



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Determinación del estado del pavimento mediante los métodos
PCI y VIZIR y propuesta de mejora en Wichanzaos – La Esperanza**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Preteel Cruz, Jason Miguel (orcid.org/0000-0001-8504-4202)

Rodriguez Silva, Claudia Alexandra (orcid.org/0000-0002-4056-1879)

ASESOR:

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-3674-9617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres Johnny Rodríguez y Janet Silva quienes han sido mi fortaleza y mis mayores consejeros durante el trayecto a convertirme en profesional, a mi hermano Paolo quien es mi mayor motivación y a mi mejor amigo Segundo quien ha sido mi compañero y fortaleza durante el desarrollo de mi carrera.

RODRÍGUEZ SILVA, Claudia Alexandra

Esta tesis está dedicada a mis padres, Rosa Cruz Alfaro y Hugo Pretel Tantalean por el esfuerzo y empeño que pusieron para permitirme poder llegar hasta este punto de mi carrera, a mis Hermanas Yuli, María y Nathaly por siempre estar dispuestas a brindarme todo su apoyo, comprensión y darme el aliento para seguir adelante.

PRETEL CRUZ, Jason Miguel

Agradecimiento

Agradezco a mis padres por darme la oportunidad de estudiar esta maravillosa carrera y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quienes han sido gran inspiración y proveedores de valiosos conocimientos para mi formación como profesional.

RODRÍGUEZ SILVA, Claudia Alexandra

Agradezco a mis padres y hermanos por su valioso, constante e incondicional apoyo; por sus muestras de amor, cariño y afecto y por alentarme en todo momento en esta maravillosa etapa de mi vida universitaria, a mi enamorada que fue una parte importante en transcurso de mi carrera, por su apoyo y aliento para nunca desistir, a mi mamá Violeta por ser parte de mi formación como persona siempre inculcando los valores y respeto por las personas.

PRETEL CRUZ, Jason Miguel

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de Investigación:	16
3.2. Variables y operacionalización:	16
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	17
3.5. Procedimientos:	17
3.6. Método de análisis de datos:	18
3.7. Aspectos éticos:	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES	57
VII. RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS	60
ANEXOS	64

Índice de tablas

Tabla 1. Unidades de muestra para evaluación mediante el método PCI.....	19
Tabla 2. Unidades de muestra para evaluación mediante el método VIZIR.....	24
Tabla 3. Tipo de fallas encontradas en la zona de estudio.....	32
Tabla 4. Consolidado de resultados según el método PCI.....	33
Tabla 5. Estado de la vía general según PCI.....	38
Tabla 6. Tipos de fallas encontradas en la zona de estudio según el método VIZIR.....	38
Tabla 7. Consolidado de resultados según el método VIZIR.....	39
Tabla 8. Comparación de los rangos de clasificación entre los métodos PCI y VIZIR.....	42
Tabla 9. Índice Medio Diario.....	43
Tabla 10. ESAL de diseño.....	43
Tabla 11. Valores de los coeficientes estructurales.....	49
Tabla 12. Valores de drenaje.....	50
Tabla 13. Comparación de los valores requeridos y resultantes.....	50
Tabla 14. Espesores de las capas del nuevo pavimento.....	50
Tabla 15. Plan de mantenimiento para falla de bacheo profundo.....	51
Tabla 16. Plan de mantenimiento para nivelación de vía.....	52
Tabla 17. Plan de mantenimiento para falla de bacheo.....	53
Tabla 18. Plan de mantenimiento para falla de desprendimiento de agregado.....	54

Índice de figuras

Figura 1. Estado del pavimento según PCI por unidad de muestra	32
Figura 2. Estado del pavimento por unidad de muestra.....	39
Figura 3. Tabla de nivel de confiabilidad.....	45
Figura 4. Desviación Estándar Normal	45
Figura 5. Índice de Servicialidad Inicial (Pi)	46
Figura 6. Índice de Servicialidad Final (Pt).....	46
Figura 7. Cálculo del número estructural.....	47
Figura 8. Valor de Coeficiente Estructural a1	48
Figura 9. Valor de Coeficiente Estructural a2	48
Figura 10. Valor de Coeficiente Estructural a3	49
Figura 11. Espesores de la carpeta estructural y carpeta asfáltica.....	50

Resumen

Esta investigación ha tenido como evento primordial evaluar el estado del pavimento a través de los métodos PCI y VIZIR con fines de propuesta de mejora en el sector Wichanzaos – La Esperanza, el desarrollo de esta investigación utilizó la metodología PCI y VIZIR. Se logró determinar el área de unidad de muestra y las fallas que se presentan en la zona de estudio a través del plano catastral del sector Wichanzaos, para el método PCI y VIZIR obtuvieron una clasificación de BUENO (65) y REGULAR (3) respectivamente. Por lo antes expuesto se debe realizar una intervención menor lo cual implica realizar una mejora en la carpeta asfáltica y la opción más adecuada para este tipo de intervención sería realizar un recapeo y parchado. Así mismo, se observó que los principales daños en las vías evaluadas fueron los baches y desprendimiento de agregado. A la vez se demostró que ambas metodologías cuentan con efectividad en cuanto a su desarrollo. Finalmente, podemos decir que la alternativa más adecuada para este sector es una rehabilitación menor puesto que el resultado no es desfavorable.

Palabras clave: Método PCI, Método VIZIR , pavimento flexible.

Abstract

This research has had as its main event to evaluate the state of the pavement through the PCI and VIZIR methods with the purpose of proposing improvement in the Wichanzaos - La Esperanza sector, the development of this research used the PCI and VIZIR methodology. It was possible to determine the area of the sample unit and the faults that occur in the study area through the cadastral plan of the Wichanzaos sector, for the PCI and VIZIR method they obtained a classification of GOOD (65) and REGULAR (3) respectively. Due to the foregoing, a minor intervention must be carried out, which implies making an improvement in the asphalt layer and the most appropriate option for this type of intervention would be to carry out a recapping and patching. Likewise, it was observed that the main damages in the evaluated roads were potholes and detachment of aggregate. At the same time, it was shown that both methodologies are effective in terms of their development. Finally, we can say that the most suitable alternative for this sector is a minor rehabilitation since the result is not unfavourable.

Keywords: PCI Method, VIZIR Method and flexible pavement.

I. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad se ha buscado mejorar la calidad de las vías en el mundo, esto se debe a que mediante la mejora de carreteras también aumentará el desarrollo económico y social de un territorio o estado, ya que estas obras sirven para optimizar el intercambio de bienes, personas y culturas, generando así el progreso de cada una de las ciudades (Amaya y Rojas, 2017). Actualmente, la realización de proyectos viales viene avanzando constantemente, estos buscan lograr conectar a poblaciones a través de infraestructuras sostenibles y confiables, permitiendo la integración de centros urbanos (Baque, 2020). Sin embargo, los presupuestos para el mantenimiento de estas infraestructuras no siempre han ido de la mano a ese crecimiento, esto se aprecia en las vías en mal estado o los asfaltos urbanos descuidados que podemos apreciar en diferentes partes de nuestro territorio. Es por ello que en los últimos años se viene dando un aumento en el presupuesto para el mantenimiento de obras los cuales han ido incrementado a partir del año 2020 hasta el presente año 2022, con un aumento del 7.2% respecto a años anteriores (MTC, 2021).

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su publicación estado de la red vial nacional a diciembre 2020, precisó que del total de las vías existentes el 55.43 % pertenecían a vías asfaltadas, de las cuales el 80.06% se encontraban en buen estado, el 12.76 % en un estado regular y el 6.19% en mal estado. Con un apropiado sistema de carreteras se podrá llegar a lugares alejados con mucha más rapidez, generando así la disminución de los costos de transportes tanto para las personas como de los insumos necesarios para el día a día, sin embargo, esto sólo podrá ser posible si se mantienen a las vías en buen estado (Baque, 2020). Es por ello que se tiene que dar mantenimiento constante a los pavimentos, puesto que este tipo de estructura puede tener diferentes tipos de daños, los cuales pueden ser baches, fisuras longitudinales y transversales, peladuras, entre otras si es que no se tiene un control adecuado de su estado de conservación (Vásquez, 2018).

Se sabe que el pavimento flexible abarca gran parte de la ciudad de Trujillo, dado que es el asfalto más utilizado en pistas, debería gozar de una calidad óptima; sin embargo, en muchas zonas es visible el mal estado de estas vías de comunicación, esto se debe al gran flujo de tránsito que hay en diferentes sectores de nuestra ciudad o a las propiedades inadecuadas de los insumos empleados para la ejecución de obra, es por ello que el tiempo de vida del asfalto se reduce considerablemente (Aguilar y Santacruz, 2021).

Dado el estado que presenta la vía de estudio, se vio la necesidad de evaluar la condición superficial del asfalto existente como paso previo para establecer el tipo de medidas necesarias para proporcionarles las condiciones adecuadas de transitabilidad. Podemos mencionar que dos de los métodos más utilizados en nuestro país son el PCI y VIZIR, los cuales nos ayudan a obtener una calificación de los daños que presenta el pavimento mediante análisis superficiales. La utilización de los métodos en mención puede arrojarlos con mayor exactitud el estado de una vía, por lo que consideramos complementario su uso en conjunto y de gran ayuda al momento de plantear medidas de intervención. Por lo cual, nos planteamos determinar el estado de la zona de Wichanzaos – La Esperanza perteneciente a la ciudad de Trujillo departamento de La Libertad ubicada a 77 m.s.n.m, con una extensión de 10010.05 metros.

Por lo mencionado anteriormente, quisimos determinar ¿Cuál es el estado del pavimento evaluado a través de los métodos PCI y VIZIR para presentar una propuesta de mejora en Wichanzaos – La Esperanza? Para lograr establecer el estado actual de la vía, se realizaron técnicas de evaluación que nos permitieron estar al tanto de los daños que se pudieron presentar en los pavimentos según el procedimiento que indicaba cada uno de los métodos antes mencionados. Esta pesquisa asumió como objetivo general Evaluar el estado del pavimento a través de los métodos PCI y VIZIR con fines de propuesta de mejora en el sector Wichanzaos – La Esperanza, esto lo logramos a través de objetivos específicos como, a) Determinar las medidas de las unidades de muestra y fallas presentes en el plano catastral de la zona de estudio, b) determinar la condición superficial del

pavimento mediante el método PCI, c) determinar el estado del pavimento mediante el método VIZIR y d) establecer las propuestas de mejora para la vía en estudio.

En la presente tesis no se registra hipótesis dado que aún no conocemos la variable dependiente, la cual se encontrará con los resultados obtenidos en la investigación las cuales podrían ser mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción del pavimento.

La investigación presentada busca mediante la teoría analizar los conceptos que engloban todo lo que concierne con el desarrollo de las metodologías, reconociendo el desarrollo del método VIZIR a través del manual INVIAS y el manual ASTM D 6433 para el método PCI, pudiendo lograr que el investigador logre contrastar procesos y resultados. En cuanto a la justificación práctica, se puede mencionar que el PCI y VIZIR permiten encontrar índices de clasificación del estado superficial del pavimento, los cuales son necesarios para implantar alternativas de solución. Metodológicamente se justifica considerando que la aplicación de ambas metodologías nos permite alcanzar un resultado lo más cercano a la realidad posible; para a través de ello, proponer alternativas de solución de acuerdo a los resultados obtenidos; ya sea mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento. La justificación social se basa en la necesidad de mejorar el sistema de transitabilidad vehicular del sector Wichanza, pudiendo así reducir el tiempo de viaje a través de estas vías y minorando los costos de operación vehicular. Logrando llegar a la intervención adecuada de la zona en estudio, reducimos problemas de salubridad causados por partículas de polvo, como problemas al sistema respiratorio y pulmones; e incluso enfermedades causadas por la inhalación de gases vehiculares. Económicamente, el tema de investigación basa su justificación en que, al llegar a una idónea determinación del estado del pavimento, se puede establecer los tipos de intervención necesarios, evitando así sobrecostos de reparación. También podemos mencionar que aplicar cualquiera de estas metodologías no tiene gastos mayores, dado que se utilizan únicamente para analizar estados superficiales de los pavimentos.

II. MARCO TEÓRICO

En pesquisas mundiales podemos mencionar que Parra (2018) de Colombia, en su investigación titulada “Procedimiento estratégico para la detección de daños en pavimento flexible en la infraestructura vial del municipio de Fusagasugá mediante las metodologías VIZIR y PCI”, en la cual detalla la detección de los daños en el pavimento flexible para cada método con la finalidad de implementarlo en una ciudad. Utilizaron estos dos métodos para evaluar los daños presentes en el asfalto para luego analizar los datos y poder establecer cuál de estas metodologías es más eficaz, determinó que la principal falla que presentaba el tramo en estudio fue la de piel de cocodrilo y consideró que se necesitaba técnicas de mantenimiento mas no de rehabilitación dado que para ambas metodologías se obtuvo una calificación entre bueno y excelente. Finalmente concluyó que los resultados obtenidos mediante estos métodos fueron similares.

De la misma manera Amaya y Rojas (2017), en su tesis: “Análisis comparativo entre metodologías VIZIR y PCI para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá”, en la cual comprobará cuál de estas técnicas se conciertan mejor al estado real del asfalto en dicha ciudad, Realizaron un inventario manual y auscultación visual de la superficie de rodadura teniendo en cuenta los tipos de daños presentes para así por verificar cuál de estas técnicas brindan un mejor estado del pavimento con respecto al estado real de esta zona, los resultados obtenidos fue de una calificación en general buena, necesitando en su mayoría del tramo solo un mantenimiento, sin embargo, en algunos puntos por donde transitan vehículos de carga pesada y pasajeros se necesita una rehabilitación total. En conclusión, los resultados obtenidos son parecidos debidos a las diferentes clasificaciones que tiene cada método.

Patarroyo (2019) de Colombia, en su investigación de grado: “Evaluación de patologías método VIZIR en pavimentos flexibles y posibles técnicas de rehabilitación del tramo comprendido entre el km 8+500 hasta el km 9+000 de la vía Ibagué– Rovira, departamento del Tolima”, tiene como objetivo evaluar e identificar las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método VIZIR. Ejecutaron diferentes actividades y utilizaron softwares para realizar la modelación de la vía en

estudio, con lo cual pudo definir las patologías estructurales y funcionales que pudo haber en dicha zona. Determinaron que el índice de deterioro que presentaba la vía tomaba el valor de 5, indicando un grave estado. Finalmente, concluyó que se requería realizar un nuevo diseño; puesto que, ya había sobrepasado el tiempo de vida útil viéndose reflejado en daños estructurales y funcionales.

Con respecto a ello, Riveros Y Gaitán (2019) en su tesis titulada “Determinar el deterioro del pavimento flexible mediante metodología de auscultación VIZIR y PCI con relación al CBR y la estructura de pavimento” mencionan que parte de la vía se

Con respecto a ello, Riveros Y Gaitán (2019) en su tesis titulada “Determinar el deterioro del pavimento flexible mediante metodología de auscultación VIZIR y PCI con relación al CBR y la estructura de pavimento” esta investigación tuvo como objetivo determinar la relación que existe entre el CBR y la estructura de pavimento con cada una de las metodologías de auscultación VIZIR y PCI; para realizar esta investigación utilizaron ensayos de laboratorio como el CBR y estudio de tránsito para poder diseñar la estructura del pavimento mediante la metodología AASHTO 93. Como resultados obtuvieron que las fallas más presentes fueron el descascamiento y baches con severidad media para ambas fallas lo cual presentó un estado regular en la vía de estudio, Finalmente concluyeron que, a pesar de obtener este tipo de resultado superficial, la capa estructural no presentaba gran diferencia con la estructura de un pavimento en buenas condiciones.

Dentro de las investigaciones realizadas a nivel nacional podemos tomar en cuenta que Vásquez (2018), en su tesis denominada “evaluación del estado de conservación de las calles del sector santa rosa de la ciudad de Bambamarca utilizando los métodos de índice de conservación del pavimento (PCI) Y VIZIR”, el objetivo de esta investigación fue determinar la condición del pavimento en el sector Santa Rosa utilizando el PCI; la metodología utilizara en esta tesis fue la del PCI la cual brindó como resulta 43.92 lo cual indica una condición REGULAR sin embargo el análisis por calles presenta diferentes tipo de condiciones que van desde MUY MALO hasta BUENO. En la investigación se concluyó que las fallas más

representativas fueron el parcheo grande, pulimiento de agregados, grieta lineal, descascamiento de junta, losa dividida y pinzamiento.

Para Valer (2019), en su tesis “Aplicación de los métodos PCI y VIZIR para la conservación del pavimento flexible, carretera pe-24a tramo Libertad-Chiche, Junín”, tuvo como objetivo principal establecer la conservación del pavimento a través de los métodos PCI y VIZIR, utilizaron la metodología científica puesto que estos métodos se realizan mediante la secuencia de los pasos establecidos en sus respectivas normas; obtuvieron como resultados que el 71% de las muestras asumen un estado MALO según PCI y REGULAR mediante el método VIZIR, recomendado una conservación periódica para estos tramos; en cuanto al 29% restante de la vía, se encontraba en un estado MUY MALO y para VIZIR en estado DEFICIENTE. Así mismo, concluyeron diciendo que ninguna de las unidades de muestras evaluadas es apta para conservación rutinaria proponiendo así la reconstrucción de la vía como medida de solución.

Además, Ortiz (2018) en su tesis que tiene por título: “Evaluación y comparación del estado de conservación de la carretera baños del Inca-Llacanora utilizando los métodos de índice de conservación del pavimento y VIZIR”, planteó como objetivo principal indicar el estado de conservación de la carretera en mención, Identificaron los tipos de daños y sus severidades de las 135 unidades de muestras. Concluye en su investigación indicando que la mayoría de las muestras se encontraron en un estado EXCELENTE, siendo las fallas representativas PELADURA y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS, mientras que para el VIZIR la falla predominante fue la PÉRDIDA DE AGREGADOS con un estado BUENO.

Alata y Ruiz (2019) en su investigación para ingeniero: “Aplicación de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación del estado del pavimento flexible de las principales calles de la av. Dos de febrero- distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín - 2019”, tuvieron como objetivo aplicar las metodologías PCI y VIZIR para determinar el estado del pavimento flexible, evaluando por unidades de muestra de manera superficial. Como resultados señalaron que uno de los jirones se encontraba en condiciones regulares dado que

con ambos métodos se llegó a la clasificación de REGULAR e indican que solo se requería intervención en algunos sectores; sin embargo, el resto de la zona en estudio según el PCI el estado era MUY MALO y para VIZIR era regular.

En investigaciones locales Murga y Zerpa (2019), en su proyecto de investigación que lleva como título “Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida Costa Rica y prolongación César Vallejo, Trujillo” plantearon como objetivo alcanzar un indicador que señale la condición superficial del pavimento, esto lo lograron a través de la aplicación de los métodos PCI y VIZIR. Refieren que el índice de deterioro de las vías en mención fue 52.06, el cual se representa como REGULAR y para VIZIR un 2.25 que se representa como BUENO.

Jiménez (2021) de Perú, en su tesis “Aplicación de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible del ovalo la marina hasta km 680-Trujillo”, compararon la aplicación de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación de la superficie del pavimento flexible de la vía en mención. Promedió el índice de deterioro obtenido por el método PCI de todas las unidades de muestra obteniendo 41.7 encontrándose la vía en un estado REGULAR, de igual manera se determinó el estado mediante el método VIZIR obteniendo un valor de 3.28.

En el caso de Evangelista y Cabeza (2020) de Perú, en su tesis “Evaluación y análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la avenida Miraflores tramo avenida América Norte y avenida 26 de marzo de la ciudad de Trujillo utilizando la metodología PCI y VIZIR”, lograron determinar el estado de conservación del pavimento flexible utilizando las metodologías PCI y VIZIR. Lograron identificar las fallas según las unidades de muestras, que en total fueron 24 para ambos métodos. Concluye diciendo que el índice de condición obtenido fue de REGULAR para PCI y para VIZIR calificó como REGULAR, sugiriendo así la rehabilitación de la vía con un reciclado de pavimento utilizando 1.5” de la carpeta asfáltica.

Además, para Gaytán (2021) de Perú, en su investigación “Propuesta estratégica de intervención del pavimento flexible, aplicando la metodología vizir, en la avenida

Perú, tramo avenida América – avenida España, de la ciudad de Trujillo – 2021”, dan a conocer la propuesta estratégica para intervenir en el pavimento flexible utilizando el método VIZIR. Clasifican y cuantifican los deterioros de la vía elegida para su investigación. Concluyen mencionando que con la técnica VIZIR tanto para el carril derecho e izquierdo se determinó un estado de “Marginal”, por lo que en dicha tesis proponen un mantenimiento rutinario y periódico dado que la capa de asfalto tiene un estado muy deteriorado.

Para definir el pavimento, Amaya y Rojas sostiene que:

Un pavimento es un conjunto de capas con materiales debidamente seleccionados y compactados de manera pertinente, distribuidas de manera horizontal y estratificadas, sostenidas sobre la subrasante, la cual se encarga de absorber todas las cargas de circulación y transferirlas a las capas menores, suministrando resistencia de manera adecuada a los esfuerzos creados por dichas cargas durante el periodo de diseño. (2017, p.8).

“Un pavimento es la superestructura vial que hace viable el tránsito vehicular con características como comodidad, seguridad y economía.” (Vega, 2018, p.5).

Por lo citado previamente podemos decir que el pavimento son capas que distribuyen las cargas que generan los vehículos hacia lo más profundo del terreno, el asfalto también ayuda a mejorar la transitabilidad de los vehículos generando un flujo vehicular constante y sin inconvenientes, es por ello que el terreno donde se coloca el asfalto tiene que estar debidamente compactada para que así se proporcione la resistencia adecuada durante la vida útil de esta vía.

Para definir al pavimento flexible, Espinoza sostiene que:

Un pavimento flexible es una capa bituminosa (capa de rodadura) apoyada generalmente encima de dos capas no rígidas, base y subbase. Sin embargo, este pavimento puede obviar cualquiera de estas capas según la ubicación donde sea el proyecto, la necesidad de este o también de las propiedades del material subrasante. (2019, p.15).

Este tipo de pavimento recibe su nombre debido a su maleabilidad y también a su capacidad de flexionarse al momento de recibir cargas. Por otro lado, es el pavimento más utilizado en el Perú debido a su bajo costo de fabricación y su amplia variedad de uso; este pavimento tiene una vida útil inicial de 20 años sin embargo esto se puede alargar gracias a los mantenimientos adecuados y oportunos.

El PCI es una manera sencilla para el reconocimiento del índice de estado del asfalto en carreteras y aparcamiento, el índice es un grado numérico que va de 0 a 100, establecido por la norma ASTM con la designación D6433-03.

El PCI indica numéricamente la etapa superficial de la vía proporcionando una medida que se basa en fallas analizadas de manera visual en las superficies de las vías, este no puede medir capacidades estructurales ni resistencias al deslizamiento o rugosidad; sin embargo, nos permite proporcionar soluciones adecuadas en temas de conservación y reparación del pavimento.

Este procedimiento debe ser realizado de manera cuidadosa porque el tráfico es el peligro más representativo al realizar la inspección, debido a que se debe caminar por toda la vía para revisar la condición. (ASTM D6433-03, 2004, p.3)

Como objetivos del PCI tenemos:

- a) Determinar la honestidad estructural y nivel de servicio que tiene el pavimento. La integridad estructural es el contenido que tiene el suelo de aguantar el peso externo o situaciones climáticas.
- b) Adquirir un índice que nos permita tener una clasificación del pavimento, mostrándonos así su condición y comportamientos, para a través de estos poder tomar decisiones en cuestiones de mantenimiento y rehabilitación de manera adecuada. (LEGUÍA, Paola y PACHECO, Hans, 2016, p.41)

Sus características principales son:

- Utilización sencilla
- El procedimiento se basa en la observación
- La información obtenida es confiable con respecto a las fallas encontradas.

- Califica a los pavimentos mediante rangos medidos con índices. (GUEVARA, Richard, 2019, p.13)

Algunos términos del procedimiento son:

Muestra adicional: Es un elemento de espécimen examinado que se toma de manera adicional a las muestras que habían sido seleccionadas de manera aleatoria para el procedimiento.

Tramo de pavimento: Es un tramo que se puede identificar en la red del pavimento, siendo este una sola entidad con una función determinada.

Índice de condición del pavimento: Grado numérico que indica la posición de la vía de 0 a 100.

Fallas en la vía: Externos indicadores del desperfecto del pavimento producido por el peso, deficiencias estructurales y factores ambientales.

Sección: Área de pavimento que conforma una sola construcción, deben tener un volumen equivalente de tránsito e intensidad de carga.

Unidad de muestra: Subdivisión de un mecanismo de asfalto.

Muestra al azar: Selección de una unidad de muestra de manera aleatoria. (ASTM D6433-03, 2004, p.2).

Para determinar el índice de la condición superficial del pavimento flexible a través del método PCI se debe seguir una serie de pasos que se describen a continuación:

1. Según el tipo de falla y su grado de severidad se realizará una suma total.
2. Se obtendrá una relación porcentual del área de cada falla y el área total de la unidad de muestra.
3. La densidad porcentual la obtendremos multiplicando el dato anterior por 100.
4. Para el cálculo de los valores deducidos se utilizará ábacos según el tipo de falla.
5. Determinaremos enseguida el valor deducido corregido con la siguiente fórmula:

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right) (100 - HDV) \leq 10$$

Dónde:

m= Deducciones permisibles máximas.

HDV= Mayor valor deducido para cada unidad de muestra

6. Luego procedemos a determinar el total de estos valores deducidos corregidos (CDT) y su valor máximo (CDV) con los ábacos de corrección.

7. Finalmente calcularemos el PCI restando el CDV de 100.

Según el manual del PCI el mínimo número de unidades de muestreo se calcula según la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$
$$n = \frac{201 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (201 - 1) + 10^2}$$
$$n = 14.88 \cong 15$$

Dónde:

n= Unidades de muestreo mínimas para realizar evaluación.

N= Total de unidades de muestreo en la sección.

e=Error admisible (5%)

s=Desviación estándar del PCI.

y para el número de tramos a inspeccionar se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$
$$n = \frac{201 \times 10^2}{\frac{2.9^2}{4} \times (201 - 1) + 10^2}$$
$$n = 38.62 \cong 39$$

Dónde:

N= Unidades de muestreo mínimas para realizar evaluación.

N= Total de unidades de muestreo en la sección.

e=Error admisible (2.9%)

s=Desviación estándar del PCI.

Las unidades de muestra según el método VIZIR serán de 100 metros de longitud, tomándose 101 tramos a evaluar.

Otra de las metodologías más conocidas para la evaluación del pavimento es VIZIR, este método fue desarrollado en el “Laboratoire Central des Ponts et Chaussées”, Francia en 1992, para la evaluación de pavimentos la cual divide los deterioros en dos grupos:

- a) Fallas tipo A: Fallas de tipo estructural.
- b) Fallas tipo B: Fallas funcionales.

Para poder realizar la determinación del estado de la vía, se deberá considerar la clasificación, cuantificación e índice de deterioro superficial. (VALER, Tania, 2019, p.32). Dentro de lo que consigna al levantamiento de deterioros debemos seguir una serie de pasos:

Paso 1.- Reconocimiento de falla

Paso 2.- Evaluación de la extensión del deterioro

Paso 3.- Identificación de la gravedad del desperfecto.

Según Parra, menciona que este método tiene una clasificación que varían en números que van del 1 al 7 y de acuerdo a su cuantía se precisan 3 casos:

- Valores de 1 y 2: Representan pavimentos en buen estado, los cuales no requieren más que un mantenimiento rutinario.
- Valores de 3 y 4: Simbolizan asfaltos en estado superficiales de regular severidad y con una degradación considerable para una restitución de mediana ímpetu.

- Valores de 5,6 y 7: Son pistas en muy mal estado que requieren una intervención rápida y profunda para su mejoramiento.
- Una de las características más sobresalientes de este método es que considera deterioros de tipo estructural y de tipo funcional.

Según Porta, en su tesis nos dice que:

VIZIR brinda una idea del estado superficial del pavimento para el momento en el que se realiza el estudio e identifica la calidad de este en tres niveles de defectos. Estos tres niveles de defectos nos permiten determinar la naturaleza y los tipos de trabajos requeridos. (2016, p.28).

Para realizar el cálculo a través del método VIZIR se debe iniciar con el registro de fallas según su tipo (A o B) teniendo en cuenta su gravedad, para luego proceder a determinar la extensión de cada una en porcentajes con respecto a su área. Posterior a ello se realizará los siguientes cálculos:

- Índice de Fisuración:** Se calculará con los datos de la gravedad y porcentaje de la extensión de la falla.
- Índice de deformación:** Se calculará con los datos de la gravedad y porcentaje de la extensión de la falla.
- Índice de Deterioro Superficial:** Luego de obtener una calificación promedio de índices de fisuración y deformación según unidad de muestra, se ingresará a la tabla para calificar el índice de deterioro superficial. Según este último dato podremos obtener la calificación del deterioro superficial de la unidad de muestra.

Luego de conocer el estado del pavimento en estudio se procede a evaluar cuál medida de intervención es la adecuada para cada caso, las cuales pueden ser rehabilitación, mantenimiento o mejoramiento.

Niveles de Intervención en la Conservación Vial

A. Mantenimiento

El mantenimiento o conservación de un pavimento se realiza para alargar su vida útil, es por ello que todo proyecto requiere un mantenimiento adecuado para proporcionar un servicio adecuado; el MTC no dice que los mantenimientos pueden ser rutinarios o periódicos durante la vida útil del proyecto.

a. Conservación o mantenimiento rutinario

Es aquella conservación que se realiza como prevención al pavimento, de esta manera se busca mantener las condiciones una vez puesta en servicio después de la construcción. (ALCOCER, 2018)

Las acciones más trascendentales son:

- Eliminación de derroques menores
- Lavado de drenajes
- Resarcimiento de cunetas
- Reparación de baches en afirmado (S/N maquinaria)
- Parches en pavimento (S/N maquinaria)

b. Conservación o mantenimiento periódico

Son actividades que se realizan anualmente con la finalidad de evitar que aparezcan daños en las vías y mantener íntegra las características superficiales y estructurales del pavimento, también se podrían realizar trabajo de obras menores como drenajes o de reforzamiento de ser necesario. (ALCOCER, 2018)

Las acciones más comunes son:

- Restablecimiento de cunetas
- Escarificación de material de afirmado
- Rediseño de carpeta asfáltica en algunas zonas
- Baches o parchado

B. Rehabilitación

Es la acción que consiste en restituir a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que se edificó inicialmente, así como su nivel de servicio en cuanto a seguridad y comodidad se refiere. El pavimento

se puede rehabilitar tanto para la parte estructural o simplemente en la carpeta asfáltica. (ALCOCER, 2018)

a. Rehabilitación Superficial

Este tipo de rehabilitación permite solucionar problemas en los 10 cm superiores, problemas que tengan que ver con la degeneración del asfalto y con el agrietamiento originado por factores térmicos que se presentan en la superficie.

b. Rehabilitación Estructural

La rehabilitación estructural está referida a las capas de base y sub base conformadas en un pavimento las cuales debido a las cargas de los vehículos se deterioran con el paso de los años, es por ello que su objetivo es maximizar el valor de recuperación de esta capa existente. (ALCOCER, 2018)

C. Mejoramiento

Según el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial nos dice que el mejoramiento aumenta las particularidades técnicas y geométricas de las vías con diferenciaciones en el eje transversal o eje vertical, incremento de curvas y cambios en las particularidades de la zona de rodadura con relación al diseño inicial de la vía.

D. Reparación de emergencia

Consiste en reparar las fallas estructurales generadas por algún desastre natural, la cual deja una vía intransitable y es necesario dar soluciones rápidas y en el menor tiempo posible (ALCOCER, 2018)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación:

3.1.1 Tipo de Investigación: Investigación de tipo aplicada, debido a que se utilizó metodologías establecidas previamente, en este caso el PCI y VIZIR.

3.1.2 Diseño de Investigación: La investigación se encontró dentro del diseño no experimental - transaccional descriptivo.

3.2. Variables y operacionalización:

- **Variables:** Evaluación del estado del Pavimento

Variable independiente, dado que la variable en mención no se ve alterada por alguna otra variable en la investigación, de tipo cuantitativa ya que expresa sus características y puede ser medida a través de números, en este caso los rangos de clasificación del estado del pavimento.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: El proyecto de investigación fue el distrito de La Esperanza.

- **Criterios de inclusión:**

- Sector Wichanzao.
- Vías asfaltadas.
- Pavimentos mayores a 15 años de antigüedad.

- **Criterios de exclusión:**

- No se evaluaron áreas de vía que no pertenezcan al sector Wichanzao.
- Vías no asfaltadas.
- Pavimentos menores a 15 años de antigüedad.

Muestra:

La muestra de la investigación comprendió el Sector Wichanza la cual, se encontró delimitado entre la Avenida 1, Av. Indoamérica, Avenida José Gabriel Condorcanqui y calle José Sabogal. Esta zona se conformó de 38 calles, con una extensión total de 10010.05 metros.

Muestreo: No probabilístico – por conveniencia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas: observación y análisis documental.

Se utilizó la técnica de observación participativa directa, a través de la recolección de datos mediante fichas que permitió obtener la evaluación de las vías. Conjuntamente se aplicó la técnica de análisis documental para delimitar el área de estudio y las unidades de muestra a través del plano catastral obtenido de la municipalidad distrital de La Esperanza.

Instrumentos de recolección de datos: guía de observación. Informe resumen.

- ✓ Formatos de registro de datos (Fichas de recolección de datos Anexo 09 Y 10)
- ✓ Plano catastral del distrito de La Esperanza (Anexo 11)

3.5. Procedimientos:**a) Inspección Visual:**

Para ambos métodos el procedimiento inició con una inspección visual que nos permitió reconocer cada unidad de muestra a evaluar.

b) Registro de datos:

Se anotó los datos según la unidad de muestra en la que nos encontramos, así como las dimensiones de cada una de las fallas que están presente.

c) Reconocimiento de fallas:

Además, en los registros se anotó los tipos de fallas y reconocimos su nivel de severidad.

3.6. Método de análisis de datos:

El presente proyecto contiene una variable cuantitativa continua y los instrumentos que se emplearon fueron ábacos, fichas de recolección de datos, manual de carreteras para mantenimiento o conservación vial, asimismo el manual INVIAS para el método VIZIR y manual ASTM D 6433 para el método PCI, los cuales permitieron determinar valores de acuerdo a los datos obtenidos en campo y poder brindar las soluciones de intervención que se realizaron en las vías de estudio.

3.7. Aspectos éticos:

La presente investigación titulada “Determinación del estado del pavimento a través de los métodos PCI y VIZIR y propuesta de mejora Sector Pueblo Libre – La Esperanza”, se elaboró respetando los fundamentos éticos, con el fin de presentar de manera desinteresada un estudio comparativo que tenga como respuesta el método idóneo para evaluar pavimentos de tipo flexible, además de determinar el estado de la vía en estudio según nuestro criterio, basado en el análisis realizado por los autores de este proyecto respetando los datos reales obtenidos en campo y analizados según procedimientos de normas técnicas, logrando así manejar y presentar la investigación de forma impecable. Todos los datos presentados en esta investigación son reales y confiables, y pueden ser corroborados a través del panel fotográfico.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación de las unidades de muestra

Se logró identificar las unidades de muestras y fallas que se presentan en la zona de estudio a través del plano catastral del sector Wichanzaos (Anexo 11), también se puede apreciar con el plano de ubicación y de vías evaluadas (Anexo 18 y 19), además dicha distribución se puede observar en la imagen siguiente:

Tabla 1. Unidades de muestra para evaluación mediante el método PCI

Calle	Unidades de Muestra	Area (m2)
Avenida 1	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 7	230
	UM 8	230
Calle 1	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
Calle 2	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
Calle 3	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
Calle 4	UM 1	230
	UM 2	230
Avenida 2	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230

CALLE 11	UM 1	230
Calle 14	UM 1	230
	UM 2	230
Calle 15	UM 3	230
	UM 1	230
	UM 2	230
Calle 16	UM 3	230
	UM 1	230
	UM 2	230
Calle 17	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 1	230
	UM 2	230
Calle 18	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 1	230
Avenida 3	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 7	230
	UM 1	230
Avenida 4	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 7	230
	UM 8	230
	UM 9	230
Calle 19	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
Calle 20	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
Calle 21	UM 1	230

	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
Calle 22	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
Calle 23	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
Avenida 6	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
Calle 30	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 7	230
Avenida 7	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 7	230
	UM 8	230
Avenida Indoamerica	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 7	230
	UM 8	230
Avenida 5	UM 1	230

	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 7	230
	UM 8	230
	UM 9	230
	UM 10	230
	UM 11	230
	UM 12	230
	Calle 6	UM 1
UM 2		230
UM 3		230
UM 4		230
Calle 7	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
Calle 8	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 7	230
	UM 8	230
	UM 9	230
	UM 10	230
	UM 11	230
	UM 12	230
	UM 13	230
	UM 14	230
	UM 15	230
Calle 9	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 7	230
	UM 8	230
	UM 9	230

	UM 10	230
Calle 10	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 7	230
	UM 8	230
Avenida 11	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
CALLE 12	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
Avenida 13	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
Calle 13	UM 1	230
	UM 2	230
Calle 5	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
	UM 6	230
	UM 7	230
	UM 8	230
	UM 9	230
	UM 10	230
	UM 11	230
	UM 12	230
	UM 13	230
	UM 14	230
	UM 15	230
	UM 16	230
	UM 17	230
Calle 29	UM 1	230

	UM 2	230
Calle 28	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
	UM 5	230
Avenida 8	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230
	UM 4	230
Avenida 9	UM 1	230
	UM 2	230
	UM 3	230

En la tabla 1, se logra identificar las secciones de muestra para el análisis mediante la metodología PCI, las cuales son representadas por cada una de las calles del área en estudio, sumando un total de 38. En el caso de las unidades de muestra, se lograron obtener 210 en total.

Tabla 2. Unidades de muestra para evaluación mediante el método VIZIR

Calle	Unidades de Muestra	Área (m2)
Avenida 1	UM 1	700
	UM 2	700
	UM 3	700
	UM 4	686
Calle 1	UM 1	641
	UM 2	646
Calle 2	UM 1	804

	UM 2	272
Calle 3	UM 1	738
Calle 4	UM 1	522
Avenida 2	UM 1	700
	UM 2	700
	UM 3	700
	UM 4	686
Calle 14	UM 1	849
Calle 15	UM 1	646
Calle 16	UM 1	874
Calle 17	UM 1	532
	UM 2	479
Calle 18	UM 1	555
	UM 2	557

	UM 3	577
Avenida 3	UM 1	729
	UM 2	704
	UM 3	774
	UM 4	800
Avenida 4	UM 1	561
	UM 2	618
	UM 3	666
	UM 4	762
Calle 19	UM 1	806
Calle 20	UM 1	929
Calle 21	UM 1	630
	UM 2	594
	UM 3	332

Calle 22	UM 1	347
	UM 2	294
Calle 23	UM 1	722
Avenida 6	UM 1	747
	UM 2	781
	UM 3	614
Calle 30	UM 1	544
	UM 2	542
	UM 3	575
Avenida 7	UM 1	700
	UM 2	692
	UM 3	704
	UM 4	658
	UM 1	1094

Avenida Indoamérica		
	UM 2	1010
	UM 3	1168
	UM 4	945
Avenida 5	UM 1	685
	UM 2	680
	UM 3	716
	UM 4	505
	UM 5	667
	UM 6	667
Calle 6	UM 1	652
	UM 2	732
Calle 7	UM 1	657
Calle 8	UM 1	690
	UM 2	430

	UM 3	650
	UM 4	690
	UM 5	430
	UM 6	845
	UM 7	620
	Calle 9	UM 1
UM 2		750
UM 3		565
UM 4		507
UM 5		473
Calle 10	UM 1	546
	UM 2	424
	UM 3	550
	UM 4	492

Avenida 11	UM 1	672
	UM 2	653
	UM 3	752
Avenida 13	UM 1	653
	UM 2	722
Calle 13	UM 1	752
Calle 5	UM 1	648
	UM 2	646
	UM 3	646
	UM 4	646
	UM 5	700
	UM 6	656
	UM 7	567
	UM 8	555
	UM 9	620

Calle 29	UM 1	629
Calle 28	UM 1	516
	UM 2	860
	UM 3	516
Avenida 8	UM 1	684
	UM 2	436
Avenida 9	UM 1	834
Calle 11	UM 1	361
CALLE 12	UM 1	476
	UM 2	531

En la tabla 2, se logra identificar las secciones de muestra para el análisis mediante la metodología VIZIR, las cuales son representadas por cada una de las calles del área en estudio, sumando un total de 38. En el caso de las unidades de muestra, se lograron obtener 102 en total.

4.2. Análisis a través de la metodología PCI

La evaluación se hizo de acuerdo a la literatura expresada en el marco teórico en la cual menciona que las unidades de muestreo para el PCI son de cincuenta (50) metros, el ancho de la vía varía entre 4 y 8 metros debido a que en esta zona existen pasajes, calle y avenidas lo que hace la esta medida varía; así pues, para lograr el estudio de 10.000 m se establecieron 210 unidades de

muestreo. A continuación, se presentan las fallas encontradas en la zona de estudio y su respectiva unidad de medida:

Tabla 3. Tipo de fallas encontradas en la zona de estudio

TIPO DE DAÑO	UNIDAD DE MEDIDA
1. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2
2. BACHE (HUECO)	und
3. REPARACIONES O PARCHADOS	m2

De acuerdo a la tabla 3 podemos reconocer que dentro de nuestro estudio las fallas que se encontraron fueron reparaciones o parchados, baches o huecos y en su mayoría desprendimiento de agregados.

Como paso siguiente se presenta la gráfica en la que se puede reconocer que la mayoría de las unidades de muestreo indican un estado MUY BUENO.

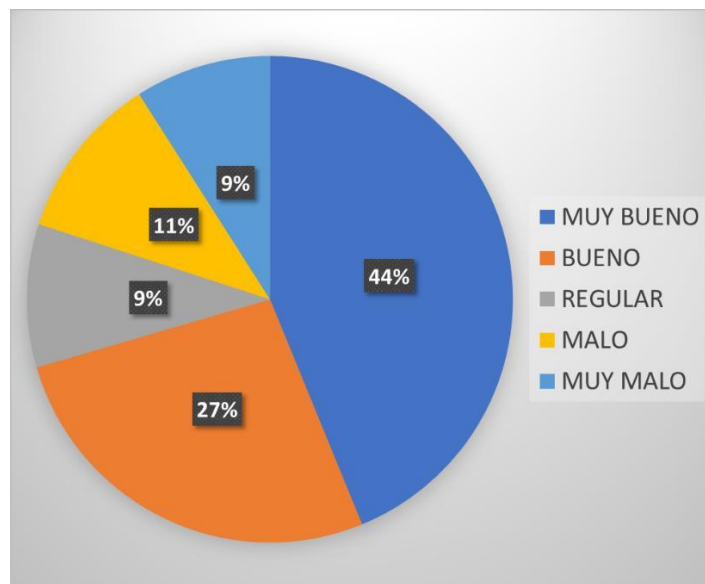


Figura 1. Estado del pavimento según PCI por unidad de muestra

En la figura 1, tenemos como resultado que el 44% de las secciones tuvieron un estado muy bueno, el 27% fueron de estado bueno, seguido por el 9% que corresponde a regular, en estado malo se encontró el 11% de las secciones y finalmente 9% que representa las secciones en estado malo.

En la tabla 4 se muestran las unidades de muestreo con sus respectivas clasificaciones según el método PCI.

Tabla 4. Consolidado de resultados según el método PCI

SECCION	UNIDAD DE MUESTRA	AREA	VALOR PCI	CLASIFICACION	VALOR POR SECCION	CLASIFICACION POR SECCION
AVENIDA 5	U1	230	85	MUY BUENO	72	MUY BUENO
	U2	230	78	MUY BUENO		
	U3	230	73	MUY BUENO		
	U4	230	80	MUY BUENO		
	U5	230	69	BUENO		
	U6	230	69	BUENO		
	U7	230	25	MUY MALO		
	U8	230	58	BUENO		
	U9	230	79	MUY BUENO		
	U10	230	85	MUY BUENO		
	U11	230	78	MUY BUENO		
	U12	230	80	MUY BUENO		
AVENIDA 7	U13	230	78	MUY BUENO	66	BUENO
	U14	230	76	MUY BUENO		
	U15	230	56	BUENO		
	U16	230	69	BUENO		
	U17	230	57	BUENO		
	U18	230	81	MUY BUENO		
	U19	230	64	BUENO		
AVENIDA 8	U20	230	49	REGULAR	82	MUY BUENO
	U21	230	85	MUY BUENO		
	U22	230	78	MUY BUENO		
	U23	230	79	MUY BUENO		
AVENIDA INDOAMERICANA	U24	230	85	MUY BUENO	68	BUENO
	U25	230	68	BUENO		
	U26	230	76	MUY BUENO		
	U27	230	66	BUENO		
	U28	230	66	BUENO		
	U29	230	69	BUENO		
	U30	230	66	BUENO		
	U31	230	69	BUENO		
AVENIDA 4	U32	230	67	BUENO	62	BUENO
	U33	230	74	MUY BUENO		
	U34	230	66	BUENO		
	U35	230	47	REGULAR		
	U36	230	83	MUY BUENO		
	U37	230	80	MUY BUENO		
	U38	230	78	MUY BUENO		
U39	230	82	MUY BUENO			
	U40	230	26	MALO		

	U41	230	22	MUY MALO		
AVENIDA 6	U42	230	47	REGULAR	73	BUENO
	U43	230	85	MUY BUENO		
	U44	230	85	MUY BUENO		
	U45	230	52	REGULAR		
	U46	230	85	MUY BUENO		
	U47	230	85	MUY BUENO		
AVENIDA 9	U48	230	85	MUY BUENO	85	MUY BUENO
	U49	230	85	MUY BUENO		
	U50	230	85	MUY BUENO		
CALLE 5	U51	230	58	BUENO	58	BUENO
	U52	230	58	BUENO		
	U53	230	58	BUENO		
	U54	230	58	BUENO		
	U55	230	58	BUENO		
	U56	230	58	BUENO		
	U57	230	58	BUENO		
	U58	230	35	MALO		
	U59	230	36	MALO		
	U60	230	20	MUY MALO		
	U61	230	24	MUY MALO		
	U62	230	34	MALO		
	U63	230	60	BUENO		
	U64	230	42	REGULAR		
	U65	230	80	MUY BUENO		
	U66	230	61	BUENO		
U67	230	28	MALO			
CALLE 19	U68	230	55	REGULAR	56	BUENO
	U69	230	72	MUY BUENO		
	U70	230	40	MALO		
CALLE 20	U71	230	78	MUY BUENO	70	BUENO
	U72	230	85	MUY BUENO		
	U73	230	47	REGULAR		
CALLE 21	U74	230	49	REGULAR	74	MUY BUENO
	U75	230	80	MUY BUENO		
	U76	230	85	MUY BUENO		
	U77	230	66	BUENO		
	U78	230	85	MUY BUENO		
	U79	230	78	MUY BUENO		
CALLE 22	U80	230	79	MUY BUENO	56	BUENO
	U81	230	40	MALO		
	U82	230	22	MUY MALO		
	U83	230	82	MUY BUENO		
CALLE 23	U84	230	85	MUY BUENO	76	MUY BUENO
	U85	230	59	BUENO		
	U86	230	85	MUY BUENO		

CALLE 28	U87	230	79	MUY BUENO	74	BUENO
	U88	230	79	MUY BUENO		
	U89	230	79	MUY BUENO		
	U90	230	85	MUY BUENO		
	U91	230	50	REGULAR		
CALLE 29	U92	230	85	MUY BUENO	66	BUENO
	U93	230	46	REGULAR		
CALLE 30	U94	230	84	MUY BUENO	59	BUENO
	U95	230	85	MUY BUENO		
	U96	230	56	BUENO		
	U97	230	58	BUENO		
	U98	230	80	MUY BUENO		
	U99	230	25	MUY MALO		
AVENIDA 1	U100	230	22	MUY MALO	19	MUY MALO
	U101	230	18	MUY MALO		
	U102	230	26	MALO		
	U103	230	18	MUY MALO		
	U104	230	18	MUY MALO		
	U105	230	18	MUY MALO		
	U106	230	18	MUY MALO		
	U107	230	18	MUY MALO		
AVENIDA 13	U108	230	18	MUY MALO	42	REGULAR
	U109	230	48	REGULAR		
	U110	230	31	MALO		
	U111	230	20	MUY MALO		
AVENIDA 11	U112	230	67	BUENO	59	BUENO
	U113	230	80	MUY BUENO		
	U114	230	58	BUENO		
	U115	230	63	BUENO		
	U116	230	48	REGULAR		
	U117	230	39	MALO		
CALLE 10	U118	230	61	BUENO	70	BUENO
	U119	230	69	BUENO		
	U120	230	47	REGULAR		
	U121	230	62	BUENO		
	U122	230	83	MUY BUENO		
	U123	230	67	BUENO		
	U124	230	67	BUENO		
	U125	230	82	MUY BUENO		
CALLE 9	U126	230	82	MUY BUENO	71	MUY BUENO
	U127	230	83	MUY BUENO		
	U128	230	83	MUY BUENO		
	U129	230	63	BUENO		
	U130	230	46	REGULAR		
	U131	230	39	MALO		
	U132	230	71	MUY BUENO		

	U133	230	82	MUY BUENO		
	U134	230	80	MUY BUENO		
	U135	230	79	MUY BUENO		
	U136	230	82	MUY BUENO		
CALLE 8	U137	230	22	MUY MALO	54	REGULAR
	U138	230	22	MUY MALO		
	U139	230	58	BUENO		
	U140	230	58	BUENO		
	U141	230	58	BUENO		
	U142	230	58	BUENO		
	U143	230	83	MUY BUENO		
	U144	230	49	REGULAR		
	U145	230	36	MALO		
	U146	230	72	MUY BUENO		
	U147	230	78	MUY BUENO		
	U148	230	78	MUY BUENO		
	U149	230	82	MUY BUENO		
	U150	230	38	MALO		
U151	230	25	MUY MALO			
CALLE 7	U152	230	36	MALO	35	MALO
	U153	230	39	MALO		
	U154	230	30	MALO		
CALLE 6	U155	230	30	MALO	38	MALO
	U156	230	27	MALO		
	U157	230	64	BUENO		
	U158	230	30	MALO		
CALLE 1	U159	230	46	REGULAR	41	REGULAR
	U160	230	48	REGULAR		
	U161	230	59	BUENO		
	U162	230	28	MALO		
	U163	230	24	MUY MALO		
CALLE 2	U164	230	56	BUENO	46	REGULAR
	U165	230	30	MALO		
	U166	230	52	REGULAR		
	U167	230	45	REGULAR		
CALLE 4	U168	230	58	BUENO	53	REGULAR
	U169	230	47	REGULAR		
CALLE 3	U170	230	58	BUENO	60	BUENO
	U171	230	40	MALO		
	U172	230	80	MUY BUENO		
AVENIDA 2	U173	230	82	MUY BUENO	82	MUY BUENO
	U174	230	82	MUY BUENO		
	U175	230	82	MUY BUENO		
	U176	230	82	MUY BUENO		
	U177	230	82	MUY BUENO		
	U178	230	82	MUY BUENO		

CALLE 13	U179	230	68	BUENO	68	BUENO
	U180	230	67	BUENO		
CALLE 12	U181	230	82	MUY BUENO	82	MUY BUENO
	U182	230	82	MUY BUENO		
	U183	230	82	MUY BUENO		
CALLE 14	U184	230	82	MUY BUENO	82	MUY BUENO
	U185	230	82	MUY BUENO		
	U186	230	82	MUY BUENO		
CALLE 15	U187	230	82	MUY BUENO	82	MUY BUENO
	U188	230	82	MUY BUENO		
	U189	230	82	MUY BUENO		
CALLE 16	U190	230	82	MUY BUENO	82	MUY BUENO
	U191	230	80	MUY BUENO		
	U192	230	82	MUY BUENO		
CALLE 17	U193	230	82	MUY BUENO	82	MUY BUENO
	U194	230	82	MUY BUENO		
	U195	230	82	MUY BUENO		
	U196	230	82	MUY BUENO		
CALLE 18	U197	230	82	MUY BUENO	72	MUY BUENO
	U198	230	58	BUENO		
	U199	230	66	BUENO		
	U200	230	59	BUENO		
	U201	230	82	MUY BUENO		
	U202	230	82	MUY BUENO		
CALLE 11	U203	230	82	MUY BUENO	82	MUY BUENO
AVENIDA 3	U204	230	26	MALO	63	BUENO
	U205	230	70	BUENO		
	U206	230	60	BUENO		
	U207	230	68	BUENO		
	U208	230	68	BUENO		
	U209	230	61	BUENO		
	U210	230	82	MUY BUENO		

Para lograr una identificación general del estado del área en estudio, en la tabla se adiciona dos columnas: “Valor por sección” y “Clasificación por sección”, las cuales nos brindan un resumen del estado por sección, facilitándonos así la determinación del estado general, lo cual se halla a través del promedio de los datos obtenidos en la penúltima columna.

En la tabla 4 se logra identificar que, de las 210 unidades de muestreo, 92 tienen una categorización MUY BUENO, 56 BUENO, 20 REGULAR, 23 MALO y solo 19 presentan un estado MUY MALO.

A partir de ello, en la tabla 5 se mostrará el estado actual de todo el sector Wichanza, el cual se obtuvo promediando los valores de las secciones evaluadas dando como resultado 65, el cual representa un estado de BUENO.

Tabla 5. Estado de la vía general según PCI

SECTOR WICHANZAO	PCI PROMEDIO	ESTADO	RANGO
	65	BUENO	55 - 70

Al obtenerse 65 como resultado general del estado de la vía, se procede a encontrar este número en la tabla de rangos, encontrándose entre el rango de 55-70 que representa un estado bueno.

4.3. Análisis a través de la metodología VIZIR

Para el estudio de los datos obtenidos en la inspección visual se evaluaron 100 unidades de muestra, para el sector Wichanza que consta con una extensión de vía de 10 km. A continuación, se mencionan los daños tipo A y B encontrados en esta evaluación:

Tabla 6. Tipos de fallas encontradas en la zona de estudio según el método VIZIR

TIPO DE DAÑOS	TIPO DE DAÑO	UNIDAD DE MEDIDA
TIPO A	BACHES	m2
TIPO B	PÉRDIDA DE LOS AGREGADOS	m2

De acuerdo a la tabla 6 podemos reconocer que dentro de nuestro estudio las fallas que se encontraron fueron baches y en su mayoría pérdida de los agregados.

A continuación, se presenta la figura 2 en la que se puede reconocer que la mayoría de las unidades de muestreo poseen un estado REGULAR, cabe resaltar que este porcentaje representa a la falla de tipo A puesto que las fallas de tipo B no influyen para la clasificación de esta metodología ya que los daños de este último tipo se identifican por su condición funcional y su origen se encuentra más bien en deficiencias constructivas.

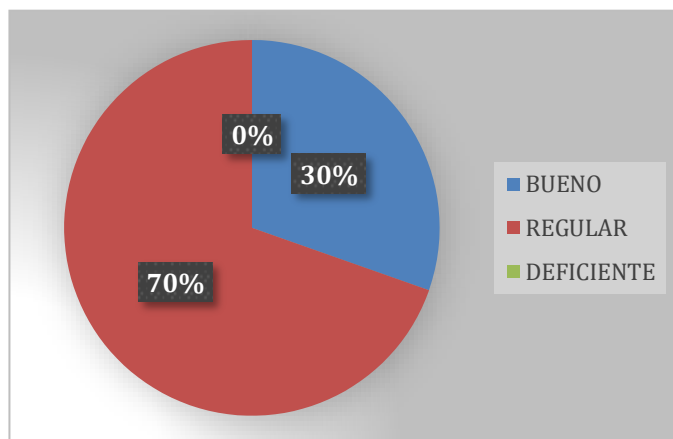


Figura 2. Estado del pavimento por unidad de muestra

Tabla 7. Consolidado de resultados según el método VIZIR

SECCIÓN	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA	VALOR VIZIR	CLASIFICACIÓN	VALOR POR SECCIÓN	CLASIFICACIÓN POR SECCIÓN
AVENIDA 4	U1	561	3	REGULAR	3	REGULAR
	U2	618	4	REGULAR		
	U3	666	3	REGULAR		
	U4	761	1	BUENO		
AVENIDA 6	U5	747	3	REGULAR	2	BUENO
	U6	781	3	REGULAR		
	U7	732	1	BUENO		
AVENIDA 7	U8	700	1	BUENO	3	REGULAR
	U9	692	3	REGULAR		
	U10	704	4	REGULAR		
	U11	658	3	REGULAR		
AVENIDA INDOAMERICA	U12	1094	3	REGULAR	3	REGULAR
	U13	1010	3	REGULAR		
	U14	1168	3	REGULAR		
	U15	946	3	REGULAR		
AVENIDA 5	U16	685	3	REGULAR	3	REGULAR
	U17	680	3	REGULAR		
	U18	717	3	REGULAR		
	U19	505	3	REGULAR		
	U20	667	3	REGULAR		
	U21	667	3	REGULAR		
AVENIDA 8	U22	684	3	REGULAR	3	REGULAR
	U23	436	3	REGULAR		
CALLE 19	U24	806	3	REGULAR	3	REGULAR
CALLE 20	U25	930	4	REGULAR	4	REGULAR
CALLE 21	U26	630	3	REGULAR	2	BUENO

	U27	594	1	BUENO		
	U28	332	3	REGULAR		
CALLE 22	U29	294	3	REGULAR	3	REGULAR
	U30	347	3	REGULAR		
AVENIDA 9	U31	833	1	BUENO	1	BUENO
CALLE 23	U32	723	3	REGULAR	3	REGULAR
CALLE 28	U33	516	3	REGULAR	2	BUENO
	U34	860	1	BUENO		
	U35	516	1	BUENO		
CALLE 30	U36	544	3	REGULAR	3	REGULAR
	U37	542	3	REGULAR		
	U38	576	3	REGULAR		
CALLE 8	U39	690	3	REGULAR	3	REGULAR
	U40	430	4	REGULAR		
	U41	690	4	REGULAR		
	U42	430	4	REGULAR		
	U43	650	1	BUENO		
	U44	845	1	BUENO		
	U45	621	1	BUENO		
AVENIDA 2	U46	700	4	REGULAR	2	BUENO
	U47	700	1	BUENO		
	U48	700	1	BUENO		
	U49	687	1	BUENO		
AVENIDA 13	U50	653	4	REGULAR	4	REGULAR
	U51	722	3	REGULAR		
AVENIDA 11	U52	672	3	BUENO	3	REGULAR
	U53	653	3	REGULAR		
	U54	753	3	REGULAR		
CALLE 10	U55	546	4	REGULAR	3	REGULAR
	U56	424	1	BUENO		
	U57	550	4	REGULAR		
	U58	493	4	REGULAR		
CALLE 9	U59	722	1	BUENO	3	REGULAR
	U60	750	4	REGULAR		
	U61	566	3	REGULAR		
	U62	507	3	REGULAR		
	U63	473	3	REGULAR		
CALLE 6	U64	652	4	REGULAR	3	REGULAR
	U65	733	3	REGULAR		
CALLE 7	U66	657	4	REGULAR	4	REGULAR
CALLE 1	U67	641	4	REGULAR	4	REGULAR
	U68	646	4	REGULAR		
CALLE 2	U69	804	4	REGULAR	1	BUENO
	U70	273	3	REGULAR		
CALLE 3	U71	739	4	REGULAR	4	REGULAR

CALLE 4	U72	522	4	REGULAR	4	REGULAR
AVENIDA 1	U73	700	1	BUENO	1	BUENO
	U74	700	1	BUENO		
	U75	700	1	BUENO		
	U76	687	1	BUENO		
AVENIDA 3	U77	729	4	REGULAR	3	REGULAR
	U78	774	3	REGULAR		
	U79	704	3	REGULAR		
	U80	800	3	REGULAR		
CALLE 5	U81	646	3	REGULAR	3	REGULAR
	U82	646	3	REGULAR		
	U83	656	3	REGULAR		
	U84	648	4	REGULAR		
	U85	646	4	REGULAR		
	U86	567	1	BUENO		
	U87	555	1	BUENO		
	U88	620	1	BUENO		
	U89	700	3	REGULAR		
CALLE 11	U90	361	1	BUENO	1	BUENO
CALLE 12	U91	476	1	BUENO	1	BUENO
	U92	531	1	BUENO		
CALLE 13	U93	752	3	REGULAR	3	REGULAR
CALLE 14	U94	849	1	BUENO	1	BUENO
CALLE 17	U95	531	1	BUENO	1	BUENO
	U96	479	1	BUENO		
CALLE 15	U97	646	1	BUENO	1	BUENO
CALLE 18	U98	555	3	REGULAR	3	REGULAR
	U99	557	3	REGULAR		
	U100	577	1	BUENO		
CALLE 16	U101	874	3	REGULAR	3	REGULAR
CALLE 29	U102	629	3	REGULAR	3	REGULAR

Para lograr una identificación general del estado del área en estudio, en la tabla se adiciona dos columnas: “Valor por sección” y “Clasificación por sección”, las cuales nos brindan un resumen del estado por sección, facilitándonos así la determinación del estado general, lo cual se halla a través del promedio de los datos obtenidos en la penúltima columna.

En la tabla 7 se logra identificar que, de las 102 unidades de muestreo, 31 tienen una categorización BUENO; mientras que, solo 71 tienen como categorización REGULAR.

COMPARACIÓN DE LAS DOS METODOLOGÍAS

A pesar de la diferencia entre los parámetros de ambas metodologías, los resultados en estos dos tipos de evaluaciones tienen cierta similitud, se tiene que en la metodología VIZIR que la severidad de los daños superficial es REGULAR, lo cual se ajusta con los resultados obtenidos a través de la metodología PCI la cual presenta daño superficial BUENO. Considerando que los porcentajes de clasificación son diferentes, aun así, ambos métodos de evaluación arrojaron resultados prácticamente iguales.

Tabla 8. Comparación de los rangos de clasificación entre los métodos PCI y VIZIR

100 - 85	EXCELENTE	BUENO	1 Y 2
85 - 70	MUY BUENO		
70 - 55	BUENO	REGULAR	3 Y 4
55 - 40	REGULAR		
40 - 25	MALO	DEFICIENTE	5, 6 Y 7
25 - 10	MUY MALO		
10 - 0	FALLADO		

4.4. Propuestas de mejora

Una vez realizada la evaluación del pavimento se puede brindar mejoras por cada sección (calles), puesto que el estado general del pavimento nos da una clasificación de BUENO este no representa a todas las calles ya que existen zonas donde el pavimento se encuentra en mal estado, es por eso que se brindan las siguientes propuestas de mejora:

- Av. 1, calle 6 y Calle 7 se necesita realizar un nuevo diseño de la carpeta asfáltica debido al mal estado de la vía en esta zona, puesto que su vida útil caducó.

Es por ello que a continuación se presentará un diseño para estas 5 calles en mal estado.

Para un diseño lo primero que se debe hacer es el cálculo del ESAL.

Cálculo de ESAL de Diseño

Esto se realizará con la cantidad de vehículos que circulan por las vías en estudio y con los factores de corrección, para este trabajo utilizamos los factores de corrección para vehículos livianos de 0.9368 y para vehículos pesado de 1.0427,

esto de acuerdo a las tablas de factores de corrección de vehículos por unidad de peaje promedio del ministerio de transportes y comunicaciones, el peaje escogido fue el de Chicama puesto que se encuentra más cerca de la zona de estudio, esto se podrá apreciar en el anexo 20 y 21.

Tabla 9. Índice Medio Diario

Día		Automóvil	Motos	Camionetas		Micro	Ómnibus			Camión		
				Camioneta	Combis		2E	3E	4E	2E	3E	4E
Sábado 02/07/2022	CONDORCANQUI - AV. 13	257	36	65	10	344	14	8	2	4	0	0
	Total	257	36	65	10	344	14	8	2	4	0	0
Domingo 03/07/2022	CONDORCANQUI - AV. 13	243	34	62	12	356	8	5	2	3	2	0
	Total	243	34	62	12	356	8	5	2	3	2	0
Lunes 04/07/2022	CONDORCANQUI - AV. 13	251	53	64	27	365	11	6	1	5	0	0
	Total	251	53	64	27	365	11	6	1	5	0	0
Martes 05/07/2022	CONDORCANQUI - AV. 13	257	48	68	23	348	13	7	1	3	0	0
	Total	257	48	68	23	348	13	7	1	3	0	0
Miércoles 06/07/2022	CONDORCANQUI - AV. 13	259	51	61	25	352	13	5	1	1	1	0
	Total	259	51	61	25	352	13	5	1	1	1	0
Jueves 07/07/2022	CONDORCANQUI - AV. 13	260	57	60	24	359	12	7	0	3	0	0
	Total	260	57	60	24	359	12	7	0	3	0	0
Viernes 08/07/2022	CONDORCANQUI - AV. 13	257	53	66	26	361	13	6	1	2	3	0
	Total	257	53	66	26	361	13	6	1	2	3	0
IMDs	CONDORCANQUI - AV. 13	254.9	47.4	63.7	21.0	355.0	12.0	6.3	1.1	3.0	0.9	0.0
	Total	254.9	47.4	63.7	21.0	355.0	12.0	6.3	1.1	3.0	0.9	0.0
IMDa	CONDORCANQUI - AV. 13	238.75	44.43	59.69	19.67	332.56	12.51	6.55	1.19	3.13	0.89	0.00
	Total	238.75	44.43	59.69	19.67	332.56	12.51	6.55	1.19	3.13	0.89	0.00
2022	Total vehículos	239.00	44.00	60	20	333	13	7	1	3	1	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. ESAL de diseño

Pavimento flexible		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	2.83 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesados	Fca	26.41
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido

Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50
Número de ejes equivalentes (ESAL)	ESAL	834 979

Fuente: *Elaboración propia*

Obteniendo el ESAL de para el diseño del pavimento se procederá a definir el tipo de tráfico que tendrá esta vía de acuerdo a la norma MTC. En este caso, nuestro tráfico se encuentra en el rango de 750,000 EE y 1`000,000 EE con una nomenclatura Tp 4, la cual se puede ver en el anexo 22.

CBR

Lo siguiente será categorizar la sub rasante, para esta investigación se obtuvo una CBR de 8% la cual se muestra en el Anexo 23, por lo tanto, la subrasante está definida como REGULAR ya que se encuentra en el intervalo de 6% y 10%

MR

El módulo de Resiliencia se calculará de acuerdo de una formular según el porcentaje de CBR obtenido, para nuestro caso utilizaremos la siguiente fórmula:

$$Mr = 2555 * CBR^{0.65}$$

Reemplazando el valor de CBR en la fórmula, obtenemos un valor de 9871.87 psi para la sub rasante.

Nivel de Confiabilidad

Ya habiendo obtenido los ejes equivalentes podremos escoger el nivel de confiabilidad que se encuentra en la tabla que se presenta a continuación.

Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750 001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15	>30'000,000		95%

Figura 3. Tabla de nivel de confiabilidad

Fuente: *Manual de Carretera*

Como se puede observar en la tabla el nivel de confiabilidad es de un 80% debido a que el tráfico es Tp4.

Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal

De la misma manera que se realizó en el apartado anterior, este coeficiente se obtendrá tomando en cuenta el tráfico obtenido en el ESAL.

Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750 001	1,000,000	-0.842

Figura 4. Desviación Estándar Normal

Fuente: *Manual de Carreteras*

Nuestro Zr como se puede observar en la imagen anterior es de -0.842

Desviación Estándar

En este asiento la norma nos dice que el S_o puede tener valores que van desde el 0.40 al 0.50, sin embargo, se recomienda utilizar el 0.45, por ende, nuestro S_o será el antes mencionado.

Índice de Servicialidad Presente

Este índice nos presenta dos tipos de servicios, uno inicial y el otro final, ambos se pueden hallar con el tráfico que hemos calculado con anterioridad.

Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	3.80

Figura 5. Índice de Servicialidad Inicial (Pi)

Fuente: *Manual de Carreteras*

Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00

Figura 6. Índice de Servicialidad Final (Pt)

Fuente: *Manual de Carreteras*

Como se pueden apreciar en las imágenes anteriores, hemos encontrado el P_i que simboliza la servicialidad inicial con un índice de 3.80 y el P_t que simboliza la servicialidad final con un índice de 2.00.

Seguidamente se calculará la variación de la servicialidad, esta se puede hallar del cuadro 12.12 del manual de carreteras o en su defecto se podría encontrar restando

el P_i y el P_t respectivamente; en este caso nosotros optamos por realizar la resta de estos valores y se obtuvo un valor de 1.80.

Una vez encontrados todos estos valores, se calculará el valor SN (Número Estructural Requerido), este se puede hallar con la siguiente fórmula:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Sin embargo, hoy en día existen programas como Microsoft Excel o el programa ecuación AASHTO 93, este último fue el que utilizamos para esta investigación, a continuación, se mostrará el resultado y se podrá apreciar los valores que fueron requeridos e introducidos en este programa.

Figura 7. Cálculo del número estructural

Fuente: *Elaboración Propia*

Como se puede apreciar en la imagen, los valores requeridos fueron:

- Desviación Estándar Normal (Z_r)
- Nivel de Confiabilidad
- Desviación Estándar (S_o)
- Los índices de serviciabilidad inicial y final
- El módulo de resiliencia (M_R)
- Diseño de Trafico ESAL que es lo mismo que W_{18}

Ya con el SN obtenido, pasaremos a obtener el valor del SNR, pero para esto es necesario obtener los coeficientes de drenaje para las capas base y sub base (m2 y m3); así mismo, se necesitan los coeficientes estructurales de la capa superficial, base y sub base (a1, a2, a3)

A continuación, se mostrará la tabla de la cual obtendremos los valores de los coeficientes estructurales.

CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a ₁	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a ₁	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a ₁	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a ₁	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			

Figura 8. Valor de Coeficiente Estructural a1

Fuente: *Manual de Carreteras*

BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico

Figura 9. Valor de Coeficiente Estructural a2

Fuente: *Manual de Carreteras*

SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Figura 10. Valor de Coeficiente Estructural a₃

Fuente: *Manual de Carreteras*

Como se puede apreciar en las imágenes anteriores pudimos obtener los valores de “a” para cada una de las bases y capa necesaria para hallar el número estructural propuesto.

Para hallar los valores de “m” se debe tener en cuenta las indicaciones brindadas en el manual de carreteras, la cual nos dice que el valor para drenaje que se asumirá será de “1” (Anexo 24).

Ya con todos los valores necesarios obtenidos pasaremos a evaluar el SNR necesario para el pavimento, esto se realiza con la siguiente fórmula:

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Finalmente nos faltaría encontrar los valores de “d” los cuales se podrían hacer por tanteo, sin embargo, como mencioné anteriormente existen programas para desarrollar de una manera más rápida y sencilla, para este caso utilizamos el programa Microsoft Excel.

Tabla 11. Valores de los coeficientes estructurales

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a ₁	a ₂	a ₃
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5' 000,000 EE	Capa de Subbase recomendada para Tráfico ≤ 15' 000,000 EE
0.170	0.052	0.047

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 12. Valores de drenaje

m2	m3
1	1

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 13. Comparación de los valores requeridos y resultantes

SNR (Requerido)	2.80	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	2.83	SI CUMPLE

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 14. Espesores de las capas del nuevo pavimento

d1	d2	d3
5 cm	20 cm	20 cm
Capa superficial	Base	Subbase

Fuente: *Elaboración propia*

En las imágenes anteriores se puede apreciar los valores de las “a” y las “m” que encontramos con anterioridad, en la tabla 13 se aprecia los SNR requerido de 2.80 y el resultante de 2.83 con esto se puede decir que los espesores de las capas son las adecuadas para este flujo de tránsito.

Finalmente podemos apreciar en la tabla 14 que las capas requeridas para el nuevo pavimento contendrán una sub base de 20cm, una base de 20 cm y una capa de 5 cm, sin embargo, las medidas de las capas se expresan en pulgadas es por ello que en la siguiente imagen se mostrará la conformación y los espesores del paquete estructural y capa de rodadura.

Figura 11. Espesores de la carpeta estructural y carpeta asfáltica



- Avenida 13, calle 8, calle 1, calle 2, calle 4 se propone realizar un parchado profundo en la zona de huecos puesto que estos tienen una profundidad variable entre 5 y 7 cm respecto al nivel de la pista, así mismo también se propone realizar un recapeo de 1" que servirá como una capa nivelante del asfalto, ya que muchas veces el parchado no queda al mismo nivel que la vía existente.

A continuación, se presenta el plan de mantenimiento para las fallas presentes en las calles en mención.

Tabla 15. Plan de mantenimiento para falla de bacheo profundo

PLAN DE MANTENIMIENTO		
Actividad: Parchado Profundo		
Propósito y criterio para ejecución		
Esta reparación de baches de gran profundidad requiere reemplazar el material de base para luego colocar material asfáltico de mezcla en frío, para restituir la carpeta asfáltica.		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad	
2	Barrer el área que se va dar mantenimiento o en defecto utilizar compresora de aire.	
3	Extraer el material suelto con una pala, pico u otros medios y encuadrando el área de trabajo	
4	Asegurarse que el área está seca	
5	Reponer la base granular extraída y compactarla	
6	Una vez correctamente compactada la base se pasará a imprimir de forma uniforme el área con mezcla bituminosa	
7	Se realizará colocará la mezcla en frío con palas, debido a que el área y la profundidad es extensa primero se deberá realizar una compactación manual.	
8	Compactar el área del bache con una compactadora tipo plancha	
9	Revisar el bache para asegurar que está nivelado y corregir en caso de ser sea necesario	
Personal	Equipo	Material a Utilizar
1. Capataz	6 camiones Volquetes	Mezcla asfáltica de rotura lenta
2. Operadores	1 compactadora Tipo Plancha o apisonador	Base granular (afirmado)
5 choferes	1 cortadora para Pavimento	Mezcla asfáltica en frío

7 peones

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 16. Plan de mantenimiento para nivelación de vía

PLAN DE MANTENIMIENTO		
Actividad: Recapeo de 1" con pavimentadora		
Propósito y criterio para ejecución		
Nivelar la carpeta de la zona de estudio debido a los desniveles presentes por parches utilitarios u otro desperfecto que presente la vía.		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad	
2	Limpiar la zona de trabajo c/ compresora de aire debido a la longitud de área de nivelar	
3	Asegurarse que el área está seca	
4	Imprimir de forma uniforme el área con mezcla bituminosa	
5	Se procede a colocar la mezcla asfáltica en caliente con la pavimentadora, verificando que la altura sea de 3 cm puesto que al momento de compactar está reducirá y se obtendrá los 2.54 cm requeridos.	
6	Continúa el Compactado con rodillo tandem	
7	Luego pasará la compactadora de neumáticos, en caso de quedar imperfecciones se deberá verter arena fina y dejar que la compactadora selle estos desperfectos	
Personal	Equipo	Material a Utilizar
1 capataz	4 camiones Volquetes por diarios	Mezcla asfáltica de rotura lenta
4 operadores	1 compactadora Tipo Plancha o apisonador	
3 choferes	1 cortadora para Pavimento	Mezcla asfáltica en caliente
2 peones	1 compresora de Aire	

Fuente: *Elaboración propia*

- Finalmente, para las calles restantes se propone realizar un parchado superficial y un recapeo de 1" para nivelar la vía. De la misma manera que en el punto anterior se presentará el plan de mantenimiento para las calles restantes.

Tabla 17. Plan de mantenimiento para falla de bacheo

PLAN DE MANTENIMIENTO		
Actividad: Parchado Superficial		
Propósito y criterio para ejecución		
Esta reparación de baches pequeños que no requieren reemplazar el material de base, con material asfáltico de mezcla en frío, para restituir la carpeta asfáltica.		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad	
2	Barrer el área que se va dar mantenimiento	
3	Extraer el material suelto con una pala, pico u otros medios y encuadrando el área de trabajo	
4	Asegurarse que el área está seca	
5	Imprimir de forma uniforme el área con mezcla bituminosa	
6	Colocar la mezcla en frío con palas. Si el área a ver bacheada es muy grande las capas no deben exceder los 5 cm de espesor, y se debe apisonar de forma manual	
7	Realizar la nivelación de la mezcla con palas y rastrillo	
8	Compactar el bacheo luego con una compactadora o apisonador	
9	Revisar el bache para asegurar que está nivelado y corregir en caso de ser sea necesario	
Personal	Equipo	Material a Utilizar
1 capataz	3 camiones Volquetes	Mezcla asfáltica de rotura lenta
2 operadores	1 compactadora Tipo Plancha o apisonador	
3 choferes	1 cortadora para Pavimento	Mezcla asfáltica en frío
5 peones		

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 18. Plan de mantenimiento para falla de desprendimiento de agregado

PLAN DE MANTENIMIENTO		
Actividad: Recapeo de 1" con pavimentadora		
Propósito y criterio para ejecución		
Devolver el espesor de la carpeta asfáltica debido a la pérdida de agregado por el paso del tiempo, esta medida se toma en reemplazo del slurry seal puesto que el trabajo antes mencionado no tendrá el mismo impacto ya que la pérdida de carpeta es amplia.		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad	
2	Limpiar la zona de trabajo c/ compresora de aire debido a la longitud de área de nivelar	
3	Asegurarse que el área está seca	
4	Imprimir de forma uniforme el área con mezcla bituminosa	
5	Se procede a colocar la mezcla asfáltica en caliente con la pavimentadora, verificando que la altura sea de 3 cm puesto que al momento de compactar está reducirá y se obtendrá los 2.54 cm requeridos.	
6	Continúa el Compactado con rodillo tandem	
7	Luego pasará la compactadora de neumáticos, en caso de quedar imperfecciones se deberá verter arena fina y dejar que la compactadora selle estos desperfectos	
Personal	Equipo	Material a Utilizar
1 capataz	4 camiones Volquetes por diarios	Mezcla asfáltica de rotura lenta
4 operadores	1 compactadora Tipo Plancha o apisonador	Arena Fina
3 choferes	1 cortadora para Pavimento	Mezcla asfáltica en caliente
2 peones	1 compresora de Aire	

Fuente: *Elaboración propia*

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al objetivo planteado en segundo lugar, se buscó determinar la condición superficial del pavimento mediante el método PCI; arrojando un resultado numérico que asciende a 65, el cual tiene una clasificación de BUENO; esto difiere del estudio realizado por Vásquez (2018) donde obtuvo una condición REGULAR para el PCI con un valor de 43.92. Se sabe que el PCI indica numéricamente la etapa superficial de la vía proporcionando una medida que se basa en fallas analizadas de manera visual en las superficies de las vías. Es posible que el valor encontrado por Vásquez se deba a que el tramo evaluado presentaba más daño que los tramos estudiados en el presente estudio.

Según el tercer objetivo planteado, se buscó determinar el estado del pavimento mediante el método VIZIR, obteniendo un rango REGULAR según los daños superficiales del pavimento evaluado. Este resultado es similar al estudio realizado por Valer (2019) el cual obtuvo REGULAR mediante el método VIZIR. Dicho método nos da una idea del estado superficial del pavimento para el momento en el que se realiza el estudio e identifica la calidad de este en tres niveles de defectos. Estos tres niveles de defectos nos permiten determinar la naturaleza y los tipos de trabajos requeridos. Los resultados mostrados son de alcance superficial, es posible que los resultados puedan variar si en estudios posteriores se llegara a evaluar daños estructurales.

Como último objetivo se buscó brindar propuestas de solución al estado en el que se encuentra el pavimento. Debido a los resultados obtenidos en la evaluación del pavimento podemos dar una solución de mejora que permita optimizar la calidad del tránsito vehicular y así mismo la calidad de vida de los pobladores de esta zona, para Patarroyo (2019) en su tesis, menciona que el daño obtenido en su investigación para el método VIZIR fue de GRAVE por tal motivo recomendó un nuevo diseño para la vía, sin embargo, en nuestra investigación se propusieron dos tipos de intervenciones, la primera fue un nuevo diseño para las avenidas 1, de igual manera para las calles 6 y 7, como segunda propuesta se sugirió el mantenimiento en el resto de vía, para ello se propuso un plan de mantenimiento para cada una de las fallas presentes en las

vías restantes. Cabe mencionar que al obtener una clasificación numérica de 3 es probable que esta condición pueda empeorar con el transcurso de los años, es por ello que el mantenimiento debe realizarse lo antes posible. Al igual que el presente estudio; Parra (2018), consideró que se necesitaba técnicas de mantenimiento más no de rehabilitación en las vías evaluadas, esto debido a que su resultado también tuvo una clasificación de REGULAR.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logró determinar las unidades de muestra y así mismo las fallas presentes en las vías estudiadas, esto nos ayudó a poder agilizar el procesamiento de datos y tener una idea más clara del estado general del pavimento para poder realizar la evaluación a través de cada metodología.
2. El tramo de diez kilómetros en las vías del sector Wichanza, se evaluó a través de las metodologías PCI y VIZIR establecidas para su estudio, tuvo como resultado una clasificación medianamente favorable y en general similares, el resultado obtenido con el PCI fue de sesenta y cuatro (64), valor que lo cataloga como un estado BUENO y el resultado obtenido mediante VIZIR fue de (3), valor que lo encasilla en la clasificación REGULAR.

Se concluye que los principales daños en las vías evaluadas fueron los baches y desprendimiento de agregado; sin embargo, se debe tener en consideración que las causas para estos tipos de daño son múltiples, pero dentro de las más comunes que se pueden mencionar se encuentra el desgaste del pavimento asfáltico por el tiempo que ha pasado desde su construcción y el crecimiento poblacional en el sector de estudio.

Los resultados en el proceso de análisis lograron demostrar que ambas metodologías cuentan con efectividad en cuanto a su desarrollo, muestra de ello es la obtención de resultados similares que indican un estado regular en la vía estudiada, deduciendo así que los daños son de consideración moderada.

Analizando de manera más minuciosa ambas metodologías, podemos asegurar que el método de PCI es más completo, dado que abarca en su estudio la totalidad de los daños, considerando así tanto daños estructurales como funcionales. Ahora, si hablamos en cuanto a los niveles de clasificación, esta presenta un rango más amplio (0-100) y más niveles de clasificación (7), los cuales nos permiten obtener un resultado más certero de los tramos evaluados. Analizando a fondo cada una de las dos metodologías se observa que la Metodología PCI es más

completa pues como se enunció anteriormente abarca la totalidad de los daños. Sin embargo, se puede decir que el PCI requiere de un análisis más técnico y tedioso, debido al uso de gráficas diferentes por cada tipo de daño para determinar el valor deducido y la posterior iteración que se debe realizar para obtener el máximo valor deducido por tramo.

Por otro lado, VIZIR es una metodología más simple de desarrollar debido a la simplicidad de su análisis, lo cual forma una desventaja en la evaluación pues no se estaría analizando los daños funcionales los cuales pueden ser muy altos y al no tenerlos en cuenta podrían dar interpretaciones y resultados diferentes.

3. Finalmente dando respuesta a nuestro último objetivo específico podemos decir que la debido al aumento de tránsito en ciertas calles evaluadas se necesita un nuevo diseño, el cual se puede apreciar en los resultados de esta investigación, también se propuso un mantenimiento puesto que el resultado de la mayoría de calles no es desfavorable. Sin embargo, como se presenta en los resultados se debe tener en cuenta las clasificaciones por calles y no en general.

VII. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados conseguidos se recomienda realizar un parchado superficial y profundo según sea el caso en los baches encontrados en las vías, para posteriormente realizar un recapeo de 1" con mezcla asfáltica en caliente el cual servirá para poder uniformizar la vía, por otro lado para la falla de desprendimiento de agregado se recomienda realizar un recapeo de 1" puesto que las pistas de este sector tienen muchos años sin haber recibido un mantenimiento lo cual ha generado que la capa de la carpeta se ha reducido en gran medida, dado que su principal daño es el desprendimiento de agregado y los baches, pudiendo decir que la severidad del daño encontrado es baja y que el estado de la vía es BUENA en su mayoría.

Así mismo se recomienda realizar un estudio más a profundidad en las calles 6, 7 y la avenida 1 puesto que estas tienen una clasificación que varía entre MALA y MUY MALA.

Por lo antes mencionado se pide brindar este mantenimiento lo antes posible, si bien es cierto que el estado de la mayoría de las calles es bueno, el permitir que la vía se siga deteriorando implicaría un mantenimiento mayor o incluso una restauración total del pavimento, lo cual implicaría mayor gasto económico y tiempo para su reconstrucción.

A su vez se recomienda a la Municipalidad de La Esperanza tomar en consideración la presente investigación y los resultados obtenidos según las unidades de muestra, puesto que existen calles con severidad ALTA. Así mismo se incita a poder realizar un nuevo estudio a nivel de la carpeta estructural del pavimento objeto de investigación de la presente tesis.

REFERENCIAS

AMAYA, Andrés y ROJAS, Efraín. Análisis comparativo entre metodologías vizir y pci para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá. Tesis (Ingeniero civil). Bogotá : Universidad Santo Tomás, 2017. 158 pp.

ANDRADE, Alexis. Mejora de la gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos en la ciudad de Valencia a través de la predicción de su deterioro. Tesis (Máster en Ingeniería de Caminos). España : Unniversidad politécnica de Valencia, 2018. 81 pp.

Appraisal of Road Pavement Evaluation Methods. [en línea]. Engineering Science and Technology Review, 2019 [fecha de consulta: 05 de mayo de 2022].

Disponible en <http://www.jestr.org/downloads/Volume12Issue6/fulltext201262019.pdf>

AVALIAÇÃO DO ESTADO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL USANDO O MÉTODO PCI DA RODOVIA PORTO AEROPORTO (SEÇÃO II). [en línea]. Dominio de las ciencias, 2020 [Fecha de consulta 12 de mayo de 2020].

Disponible en <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1163/html>

CAICEDO, Carlos. Diseño de un pavimento articulado con adoquines compuestos por reciclados de concreto como agregado fino y cenizas provenientes del bagazo de la caña de azúcar como reemplazo parcial del cemento Portland. Tesis (Ingeniero civil). Cali : Pontífica Universidad Javeriana, 2016.

COARI, Edgar. Aplicación de la metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la Av. Aviación de la ciudad de Juliaca en el 2017. Tesis (Ingeniero civil). Juliaca : Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2017. 203 pp.

CORIPUNA, Carlos. 2019. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO, UTILIZANDO EL MÉTODO PCI CON EL SOFTWARE EVALPAV, EN LAS AVENIDAS EL TRÉBOL, VENUS Y MANUEL GONZALES PRADA (KM 0+000 - 2+383) DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS. Tesis (Ingeniero civil). Lima : Universidad San Martín de Porres, 2019. 264 pp.

ORTIZ, Elizabeth. EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA BAÑOS DEL INCALLACANORA UTILIZANDO LOS MÉTODOS DE ÍNDICE DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO Y VIZIR. Tesis (Ingeniero civil). Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 196 pp.

ESPINOZA, Dania. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE PAVIMENTOS FLEXIBLES VIAL Y AEROPORTUARIO CONSIDERANDO EL ANÁLISIS Y REESTRUCTURACIÓN DE PESAS DE SOBRECARGA EQUIVALENTE EN ENSAYOS DE CBR PARA SUBRASANTE DE SUELOS GRANULARES EN LA CIUDAD DE AREQUIPA. Tesis (Ingeniero civil). Arequipa : Universidad Católica de Santa María, 2019. 434 pp.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Estado de la superficie de rodadura. Red Vial Nacional Oficial. s.l., Perú: Diciembre de 2019.

GAYTAN, Kevin. PROPUESTA ESTRATÉGICA DE INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, APLICANDO LA METODOLOGÍA VIZIR, EN LA AVENIDA PERÚ, TRAMO AVENIDA AMERICA – AVENIDA ESPAÑA, DE LA CIUDAD DE TRUJILLO – 2021. Tesis (Ingeniero civil). Trujillo : Universidad privada del norte, 2021. 171 pp.

GUEVARA, Richard. Evaluación del pavimento flexible mediante métodos del PCI y VIZIR en el tramo de la carretera de Monsefú-Puerto Eten. Tesis (Ingeniero civil). Chiclayo : Universidad César Vallejo, 2019. 170 pp.

HARINSSON, Steven. EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS MÉTODO VIZIR EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y POSIBLES TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 8+500 HASTA EL KM 9+000 DE LA VÍA IBAGUÉ– ROVIRA, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA. Tesis (Ingeniero civil). Ibagué : Universidad cooperativa de Colombia, 2019. 144 pp.

RONDON, Hugo y Reyes, Fredy. Pavimento, Materiales, Construcción y Diseño. Bogotá : Ecoe Ediciones, 2015.

INVIAS. Guía de Metodología para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfáltico de carreteras.

IVELLISE, Tineo. EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO APLICANDO LOS MÉTODOS PCI Y VIZIR PARA PROPONER ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO – AV. CANTO GRANDE. Tesis (Ingeniero civil). Perú : Universidad Ricardo Palma, 2019. 312 pp.

VILLEGAS, Elizabeth. Evaluación superficial mediante el método VIZIR para mejorar el pavimento flexible de la carretera Celendín-Balsas, Cajamarca-2020. Tesis (Ingeniero civil) .Cajamarca : Universidad César Vallejo, 2020. 69 pp.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de carreteras, mantenimiento o conservación vial. Lima : s.n., 2016.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de carreteras, suelos, geología y pavimentos. Lima : s.n., 2013.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Reglamento Nacional de Vehículos. Lima : s.n., 2020.

American Association of State Transportation Highway Officials. Diseño de estructuras de Pavimentos. 1993

ASTM D-6433-03. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. Pensilvania - USA: ASTM. 2003

MURGA, Christian y ZERPA, Roger. DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LOS MÉTODOS DEL PCI Y VIZIR EN LA AVENIDA COSTA RICA Y PROLONGACIÓN CÉSAR VALLEJO, TRUJILLO. Tesis (Ingeniero civil). Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2019. 188 pp.

NÚÑEZ, Yomel. Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizado sobre capas de refuerzo en la avenida Todos los Santos de la ciudad de Chota. Tesis (Ingeniero civil). Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 152 pp.

LEGUÍA, Paola y PACHECO, Hans. EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN

Y MIGUEL GRAU (HUACHO-HUARA-LIMA). Tesis (Ingeniero civil) Lima : Universidad San Martín de Porres, 2016. 174 pp.

PARRA, Ingrid. 2018. PROCEDIMIENTO ESTRATÉGICO PARA LA DETECCIÓN DE DAÑOS EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ MEDIANTE LAS METODOLOGÍAS VIZIR Y PCI. Tesis (Ingeniero civil). Colombia : Universidad Piloto de Colombia, 2018. 126 pp.

PATORROYO, Harrinsson. EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS MÉTODO VIZIR EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y POSIBLES TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 8+500 HASTA EL KM 9+000 DE LA VÍA IBAGUÉ– ROVIRA, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA. Tesis (Ingeniero civil). Colombia : Universidad Cooperativa de Colombia, 2019. 144 pp.

RUIZ, Diego. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN PCI A PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA LOCALIDAD DE ENGATIVÁ. Trabajo de grado (Especialista en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá : Universidad Militar Nueva Granada, 2019. 47 pp.

TACZA, Erica y RODRÍGUEZ, Braulio. EVALUACIÓN DE FALLAS MEDIANTE EL MÉTODO PCI Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN PARA MEJORAR LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL CARRIL SEGREGADO DEL CORREDOR JAVIER PRADO. Tesis (Ingeniero civil). Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018. 117 pp.

VÁSQUEZ, Alex. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS CALLES DEL SECTOR SANTA ROSA DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA UTILIZANDO LOS MÉTODOS DE ÍNDICE DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) Y VIZIR. Tesis (Ingeniero civil). Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2020. 196 pp.

VEGA, Daniel. DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA CARRETERA DE ACCESO AL NUEVO PUERTO DE YURIMAGUAS (KM 1+000 A 2+000). Tesis (Ingeniero civil). Yurimaguas : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. 128 pp.

ANEXOS

ANEXO 01- Cronograma de ejecución de proyecto de investigación

	Meses - 2021					Meses - 2022						
	Ago.	Set	Oct	Nov	Dic	Ene.	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Direccionamiento para la preparación de I PI												
Identificación del objetivo de estudio y problema de investigación												
Elaboración del marco teórico y precedentes del PI												
Gestiar la justificación, hipótesis y objetivos de la investigación.												
Plantear las variables y su ope racionalización												
Abordar el tipo de diseño												
Escoger la población y muestra escenario y sujetos de estudio												
Prepara r las técnicas e instrumentos de obtención de datos.												
Presentación el primer informe del proyecto de investigación.												
Describe los métodos de análisis y aspectos administrativos. Aspectos éticos												
Estructura Aspectos Administrativos y e labora referencias												
Prese nta el proyecto de investigación y levanta las observaciones.												
Mostra r el proyecto de investigación.												
Expone r el proyecto de investigación sine mores.												
Expone r el informe final del PI.												
Expone r el informe final del PI.												
Visitas a Campo												
Estudio de la Metodología PCI												
Estudio de la Metodología VIZIR												
Procesamiento de tados Obtenidos												
Comparación de ambos metodos según sus resultados												
Redacción de los resultados de la investigación												
Revisión de los avances del Proyecto de investigación												
Tumiting no mayor al 25%												
Presentación de la segunda mitad del proyecto de investigación.												
Redacción de las conclusiones y recomendaciones del PI												
Exposición final del Proyecto de Investigación completo												

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 02 - Deterioros del pavimento Tipo A según VIZIR

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Ahuellamiento	AH	m
Depresiones o hundimientos longitudinales	DL	m
Depresiones o hundimientos transversales	DT	m
Fisuras longitudinales por fatiga	FLT	m
Fisuras piel de cocodrilo	FPC	m
Bacheos y parcheos	B	m

Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, INVIAS.

ANEXO 03 - Deterioros del pavimento Tipo B según VIZIR

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Fisura longitudinal de junta de construcción	FLJ	m
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	m
Fisuras de contracción térmica	FCT	m
Fisuras parabólicas	FP	m
Fisura de borde	FB	m
Ojos de pescado	O	m
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	m
Pérdida de la película ligante	PL	m
Pérdida de los agregados	PA	m
Descascaramiento	D	m ²
Pulimiento de los agregados	PU	m
Exudación	EX	m
Afloramiento de mortero	AM	m
Afloramiento de agua	AA	m

Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m
Escalonamiento entre calzada y berma	ECB	m
Erosión de las bermas	EB	m
Segregación	S	m

Fuente: *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, INVIAS.*

ANEXO 04 - Tipo A: Niveles de gravedad según los deterioros de Vizir

NOMBRE DEL DESPERFECTO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	1	2	3
Ahuellamiento y demás deformaciones estructurales.	Poco importante, con profundidad no mayor a 20 mm	Deformación importante. Hundimiento localizado o ahuellamiento. Mayores a 20 mm y menos de 40 mm.	Deformaciones que afectan a los usuarios con respecto a su comodidad y seguridad, profundidad mayor a 40 mm.
Fisuras longitudinales por fatiga	Finas fisuras no mayores a 6 milímetros.	Fisuras ya expuestas y en ocasiones ramificadas.	Fisuras demasiado ramificadas y/o expuestas.
Piel de cocodrilo	No presenta pérdida de materiales, mallas superiores de 500	Mallas densas con pequeñas pérdidas de material y formación de ojos de pescado,	Mallas con grietas demasiado abiertas, densas, menores de 200 mm,

	milímetros con fisura fina.	menores de 500 mm	presentan pérdida de materiales ocasional o generalizada.
Bacheos y parcheos	Intervención de superficie ligada a deterioros de tipo B.	Intervenciones ligadas a deterioros de Tipo A	
		Conducta satisfactoria a la reparación	Aparición de fallas en las zonas reparadas

Fuente: *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, INVIAS.*

ANEXO 05 - Tipo B: Niveles de gravedad según los deterioros de Vizir

NOMBRE DEL DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	1	2	3
Fisura longitudinal de junta de construcción	Única, menor a 6 mm	Menor o igual a 6 mm sin desprendimiento o fina ramificada	Menor o igual a 6 milímetros con desprendimiento o ramificada
Fisuras de contracción térmica	Fisura menor a 6 milímetros.	Ancha menor o igual a 6 milímetros sin desprendimiento o fina con derrumbe o fisuras ramificadas.	Ancha menor o igual a 6 milímetros con desprendimiento
Fisuras parabólicas	Fisuras delgadas menores a 6 milímetros.	Anchas menores o iguales a 6 mm sin	Anchas menores o iguales a 6 mm con

		presentar desprendimientos	presencia de desprendimientos
Fisura de borde	Finas menores a 6 mm	Amplias, menores o iguales a 6 mm sin presentar desprendimientos	Anchas menores o equivalentes a 6 mm con presencia de desprendimientos
Abultamientos	Altura menor a 20 mm	Altura entre 20 y 40 milímetro	Altura mayor a 40 mm
Ojos de pescado	Profundidad en mm	≤ 25 > 25	>25
	Área en m2	≤ 0.8 >0.8 ≤0.8	>0.8
Pulimentos agregados	<10%	≥10% a <50%	>50%
Exudación	Puntual, en un área específica	Constante sobre los caminos por donde transitan las ruedas del vehículo	Constante y muy acentuado en distintas áreas.
Afloramientos: -De agua -De mortero	Localizados y poco perceptibles	Fuerte	Muy fuerte
Desintegración de las orillas del pavimento	Principio de la desintegración en algunas zonas.	La calzada fue afectada en un ancho de 500 mm o mayor.	Erosión extrema
Escalonamiento entre calzada y berma	Desnivel entre 10 y 50 mm	Desnivel entre 50 y 100 mm	Desnivel mayor a 100 mm
Erosión de las bermas	Erosión incipiente	Erosión profunda	Erosión peligrosa
Segregación	<10%	≥10% a <50%	>50%

Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, INVIAS

ANEXO 06 - Simbología para el registro de deterioros en el pavimento flexible

Ahuellamiento		Pérdida de película de ligante	
Depresiones o hundimiento longitudinal		Pérdida de agregado	
Depresiones o hundimiento transversal		Descascaramiento	
Fisuras piel de cocodrilo		Pulimento de agregados	
Bacheos y parcheos		Exudación	
Fisuras longitudinales de junta de construcción		Afloramiento de mortero	
Fisuras transversal de junta de construcción		Afloramiento de agua	
Fisura de contracción térmica		Desintegración de los bordes del pavimento	
Fisuras parabólicas		Escalonamiento entre calzada y berma	
Fisuras de borde		Erosión de bermas	
Ojos de pescado		Segregación	
Abultamiento o desplazamiento de la mezcla			

Fuente: *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, INVIAS.*

ANEXO 07- Intervención en base a rangos de PCI

Rango	Acción de Mantenimiento
85 - 100	Mantenimiento Rutinario
70 - 85	
55 - 70	Mantenimiento Periódico
40 - 55	
25 - 40	Rehabilitación
10 - 25	Construcción
0 -10	

Fuente: *Elaboración Propia en base a la norma ASTM D6433-07 (2007)*

ANEXO 08 – Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES		ESCALA DE MEDICIÓN
EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO	La evaluación de pavimentos consiste en un estudio en el cual se presenta el estado en que se halla la estructura y superficie del pavimento.	Sirve para poder adoptar las medidas adecuadas de conservación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil del pavimento.	Evaluación según el método PCI	0-10	Fallado	ESCALA NOMINAL
				10-25	Muy malo	
				25-40	Malo	
				40-55	Regular	
				55-70	Bueno	
				70-85	Muy bueno	
				85-100	Excelente	
			Evaluación según el método VIZIR	1-2	Bueno	
				3-4	Regular	
				5-7	Malo	

Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO 09 - Hoja de registro de fallas en el pavimento según PCI

MÉTODO PCI					ESQUEMA				
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>				
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: _____			Sección: _____			Unidad de muestra: _____			
Ejecutor: _____			Fecha: _____			Área: _____			
1. Piel de cocodrilo		3. Deformación por deficiencia estructural			5. Reparaciones o parchado		7. Huecos (baches)		
2. Fisuras Longitudinales		4. Ahuellamiento			6. Peladura y desprendimientos		8. Fisura transversales		
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	

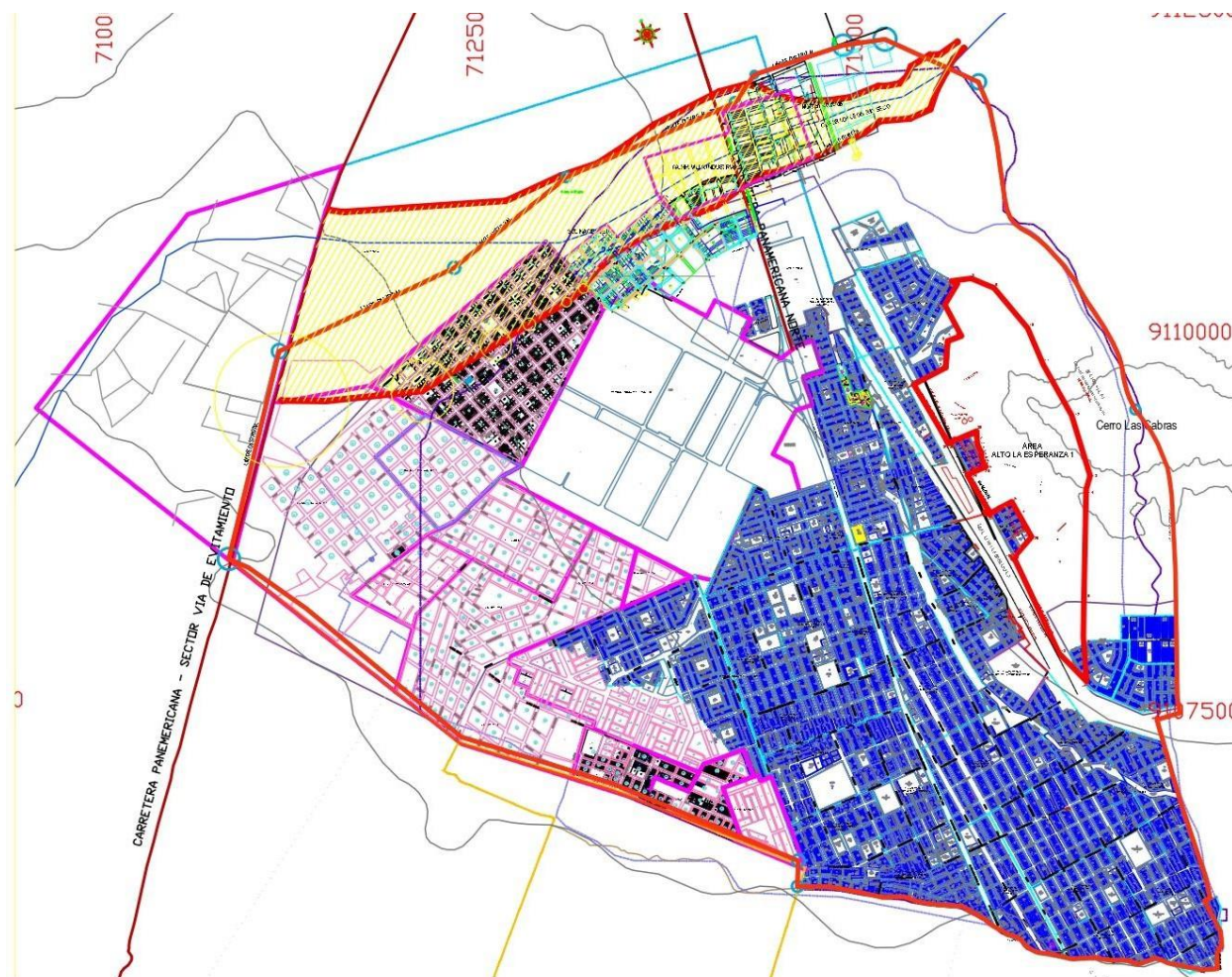
Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO 10 - Hoja de registro de fallas en el pavimento VIZIR

HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR									
VÍA A INSPECCIONAR:									
SECCIÓN:									
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:		100							
ANCHO DE VÍA:		0							
ÁREA DE LA UNIDAD DE MUESTRA		0							
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTRO	REGISTRO FOTOGRÁFICO POR FALLA	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	If/Id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)		

Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO 11 – Plano catastral del Distrito de La Esperanza



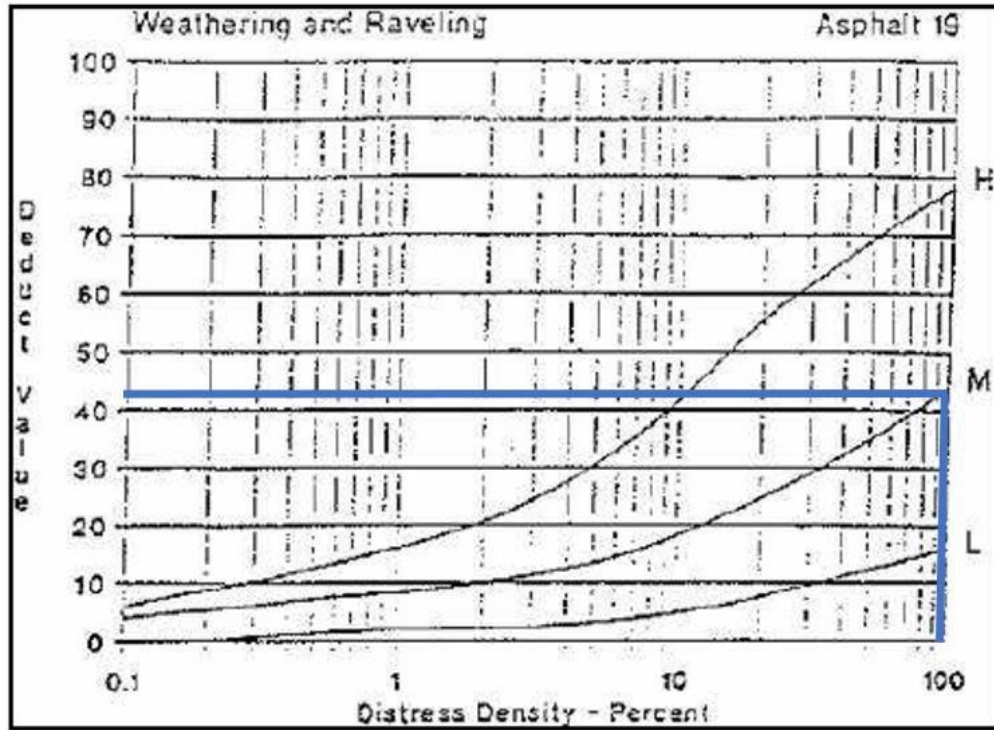
Fuente: Municipalidad de La Esperanza

ANEXO 12 - Hoja de registro de fallas en el pavimento - Sección 1 - UM 7 - PCI

MÉTODO PCI					ESQUEMA 50				
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Avenida 5			Sección: 1		Unidad de muestra: 7				
Ejecutor: Pretel Cruz Jason Miguel			Fecha: 13/05/2022		Área: 333.50				
1. Piel de cocodrilo		3. Deformación por deficiencia estructural			5. Reparaciones o parchado		7. Huecos (baches)		
2. Fisuras Longitudinales		4. Ahuellamiento			6. Peladura y desprendimientos		8. Fisura transversales		
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
6M	333.04					333.04	99.86	42	
7M	0.08	0.091	0.036			3.00	0.90	30	
7H	0.25					1.00	0.30	31	

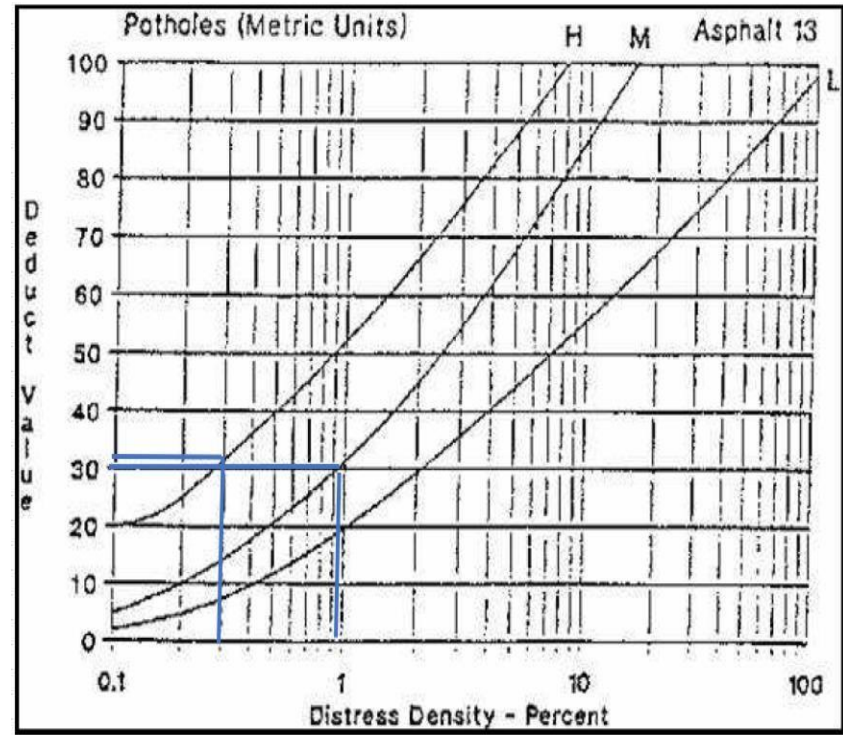
Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO 13 – Ábaco de peladura y desprendimiento para hallar valor deducido - PCI



Fuente: Manual PCI

ANEXO 14 – Ábaco de baches para hallar valor deducido - PCI



Fuente: Manual PCI

ANEXO 15 - Cálculo del índice de clasificación según PCI en sección 1 - UM 7

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	42	31	10.2						83.2	3	54
2	42	31	2						75	2	55
3	42	2	2						46	1	47
4											
5											
6											
7											
8											
9											

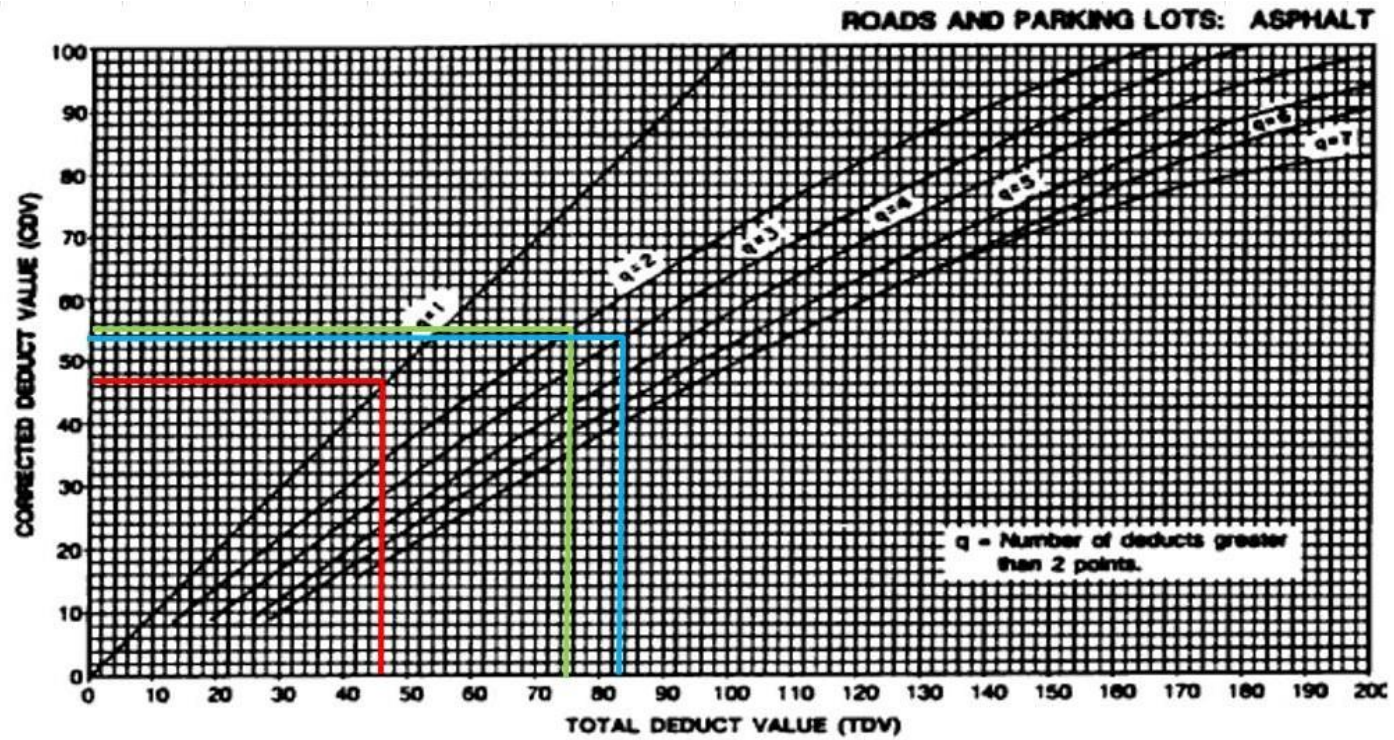
Max CDV= 55

PCI= 45

Rating= **REGULAR**

Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO 16 – Ábaco para hallar valores corregidos deducidos - PCI

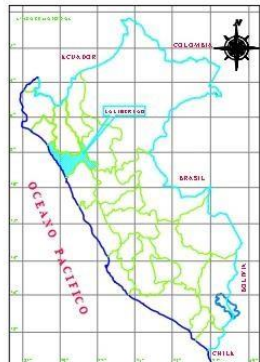
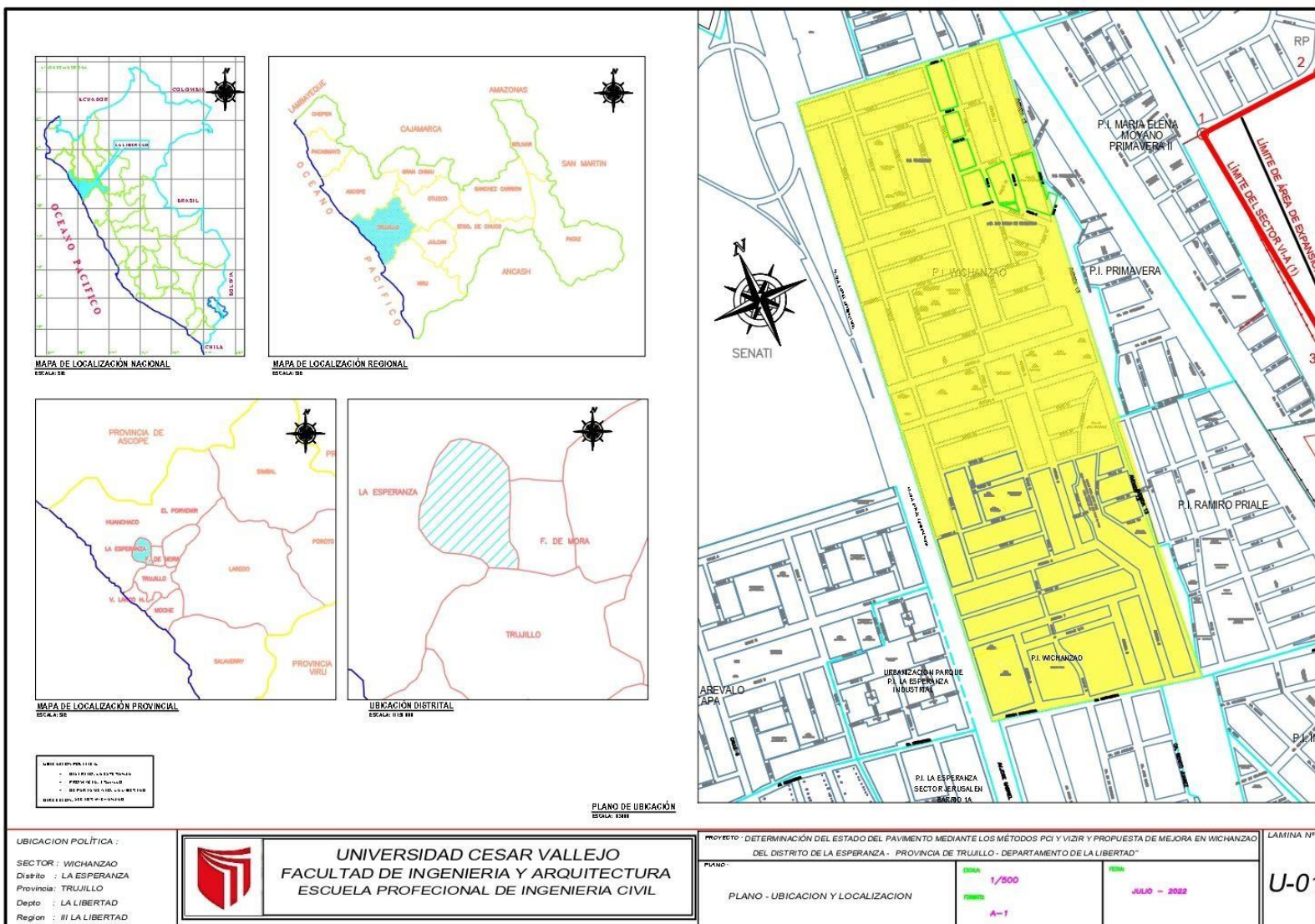


Anexo 17 - Hoja de registro visual de fallas - VIZIR - Sección 1

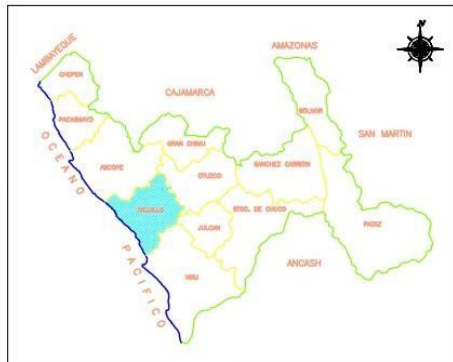
HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR											
VÍA A INSPECCIONAR:			AVENIDA 1								
SECCIÓN:			1								
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:			100								
ANCHO DE VÍA:			6.9								
ÁREA DE LA UNIDAD DE MUESTRA			690								
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTRO	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	if	id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %	IS	CLASIFICACIÓN
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)				
	B	3	3		0.5	0.5		0.25	0.04	4	REGULAR
	B	3	3		0.2	0.2		0.04	0.01		
	B	3	3		6.8	0.4		2.72	0.39		
	B	3	3		0.22	0.35		0.077	0.01		
	B	3	3		0.85	0.5		0.425	0.06		
	B	3	3		0.46	0.33		0.1518	0.02		
	B	3	3		0.4	1.3		0.52	0.08		
	B	3	3		2.7	0.56		1.512	0.22		
	B	3	3		1	0.7		0.7	0.10		
	B	3	3		1.75	1.3		2.275	0.33		
	B	3	3		6.5	4		26	3.77		
	B	3	3		3	2.44		7.32	1.06		
	PU	1	0		ÁREA =			648.01	93.91%		

3 0

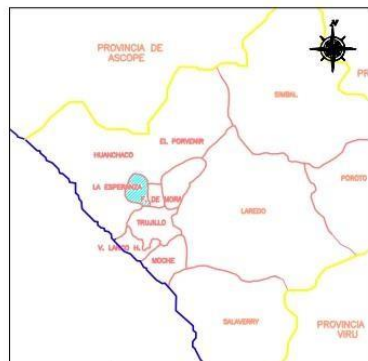
ANEXO 18 – Plano de Ubicación del Área Evaluada



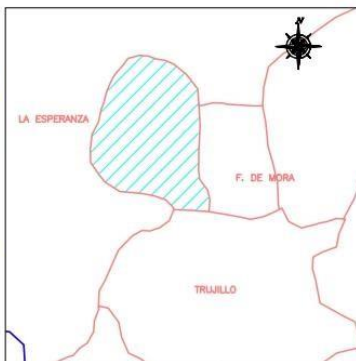
MAPA DE LOCALIZACIÓN NACIONAL
ESCALA: 1:500,000



MAPA DE LOCALIZACIÓN REGIONAL
ESCALA: 1:100,000



MAPA DE LOCALIZACIÓN PROVINCIAL
ESCALA: 1:50,000



UBICACIÓN DISTRIITAL
ESCALA: 1:10,000

- UBICACIÓN POLÍTICA:
- DISTRITO DE WICHANZAO
 - PROVINCIA DE TRUJILLO
 - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
 - REPUBLICA DEL PERU

PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA: 1:500

UBICACION POLÍTICA :
SECTOR : WICHANZAO
Distrito : LA ESPERANZA
Provincia : TRUJILLO
Depto : LA LIBERTAD
Region : III LA LIBERTAD

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

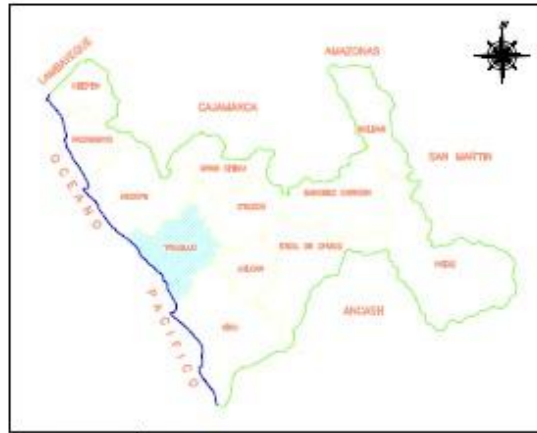
PROYECTO : DETERMINACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO MEDIANTE LOS MÉTODOS PCI Y VIBR Y PROPUESTA DE MEJORA EN WICHANZAO DEL DISTRITO DE LA ESPERANZA - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

PLANO : UBICACION Y LOCALIZACION	ESCALA : 1/500 FECHA : A-1	MES : JULIO - 2022
----------------------------------	-------------------------------	--------------------

LAMINA Nº
U-01



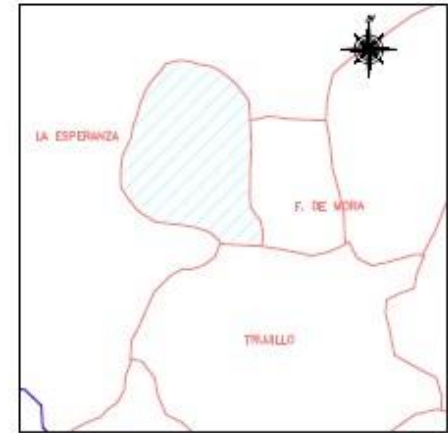
MAPA DE LOCALIZACIÓN NACIONAL
ESCALA 1:100 000



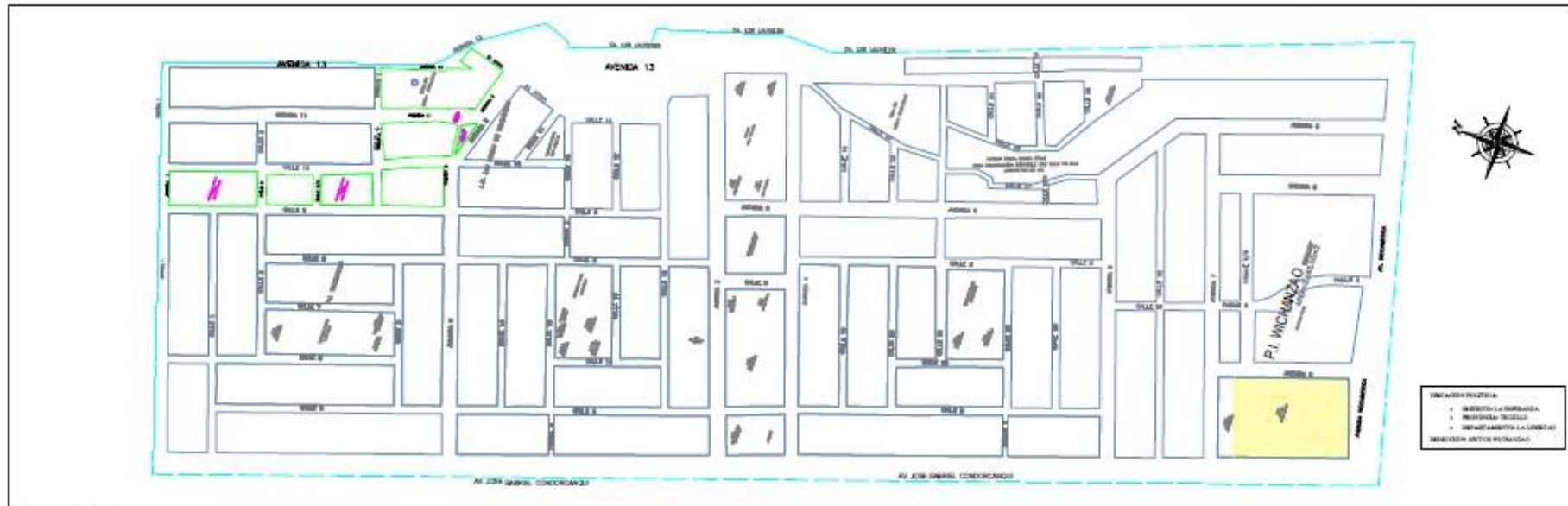
MAPA DE LOCALIZACIÓN REGIONAL
ESCALA 1:50 000



MAPA DE LOCALIZACIÓN PROVINCIAL
ESCALA 1:10 000



UBICACIÓN DISTRITAL
ESCALA 1:5000



PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA 1:500

- UBICACIÓN POLÍTICA:
- DISTRITO LA ESPERANZA
 - PROVINCIA ASCOPE
 - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
 - REGIÓN ANTOCORONADO

UBICACIÓN POLÍTICA:
SECTOR : MICHANZAO
Distrito : LA ESPERANZA
Provincia: TRUJILLO
Depto. : LA LIBERTAD
Región : III LA LIBERTAD



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO MEDIANTE LOS MÉTODOS PCI Y VIZIR Y PROPUESTA DE MEJORA EN MICHANZAO DEL DISTRITO DE LA ESPERANZA - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

PLANO:

PLANO - VÍAS DE LA ZONA DE TRABAJO

ESCALA: 1/500
FECHA: A-1

FECHA: JULIO - 2022

LAMINA N°

U-02

ANEXO 20 – Factor de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje

Nº	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9666	0.8835	1.0000	
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000	
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000	
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000	
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000	
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000	
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000	
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000	
14	CHICAMA	0.9991	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.04	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000	
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000	
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9316	0.9316	0.9615	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000	
17	CHULLUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0684	0.6549	1.0000	
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7796	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000	
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9186	0.9672	1.0218	1.0000	
22	DESUDIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000	
23	DESUDIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000	
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	0.9938	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000	
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000	
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000	
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2688	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000	
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9830	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886	1.0000	
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000	
31	ILO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1826	0.9369	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000	

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

ANEXO 21 – Factor de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO N° 1.1 B

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000	
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000	
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000	
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0000	
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000	
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000	
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9675	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000	
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000	
10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9691	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9669	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000	
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0483	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000	
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0511	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000	
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000	
17	CHULLUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000	
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9756	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000	
21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000	
22	DESUDIO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	1.0000	
23	DESUDIO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000	
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000	
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9958	0.9754	0.9592	0.8049	1.0000	

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

ANEXO 22 – Número de repeticiones acumuladas por ejes equivalentes

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras

ANEXO 23 – Estudio de mecánica de Suelos para obtener el CBR

8.2 DETERMINACIÓN NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO

Utilizamos el método AASHTO 93 y la norma de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, hallar el número estructural mínimo requerido para el diseño del pavimento flexible.

Utilizamos un valor de módulo resiliente del 9,697.87 propuesto por la norma para un CBR% de la subrasante del 8%, además que la confiabilidad para un pavimento con tráfico pesado del tipo 7 es del 85%.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. Key parameters and results are as follows:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 80 % Zr=0.841, So = 0.45
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 3.8, PSI final = 2
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 9671.87 psi
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W18
- W18 =** 834979
- Número Estructural:** SN = 2.80

Below the software window is a signature and stamp of Edwin W. Delgado Florian, Ing. Civil, Reg. CIP 86217, Jefe de Laboratorio. The footer contains contact information for CECAPED Ingeniería S.A.S., including email (suelos@cecapedingeneria.edu.pe), website (www.cecapedingeneria.edu.pe), and address (Urb. Covicortí Mz.i Lote 13 - Trujillo) with phone numbers (946 227 318, 996 968 817) and a toll-free number (044) 698604.

ANEXO 24 – Factor de drenaje sugerido por el manual de carreteras

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Insuficiente	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Insuficiente	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

Los valores de las **Cuadro 12.14 y 12.15** son rangos referenciales, los valores puntuales deben ser demostrados en función a las características del material de Base o Subbase.

Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento del presente Manual, el coeficiente de drenaje para las capas de base y subbase, asumido fue de 1.00.

En función a los parámetros requeridos por AASHTO y especificados en los cuadros anteriores, se han determinado los diferentes Números Estructurales requeridos, para cada rango de tráfico expresado en ejes equivalentes (EE) y rango de tipo de suelos, según se presenta en gráfico y cuadro siguientes:

Fuente: Manual de carreteras

ANEXO 25 – Censo vehicular del día sábado 02 de julio del 2022

PERIODO HORAS		Automóvil	Motos	Camionetas		Micro	Omnibus			Camion			Total	%
inicio	fin			Camioneta	Combis		2E	3E	4E	2E	3E	4E		
12:00 a. m.	1:00 a. m.	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1.22%	
1:00 a. m.	2:00 a. m.	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13	1.76%	
2:00 a. m.	3:00 a. m.	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1.35%	
3:00 a. m.	4:00 a. m.	6	0	2	0	0	1	0	0	0	0	9	1.22%	
4:00 a. m.	5:00 a. m.	10	3	2	0	15	0	0	0	1	0	31	4.19%	
5:00 a. m.	6:00 a. m.	8	1	3	1	23	2	0	0	0	0	38	5.14%	
6:00 a. m.	7:00 a. m.	12	0	2	0	21	0	1	0	0	0	36	4.86%	
7:00 a. m.	8:00 a. m.	10	4	5	2	19	0	1	1	0	0	42	5.68%	
8:00 a. m.	9:00 a. m.	8	1	6	0	15	1	0	0	0	0	31	4.19%	
9:00 a. m.	10:00 a. m.	12	3	5	3	16	0	1	0	1	0	41	5.54%	
10:00 a. m.	11:00 a. m.	13	0	3	0	18	1	1	0	0	0	36	4.86%	
11:00 a. m.	12:00 p. m.	20	5	4	1	17	0	0	1	0	0	48	6.49%	
12:00 p. m.	1:00 p. m.	15	7	5	0	19	3	2	0	0	0	51	6.89%	
1:00 p. m.	2:00 p. m.	15	1	3	1	17	0	0	0	0	0	37	5.00%	
2:00 p. m.	3:00 p. m.	13	0	5	0	22	0	1	0	1	0	42	5.68%	
3:00 p. m.	4:00 p. m.	15	0	4	1	19	2	0	0	0	0	41	5.54%	
4:00 p. m.	5:00 p. m.	16	1	3	0	21	1	1	0	0	0	43	5.81%	
5:00 p. m.	6:00 p. m.	16	2	3	1	18	1	0	0	0	0	41	5.54%	
6:00 p. m.	7:00 p. m.	10	0	2	0	19	0	0	0	0	0	31	4.19%	
7:00 p. m.	8:00 p. m.	9	1	3	0	20	2	0	0	1	0	36	4.86%	
8:00 p. m.	9:00 p. m.	6	0	1	0	21	0	0	0	0	0	28	3.78%	
9:00 p. m.	10:00 p. m.	7	0	1	0	24	0	0	0	0	0	32	4.32%	
10:00 p. m.	11:00 p. m.	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8	1.08%	
11:00 p. m.	12:00 a. m.	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0.81%	
TOTAL		257	36	65	10	344	14	8	2	4	0	0	740	100.00%
%		34.73%	4.86%	8.78%	1.35%	46.49%	1.89%	1.08%	0.27%	0.54%	0.00%	0.00%		

ANEXO 26 – Conteo vehicular del día domingo 03 de julio del 2022

PERIODO HORAS		Automóvil	Motos	Camionetas		Micro	Omnibus			Camion			Total	%
inicio	fin			Camioneta	Combis		2E	3E	4E	2E	3E	4E		
12:00 a. m.	1:00 a. m.	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1.24%
1:00 a. m.	2:00 a. m.	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1.79%
2:00 a. m.	3:00 a. m.	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1.38%
3:00 a. m.	4:00 a. m.	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.10%
4:00 a. m.	5:00 a. m.	10	3	2	0	15	0	0	0	0	0	0	30	4.13%
5:00 a. m.	6:00 a. m.	8	1	3	1	23	1	0	0	0	0	0	37	5.09%
6:00 a. m.	7:00 a. m.	9	0	2	0	21	0	1	0	0	0	0	33	4.54%
7:00 a. m.	8:00 a. m.	10	4	5	1	21	0	1	0	0	0	0	42	5.78%
8:00 a. m.	9:00 a. m.	8	1	6	0	15	1	0	0	0	0	0	31	4.26%
9:00 a. m.	10:00 a. m.	12	3	5	3	16	0	1	1	1	0	0	42	5.78%
10:00 a. m.	11:00 a. m.	13	0	3	0	20	1	1	0	0	1	0	39	5.36%
11:00 a. m.	12:00 p. m.	14	5	4	2	19	0	0	0	0	0	0	44	6.05%
12:00 p. m.	1:00 p. m.	10	5	2	0	19	1	0	0	0	0	0	37	5.09%
1:00 p. m.	2:00 p. m.	15	1	3	2	18	0	0	0	0	0	0	39	5.36%
2:00 p. m.	3:00 p. m.	13	0	5	0	22	0	0	1	1	0	0	42	5.78%
3:00 p. m.	4:00 p. m.	15	0	4	2	18	2	0	0	0	1	0	42	5.78%
4:00 p. m.	5:00 p. m.	16	1	3	0	21	1	1	0	0	0	0	43	5.91%
5:00 p. m.	6:00 p. m.	16	2	3	1	20	1	0	0	0	0	0	43	5.91%
6:00 p. m.	7:00 p. m.	10	0	2	0	23	0	0	0	0	0	0	35	4.81%
7:00 p. m.	8:00 p. m.	9	1	3	0	20	0	0	0	0	1	0	34	4.68%
8:00 p. m.	9:00 p. m.	6	0	1	0	21	0	0	0	0	0	0	28	3.85%
9:00 p. m.	10:00 p. m.	7	0	1	0	24	0	0	0	0	0	0	32	4.40%
10:00 p. m.	11:00 p. m.	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.10%
11:00 p. m.	12:00 a. m.	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.83%
TOTAL		243	34	62	12	356	8	5	2	3	2	0	727	100.00%
%		33.43%	4.68%	8.53%	1.65%	48.97%	1.10%	0.69%	0.28%	0.41%	0.28%	0.00%		

ANEXO 27– Conteo vehicular del día lunes 04 de julio del 2022

PERIODO HORAS		Automóvil	Motos	Camionetas		Micro	Omnibus			Camion			Total	%
				Camioneta	Combis		2E	3E	4E	2E	3E	4E		
inicio	fin													
12:00 a. m.	1:00 a. m.	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1.15%
1:00 a. m.	2:00 a. m.	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1.66%
2:00 a. m.	3:00 a. m.	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1.28%
3:00 a. m.	4:00 a. m.	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1.02%
4:00 a. m.	5:00 a. m.	10	3	3	0	15	0	0	0	0	0	0	31	3.96%
5:00 a. m.	6:00 a. m.	11	2	3	0	23	1	0	0	0	0	0	40	5.11%
6:00 a. m.	7:00 a. m.	11	3	2	3	21	0	1	0	1	0	0	42	5.36%
7:00 a. m.	8:00 a. m.	10	4	5	2	21	0	1	0	0	0	0	43	5.49%
8:00 a. m.	9:00 a. m.	13	2	6	3	18	1	0	0	0	0	0	43	5.49%
9:00 a. m.	10:00 a. m.	12	3	5	2	16	0	1	0	1	0	0	40	5.11%
10:00 a. m.	11:00 a. m.	13	3	3	1	21	2	1	0	0	0	0	44	5.62%
11:00 a. m.	12:00 p. m.	14	5	4	4	23	1	0	0	1	0	0	52	6.64%
12:00 p. m.	1:00 p. m.	11	5	2	3	20	1	0	1	0	0	0	43	5.49%
1:00 p. m.	2:00 p. m.	12	3	3	2	18	1	1	0	0	0	0	40	5.11%
2:00 p. m.	3:00 p. m.	13	2	5	3	22	0	0	0	1	0	0	46	5.87%
3:00 p. m.	4:00 p. m.	15	5	4	2	18	2	0	0	0	0	0	46	5.87%
4:00 p. m.	5:00 p. m.	16	3	3	1	21	1	1	0	0	0	0	46	5.87%
5:00 p. m.	6:00 p. m.	16	2	3	1	20	1	0	0	0	0	0	43	5.49%
6:00 p. m.	7:00 p. m.	10	0	2	0	23	0	0	0	0	0	0	35	4.47%
7:00 p. m.	8:00 p. m.	9	1	3	0	20	0	0	0	1	0	0	34	4.34%
8:00 p. m.	9:00 p. m.	6	0	2	0	21	0	0	0	0	0	0	29	3.70%
9:00 p. m.	10:00 p. m.	7	0	2	0	24	0	0	0	0	0	0	33	4.21%
10:00 p. m.	11:00 p. m.	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.89%
11:00 p. m.	12:00 a. m.	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.77%
TOTAL		251	53	64	27	365	11	6	1	5	0	0	783	100.00%
%		32.06%	6.77%	8.17%	3.45%	46.62%	1.40%	0.77%	0.13%	0.64%	0.00%	0.00%		

ANEXO 28– Conteo vehicular del día martes 05 de julio del 2022

PERIODO HORAS		Automóvil	Motos	Camionetas		Micro	Omnibus			Camion			Total	%
inicio	fin			Camioneta	Combis		2E	3E	4E	2E	3E	4E		
12:00 a. m.	1:00 a. m.	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1.17%
1:00 a. m.	2:00 a. m.	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1.69%
2:00 a. m.	3:00 a. m.	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1.82%
3:00 a. m.	4:00 a. m.	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1.30%
4:00 a. m.	5:00 a. m.	10	3	3	0	15	0	0	0	0	0	0	31	4.04%
5:00 a. m.	6:00 a. m.	11	0	3	0	19	1	0	0	0	0	0	34	4.43%
6:00 a. m.	7:00 a. m.	11	3	2	3	20	0	1	0	1	0	0	41	5.34%
7:00 a. m.	8:00 a. m.	10	4	5	2	21	0	1	0	0	0	0	43	5.60%
8:00 a. m.	9:00 a. m.	13	2	6	1	18	1	0	0	0	0	0	41	5.34%
9:00 a. m.	10:00 a. m.	12	3	5	2	16	1	1	0	0	0	0	40	5.21%
10:00 a. m.	11:00 a. m.	13	3	3	1	21	2	1	0	0	0	0	44	5.73%
11:00 a. m.	12:00 p. m.	14	5	4	4	20	1	1	0	1	0	0	50	6.51%
12:00 p. m.	1:00 p. m.	11	5	3	3	20	1	0	1	0	0	0	44	5.73%
1:00 p. m.	2:00 p. m.	12	3	4	2	18	1	1	0	0	0	0	41	5.34%
2:00 p. m.	3:00 p. m.	13	2	5	1	22	1	0	0	1	0	0	45	5.86%
3:00 p. m.	4:00 p. m.	15	5	4	2	18	2	0	0	0	0	0	46	5.99%
4:00 p. m.	5:00 p. m.	16	0	3	1	19	1	1	0	0	0	0	41	5.34%
5:00 p. m.	6:00 p. m.	16	2	3	1	20	1	0	0	0	0	0	43	5.60%
6:00 p. m.	7:00 p. m.	10	0	2	0	19	0	0	0	0	0	0	31	4.04%
7:00 p. m.	8:00 p. m.	9	1	3	0	20	0	0	0	0	0	0	33	4.30%
8:00 p. m.	9:00 p. m.	6	0	4	0	21	0	0	0	0	0	0	31	4.04%
9:00 p. m.	10:00 p. m.	7	0	2	0	21	0	0	0	0	0	0	30	3.91%
10:00 p. m.	11:00 p. m.	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.91%
11:00 p. m.	12:00 a. m.	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.78%
TOTAL		257	48	68	23	348	13	7	1	3	0	0	768	100.00%
%		33.46%	6.25%	8.85%	2.99%	45.31%	1.69%	0.91%	0.13%	0.39%	0.00%	0.00%		

ANEXO 29– Conteo vehicular del día miércoles 06 de julio del 2022

PERIODO HORAS		Automóvil	Motos	Camionetas		Micro	Omnibus			Camion			Total	%
				Camioneta	Combis		2E	3E	4E	2E	3E	4E		
inicio	fin													
12:00 a. m.	1:00 a. m.	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1.17%
1:00 a. m.	2:00 a. m.	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.56%
2:00 a. m.	3:00 a. m.	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1.82%
3:00 a. m.	4:00 a. m.	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1.30%
4:00 a. m.	5:00 a. m.	10	3	3	2	15	0	0	0	0	0	0	33	4.29%
5:00 a. m.	6:00 a. m.	11	0	3	0	19	1	0	0	0	0	0	34	4.42%
6:00 a. m.	7:00 a. m.	11	3	2	3	20	0	1	0	0	0	0	40	5.20%
7:00 a. m.	8:00 a. m.	10	4	5	2	21	0	0	0	0	0	0	42	5.46%
8:00 a. m.	9:00 a. m.	13	2	4	1	18	1	0	0	0	1	0	40	5.20%
9:00 a. m.	10:00 a. m.	12	3	5	2	18	1	1	0	0	0	0	42	5.46%
10:00 a. m.	11:00 a. m.	13	3	3	1	21	2	1	0	0	0	0	44	5.72%
11:00 a. m.	12:00 p. m.	14	5	4	4	20	1	0	0	1	0	0	49	6.37%
12:00 p. m.	1:00 p. m.	11	5	3	3	20	1	0	1	0	0	0	44	5.72%
1:00 p. m.	2:00 p. m.	12	3	4	2	19	1	1	0	0	0	0	42	5.46%
2:00 p. m.	3:00 p. m.	13	2	1	1	22	1	0	0	0	0	0	40	5.20%
3:00 p. m.	4:00 p. m.	15	5	4	2	18	2	0	0	0	0	0	46	5.98%
4:00 p. m.	5:00 p. m.	16	3	3	1	19	1	1	0	0	0	0	44	5.72%
5:00 p. m.	6:00 p. m.	16	2	3	1	20	1	0	0	0	0	0	43	5.59%
6:00 p. m.	7:00 p. m.	10	0	2	0	20	0	0	0	0	0	0	32	4.16%
7:00 p. m.	8:00 p. m.	11	1	3	0	20	0	0	0	0	0	0	35	4.55%
8:00 p. m.	9:00 p. m.	6	0	4	0	21	0	0	0	0	0	0	31	4.03%
9:00 p. m.	10:00 p. m.	7	0	2	0	21	0	0	0	0	0	0	30	3.90%
10:00 p. m.	11:00 p. m.	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.91%
11:00 p. m.	12:00 a. m.	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.78%
TOTAL		259	51	61	25	352	13	5	1	1	1	0	769	100.00%
%		33.68%	6.63%	7.93%	3.25%	45.77%	1.69%	0.65%	0.13%	0.13%	0.13%	0.00%		

ANEXO 30 – Conteo vehicular del día jueves 07 de julio del 2022

PERIODO HORAS		Automóvil	Motos	Camionetas		Micro	Omnibus			Camion			Total	%
inicio	fin			Camioneta	Combis		2E	3E	4E	2E	3E	4E		
12:00 a. m.	1:00 a. m.	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1.15%
1:00 a. m.	2:00 a. m.	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.53%
2:00 a. m.	3:00 a. m.	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1.79%
3:00 a. m.	4:00 a. m.	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1.41%
4:00 a. m.	5:00 a. m.	10	3	3	2	18	0	0	0	0	0	0	36	4.60%
5:00 a. m.	6:00 a. m.	11	0	3	0	19	1	0	0	0	0	0	34	4.35%
6:00 a. m.	7:00 a. m.	11	3	2	3	20	0	1	0	1	0	0	41	5.24%
7:00 a. m.	8:00 a. m.	10	4	5	2	21	0	1	0	0	0	0	43	5.50%
8:00 a. m.	9:00 a. m.	13	4	4	1	18	1	0	0	0	0	0	41	5.24%
9:00 a. m.	10:00 a. m.	12	3	5	2	19	1	1	0	1	0	0	44	5.63%
10:00 a. m.	11:00 a. m.	13	3	3	1	22	2	1	0	0	0	0	45	5.75%
11:00 a. m.	12:00 p. m.	14	5	4	4	20	1	1	0	1	0	0	50	6.39%
12:00 p. m.	1:00 p. m.	11	5	3	3	20	0	0	0	0	0	0	42	5.37%
1:00 p. m.	2:00 p. m.	12	4	4	2	19	1	1	0	0	0	0	43	5.50%
2:00 p. m.	3:00 p. m.	13	2	0	1	22	1	0	0	0	0	0	39	4.99%
3:00 p. m.	4:00 p. m.	15	5	4	2	20	2	0	0	0	0	0	48	6.14%
4:00 p. m.	5:00 p. m.	16	3	3	1	19	1	1	0	0	0	0	44	5.63%
5:00 p. m.	6:00 p. m.	16	2	3	0	20	1	0	0	0	0	0	42	5.37%
6:00 p. m.	7:00 p. m.	10	3	2	0	20	0	0	0	0	0	0	35	4.48%
7:00 p. m.	8:00 p. m.	11	1	3	0	20	0	0	0	0	0	0	35	4.48%
8:00 p. m.	9:00 p. m.	6	0	4	0	21	0	0	0	0	0	0	31	3.96%
9:00 p. m.	10:00 p. m.	7	0	2	0	21	0	0	0	0	0	0	30	3.84%
10:00 p. m.	11:00 p. m.	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.90%
11:00 p. m.	12:00 a. m.	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.77%
TOTAL		260	57	60	24	359	12	7	0	3	0	0	782	100.00%
%		33.25%	7.29%	7.67%	3.07%	45.91%	1.53%	0.90%	0.00%	0.38%	0.00%	0.00%		

ANEXO 31 – Censo vehicular del día viernes 08 de julio del 2022

PERIODO HORAS		Automóvil	Motos	Camionetas		Micro	Omnibus			Camion			Total	%
inicio	fin			Camioneta	Combis		2E	3E	4E	2E	3E	4E		
12:00 a. m.	1:00 a. m.	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1.14%
1:00 a. m.	2:00 a. m.	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.52%
2:00 a. m.	3:00 a. m.	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1.78%
3:00 a. m.	4:00 a. m.	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1.40%
4:00 a. m.	5:00 a. m.	10	3	3	2	18	0	0	0	0	0	0	36	4.57%
5:00 a. m.	6:00 a. m.	11	0	3	2	19	1	0	0	0	0	0	36	4.57%
6:00 a. m.	7:00 a. m.	11	3	4	3	20	0	1	0	0	1	0	43	5.46%
7:00 a. m.	8:00 a. m.	10	4	3	2	21	1	1	0	0	0	0	42	5.33%
8:00 a. m.	9:00 a. m.	13	2	4	1	18	1	0	1	0	0	0	40	5.08%
9:00 a. m.	10:00 a. m.	12	3	5	2	19	1	1	0	1	0	0	44	5.58%
10:00 a. m.	11:00 a. m.	13	3	3	1	22	2	0	0	0	0	0	44	5.58%
11:00 a. m.	12:00 p. m.	14	5	4	4	20	1	1	0	1	1	0	51	6.47%
12:00 p. m.	1:00 p. m.	11	3	3	3	20	0	0	0	0	0	0	40	5.08%
1:00 p. m.	2:00 p. m.	12	4	4	2	19	1	1	0	0	0	0	43	5.46%
2:00 p. m.	3:00 p. m.	13	2	5	1	22	1	0	0	0	0	0	44	5.58%
3:00 p. m.	4:00 p. m.	15	5	4	2	20	2	0	0	0	0	0	48	6.09%
4:00 p. m.	5:00 p. m.	16	3	3	1	19	1	1	0	0	0	0	44	5.58%
5:00 p. m.	6:00 p. m.	16	2	4	0	20	1	0	0	0	1	0	44	5.58%
6:00 p. m.	7:00 p. m.	10	3	2	0	22	0	0	0	0	0	0	37	4.70%
7:00 p. m.	8:00 p. m.	11	1	3	0	20	0	0	0	0	0	0	35	4.44%
8:00 p. m.	9:00 p. m.	6	0	4	0	21	0	0	0	0	0	0	31	3.93%
9:00 p. m.	10:00 p. m.	7	0	2	0	21	0	0	0	0	0	0	30	3.81%
10:00 p. m.	11:00 p. m.	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.89%
11:00 p. m.	12:00 a. m.	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.38%
TOTAL		257	53	66	26	361	13	6	1	2	3	0	788	100.00%
%		32.61%	6.73%	8.38%	3.30%	45.81%	1.65%	0.76%	0.13%	0.25%	0.38%	0.00%		

ANEXO 42 – Inspección visual en campo por el método VIZIR de la avenida 4

HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR											
VÍA A INSPECCIONAR:		AVENIDA 4									
SECCIÓN:		2									
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:		100									
ANCHO DE VÍA :		6.18									
ÁREA DE LA UNIDD DE MUESTRA		618									
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTREO	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	if	id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %	IS	CLASIFICACION
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)				
UM - 1	B	3	3		1.2	1.2	0.07	0.1008	0.02%	4	REGULAR
	B	3	3		4.4	1.4	0.07	0.4312	0.07%		
	B	2	2		2.4	1.5	0.05	0.18	0.03%		
	B	1	1		2.5	2.5	0.03	0.1875	0.03%		
	PU	1			AREA =		617.78	617.78	99.96%		
			2.25	0							

ANEXO 43 – Inspección visual en campo por el método VIZIR de la avenida 6

HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR											
VÍA A INSPECCIONAR:		AVENIDA 6									
SECCIÓN:		1									
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:		100									
ANCHO DE VÍA :		7.47									
ÁREA DE LA UNIDD DE MUESTRA		747.00									
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTREO	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	if	id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %	IS	CLASIFICACION
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)				
UM - 2	B	3	3		1.1	0.5	0.07	0.04	0.01%	3	REGULAR
	B	3	3		0.3	0.8	0.07	0.02	0.002%		
	B	1	1		10.4	1		10.40	1.39%		
	B	1	1		5.2	1.4		7.28	0.97%		
	PU	1			100	7.47		747.00	100.00%		
			2.00	0							

ANEXO 44 – Inspección visual en campo por el método VIZIR de la avenida 5

HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR											
VÍA A INSPECCIONAR:			AVENIDA 5								
SECCIÓN:			3								
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:			105.88								
ANCHO DE VÍA :			6.77								
ÁREA DE LA UNIDD DE MUESTRA			716.81								
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTREO	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	if	id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %	IS	CLASIFICACION
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)				
UM - 5	B	2	2		0.8	0.9	0.05	0.72	0.10%	3	REGULAR
	B	2	2		1.3	1.4	0.05	1.82	0.25%		
	B	2	2		1.1	1.4	0.05	1.54	0.21%		
	B	3	3		6.06	0.6	0.07	3.636	0.51%		
	PU	3	0	0	105.88	6.77		709.09	98.92%		

ANEXO 45 – Inspección visual en campo por el método VIZIR de la calle 1

HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR											
VÍA A INSPECCIONAR:			CALLE 1								
SECCIÓN:			2								
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:			112								
ANCHO DE VÍA :			5.77								
ÁREA DE LA UNIDD DE MUESTRA			646.24								
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTREO	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	if	id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %	IS	CLASIFICACION
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)				
	B	3	3		0.46	0.54		0.2484	0.04	4	REGULAR
	B	3	3		8	1.2		9.6	1.49		
	B	3	3		3.6	1		3.6	0.56		
	B	3	3		0.65	0.26		0.169	0.03		
	B	3	3		3.8	1.2		4.56	0.71		
	B	3	3		0.5	0.43		0.215	0.03		
	B	3	3		5	2		10	1.55		
	B	3	3		17	1.2		20.4	3.16		
	B	3	3		7	0.8		5.6	0.87		
	B	3	3		1.2	1.2		1.44	0.22		
	PU	3	0		AREA =			590.4076	91.36%		
			3	0							

ANEXO 46 – Inspección visual en campo por el método VIZIR de la calle 8

HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR											
VÍA A INSPECCIONAR:			CALLE 8								
SECCIÓN:			1								
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:			76								
ANCHO DE VÍA :			5.66								
ÁREA DE LA UNIDAD DE MUESTRA			430.16								
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTREO	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	if	id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %	IS	CLASIFICACION
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)				
	B	3	3		10	3.2		32	7.44	4	REGULAR
	B	3	3		1.6	1		1.6	0.37		
	B	3	3		1.1	1.7		1.87	0.43		
	B	3	3		1.3	1		1.3	0.30		
	B	3	3		4.7	2.2		10.34	2.40		
	B	3	3		12.5	2.8		35	8.14		
	B	3	3		12.5	2		25	5.81		
	PU	1	0		AREA =			323.05	75.10%		
			3	0							

ANEXO 47 – Inspección visual en campo por el método VIZIR de la calle 28

HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR											
VÍA A INSPECCIONAR:			CALLE 28								
SECCIÓN:			1								
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:			95.96								
ANCHO DE VÍA :			5.38								
ÁREA DE LA UNIDAD DE MUESTRA			516.26								
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTREO	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	if	id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %	IS	CLASIFICACION
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)				
UM - 15	B	2	2	0	2.5	1	0.05	2.5	0.48%	3	REGULAR
	B	2	2		1.1	1	0.05	1.1	0.21%		
	B	2	2	0	11.8	1	0.05	11.8	2.29%		
	PU	1	0	0	105.88	6.77		501.96	97.23%		
			2	0							

ANEXO 48 – Inspección visual en campo por el método VIZIR de la calle 30

HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR											
VÍA A INSPECCIONAR:			CALLE 30								
SECCIÓN:			1								
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:			100								
ANCHO DE VÍA :			5.44								
ÁREA DE LA UNIDD DE MUESTRA			544.00								
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTRO	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	if	id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %	IS	CLASIFICACION
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)				
UM - 16	B	3	3	0	1	1.5	0.07	0.11	0.02%	4	REGULAR
	PU	1	0	0	28.73	5.44		156.29	28.73%		
	PU	3	0	0	71.27	5.44		387.60	71.25%		
			1.50	0							

ANEXO 49 – Inspección visual en campo por el método VIZIR de la calle 29

HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR											
VÍA A INSPECCIONAR:			CALLE 29								
SECCIÓN:			1								
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:			109.46								
ANCHO DE VÍA :			5.75								
ÁREA DE LA UNIDD DE MUESTRA			629.40								
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTRO	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	if	id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %	IS	CLASIFICACION
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)				
UM - 15	B	2	2	0	1.5	1.4		2.1	0.33%	3	REGULAR
	B	2	2		1.8	1.4		2.52	0.40%		
	B	2	2	0	1.8	1.5		2.7	0.43%		
	PU	1	0	0	105.88	6.77		624.60	99.24%		
			2	0							

ANEXO 50 – Inspección visual en campo por el método VIZIR de la avenida 6 sección 2

HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR											
VÍA A INSPECCIONAR:			AVENIDA 6								
SECCIÓN:			2								
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:			100								
ANCHO DE VÍA :			7.81								
ÁREA DE LA UNIDAD DE MUESTRA			781.00								
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTREO	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	if	id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %	IS	CLASIFICACION
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)				
UM - 2	B	1	1		1	1		1.00	0.13%	3	REGULAR
	B	1	1		7.81	1.35		10.54	1.35%		
	B	2	1		2.1	2.3		4.83	0.62%		
	B	2	2		1.1	1.2	0.05	0.07	0.01%		
	PU	3			100	7.81		764.56	97.90%		
			1.25	0							

ANEXO 51 – Inspección visual en campo por el método VIZIR de la avenida 7

HOJA DE REGISTRO VISUAL DE FALLAS - MÉTODO VIZIR											
VÍA A INSPECCIONAR:			AVENIDA 7								
SECCIÓN:			4								
LARGO DE LA UNIDAD DE MUESTRA:			96.72								
ANCHO DE VÍA :			6.8								
ÁREA DE LA UNIDAD DE MUESTRA			657.70								
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MUESTREO	TIPO DE FALLA	GRAVEDAD	if	id	MEDIDAS			ÁREA DE LA FALLA	EXTENSIÓN %	IS	CLASIFICACION
					LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)				
UM - 3	B	1	1		17.72	2.81		49.79	7.57%	3	REGULAR
	B	1	1		2.01	2.16		4.34	0.66%		
	B	2	2		3.5	1.5	0.05	0.26	0.04%		
	PU	1			96.72	6.8		603.30	91.73%		
			1.33	0							