calzada	5.00 m.
Unidad de muestras	50.0 m.
Área de muestras	250 m ² .
Numero de muestras	60 und.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Rangos de calificación del PCI

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

Fuente: Elaboración propia

Para empezar a realizar el inventario de fallas se seleccionó una muestra de 50 metros de longitud, obteniendo 60 und. de muestreo, estas presentan los siguientes tipos de daños:

Tabla 7. Daños totalizados con la metodología PCI

CÓDIGO DAÑO	TIPO DE DAÑO	UND.	ÁREA (m2)	% ÁREA TOTAL	%ÁREA DAÑADO	
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	2.89	1.16	0.02
2	Exudación	EX	m2	56.6	22.64	0.36
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	101.55	40.62	0.65
4	Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	6.96	2.78	0.04
7	Grieta de borde	GB	m	5045.5	2018.20	32.40
9	Desnivel carril / berma	DN	m	52	20.80	0.33
10	Grietas long. y trans.	GLT	m	0.92	0.37	0.01
11	Parches	PA	m2	130.48	52.19	0.84
12	Pulimiento de agregados	PU	m2	10039.5	4015.80	64.47
13	Baches o huecos	HUE	und.	129.56	51.82	0.83
15	Ahuellamiento	AHU	m2	1.8	0.72	0.01
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2	4.14	1.66	0.03
TOTAL			15571.9	6228.76	100.00	

Fuente: Elaboración propia

Se encontró, para la investigación un total de 15571 m2 de daños. Como se puede notar el daño que ocupó mayor porcentaje de área es el pulimiento de agregados con 64.47%, seguido de la falla grieta de borde con 32.40%.



Figura 13. Porcentaje de daños existentes según metodología PCI.

Tabla 8. Clasificación de unidades de muestra según la metodología PCI

RESUMEN DE RESULTADOS METODO PCI								
UNIDAD DE MUESTRA	AREA (m2)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVAS		VDC	PCI	CALIFICACION	CODIGO
			INICIO	FINAL				
UM - 1	250	1	00+000	00+050	33	67	BUENO	
UM - 2	250	2	00+050	00+100	41	59	REGULAR	
UM - 3	250	3	00+100	00+150	63	37	MALO	
UM - 4	250	4	00+150	00+200	70	30	MALO	
UM - 5	250	5	00+200	00+250	79	21	FALLADO	
UM - 6	250	6	00+250	00+300	88	12	MUY MALO	
UM - 7	250	7	00+300	00+350	78	22	MUY MALO	
UM - 8	250	8	00+350	00+400	45	55	REGULAR	
UM - 9	250	9	00+400	00+450	45	55	REGULAR	
UM - 10	250	10	00+450	00+500	59	41	MALO	
UM - 11	250	11	00+500	00+550	34	66	BUENO	
UM - 12	250	12	00+550	00+600	34	66	BUENO	
UM - 13	250	13	00+600	00+650	25	75	BUENO	
UM - 14	250	14	00+650	00+700	54	46	REGULAR	
UM - 15	250	15	00+700	00+750	37	63	BUENO	
UM - 16	250	16	00+750	00+800	52	48	REGULAR	
UM - 17	250	17	00+800	00+850	81	19	MUY MALO	
UM - 18	250	18	00+850	00+900	35	65	BUENO	
UM - 19	250	19	00+900	00+950	56	44	REGULAR	
UM - 20	250	20	00+950	01+000	32	68	BUENO	
UM - 21	250	21	01+000	01+050	67	33	MALO	
UM - 22	250	22	01+050	01+100	46	54	REGULAR	
UM - 23	250	23	01+100	01+150	73	27	MALO	
UM - 24	250	24	01+150	01+200	57	43	REGULAR	
UM - 25	250	25	01+200	01+250	43	57	BUENO	
UM - 26	250	26	01+250	01+300	44	56	REGULAR	
UM - 27	250	27	01+300	01+350	31	69	BUENO	
UM - 28	250	28	01+350	01+400	30	70	BUENO	
UM - 29	250	29	01+400	01+450	36	64	BUENO	
UM - 30	250	30	01+450	01+500	30	70	BUENO	
UM - 31	250	31	01+500	01+550	34	66	BUENO	
UM - 32	250	32	01+550	01+600	30	70	BUENO	
UM - 33	250	33	01+600	01+650	32	68	BUENO	
UM - 34	250	34	01+650	01+700	30	70	BUENO	
UM - 35	250	35	01+700	01+750	33	67	BUENO	
UM - 36	250	36	01+750	01+800	30	70	BUENO	
UM - 37	250	37	01+800	01+850	35	65	BUENO	
UM - 38	250	38	01+850	01+900	46	54	REGULAR	
UM - 39	250	39	01+900	01+950	47	53	REGULAR	
UM - 40	250	40	01+950	02+000	48	52	REGULAR	
UM - 41	250	41	02+000	02+050	30	70	BUENO	
UM - 42	250	42	02+050	02+100	30	70	BUENO	
UM - 43	250	43	02+100	02+150	30	70	BUENO	
UM - 44	250	44	02+150	02+200	30	70	BUENO	
UM - 45	250	45	02+200	02+250	30	70	BUENO	
UM - 46	250	46	02+250	02+300	30	70	BUENO	
UM - 47	250	47	02+300	02+350	30	70	BUENO	
UM - 48	250	48	02+350	02+400	30	70	BUENO	
UM - 49	250	49	02+400	02+450	24	76	MUY BUENO	
UM - 50	250	50	02+450	02+500	34	66	BUENO	
UM - 51	250	51	02+500	02+550	34	66	BUENO	
UM - 52	250	52	02+550	02+600	34	66	BUENO	
UM - 53	250	53	02+600	02+650	30	70	BUENO	
UM - 54	250	54	02+650	02+700	34	66	BUENO	
UM - 55	250	55	02+700	02+750	34	66	BUENO	
UM - 56	250	56	02+750	02+800	24	76	MUY BUENO	
UM - 57	250	57	02+800	02+850	30	70	BUENO	
UM - 58	250	58	02+850	02+900	30	70	BUENO	
UM - 59	250	59	02+900	02+950	30	70	BUENO	
UM - 60	250	60	02+950	03+000	34	66	BUENO	
TOTAL						59	BUENO	

Fuente: Elaboración propia

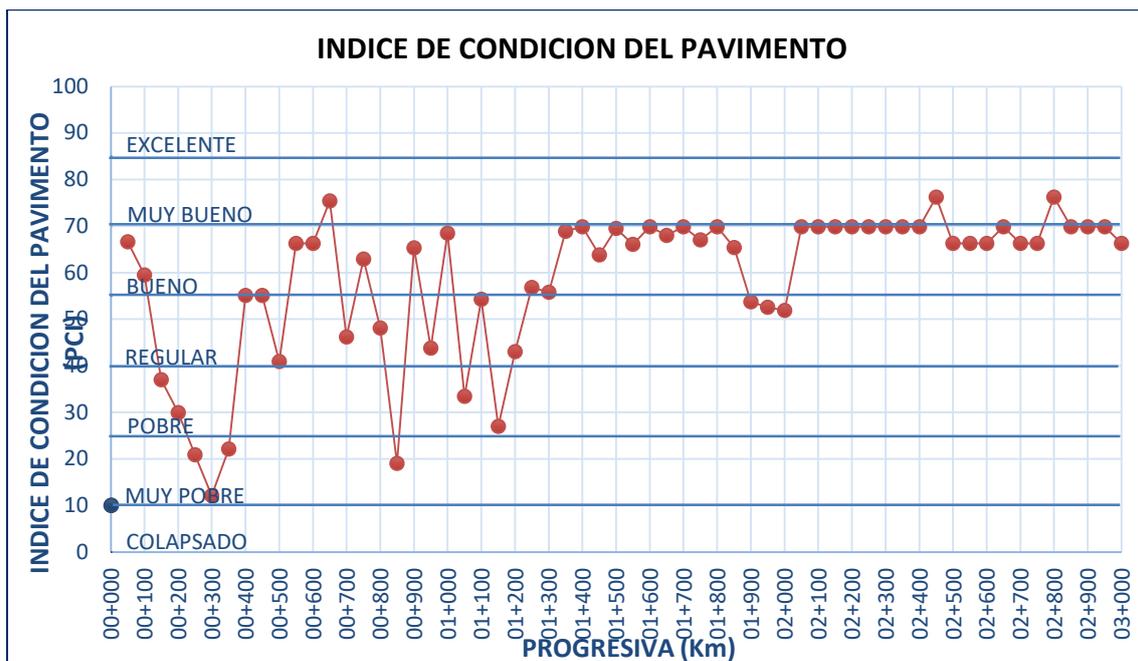


Figura 14. Perfil superficial con metodología PCI

Con esta metodología del PCI se obtuvo como resultado un PCI promedio igual a 59, indicado que el tramo evaluado presenta una condición de pavimento BUENO, por lo que dicho pavimento necesita un mantenimiento correctivo para que su estructura no empeore con el tiempo.

Se tiene en consideración los resultados que se presentan en la tabla 8 Lista del nivel de daño según metodología PCI, se realizó un resumen contabilizando la totalidad de muestras, que presenta el estado del pavimento evaluado.

Tabla 9. Análisis de resultados – método PCI.

Rango	Clasificación	Simbología	Numero de muestras	porcentaje
100 – 85	Excelente		0	0%
85 – 70	Muy Bueno		152	4%
70 – 55	Bueno		2512	71%
55 – 40	Regular		619	18%
40 – 25	Malo		168	5%
25 – 10	Muy Malo		74	2%
10 – 0	Fallado		0	0%
Total			3525	100%

Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Estado del pavimento por unidades de muestreo, PCI

Se presenta la tabla 9 Análisis de resultados, se presenta la clasificación de la condición de la carretera, se aprecia que el 4% de und. de muestreo pertenece a un estado muy bueno, el 71% se encuentran en estado bueno, el 18% están en estado regular, el 5% se encuentran en condiciones malas, y por último se tiene un 2% en un estado muy malo.

4.1.2. Evaluación de la superficie de rodadura por método VIZIR

Para este método, se tomará la misma muestra que se utilizó en el método PCI, ya que el método VIZIR no presenta un cálculo de muestreo y solo recomienda utilizar cada 100 metros.

En el caso de esta metodología se registró 60 unidades de muestreo, teniendo en cuenta que la metodología tiene dos tipos de fallas, Tipo A y Tipo B.

Tabla 10. Fallas de Tipo A – Metodología VIZIR

ITEM	TIPO DE DAÑO	UND.	ÁREA (m2)	% ÁREA TOTAL	%ÁREA DAÑADO	
1	Ahuellamiento	AH	m	1.80	0.72	0.61
2	Depresiones o hundimientos long.	DL	m	1.00	0.40	0.34
3	Fisuras long. Por fatiga	FLF	m	3.36	1.344	1.14
4	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	m	46.03	18.412	15.55
5	Baches y parches	B	m	243.73	97.492	82.36
TOTAL, DAÑO TIPO A				295.92	118.368	100.00

Fuente: Elaboración propio.



Figura 16. Estado de la vía según metodología VIZIR del Tipo A

Tabla 11. Fallas de Tipo B – Metodología VIZIR

ITEM	TIPO DE DAÑO	UND.	ÁREA (m2)	% ÁREA TOTAL	%ÁREA DAÑADO	
1	Fisuras long. de junta de construcción	FLJ	m	0.92	0.37	0.008
2	Fisuras de contracción térmica	FCT	m	140.51	56.20	1.22
3	Fisuras de borde	FB	m	6.00	2.40	0.05
4	Ojo de pescado	O	m	188.00	75.20	1.63
5	Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	m	8.13	3.25	0.07
6	Perdida de la película ligante	PL	m	4.14	1.66	0.04
7	Descascaramiento	D	m2	0.22	0.09	0.002
8	Pulimiento de agregados	PU	m	10756.00	4302.40	93.12
9	Exudación	EX	m	56.20	22.48	0.49
10	Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m	354.64	141.86	3.07
11	Escalonamiento entre calzada y berma	ECB	m	20.88	8.35	0.18
12	Erosión de las bermas	EB	m	15.00	6.00	0.13
TOTAL, DAÑO TIPO B				11550.64	4620.26	100.00

Fuente: Elaboración propio.



Figura 17. Estado de la vía según metodología VIZIR del Tipo B

Para interpretar los resultados, se resalta que el área de daño pertenece a la sumatoria de todas las áreas de cada daño encontrado en todo el tramo de vía de estudio que es de 15000 m² y el porcentaje de área de daños corresponde al porcentaje que presenta el tipo de deterioro del total del área de daños, que para el caso es de 11846.56 m².

De acuerdo a los datos obtenidos se puede visualizar en las tablas 10 y 11 respectivamente los daños obtenidos, en la Tabla 10 donde se hace referencia a las fallas de tipo A, el daño que ocupa mayor porcentaje es el Baches y parches con un 82.36% debido a que, en distintas zonas, el pavimento ha sido sustituido por material nuevo para reparar el pavimento existente, son deficientes debido a diferentes causas por ejemplo, el drenaje, malos técnicas en la construcción, deterioro de la capa de rodadura por las repetidas cargas de tránsito a través del tiempo, así mismo en las fallas del Tipo B, el daño que ocupa mayor porcentaje es el de pulimiento de agregados con 93.12% esto a causa de materiales de mala calidad, condiciones climáticas, falta de control de calidad para ver la resistencia al deslizamiento.

Luego de aplicar la metodología VIZIR, y realizar la clasificación de los tipos de daños encontrados, recordando que para el cálculo de índice de deterioro superficial "Is" solo se tienen en cuenta los deterioros de TIPO A, como se visualiza en la tabla 12.

Tabla 12. Resumen de clasificación según metodología VIZIR

UNIDAD DE MUESTRA	AREA (m2)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVAS		Is	CALIFICACION	CODIGO
			INICIO	FINAL			
UM - 1	250	1	00+000	00+050	2	BUENO	
UM - 2	250	2	00+050	00+100	4	REGULAR	
UM - 3	250	3	00+100	00+150	5	DEFICIENTE	
UM - 4	250	4	00+150	00+200	5	DEFICIENTE	
UM - 5	250	5	00+200	00+250	5	DEFICIENTE	
UM - 6	250	6	00+250	00+300	4	REGULAR	
UM - 7	250	7	00+300	00+350	5	REGULAR	
UM - 8	250	8	00+350	00+400	3	REGULAR	
UM - 9	250	9	00+400	00+450	3	REGULAR	
UM - 10	250	10	00+450	00+500	4	REGULAR	
UM - 11	250	11	00+500	00+550	2	BUENO	
UM - 12	250	12	00+550	00+600	2	BUENO	
UM - 13	250	13	00+600	00+650	2	BUENO	
UM - 14	250	14	00+650	00+700	2	BUENO	
UM - 15	250	15	00+700	00+750	2	BUENO	
UM - 16	250	16	00+750	00+800	2	BUENO	
UM - 17	250	17	00+800	00+850	3	REGULAR	
UM - 18	250	18	00+850	00+900	2	BUENO	
UM - 19	250	19	00+900	00+950	3	REGULAR	
UM - 20	250	20	00+950	01+000	2	BUENO	
UM - 21	250	21	01+000	01+050	2	REGULAR	
UM - 22	250	22	01+050	01+100	2	BUENO	
UM - 23	250	23	01+100	01+150	3	REGULAR	
UM - 24	250	24	01+150	01+200	2	BUENO	
UM - 25	250	25	01+200	01+250	2	BUENO	
UM - 26	250	26	01+250	01+300	2	BUENO	
UM - 27	250	27	01+300	01+350	3	REGULAR	
UM - 28	250	28	01+350	01+400	2	BUENO	
UM - 29	250	29	01+400	01+450	2	BUENO	
UM - 30	250	30	01+450	01+500	2	BUENO	
UM - 31	250	31	01+500	01+550	2	BUENO	
UM - 32	250	32	01+550	01+600	2	BUENO	
UM - 33	250	33	01+600	01+650	2	BUENO	
UM - 34	250	34	01+650	01+700	2	BUENO	
UM - 35	250	35	01+700	01+750	2	BUENO	
UM - 36	250	36	01+750	01+800	2	BUENO	
UM - 37	250	37	01+800	01+850	2	BUENO	
UM - 38	250	38	01+850	01+900	2	BUENO	
UM - 39	250	39	01+900	01+950	2	BUENO	
UM - 40	250	40	01+950	02+000	2	BUENO	
UM - 41	250	41	02+000	02+050	2	BUENO	
UM - 42	250	42	02+050	02+100	2	BUENO	
UM - 43	250	43	02+100	02+150	2	BUENO	
UM - 44	250	44	02+150	02+200	2	BUENO	
UM - 45	250	45	02+200	02+250	2	BUENO	
UM - 46	250	46	02+250	02+300	2	BUENO	
UM - 47	250	47	02+300	02+350	2	BUENO	
UM - 48	250	48	02+350	02+400	2	BUENO	
UM - 49	250	49	02+400	02+450	2	BUENO	
UM - 50	250	50	02+450	02+500	2	BUENO	
UM - 51	250	51	02+500	02+550	2	BUENO	
UM - 52	250	52	02+550	02+600	2	BUENO	
UM - 53	250	53	02+600	02+650	2	BUENO	
UM - 54	250	54	02+650	02+700	2	BUENO	
UM - 55	250	55	02+700	02+750	2	BUENO	
UM - 56	250	56	02+750	02+800	2	BUENO	
UM - 57	250	57	02+800	02+850	2	BUENO	
UM - 58	250	58	02+850	02+900	2	BUENO	
UM - 59	250	59	02+900	02+950	2	BUENO	
UM - 60	250	60	02+950	03+000	2	BUENO	
PROMEDIO TOTAL					2	BUENO	

Fuente: Elaboración propio

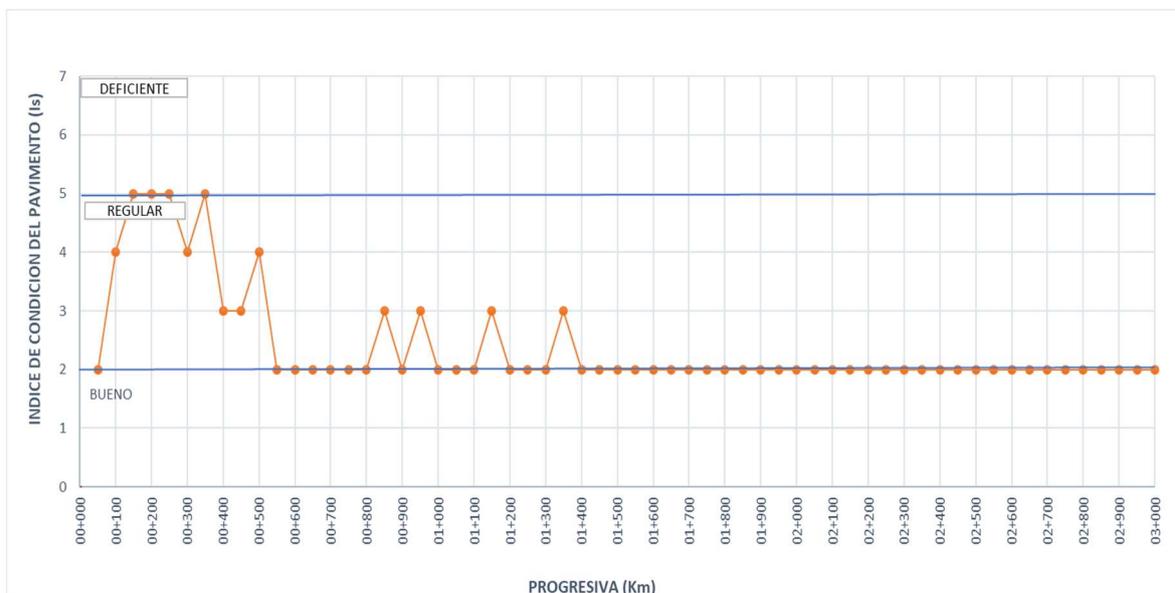


Figura 18. Perfil superficial con metodología VIZIR

Con el método VIZIR se obtuvo como resultado un “Is” (Índice Superficial) promedio igual a 2, indicado que el tramo evaluado se encuentra en condición BUENO, por lo que dicho pavimento necesita un mantenimiento correctivo para que su estructura no empeore con el tiempo.

En la tabla 13, según metodología VIZIR, se realizó un resumen contabilizando la totalidad de muestras, que presenta el estado del pavimento evaluado, obteniendo lo siguiente:

Tabla 13. Análisis de resultados – método VIZIR.

Rango	Clasificación	Simbología	Numero de muestras	Porcentaje
5 – 7	Deficiente		20	14.60
3 – 4	Regular		29	21.17
1 – 2	Bueno		88	64.23
Total			137	100

Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Estado del pavimento según metodología VIZIR.

En la tabla 13 Análisis de resultados – método VIZIR, se aprecia la clasificación de la condición en el que se encuentra el pavimento, el 64% de las unidades de muestreo se encuentra en estado bueno, 21% en estado regular y 15% se encuentran en un estado deficiente, como se aprecia en la figura 19: estado del pavimento según metodología VIZIR.

4.1.3. Comparación de metodología PCI vs VIZIR

Se realizó un promedio de la clasificación del estado del pavimento para todo el tramo vial estudiado, obteniendo lo siguiente:

Tabla 14. Comparación general de metodología PCI vs VIZIR

Fuente: elaboración propia

UNIDAD DE MUESTREO	PCI		VIZIR	
	PCI Promedio	Categoría de intervención	Is Promedio	Categoría de intervención
Km: 0+000 al 3+000	59	BUENO	2	BUENO

Se compara los 2 métodos de análisis y se aprecia que ambas metodologías califican al pavimento en estado BUENO.

Ya se había explicado que ambas metodologías evalúan con distintos criterios de clasificación, aunque el porcentaje no sea similar, pero fue lo suficiente para obtener el mismo resultado.

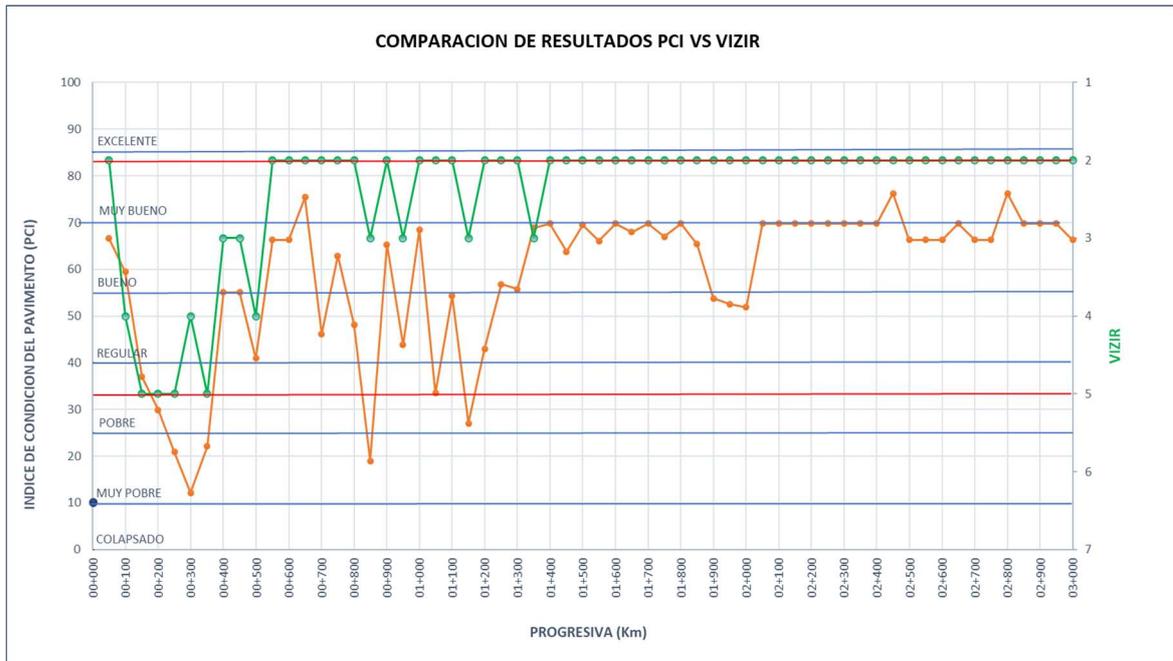


Figura 20. Comparación metodología PCI vs VIZIR

En la Figura 20: Comparación metodología PCI vs VIZIR, se realiza la comparación de los dos métodos, en el eje de la izquierda se muestra los de la condición en el que se encuentra el pavimento por el método PCI y en el eje de la derecha se observa que los valores del método VIZIR, se aprecia que ambos métodos tienen una disposición similar.

En la figura 20, se muestra que existe sectores de las mismas características para cada metodología, las incompatibilidades que se muestran son debido a los intervalos que presenta cada metodología para estimar el estado del pavimento, como se explicó, el método PCI evalúa en un intervalo de 0 a 100, siendo 0 deficiente y 100 excelente, mientras el método VIZIR cuenta con intervalos de valores que asciende desde 1 a 7, siendo 1 es la mejor calificación y 7 la peor. Se debe mencionar que el método PCI cuenta con rango amplio calificativo, a diferencia de VIZIR que es menor, por ende, el método PCI es más precisa.

Con respecto al tercer objetivo en realizar el apropiado mantenimiento en relación a los métodos de evaluación VIZIR y PCI, para la mejora de la condición del pavimento, se tiene lo siguiente:

Tabla 15. Categorías de intervención PCI

RANGO DE PCI	SIMBOLOGIA	TIPO DE MANTENIMIENTO
100 - 85 Excelente		MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PREVENTIVO
85 - 70 Muy bueno		(Sello de fisuras, parches, lechada asfáltica)
70 - 55 Bueno		MANTENIMIENTO CORRECTIVO
55 - 40 Regular		(Recapado)
40 - 25 Malo		REHABILITACIÓN MAYOR (Reemplazo de carpeta asfáltica)
25 - 10 Muy malo		RECONSTRUCCIÓN
10 - 0 Fallado		(Reemplazo de base granular y carpeta asfáltica)

Fuente: Adaptado de (ASTM D 5340-20)

Tabla 16. Categorías de intervención VIZIR

RANGO DE VIZIR	SIMBOLOGIA	TIPO DE MANTENIMIENTO
1 – 2 Bueno		MANTENIMIENTO RUTINARIO (Sello de fisuras, parches, lechada asfáltica, recapado)
3 – 4 Regular		REHABILITACIÓN MAYOR (Reemplazo de carpeta asfáltica)
5 – 7 Deficiente		RECONSTRUCCIÓN (Reemplazo de base granular y carpeta asfáltica).

Fuente: Adaptado de (Morales, 2019)

Con los resultados adquiridos, se debe plantear la alternativa de intervención en relación a los intervalos de calificación de las metodologías PCI y VIZIR, ya que presenta como resultado promedio en ambas metodologías con una calificación de BUENO, cabe resaltar que existe puntos localizados donde necesitan una rehabilitación mayor, por lo cual se realizó la sectorización por tramos con fines de obtener una mejor intervención de mantenimiento, como se aprecia en las figuras 20 y 21.

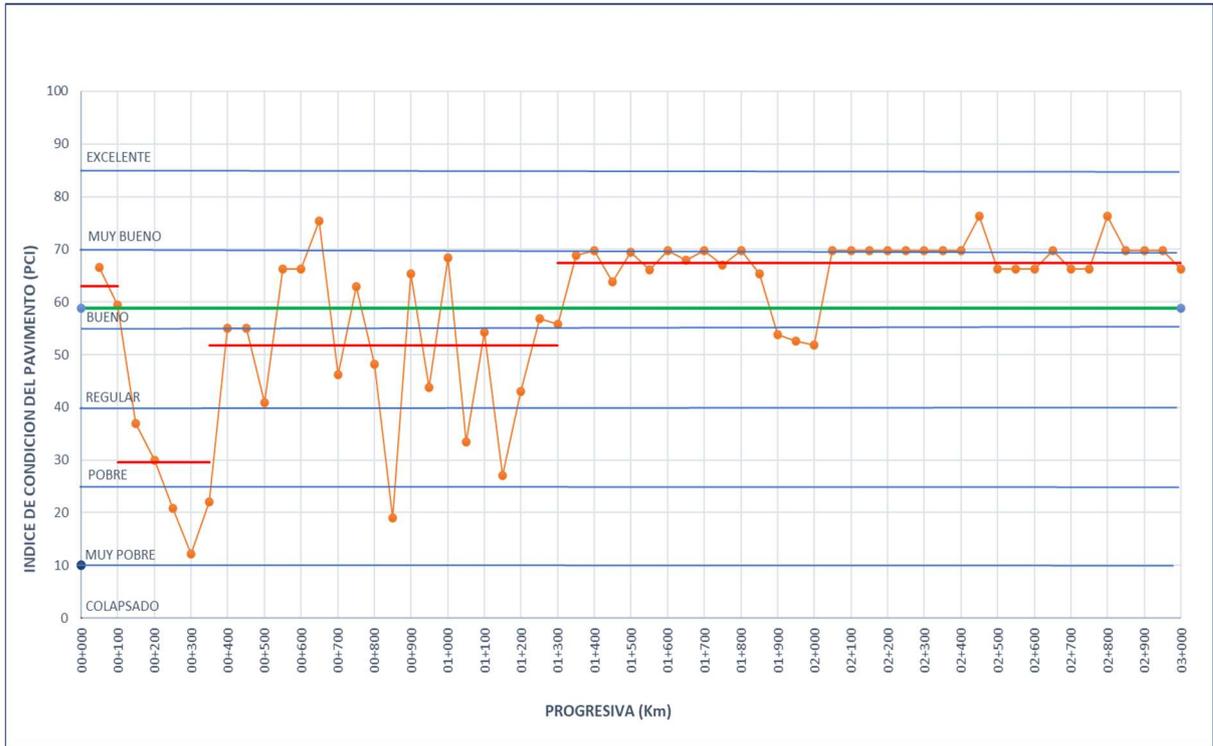


Figura 21. Sectorización de tramos puntos localizados.

Tabla 17. PCI sectorizado según puntos localizados.

PCI	CALIFICACION	CODIGO	TIPO DE MANTENIMIENTO Y/O INTERVENCIÓN
63	Bueno		MANTENIMIENTO CORRECTIVO (Recapado)
30	Malo		REHABILITACIÓN MAYOR (Reemplazo de carpeta asfáltica)
52	Regular		MANTENIMIENTO CORRECTIVO (Recapado)
67	Bueno		MANTENIMIENTO CORRECTIVO (Recapado)

Fuente: Elaboración propia

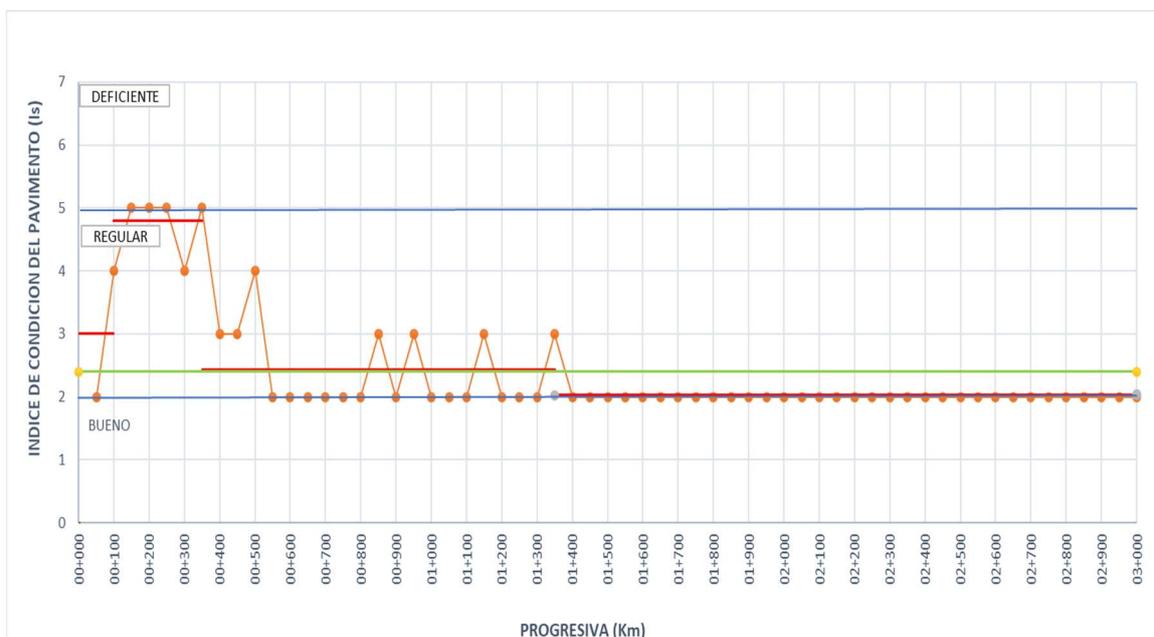


Figura 22. Sectorización de tramos puntos localizados.

Tabla 18. VIZIR sectorizado según puntos localizados

Is	CALIFICACION	CODIGO	TIPO DE MANTENIMIENTO Y/O INTERVENCIÓN
3	Bueno		MANTENIMIENTO CORRECTIVO
4	Malo		REHABILITACIÓN MAYOR
2	Regular		MANTENIMIENTO CORRECTIVO
2	Bueno		MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Fuente: Elaboración propia

Las tablas 17 y 18, comparan las alternativas para intervenir en el pavimento de cada metodología, las cuales se aprecian en las figuras 20 y 21, que para la metodología PCI propone una intervención de mantenimiento correctivo y rehabilitación, el método VIZIR propone un mantenimiento correctivo y rehabilitación. Las comparaciones de los resultados de ambos métodos proponen la misma clase de intervención.

4.1.4. Determinación de las políticas de gestión

De acuerdo, a la condición superficial del pavimento flexible se determina la política de gestión a usar según tabla 19.

Tabla 19. Políticas de gestión según el índice de estado de condición

Índice de Estado Superficial del Pavimento - Categorías de Acción		
Rango de Índice de Estado	Categoría de Acción	Descripción
100 a 85	Excelente Mantenimiento Preventivo o Mínimo	Pavimento en condición muy buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo.
85 a 70	Muy Bueno Mantenimiento Correctivo menor	Pavimento en condición buena, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas y/o en el corto plazo
70 a 40	Bueno y Regular Mantenimiento Correctivo Mayor o Intensivo	Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo: 1. Condicion dudosa mantenimiento correctivo mayor. 2. Sellado de superficie. 3. Re-encarpetado delgado.
40 a 25	Malo Rehabilitación - Refuerzo Estructural	Pavimento en condición deficiente con fallas en proceso de generación, que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.
< 25	Muy Malo y Colapsado Rehabilitación - Reconstrucción	Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severos generalizados que requieren una rehabilitación mayor, probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Costos de Mantenimiento

Para la definición de las actividades de mejoramiento de la vía se consideró la metodología sea eficientemente superior a la otra, para la presente tesis que cumple con las condiciones aplicativas y calificativas mediante los resultados obtenidos es la

metodología PCI, por lo que se eligió para realizar las actividades mencionadas en el manual PCI, las acciones están en relación al nivel de severidad de cada daño.

A través de revistas, expedientes, costos y algunas referencias adicionales, se adquiere los 5 costos de mantenimiento por m2 y son:

- M. preventivo o mínimo.
- M. correctivo menor.
- M. correctivo mayor o intensivo.
- Rehabilitación – refuerzo estructural.
- Rehabilitación – reconstrucción.

Tabla 20. Costos de mantenimiento preventivo o mínimo x m2.

COSTO DE MANTENIMIENTO			
Mantenimiento preventivo o mínimo	UND.	COSTO	COSTOS x m2
		40.02	9.30
Obras provisionales	glb	20%	1.55
Barrido	m2	0.90	1.00
Corte de Grass	m2	1.31	2.00
Limpieza de drenes y cunetas	m	9.49	3.33
Eliminación de material excedente	m3	28.12	1.42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Costos de mantenimiento correctivo menor x m2.

COSTO DE MANTENIMIENTO			
Mantenimiento correctivo menor	UND.	COSTO	COSTOS x m2
		229.40	20.97
Obras provisionales	glb	20%	1.99
mantenimiento de alcantarillas	und.	179.68	0.29
mantenimiento de la señalización	m2	8.71	7.30
Corte de carpeta asfáltica con amoladora de 4"		2.65	2.34
Conformación de subrasante con equipo (Bacheo)	m2	7.60	5.13
Imprimación asfáltica (sellado de grietas)	m2	2.44	2.50
Eliminación de material excedente	m3	28.12	1.42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Costos de mantenimiento correctivo mayor o intensivo x m2

COSTO DE MANTENIMIENTO			
Mantenimiento correctivo mayor o intensivo	UND.	COSTO	COSTOS x m2
		55.06	29.62
Obras provisionales	glb	20%	4.94
Corte de carpeta asfáltica con fresadora 1"	m2	4.56	4.34
Imprimación asfáltica (Sellado de grietas)	m2	2.44	2.50
Carpeta asfáltica en caliente 1" (Reparación de baches y bordes)	m	19.74	14.99
Eliminación de material excedente	m3	28.12	2.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Costos de rehabilitación – refuerzo estructural x m2

COSTO DE MANTENIMIENTO			
Mantenimiento correctivo mayor o intensivo	UND.	COSTO	COSTOS x m2
		55.06	29.62
Obras provisionales	glb	20%	4.94
Corte de carpeta asfáltica con fresadora 1"	m2	4.56	4.34
Imprimación asfáltica (Sellado de grietas)	m2	2.44	2.50
Carpeta asfáltica en caliente 1" (Reparación de baches y bordes)	m	19.74	14.99
Eliminación de material excedente	m3	28.12	2.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Costos de rehabilitación – reconstrucción x m2

COSTO DE MANTENIMIENTO			
Rehabilitación - Reconstrucción	UND.	COSTO	COSTOS x m2
		106.04	86.85
Obras provisionales	glb	20%	16.60
Trazo, niveles y replanteo	und.	1.41	1.05
Corte de carpeta asfáltica con fresadora 1"	m2	4.56	4.34
Excavación a nivel de subrasante con equipo	m3	9.10	0.46
Conformación y compactación de base granular E=0.20m con equipo	m2	16.51	14.21
Imprimación asfáltica (sellado de la superficie)	m2	2.67	2.50
Carpeta asfáltica en caliente e=2" con equipo, mezcla ADQ	m2	28.57	32.00
Reparación de bermas	m	14.90	10.00
Eliminación de material excedente	m3	28.12	5.69

Fuente: Elaboración propia

El costo x m2 (S/.) del pavimento según las frecuencias de intervención en relación al intervalo del índice de condición superficial del pavimento se muestra en la figura 23.

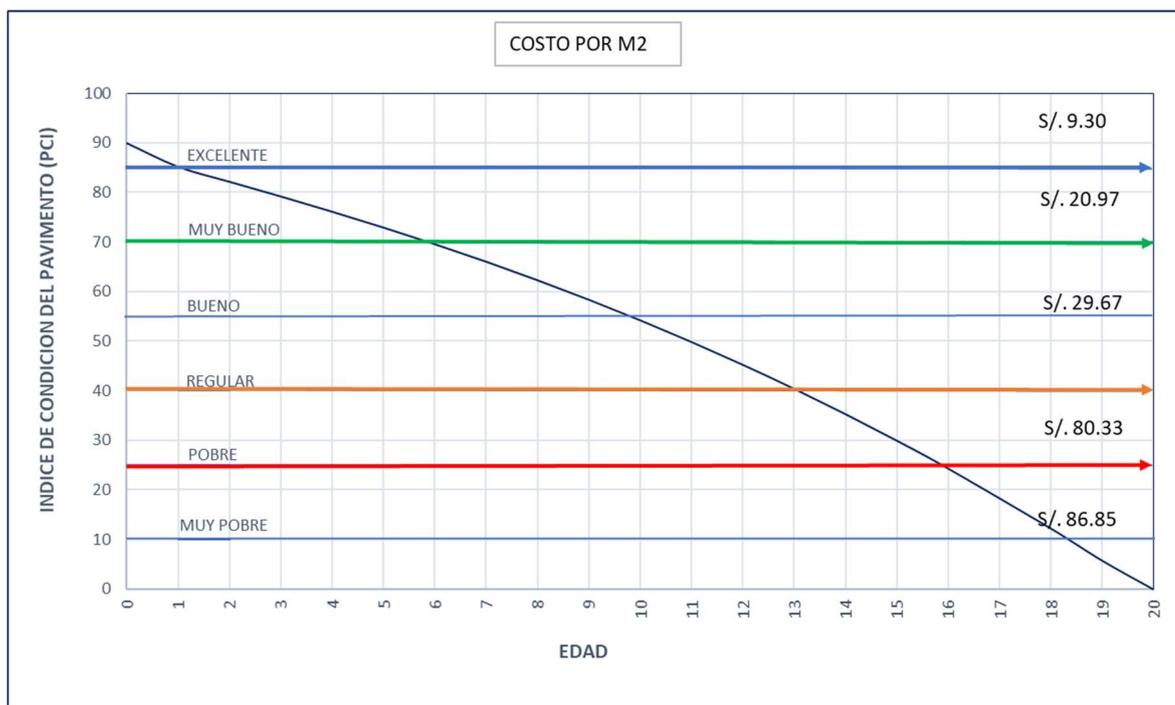


Figura 23. Costos x m2 de acuerdo al PCI vs Edad del pavimento

Según los resultados obtenidos en las tablas 17 y 18, ambas metodologías proponen la misma clase de intervención; en las progresivas Km: 0+000 – 0+100 y Km: 0+350 – 3+000, por obtener PCI entre bueno y regular se propone la alternativa de solución para el mantenimiento correctivo el tratamiento superficial (recapado) con Slurry Seal o también conocido como mortero asfáltico, en el Km: 0+100 – 0+350, por obtener un PCI malo, se propone la alternativa de solución para el mantenimiento rehabilitación mayor reemplazo de carpeta asfáltica.

La principal razón por la que es relevante realizar el mantenimiento de la vía es; alargar la vida útil del pavimento mediante el tratamiento superficial que se propone en la presente investigación. Según la investigación realizada, la vía cuenta con un periodo de servicio aproximadamente 15 años; así mismo, se tiene en cuenta el criterio de diseño y según ASSTHO 93 el diseño de vida útil es de hasta 15 a 25 años por ser una vía pavimentada de baja intensidad de tránsito, una carretera de segunda clase. Se conoce que la vía Atuncolla – Sillustani fue intervenido con un mantenimiento deficiente; se define deficiente por las siguientes razones: El parcheo que se realizó

en el pavimento quedo desnivelado provocando así, irregularidades por mala calidad de agregados, mala dosificación del material y falta de estética vial, aun así, existe la presencia de fallas como el desprendimiento de agregados, baches, hundimientos y piel de cocodrilo. Por lo tanto, se considera necesaria el tratamiento de Slurry Seal y reemplazo de carpeta asfáltica en caliente.

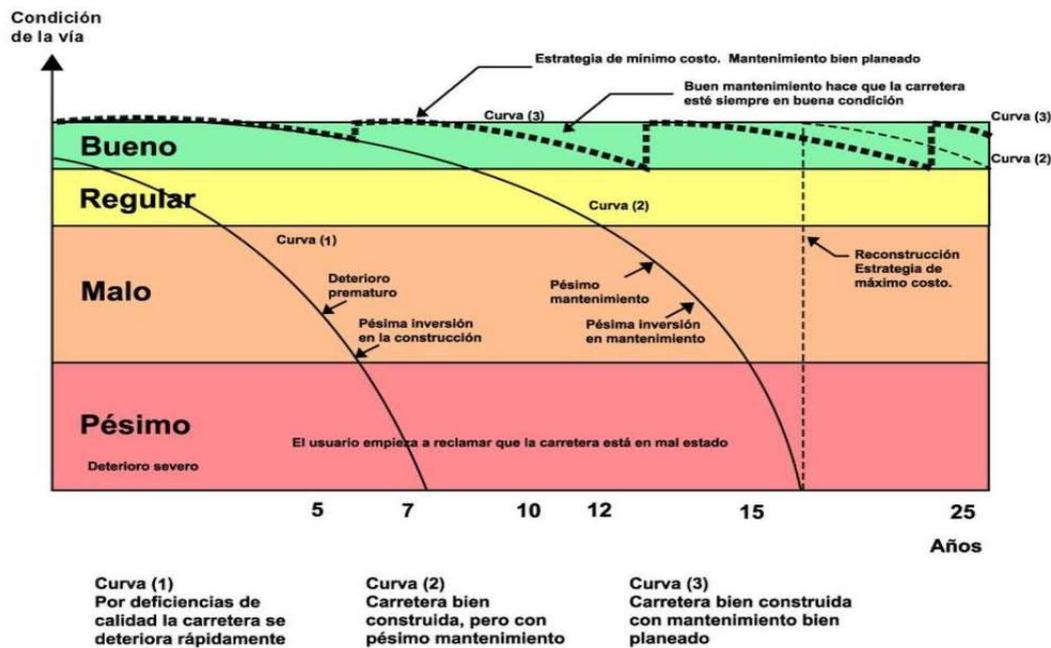


Figura 24. Curva de conservación de una vía

En la figura 24, se representa mediante curvas el estado de condición de una vía de acuerdo al estado de conservación del pavimento. Por lo tanto, el pavimento de la vía Atuncolla – Sillustani se encuentra ubicado en la 2; definiendo así que la carretera está bien construida, pero con pésimo mantenimiento. Por tal motivo, se propone el mantenimiento periódico mediante el tratamiento superficial del lechado asfáltico (Slurry Seal) y reemplazo de carpeta asfáltica en caliente con la finalidad de:

- Reducir el envejecimiento del pavimento.
- Reducir la infiltración de agua.
- Proporcionar la resistencia al deslizamiento.
- Mejorar notablemente la estética de la vía.

4.1.6 Plan de intervención

En caso de ejecutar en tratamiento superficial y reemplazo de carpeta asfáltica en caliente que se propone, se beneficiará a los usuarios y/o pobladores de la vía por ser una zona turística del distrito de Atuncolla; en términos de organización, el distrito de Atuncolla deberá recurrir a una disponibilidad presupuestal.

Para desarrollar el inventario, inspección, estado de condición, se considera:

- Convenios Interinstitucionales.

Para el desarrollo de las políticas de gestión de pavimentos, se considera.

- Por contratos.
- Administración directa.
- Por encargo

Por lo tanto, mediante la siguiente tabla se determina las acciones pre y post ejecución del tratamiento superficial de Slurry Seal.

Tabla 25. *Tratamiento superficial de Slurry Seal*

Pre - Slurry Seal	Aplicación de Slurry Seal	Post - Slurry Seal
- Realizar parcheo en zonas específicas.	- Ejecución del mantenimiento periódico mediante el tratamiento de Slurry Seal.	- Realizar mantenimiento rutinario. - Segunda aplicación del tratamiento de Slurry Seal en un periodo de años. - En la fecha actual, el pavimento estaría cumpliendo el periodo de su diseño de vida útil; por lo tanto, lo recomendable es recurrir a una rehabilitación o reconstrucción si en caso sea necesario.

Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Para Ríos (2018), que realizó una investigación con el objetivo de analizar y comparar los métodos VIZIR y PCI, desarrolló con una metodología de tipo aplicada y un nivel correlacional, donde tuvo como resultado que existen diferencias entre los métodos VIZIR y PCI y concluyó que la metodología VIZIR evalúa en 3 niveles los daños de la carretera, mientras que el método PCI realiza la evaluación de todos los daños que existen en el pavimento asfáltico. Tanto el estudio de Ríos como la presente investigación, contemplan que la metodología PCI (Pavement Condition Index) tiene una mejor evaluación, pero, tiene un procedimiento más extenso que la metodología VIZIR para pavimentos flexibles en carreteras, pero en relación a los resultados son similares con ambas metodologías.

Para Guevara (2019) que realizó una investigación cuyo objetivo es evaluar la carretera asfaltada con las metodologías VIZIR y PCI. Ambas investigaciones concuerdan que la metodología con mayor eficacia resultó ser PCI por contemplar criterios que VIZIR no presenta, además es la que mejor se ajusta a la realidad ya que califica con mayor precisión y certeza el estado en el que se encuentra la carretera con la ayuda de las calificaciones (0 a 100) en intervalos de 7 niveles, para esta investigación el resultado fue similar ya que ambas calificaron al pavimento como bueno.

Medina (2018), realizó un estudio, donde su objetivo es evaluar el estado real de una carretera asfaltada utilizando los métodos PCI y VIZIR. El estudio fue de tipo aplicada y un nivel descriptivo. Llega a la conclusión, que los daños más comunes encontrados en la pavimentación flexible son los ahuellamientos de las vías, grietas por fatiga y de borde, baches, parcheo, descascaramientos y exudación; la metodología VIZIR ayudó para diferenciar los tipos de fallas de vía, tanto estructuralmente como funcionalmente. Ambas investigaciones concuerdan que la metodología PCI es más eficiente que VIZIR debido a los criterios de evaluación, pero cabe resaltar que en la investigación presente el resultado fue similar con ambas metodologías.

Cueva (2019), realizó un estudio de la evaluación de una carretera de pavimento flexible. Se empleó los métodos PCI y VIZIR para evaluar las condiciones de la

carretera pavimentada en el tramo mencionado y se concluyó que la metodología VIZIR es sencilla pero solo se limite en 3 niveles, mientras la metodología CPI contempla 7 niveles, pero tiene un procedimiento extenso. Ambas investigaciones llegan a la conclusión que la metodología PCI tiene más criterios para evaluar las condiciones del pavimento y esto genera a largo plazo realizar un mantenimiento adecuado para cada daño de la vía, que para la investigación se utilizará el método Slurry Seal para el respectivo mantenimiento.

Para Ponce (2017), que tiene como objetivo en su investigación analizar y comparar los métodos VIZIR (Inspección visual de áreas y rutas de riesgo) y PCI (Pavement Condition Index). La investigación da como resultado que el método VIZIR tipifica en 2 grupos las fallas que tiene la vía flexible, el tipo A de carácter estructural y el tipo B de carácter funcional; y concluyó que para la investigación se evaluó con las dos metodologías VIZIR Y PCI, siendo utilizada en la primera el tipo A más no el tipo B, y en el segundo utilizó todas fallas, así mismo, con la metodología VIZIR resultó que el pavimento se encuentra en condición deficiente y con la metodología PCI en condición malo, es decir se requiere rehabilitar la carretera. Ambas investigaciones concuerdan que los pavimentos estudiados se encuentran en condiciones malos-regulares, según las metodologías empleadas, pero PCI realiza de manera detallada, esto ayuda a tomar decisiones para su eventual mantenimiento, en comparación de la presente investigación, la condición del pavimento para ambas metodologías resultó buena.

Para Coy (2017) que realizó un estudio con el objetivo de evaluar y comparar de los métodos PCI y VIZIR de una carretera asfaltada donde el método empleado en la investigación es de tipo aplicada y un nivel comparativo. La investigación dió como resultado que la metodología VIZIR es fácil de realizar ya que toma criterios como fallas en su estructura, en el ahuellamiento, agrietamientos en su longitud por fatiga, piel de cocodrilo, baches y parches, a comparación de PCI. Para ambas investigaciones (Coy y el presente estudio), concluyeron que la manera sencilla y rápida para la evaluación del estado de la carretera, es a través de la metodología VIZIR, pero los resultados con el método PCI se asemejan más a la realidad porque toma más criterios para su evaluación, además para la investigación presente el resultado fue similar para con ambas metodologías.

Como antecedentes, publicadas en revistas científicas: Cubas (2018), realizó un estudio, cuyo objetivo es aplicar de los métodos VIZIR y PCI para evaluar el estado real en el que se encuentra el pavimento flexible. Al evaluar la carretera investigada se obtuvo un estado de PCI igual que el de VIZIR, 46.4 y 3.5, respectivamente, es decir, la vía evaluada es catalogada como regular, siendo el daño con mayor repercusión el desprendimiento de los agregados de la vía. Concluyó que tanto la metodología PCI como VIZIR son herramientas apropiadas para la evaluación de la vía, tomando en cuenta que sus procedimientos son diferentes; para el presente estudio considera más el método PCI ya que evalúa con más criterios al pavimento flexible, no quiere decir que VIZIR no tiene en cuenta, sino ambas metodologías se pueden trabajar para contrastar la condición del pavimento, así mismo para la presente investigación la condición del pavimento resultó igual con ambas metodologías.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que los tipos de daños son más representativos analizando con la metodología PCI, donde la falla con más presencia es el pulimiento de agregados, y según el método de VIZIR es baches y parches, se tuvo en cuenta que PCI cuenta con más criterios para el análisis pertinente de una falla. Es por eso, que esta metodología es más precisa que otras.
2. El índice de deterioro de la superficie de la pavimentación mediante el método PCI en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani en Puno es de 59 calificado como bueno, así mismo se concluye que el 4% de unidades de muestreo de la investigación pertenece a un estado muy bueno, el 71% en estado bueno, seguido esto encontramos que 18% en estado regular, seguido de un 5% en estado malo, y por último se tiene un 2% en estado muy malo; es decir, el pavimento necesita mantenimiento que mejore su estructura y perdure con el transcurrir con el tiempo.
3. El índice de deterioro de la superficie de la pavimentación flexible, el método VIZIR en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani en Puno es de 2, calificado como bueno, con esta metodología se registraron 60 unidades de muestreo entre las fallas tipo A y B donde el 64% de las unidades de muestreo se encuentran en estado bueno, el 21% en estado regular y por último un 15% en estado deficiente.
4. En conclusión, que para ambos métodos para evaluar la pavimentación resulta el mismo ya que existe tramos homogéneos, las diferencias se basan en los intervalos que tiene cada método para estimar la condición de la pavimentación. Cabe resaltar que existe puntos localizados donde necesitan una rehabilitación mayor, por lo cual se realizó la sectorización por tramos con fines de obtener una mejor intervención de mantenimiento.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda evaluar las carreteras con la metodología VIZIR empleando los 2 tipos de daños, tanto estructurales como superficiales, con el fin de obtener datos completos y comparar con el resultado inicial, apreciar si hay modificaciones o no.
2. Se recomienda utilizar la metodología PCI para evaluar las carreteras de carácter muy importante, para definir el mantenimiento del mismo y elaborar un cuadro de costos de todas reparaciones en global. Para el caso de pavimentos flexibles con poca transitabilidad se puede realizar la metodología VIZIR, ya que es sencilla y no compleja.
3. Tener una base de datos de todos los daños de la carretera, para emplear el mantenimiento respectivo y si la falla es repetitiva, evaluar otras alternativas de reparación con el fin de haya severos daños en la vía, así evitar accidentes viales.
4. Es recomendable utilizar geoceldas para el diseño y construcción de la pavimentación, para que al pasar los años los daños y fallas sean menores, y para el mantenimiento utilizar el método VIZIR por el motivo que es rápida y sencilla.

REFERENCIAS

- Andrade, A., & Brito, J. (2017). Curvas de deducción del índice de condición del pavimento enfocadas a Ecuador basados en el índice de servicio de pavimento. Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3744/1/UNACH-EC-ING-CIVIL-2017-0016.pdf>
- Arias Gonzáles, J. L. (2021). Diseño y Metodología de la Investigación. Lima: Enfoques Consulting EIRL.
- 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. Ciencias técnicas y aplicadas. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7398457>
- Biblioteca central universitaria. (2016). Fallas en el pavimento flexible. Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3024/Capitulo4.pdf>
- Condori, A., & Callohuanca, N. (2016). Evaluación y Comparación de la Condición Superficial del Pavimento a Atraves de la Aplicación de las Metodologías PCI y VIZIR en el Pavimento Flexible de la Avenida Huancané (KM 0+000 - 3+000) de la Ciudad de Juliaca 2013. Puno. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/720>
- Coy, O. (2017). Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras de 52° a 53c comparando los métodos VIZIR y PCI. Colombia. Obtenido de <https://docplayer.es/90776249-Evaluacion-superficial-de-un-pavimento-flexible-de-la-calle-134-entre-carreras-52a-a-53c-comparando-los-metodos-vizir-y-pci.html>
- Cubas, A. (2018). Aplicación de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación del estado del pavimento flexible de la vía de evitamiento sur de la ciudad de Cajamarca. Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12662?show=full>
- Cueva, E. (2019). Análisis comparativo de la metodología Vizir y PCI, en el análisis de pavimentos, Lima, 2019. Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50344>

Galvis, L. (2015). Evaluación patológica del pavimento flexible en la inbtersección km 650 antigua vía restrepo hasta el CAL del policia de la vereda Vanguardia en el caso urbao del Municipio de Villavicencio - Meta. Villavicencio. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/5131/1/2014_evaluacion_patologica_pavimento.pdf

Guevara, R. (2019). Evaluación del pavimento flexible mediante métodos del Pci y Vizir en el tramo de La Carretera de Monsefu - Puerto Etén. Mosefú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37808>

Hernandez Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Instituto de Construcion y Gerencia. (2015). Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Fondo Editorial ICG.

Mamani, V., Pancca, D., & Huarca, R. (2018). Métodos de evaluación superficial de pavimentos. Scietific paper, 1-6. Obtenido de <https://www.udocz.com/pe/read/98446/8-plantilla-de-articulo-de-investigacion-dp-i-trabajo-oficial-2>

Medina, R. (2018). Evaluación del pavimento flexible por el método Pci y Vizir, tramo Rejopampa – Chaupelanche, distrito de Chota, Cajamarca-2018. Chota. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37099>

Menéndez Acurio, J. R. (2016). Ingeniería de Pavimentos: Diseño de Pavimentos. Lima: Fondo Editorial ICG.

Menéndez Acurio, J. R. (2016). Ingeniería de Pavimentos: Materiales. Lima: Fondo Editorial ICG.

Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. Bogota.

Paucar, E. (2019). Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodología de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Floral y Jr. Carabaya, Punio.

Puno. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12319/Paucar_Curo_Elvis_Franklin.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ponce, L. (2017). Análisis comparativo de los resultados entre los métodos vizir y pci aplicados a un tramo de 1.6 KM vía Jipijapa-chade. Jipijapa. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1221/1/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2018-28.pdf>

Ríos, O. (2018). Análisis comparativo de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible, Lima - 2018. Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45984?show=full>

Sáez Alván, L. (2019). Mezclas Asfálticas para Pavimentos. Lima: Fondo Editorial ICG.

Tello, L., Aguirre, M., Díaz, J., & Hernández, F. (2021). Damage Evaluation in Flexible Pavement Using Terrestrial Photogrammetry and Neural Networks. TecnoLógicas. doi:<https://doi.org/10.22430/22565337.1686>

TINEO OROPEZA, I. L. (2019). Evaluación del estado del pavimento asfáltico aplicando los métodos PCI y VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento - Av. Canto Grande. Tesis pre grado, Lima. Obtenido de http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2584/CIV_Tineo%20Oropeza%20Ivellise_Tesis%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valdés, L., & Alonso, A. (2017). Catalog of distress in asphalt pavements in airports for Cuba. Revista de Arquitectura e Ingeniería. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6451122.pdf>

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz operacional

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Evaluación superficial del pavimento flexible	Para evaluar la condición de los pavimentos se requiere de una investigación, donde se detalla la situación real de la vía tomando el criterio estructural y superficial de la carpeta pavimentada, con el fin de obtener soluciones para la reparación y/o mantenimiento de la carretera así extender su servicialidad (Baque, 2020).	La variable evaluación superficial del pavimento flexible se medirá por intermedio de los indicadores de cada dimensión.	Estado de deterioro	Piel de cocodrilo
				Baches
				Exudación
				Fisuras
				Hundimiento
Metodologías PCI y VIZIR	Actualmente, las metodologías empleadas para evaluar las condiciones de los pavimentos son el PCI y VIZIR, los cuales cuentan con un conjunto de procedimientos que estudian las fallas presentes (Mamani, Pancca y Huarca, 2018).	La variable metodología para evaluar el pavimento se medirá por intermedio de los indicadores de cada dimensión.	Método PCI	Fallas del pavimento
				Estado del pavimento
				Categorías de intervención
			Método VIZIR	Fallas del pavimento
				Estado del pavimento
				Categorías de intervención

Anexo N° 2: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Uno de los problemas de todas las obras de infraestructura vial, no se realiza un mantenimiento adecuado y no se toma en cuenta el plan de vida de la vía, no se evalúa el comportamiento del pavimento con el paso del tiempo solo se interviene cuando el deterioro del pavimento es grave. Actualmente se puede aplicar metodologías para distinguir y evaluar la condición de vías y carreteras, clasificando los diferentes tipos y daños ya sea funcionales o estructurales que se pueden presentar. Actualmente la vía Atuncolla - Sillustani no presenta una adecuada condición superficial. ¿Cuál será el estado actual del pavimento flexible de la carretera Atuncolla - Complejo Arqueológico Sillustani, aplicando las metodologías PCI y VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento para la extensión de vida útil de acuerdo al análisis comparativo?</p>	<p>Evaluar el estado del pavimento flexible en la carretera Atuncolla - Complejo Arqueológico Sillustani, aplicando los métodos del PCI y VIZIR, esto con la finalidad de proponer alternativas de manteamiento que permitan extender la vida útil del pavimento.</p>	<p>La condición actual del pavimento flexible aplicando la comparación de metodologías PCI y VIZIR nos permitirá obtener adecuadas alternativas de intervención para mejorar la condición estructural de la carretera Atuncolla - complejo Arqueológico Sillustani.</p>	<p>V1: Evaluación superficial del pavimento flexible. V2: Metodologías PCI y VIZIR</p>			<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Aplicado</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Nivel: Descriptivo</p>

ESPECÍFICO	ESPECÍFICO	ESPECÍFICO	VARIABLE	DIMENSIONES	
La vía Atuncolla - Sillustani, el pavimento flexible presenta daños graves en distintos puntos de la carretera por ser una zona turística y es concurrida por la población, presenta fallas superficiales. ¿Cuál es el índice de condición superficial de pavimento mediante metodología PCI en la carretera Atuncolla - Complejo Arqueológico Sillustani, Puno?	Determinar el índice de condición superficial del pavimento mediante la metodología PCI en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno.	El índice de condición superficial de pavimento mediante la metodología PCI en la carretera Atuncolla - Complejo Arqueológico Sillustani, Puno es malo.	Variable Independiente: Evaluación superficial del pavimento	Estado de deterioro	Piel de cocodrilo
					Baches
					Exudación
					Fisuras
					Hundimiento
La vía Atuncolla - Sillustani, la condición en la que se encuentra impide el libre tránsito de vehículos por presentar fallas superficiales en el tramo de estudio. ¿Cuál es el índice de deterioro superficial del pavimento flexible mediante la metodología VIZIR en la carretera Atuncolla - Complejo Arqueológico Sillustani, Puno?	Determinar el índice de deterioro superficial del pavimento flexible mediante la metodología VIZIR en la carretera Atuncolla en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno.	El índice de deterioro superficial del pavimento flexible mediante la metodología VIZIR en la carretera Atuncolla - Complejo Arqueológico Sillustani, Puno, es regular.	Variable Dependiente: Metodologías PCI y VIZIR	Metodología índice de condición del pavimento (PCI)	Fallas del pavimento
					Estado del pavimento
					Categorías del pavimento
La vía Atuncolla - Sillustani. Reconocer las fallas del pavimento flexible para un manteniendo respectivo, aplicando las	Determinar si se obtienen los mismos resultados con ambas	Los resultados con ambas metodologías sobre el estado del		Metodología visión e inspección de zonas e	Fallas del pavimento
					Estado del pavimento

<p>metodologías comparativas se logra obtener resultados iguales o diferentes. ¿Se obtienen los mismos resultados con ambas metodologías sobre el estado del deterioro del pavimento flexible?</p>	<p>metodologías sobre el estado de deterioro del pavimento flexible en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno.</p>	<p>deterioro del pavimento flexible son significativamente diferentes en el Complejo Arqueológico Sillustani, Puno.</p>		<p>itinerarios en riesgo (VIZIR)</p>	<p>Categorías del pavimento</p>	
--	---	---	--	--------------------------------------	---------------------------------	--

Anexo N° 4: Resultados de PCI y VIZIR

Unidad de muestra U - 1.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI (ASTM D 6433)											
PROYECTO	: Análisis comparativo de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de las fallas del pavimento flexible de la carretera Atuncolla - complejo arqueológico Sillustani - Puno, 2021							TRAMO	: 3 km		
UBICACIÓN	: Distrito de aAtuncolla - complejo arqueologico Sillustani							ANCHO DE VÍA	: 5.00 m		
SECCIÓN								LONG. UNIDAD	: 50 m		
FECHA	: 26 de junio del 2021							AREA MUESTRA	: 250 m2		
TIPOS DE FALLAS										RANGO DE CALIFICACION PCI	
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	10	Grietas long. y trans.	GLT	m	100 - 86	Excelente		
2	Exudación	EX	m2	11	Parches	PA	m2	85 - 71	Muy bueno		
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	12	Pulimiento de agregados	PU	m2	70 - 56	Bueno		
4	Abultamiento y hundimier	ABH	m2	13	Baches o huecos	HUE	und.	55 - 41	Regular		
5	Corrugación	COR	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	40 - 26	Malo		
6	Depresión	DEP	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	25 - 11	Muy malo		
7	Grieta de borde	GB	m	16	Desplazamiento	DES	m2	10 - 0	Fallado		
8	Grieta de reflexión de junt	GR	m	17	Grieta parabolica	GP	m2				
9	Desnivel carril / berma	DN	m	18	Hinchamiento	HN	m2	SEVERIDAD			
				19	Desprendimiento de agragado	DAG	m2	BAJA L			
								MEDIA M			
								ALTA H			
ANCHO CALZADA		AREA DE MUESTRA		NUM. TOTAL DE MUESTRA (N)		UND. A SER EVALUADAS (n)		INTERVALOS DE MUESTREO (i)			
5.00		250		60		12.80		4.69			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
ITEM	PROGRESIVA	TIPO FALLA	SEVERIDAD	und	AREAS PARCIALES			CANT. PARCIALES	X	Y	
					long.	ancho	area				
1	0 + 000	3	M	m2	24.00	0.40		9.60	2.50	27.50	
2		7	M	m	7.50			7.50	0.00	---	
3		7	M	m	17.00			17.00	5.00	---	
4		12	M	m2	5.00	50.00		250.00	---	---	
5								---	---	---	
6								---	---	---	
7								---	---	---	
8								---	---	---	
9								---	---	---	
10	0 + 050							---	---	---	
ITEM	FALLA	UND	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
a	3	m2	M	9.60				9.60	3.84	9.71	
b	7	m	M	7.50	17.00			24.50	9.80	22.10	
c	12	m2	M	250.00				250.00	100.00	20.70	
d											
e											
f											
g											
h											
i											
j											
TOTAL VALOR DEDUCIDO										52.51	
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO											
Numero de valores deducidos > 2 (q)		N°	VALORES DEDUCIDOS				VDDT	q	VDC		
3		1	22.1	20.7	9.7		52.50	3	32.75		
Valor deducido mas alto (HVDi)		2	22.1	20.7	2		44.80	2	33.36		
22.10		3	22.1	2	2		26.10	1	26.10		
Numero maximo de valores deducidos (mi)		4									
8		5									
		6									
		7									
MAX. CDV										33.36	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO					
PCI = 100 - MAX. CDV			PCI	=	66.64	CALIFICACION			BUENO		

Unidad de muestra U – 2.

ITEM	FALLA	UND	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
a	11	m2	H	2.11						2.11	0.84	18.58
b	12	m2	M	250.00						250.00	100.00	20.70
c	7	m2	M	50.00	50.00					100.00	40.00	24.60
j												
<i>TOTAL VALOR DEDUCIDO</i>												63.88
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO												
Numero de valores deducidos > 2 (q)		N°	VALORES DEDUCIDOS						VDDT	q	VDC	
3		1	24.6	20.7	18.58				63.88	3	40.52	
Valor deducido mas alto (HVDi)		2	24.6	20.7	2				47.30	2	35.11	
24.60		3	24.6	2	2				28.60	1	28.60	
Numero maximo de valores deducidos (mi)		4										
8		5										
		6										
		7										
<i>MAX. CDV</i>												40.52
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO						
PCI = 100 - MAX. CDV						PCI	=	59.48	CALIFICACION		REGULAR	

Unidad de muestra U – 3.

ITEM	FALLA	UND	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
a	11	m2	H	4.37	4.25	1.62				10.24	4.09	35.11
b	11	m2	M	1.50	0.32					1.82	0.73	8.44
c	1	m2	M	0.60						0.60	0.24	10.22
d	4	m2	M	1.00						1.00	0.40	6.40
e	13	m2	M	1.91	1.00					2.91	1.17	34.38
f	7	m	M	50.00	50.00					100.00	40.00	24.60
j												
<i>TOTAL VALOR DEDUCIDO</i>												119.15
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO												
Numero de valores deducidos > 2 (q)		N°	VALORES DEDUCIDOS						VDDT	q	VDC	
6		1	35.11	34.38	24.6	10.22	8.44	6.4	119.15	6	55.29	
Valor deducido mas alto (HVDi)		2	35.11	34.38	24.6	10.22	8.44	2	114.75	5	59.38	
35.11		3	35.11	34.38	24.6	10.22	2	2	108.31	4	61.16	
Numero maximo de valores deducidos (mi)		4	35.11	34.38	24.6	2	2	2	100.09	3	63.05	
7		5	35.11	34.38	2	2	2	2	77.49	2	51.64	
		6	35.11	2	2	2	2	2	45.11	1	45.11	
		7										
<i>MAX. CDV</i>												63.05
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO						
PCI = 100 - MAX. CDV						PCI	=	36.95	CALIFICACION		MALO	

Unidad de muestra U – 4.

ITEM	FALLA	UND	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
a	13	m2	M	3.51	1.00						4.51	1.80	43.20
b	11	m2	M	2.04	4.92	4.20					11.16	4.46	21.16
c	13	m2	H	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			5.00	2.00	28.19
d	1	m2	M	0.35	0.64						0.99	0.40	13.50
e	11	m2	H	2.00	3.64						5.64	2.25	27.20
f	7	m	M	50.00							50.00	20.00	11.90
j													
<i>TOTAL VALOR DEDUCIDO</i>												145.15	
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO													
Numero de valores deducidos > 2 (q)		N°	VALORES DEDUCIDOS							VDDT	q	VDC	
6		1	43.2	28.19	27.2	21.16	13.5	11.9		145.15	6	70.06	
Valor deducido mas alto (HVDi)		2	43.2	28.19	27.2	21.16	13.5	2		135.25	5	69.63	
43.20		3	43.2	28.19	27.2	21.16	2	2		123.75	4	69.88	
Numero maximo de valores deducidos (mi)		4	43.2	28.19	27.2	2	2	2		104.59	3	65.30	
6		5	43.2	28.19	2	2	2	2		79.39	2	57.57	
		6	43.2	2	2	2	2	2		53.20	1	53.20	
		7											
<i>MAX. CDV</i>												70.06	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO							
PCI = 100 - MAX. CDV						PCI	=	29.94			CALIFICACION	MALO	

Unidad de muestra U – 5.

ITEM	FALLA	UND	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
a	13	m2	M	2.11	1.70	3.40	3.83	2.02	2.04	2.13	17.23	6.89	75.13
b	15	m2	M	1.80							1.80	0.72	15.36
c	11	m2	M	5.04	3.04	3.96	7.80				19.84	7.94	28.19
j													
<i>TOTAL VALOR DEDUCIDO</i>												118.68	
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO													
Numero de valores deducidos > 2 (q)		N°	VALORES DEDUCIDOS							VDDT	q	VDC	
3		1	75.23	28.19	15.36					118.78	3	72.38	
Valor deducido mas alto (HVDi)		2	75.13	28.19	2					105.32	2	73.66	
75.13		3	75.13	2	2					79.13	1	79.13	
Numero maximo de valores deducidos (mi)		4											
3		5											
		6											
		7											
<i>MAX. CDV</i>												79.13	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO							
PCI = 100 - MAX. CDV						PCI	=	20.87			CALIFICACION	MUY MALO	

Unidad de muestra U – 6.

ITEM	FALLA	UND	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
a	13	m2	M	8.04	6.26	3.83	4.26			22.38	8.95	81.86
b	11	m2	M	18.80						18.80	7.52	27.44
c	11	m2	L	22.81						22.81	9.12	15.83
d	18	m2	L	2.50						2.50	1.00	2.80
j												
<i>TOTAL VALOR DEDUCIDO</i>											127.93	
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO												
Numero de valores deducidos > 2 (q)		N°	VALORES DEDUCIDOS						VDDT	q	VDC	
4		1	81.86	27.44	15.83	2.8			127.93	4	71.97	
Valor deducido mas alto (HVDi)		2	81.86	27.44	15.83	2			127.13	3	76.92	
81.86		3	81.86	27.44	2	2			113.30	2	77.65	
Numero maximo de valores deducidos (mi)		4	81.86	2	2	2			87.86	1	87.86	
3		5										
		6										
		7										
<i>MAX. CDV</i>											87.86	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO						
PCI = 100 - MAX. CDV			PCI	=	12.14	CALIFICACION			MUY MALO			

Unidad de muestra U – 7.

ITEM	FALLA	UND	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
a	13	m2	H	6.38						6.38	2.55	71.91
b	9	m	M	11.00						11.00	4.40	5.10
c	13	und	M	1.00						1.00	0.40	17.20
d	11	m2	M	8.32						8.32	3.33	18.29
j												
<i>TOTAL VALOR DEDUCIDO</i>											112.50	
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO												
Numero de valores deducidos > 2 (q)		N°	VALORES DEDUCIDOS						VDDT	q	VDC	
4		1	71.91	18.29	17.2	5.1			112.50	4	63.50	
Valor deducido mas alto (HVDi)		2	71.91	18.29	17.2	2			109.40	3	67.70	
71.91		3	71.91	18.29	2	2			94.20	2	66.94	
Numero maximo de valores deducidos (mi)		4	71.91	2	2	2			77.91	1	77.91	
4		5										
		6										
		7										
<i>MAX. CDV</i>											77.91	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO						
PCI = 100 - MAX. CDV			PCI	=	22.09	CALIFICACION			MUY MALO			

Unidad de muestra U – 8.

ITEM	FALLA	UND	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
a	3	m2	H	0.63	0.92					1.55	0.62	2.19
b	7	m	H	20.00						20.00	8.00	20.10
c	13	und	H	1.00						1.00	0.40	35.80
d	11	m2	M	2.88						2.88	1.15	10.73
e	1	m2	L	1.00						1.00	0.40	5.30
j												
<i>TOTAL VALOR DEDUCIDO</i>												74.12
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO												
Numero de valores deducidos > 2 (q)		N°	VALORES DEDUCIDOS						VDDT	q	VDC	
5		1	35.8	20.1	10.73	5.3	2.19		74.12	5	37.47	
Valor deducido mas alto (HVDi)		2	35.8	20.1	10.73	5.3	2		73.93	4	41.36	
35.80		3	35.8	20.1	10.73	2	2		70.63	3	44.91	
Numero maximo de valores deducidos (mi)		4	35.8	20.1	2	2	2		61.90	2	40.47	
7		5	35.8	2	2	2	2		43.80	1	43.80	
		6										
		7										
<i>MAX. CDV</i>												44.91
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO						
PCI = 100 - MAX. CDV			PCI	=	55.09		CALIFICACION			REGULAR		

Unidad de muestra U – 9.

ITEM	FALLA	UND	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
a	12	m2	L	250.00						250.00	100.00	20.70
b	7	m	M	50.00	50.00					100.00	40.00	24.60
j												
<i>TOTAL VALOR DEDUCIDO</i>												45.30
CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO												
Numero de valores deducidos > 2 (q)		N°	VALORES DEDUCIDOS						VDDT	q	VDC	
2		1	24.6	20.7					45.30	2	33.71	
Valor deducido mas alto (HVDi)		2	24.6	2					26.60	1	26.60	
24.60		3										
Numero maximo de valores deducidos (mi)		4										
8		5										
		6										
		7										
<i>MAX. CDV</i>												33.71
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO						
PCI = 100 - MAX. CDV			PCI	=	66.29		CALIFICACION			BUENO		

Unidad de muestreo U - 2

N° MUESTRA	PROGRESIVAS		DETERIOROS	UND.	GRAVEDAD	MEDIDAS			
	INICIAL	FINAL				LARGO (m)	ANCHO (m)	Ø (m)	AREA (m)
UM - 3	0 + 100	0 + 150	Bacheos y parcheos (B)	m	2	1.3	0.9		1.17
			Bacheos y parcheos (B)	m	2	0.8	0.4		0.32
			Bacheos y parcheos (B)	m	3	1.9	2.3		4.37
			Bacheos y parcheos (B)	m	3	2.5	1.7		4.25
			Bacheos y parcheos (B)	m	3	1.9	0.85		1.615
			Bacheos y parcheos (B)	m	2	6.3	1.2		7.56
			Fisuras piel de cocodrilo (FPC)	m	3	1.2	0.5		0.6
			Depresiones o hundimientos long. (DL)	m	2	2	0.5		1
			Ojo de pescado (O)	m	2			0.7	0.38
			Ojo de pescado (O)	m	2			0.3	0.07
			Desintegración de los bordes del pavimento (DB)	m	2	50	0.1		5
			Desintegración de los bordes del pavimento (DB)	m	2	50	0.15		7.5

PROGRESIVAS	DETERIOROS		AREA (m2)	GRAVEDAD	EXTENSION (%)	IF	ID	IF	ID	Iso	Ir	Is	CALIFICACION
	DETERIOROS DEL TIPO "A" (TIPO ESTRUCTURAL)	Fisuras longitudinales por fatiga (FLF)						3	3	5	0	5	DEFICIENTE
		Fisuras piel de cocodrilo (FPC)	0.6	3	0.24		3						
		Bacheos y Parcheos (B)	19.285	3	7.714								
	DETERIOROS DEL TIPO "B" (TIPO FUNCIONAL)	Fisuras de borde (FB)											
		Ojo de pescado (O)	5.38	2	2.152	2							
		Desintegración de los bordes del pavimento (DB)	12.5	2	5	3							
		Segregación (S)											

Unidad de muestreo U -3

N° MUESTRA	PROGRESIVAS		DETERIOROS	UND.	GRAVEDAD	MEDIDAS			
	INICIAL	FINAL				LARGO (m)	ANCHO (m)	Ø (m)	AREA (m)
UM - 4	0 + 150	0 + 200	Ojo de pescado (O)	m	3	1.5	1.1		1.65
			Bacheos y parcheos (B)	m	2	1.7	1.2		2.04
			Bacheos y parcheos (B)	m	2	4.1	1.2		4.92
			Bacheos y parcheos (B)	m	2	2	2.1		4.2
			Ojo de pescado (O)	m	3			0.7	0.38
			Ojo de pescado (O)	m	3			0.5	0.20
			Piel de cocodrilo	m	2	0.7	0.5		0.35
			Bacheos y parcheos (B)	m	2	1.9	1.05		1.995
			Bacheos y parcheos (B)	m	2	2.8	1.3		3.64
			Ojo de pescado (O)	m	2			0.85	0.57
			Piel de cocodrilo	m	2	1.6	0.4		0.64
			Ojo de pescado (O)	m	2			0.65	0.33
			Ojo de pescado (O)	m	2			0.67	0.35
			desintegración de los bordes	m	2	50	0.1		5

PROGRESIVAS	DETERIOROS		AREA (m2)	GRAVEDAD	EXTENSION (%)	IF	ID	IF	ID	Iso	Ir	Is	CALIFICACION
	DETERIOROS DEL TIPO "A" (TIPO ESTRUCTURAL)	Fisuras longitudinales por fatiga (FLF)						3	2	5	0	5	DEFICIENTE
		Fisuras piel de cocodrilo (FPC)	0.64	2	0.256		2						
		Bacheos y Parcheos (B)	16.795	2	6.72								
	DETERIOROS DEL TIPO "B" (TIPO FUNCIONAL)	Fisuras de borde (FB)											
		Ojo de pescado (O)	3.48	3	1.39	3							
		Desintegración de los bordes del pavimento (DB)	5	2	2.00	2							
	Segregación (S)												

Partida	01.02.05	IMPRIMACION ASFALTICA (SELLADO DE GRIETAS)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m2			2.44	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	22.97	0.07		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	10.63	0.34		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	9.60	0.31		
							0.72	
Materiales								
0201050002	EMULSION ASFALTICA	gal		0.0700	15.00	1.05		
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0015	21.00	0.03		
							1.08	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.72	0.04		
03011400060002	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP	hm	0.2500	0.0080	50.00	0.40		
03012200030003	CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA 4 X 4	hm	0.3125	0.0100	20.00	0.20		
							0.64	

Partida	01.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DP=5 km						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m3			28.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	10.63	0.85		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.3200	9.60	3.07		
							3.92	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.92	0.20		
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930	hm	1.0000	0.0800	180.00	14.40		
0301220004	CAMION VOLQUETE	hm	1.0000	0.0800	120.00	9.60		
							24.20	

Partida	01.03.01	CORTE DE CARPETA ASFALTICA CON FRESADORA 1"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,500.0000	EQ. 2,500.0000	Costo unitario directo por : m2			4.56	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0032	10.63	0.03		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0128	9.60	0.12		
							0.15	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.15	0.01		
03011400060001	COMPRESORA NEUMATICA 700 - 800PCM, 240 HP	hm	1.0000	0.0032	40.00	0.13		
03011600010006	FRESADORA PM-200 CATERPILLAR	hm	1.0000	0.0032	1,250.00	4.00		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0032	85.00	0.27		
							4.41	

Partida	01.03.02	IMPRIMACION ASFALTICA (SELLADO DE GRIETAS)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m2			2.44	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	22.97	0.07		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	10.63	0.34		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	9.60	0.31		
							0.72	
Materiales								
0201050002	EMULSION ASFALTICA	gal		0.0700	15.00	1.05		
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0015	21.00	0.03		
							1.08	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.72	0.04		
03011400060002	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP	hm	0.2500	0.0080	50.00	0.40		
03012200030003	CAMIONETA PICK UP DOBLE CABINA 4 X 4	hm	0.3125	0.0100	20.00	0.20		
							0.64	

Partida	01.03.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 1" (REPARACION DE BACHES Y BORDES)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,750.0000	EQ. 1,750.0000	Costo unitario directo por : m2			19.74	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0091	11.88	0.11		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0366	9.60	0.35		
							0.46	
Materiales								
02010500010004	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal		1.6000	8.80	14.08		
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.0300	70.00	2.10		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0195	40.00	0.78		
							16.96	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.46	0.02		
03011000050001	RODILLO TANDEM EST 8-10 ton	hm	1.0000	0.0046	75.00	0.35		
0301100007	RODILLO NEUMATICO AUTOP. 81-100HP 5-20T	hm	1.0000	0.0046	90.00	0.41		
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	0.0046	120.00	0.55		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0046	85.00	0.39		
03013900020001	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP	hm	1.0000	0.0046	130.00	0.60		
							2.32	
Partida	01.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DP=5 km						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m3			28.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	10.63	0.85		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.3200	9.60	3.07		
							3.92	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.92	0.20		
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930	hm	1.0000	0.0800	180.00	14.40		
0301220004	CAMION VOLQUETE	hm	1.0000	0.0800	120.00	9.60		
							24.20	
Partida	01.04.01	CORTE DE CARPETA ASFALTICA CON FRESADORA 1"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,500.0000	EQ. 2,500.0000	Costo unitario directo por : m2			4.56	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0032	10.63	0.03		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0128	9.60	0.12		
							0.15	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.15	0.01		
03011400060001	COMPRESORA NEUMATICA 700 - 800PCM, 240 HP	hm	1.0000	0.0032	40.00	0.13		
03011600010006	FRESADORA PM-200 CATERPILLAR	hm	1.0000	0.0032	1,250.00	4.00		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0032	85.00	0.27		
							4.41	
Partida	01.04.02	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE CON EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m3			9.10	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0400	9.60	0.38		
							0.38	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.38	0.02		
0301170001	EXCAVADORA	hm	1.0000	0.0200	350.00	7.00		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0200	85.00	1.70		
							8.72	

Partida	01.04.03		CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR E=0.20 M CON EQUIPO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 900.0000	EQ. 900.0000	Costo unitario directo por : m2			16.51
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0018	22.97	0.04	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0089	10.63	0.09	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0356	9.60	0.34	
							0.47
Materiales							
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3		0.2400	50.00	12.00	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0540	15.00	0.81	
							12.81
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.47	0.02	
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	1.0000	0.0089	120.00	1.07	
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0089	240.00	2.14	
							3.23
Partida	01.04.04		IMPRIMACION ASFALTICA (SELLADO DE LA SUPERFICIE)				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,000.0000	EQ. 3,000.0000	Costo unitario directo por : m2			2.67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0027	10.63	0.03	
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0133	9.60	0.13	
							0.16
Materiales							
02010500010004	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal		0.2000	8.80	1.76	
							1.76
Equipos							
03011800010002	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.0000	0.0027	63.07	0.17	
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	hm	1.0000	0.0027	145.45	0.39	
0301390005	BARREDORA MECANICA	hm	1.0000	0.0027	70.00	0.19	
							0.75
Partida	01.04.05		CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2" (REEMPLAZO DE PAVIMENTO)				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			28.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0040	22.97	0.09	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0080	11.88	0.10	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0040	10.63	0.04	
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0320	9.60	0.31	
							0.54
Materiales							
0201050005	MEZCLA ASFALTICA	m3		0.0600	450.00	27.00	
							27.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.54	0.03	
0301100005	RODILLO TANDEM	hm	1.0000	0.0040	80.00	0.32	
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	1.0000	0.0040	120.00	0.48	
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0040	130.00	0.52	
							1.35
Partida	01.04.06		REPARACION DE BERMAS				
Rendimiento	m/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m			14.90
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	9.60	0.77	
							0.77
Materiales							
02010500010002	ASFALTO PEN 85-100	gal		0.0050	45.00	0.23	
02010500050001	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE INSTANTANEA	m3		0.0300	450.00	13.50	
							13.73
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.77	0.04	
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	dia	0.5000	0.0050	10.00	0.05	
0301140006	COMPRESORA NEUMATICA	hm	0.0500	0.0040	76.27	0.31	
							0.40

Partida	01.05.04	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR E=0.20 M CON EQUIPO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 900.0000	EQ. 900.0000	Costo unitario directo por : m2			16.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0018	22.97	0.04		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0089	10.63	0.09		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0356	9.60	0.34		
							0.47	
Materiales								
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3		0.2400	50.00	12.00		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0540	15.00	0.81		
							12.81	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.47	0.02		
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	1.0000	0.0089	120.00	1.07		
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0089	240.00	2.14		
							3.23	
Partida	01.05.05	IMPRIMACION ASFALTICA (SELLADO DE LA SUPERFICIE)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,000.0000	EQ. 3,000.0000	Costo unitario directo por : m2			2.67	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0027	10.63	0.03		
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0133	9.60	0.13		
							0.16	
Materiales								
02010500010004	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal		0.2000	8.80	1.76		
							1.76	
Equipos								
03011800010002	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.0000	0.0027	63.07	0.17		
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	hm	1.0000	0.0027	145.45	0.39		
0301390005	BARREDORA MECANICA	hm	1.0000	0.0027	70.00	0.19		
							0.75	
Partida	01.05.06	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			28.57	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0040	22.97	0.09		
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0080	11.88	0.10		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0040	10.63	0.04		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0320	9.60	0.31		
							0.54	
Materiales								
0201050005	MEZCLA ASFALTICA	m3		0.0600	450.00	27.00		
							27.00	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.54	0.03		
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	1.0000	0.0040	120.00	0.48		
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0040	130.00	0.52		
							1.03	
Partida	01.05.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DP=5 km						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m3			28.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	10.63	0.85		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.3200	9.60	3.07		
							3.92	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.92	0.20		
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930	hm	1.0000	0.0800	180.00	14.40		
0301220004	CAMION VOLQUETE	hm	1.0000	0.0800	120.00	9.60		
							24.20	

Anexo N° 6: Tomas fotográficas en campo



Desprendimiento de agregados de baja severidad



Parcheo en severidad alta



Huecos de alta severidad



Abultamiento y hundimiento



Desprendimiento de agregados



Levantamiento topográfico de la vía



Desprendimiento de agregados



Huecos de alta severidad



Grietas de borde de alta severidad alta



Fisuras de piel de cocodrilo de severidad baja

Anexo N° 6: Tomas fotográficas en campo

Puntos de levantamiento topográfico de la carretera Atuncolla - complejo arqueológico Sillustani

	ESTE	NORTE	DESCRIPCIÓN				
				42	376889.74	8261760.66	PISTA
1	376899	8261714	BUZON	43	376894.67	8261767.25	PISTA
2	376840	8261638	EST1	44	376884.85	8261776.94	PISTA
3	376661.9	8261320.4	PISTA	45	376890.12	8261780.55	PISTA
4	376670.88	8261346.64	PISTA	46	376878.2	8261790.24	PISTA
5	376657.96	8261322.58	PISTA	47	376883.29	8261793.95	PISTA
6	376692.49	8261370.92	PISTA	48	376865.56	8261807.83	PISTA
7	376690.78	8261379.09	PISTA	49	376870.46	8261811.64	PISTA
8	376703.99	8261390.3	PISTA	50	376852.15	8261822.75	PISTA
9	376697.67	8261390.3	PISTA	51	376856.68	8261826.29	PISTA
10	376714.12	8261406.3	PISTA	52	376813.21	8261864.3	PISTA
11	376713.03	8261416	PISTA	53	376815.95	8261869.79	PISTA
12	376726.86	8261427.02	PISTA	54	376746.43	8261934.92	PISTA
13	376726.35	8261437.88	PISTA	55	376751.47	8261939.07	PISTA
14	376741.49	8261452.31	PISTA	56	376722.74	8261963.37	PISTA
15	376740.68	8261461.69	PISTA	57	376729.73	8261965.88	PISTA
16	376756.16	8261476.57	PISTA	58	376717.82	8261975.53	PISTA
17	376757.54	8261489.45	PISTA	59	376724.68	8261977.81	PISTA
18	376769.95	8261499.48	PISTA	60	376713.28	8261993.59	PISTA
19	376771.97	8261512.79	PISTA	61	376711.82	8261995.17	EST2
20	376782.97	8261521.15	PISTA	62	376826	8262295	EST2
21	376787.74	8261539.33	PISTA	63	376820	8262309	EST1
22	376811.35	8261568.97	PISTA	64	376691.47	8262001.49	PISTA
23	376812.21	8261580.67	PISTA	65	376701.74	8262021.04	PISTA
24	376851.57	8261633.14	PISTA	66	376697.69	8262036.02	PISTA
25	376852.73	8261647.85	PISTA	67	376709.34	8262039.99	PISTA
26	376877.71	8261689.91	PISTA	68	376706.68	8262052.56	PISTA
27	376887.73	8261693.59	PISTA	69	376722.64	8262057.51	PISTA
28	376891.89	8261702.25	PISTA	70	376735.11	8262082.7	PISTA
29	376885.57	8261706.6	PISTA	71	376758.93	8262094.81	PISTA
30	376894.59	8261709.13	PISTA	72	376770.36	8262117.83	PISTA
31	376888.64	8261715.8	PISTA	73	376785.68	8262123.02	PISTA
32	376897.16	8261719.08	PISTA	74	376802.32	8262148.47	PISTA
33	376890.52	8261724.43	PISTA	75	376828.98	8262171.64	PISTA
34	376890.47	8261724.48	PISTA	76	376816.92	8262165.55	PISTA
35	376897.73	8261729.61	PISTA	77	376833.56	8262180.49	PISTA
36	376891.62	8261732.08	PISTA	78	376827.16	8262182.98	PISTA
37	376898.19	8261738.71	PISTA	79	376840.2	8262199.85	PISTA
38	376891.57	8261739.27	PISTA	80	376833.76	8262203.7	PISTA
39	376898.06	8261747.95	PISTA	81	376842.82	8262217.73	PISTA
40	376891.61	8261748.66	PISTA	82	376836.18	8262220.39	PISTA
41	376897.28	8261757.49	PISTA	83	376841.86	8262238.15	PISTA

84	376834.62	8262240.46	PISTA	129	376769.88	8263346.81	PISTA
85	376834.62	8262287.57	PISTA	130	376768.61	8263363.83	PISTA
86	376827.95	8262282.47	PISTA	131	376777.71	8263374.96	PISTA
87	376815.4	8262364.68	PISTA	132	376773.63	8263382.8	PISTA
88	376821.74	8262364.43	PISTA	133	376782.34	8263393.77	PISTA
89	376802.93	8262440.72	PISTA	134	376782.47	8263423.53	PISTA
90	376806.58	8262457.71	PISTA	135	376793.91	8263450.73	PISTA
91	376788.99	8262531.04	PISTA	136	376799.48	8263461.35	PISTA
92	376791.6	8262551.27	PISTA	137	376799.48	8263461.35	PISTA
93	376777.09	8262603.28	PISTA	138	376658.65	8262999.01	PISTA
94	376782.52	8262606.63	PISTA	139	376796.41	8263464.45	PISTA
95	376772.57	8262625.97	PISTA	140	376794.98	8263486.83	PISTA
96	376774.82	8262642.9	PISTA	141	376805.47	8263509.81	PISTA
97	376767.4	8262643.82	PISTA	142	376804.28	8263534.11	PISTA
98	376763.53	8262671.38	PISTA	143	376816.52	8263563.84	PISTA
99	376757.27	8262669.58	PISTA	144	376816.13	8263595.7	PISTA
100	376742.05	8262714.8	PISTA	145	376826.37	8263609.44	PISTA
101	376731.4	8262723.37	PISTA	146	376823.43	8263623.39	PISTA
102	376696.27	8262808.47	PISTA	147	376827.82	8263637	PISTA
103	376685.71	8262817.92	PISTA	148	376827.82	8263637	PISTA
104	376685.88	8262839.24	PISTA	149	376799.48	8263461.35	PISTA
105	376679.74	8262837.91	PISTA	150	376836.26	8263637.72	PISTA
106	376681.78	8262856.85	PISTA	151	376835.12	8263653.89	PISTA
107	376674.91	8262860.64	PISTA	152	376851.7	8263668.78	PISTA
108	376668.81	8262907.92	PISTA	153	376860.32	8263699.47	PISTA
109	376670.33	8262944.31	PISTA	154	376860.32	8263699.47	PISTA
110	376660.67	8262966.7	PISTA	155	376889.83	8263741.05	PISTA
111	376658.65	8262999.01	PISTA	156	376920.1	8263810.82	PISTA
112	376658.65	8262999.01	PISTA	157	376925.77	8263809.22	PISTA
113	376826	8262295	PISTA	158	377120.21	8264174.82	PISTA
114	376659.81	8262983.1	PISTA	159	377116.92	8264181.97	PISTA
115	376666.86	8262984.07	PISTA	160	377157.27	8264258	PISTA
116	376659.82	8262996.92	PISTA	161	377214.1	8264346.4	PISTA
117	376667.21	8263000.41	PISTA	162	377214.16	8264346.4	PISTA
118	376661.11	8263008.17	PISTA	163	376827.82	8263637	PISTA
119	376668.23	8263010.67	PISTA	164	377178.27	8264298.27	PISTA
120	376664.05	8263024.62	PISTA	165	377186.49	8264298.79	PISTA
121	376672.36	8263030.64	PISTA	166	377189.6	8264315.97	PISTA
122	376680.75	8263080.59	PISTA	167	377197.63	8264314.86	PISTA
123	376696.38	8263109.98	PISTA	168	377198.7	8264327.33	PISTA
124	376704.15	8263156.28	PISTA	169	377206.78	8264325.56	PISTA
125	376718.59	8263182.33	PISTA	170	377209.95	8264337.68	PISTA
126	376725.5	8263223.26	PISTA	171	377217.32	8264335.18	PISTA
127	376745.12	8263267.13	PISTA	172	377222.57	8264347.32	PISTA
128	376752.64	8263311.55	PISTA	173	377230.99	8264344.97	PISTA

174	377238.84	8264356.67	PISTA	200	377497.65	8264511.38	PISTA
175	377244.14	8264351.91	PISTA	201	377501.24	8264538.68	PISTA
176	377254.19	8264363.32	PISTA	202	377507.08	8264537.47	PISTA
177	377274.25	8264364.96	PISTA	203	377506.63	8264561.81	PISTA
178	377277.7	8264372.7	PISTA	204	377512.26	8264560.57	PISTA
179	377385.55	8264409.14	PISTA	205	377508.81	8264588.27	PISTA
180	377373.78	8264410.81	PISTA	206	377514.81	8264588.74	PISTA
181	377389.51	8264409.54	PISTA	207	377507.3	8264614.62	PISTA
182	377389.51	8264409.54	PISTA	208	377513.25	8264616.81	PISTA
183	377214.16	8264346.4	PISTA	209	377501.72	8264646.22	PISTA
184	377397.77	8264421.19	PISTA	210	377506.7	8264647.59	PISTA
185	377411.2	8264420.58	PISTA	211	377498.76	8264679.09	PISTA
186	377417.5	8264431.37	PISTA	212	377493.59	8264678.36	PISTA
187	377428.76	8264430.83	PISTA	213	377488.52	8264718.35	PISTA
188	377430.65	8264439.86	PISTA	214	377483.52	8264717.12	PISTA
189	377442.73	8264441.45	PISTA	215	377488.67	8264724.59	PISTA
190	377442.69	8264449.26	PISTA	216	377488.67	8264724.59	PISTA
191	377461.6	8264458.48	PISTA	217	377493.25	8264493.32	PISTA
192	377460.03	8264466.05	PISTA	218	377478.09	8264737.91	PISTA
193	377471.85	8264470.33	PISTA	219	377475.9	8264767.25	PISTA
194	377493.25	8264493.32	PISTA	220	377462.12	8264799.23	PISTA
195	377493.25	8264493.32	PISTA	221	377460.72	8264826.05	PISTA
196	377389.51	8264409.54	PISTA	222	377447.14	8264857.24	PISTA
197	377467.73	8264474.93	PISTA	223	377446.64	8264884.39	PISTA
198	377479.02	8264479.89	PISTA	224	377438.3	8264908.49	PISTA
199	377490.78	8264511.67	PISTA				

Gráfica de la carretera en Civil 3D

