

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**“Identificación y evaluación del grado de desgaste de la
carretera (desvió Cascas) – Baños Chimú mediante el método de
índice de condición de pavimento flexible (PCI) del tramo km:
13+000 a km: 23+000”**

Área de Investigación:

Transporte

Autor(es):

Br. Herrera Álvarez, Jose Carlos

Br. Montoya Ponce, Rider Armando

Jurado Evaluador:

Presidente: Rodriguez Ramos, Mamerto

Secretario: Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

Vocal: Geldres Sánchez Carmen Lucia

Asesor:

Lujan Silva, Enrique Francisco

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

TRUJILLO – PERÚ

2018

Fecha de sustentación: 2021/05/07

**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL GRADO DE DESGASTE DE LA
CARRETERA (DESVÍO CASCAS) – BAÑOS CHIMÚ MEDIANTE EL MÉTODO
DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI) DEL TRAMO
KM: 13+000 A KM: 23+000**

Por: Br. Herrera Alvarez, Jose Carlos
Br. Montoya Ponce, Rider Armando

Jurado evaluador:

Ing. Rodríguez Ramos Mamerto
Presidente
N° CIP: 3689

Ing. Henriquez Ulloa Juan Paul Edward
Secretario
N° CIP:118101

Ing. Geldres Sanchez Carmen Lucia
Vocal
N° CIP: 97281

Ing. Lujan Silva, Enrique Francisco
Asesor
N° CIP:

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego de la Facultad de Ingeniería, ponemos a vuestra disposición la presente Tesis titulada: “IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL GRADO DE DESGASTE DE LA CARRETERA (DESVÍO CASCAS) – BAÑOS CHIMÚ MEDIANTE EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI) DEL TRAMO KM: 13+000 A KM: 23+000”, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El presente trabajo ha sido desarrollado de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones según la línea de investigación, las normas establecidas en la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), la Norma ASTM D6433-03 aplicando los conocimientos adquiridos durante la formación profesional universitaria, y con orientación de fuentes bibliográficas y el asesoramiento capacitado de nuestro asesor a cargo El ing. Lujan Silva, Enrique Francisco.

Los Autores.

Br. Herrera Alvarez, Jose Carlos

Br. Montoya Ponce, Rider Armando

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía espiritual en este largo camino, gracias a él superé los momentos difíciles y me levanté para culminar con éxito.

A mi papá Manuel, a quien tengo presente en cada instante de mi vida, aunque no está conmigo físicamente. Fuiste y serás siempre un ejemplo para mí. Junto a mi mamá Nancy me hicieron el hombre que soy hoy en día, siempre por el camino correcto y dando lo mejor de mí para lograr todo lo que me he propuesto. Los amo infinitamente.

A mis hermanos, gracias a ellos me brindaron su apoyo y consejos para seguir adelante en mi carrera profesional hasta lograrlo.

Br. Herrera Alvarez, Jose Carlos

DEDICATORIA

Está dedicada principalmente a Dios, ante todo por permitirme darles esta alegría a mis padres, por ser mi guía y darme fuerzas para continuar con este arduo camino realizado para obtener uno de los anhelos más deseados a lo largo en mi carrera profesional.

A mis padres: Hilde Montoya y Lilia Ponce;
por ser los principales mentores a lo largo de mi sueño
de convertirme en un gran profesional de éxito,
por confiar, creer en mí y brindarme ese apoyo moral.

A mis hermanas, principalmente a una persona
Que a lo largo de la vida confiaron en mí,
me brindaron su apoyo incondicional, consejos
y en los momentos difíciles me alentaron a seguir adelante,
anhelando siempre mi preparación para enfrentarme a la vida.

BR. Montoya Ponce, Rider Armando

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primero a Dios por habernos bendecidos para culminar esta tesis, porque con ello pudimos hacer realidad nuestro sueño anhelado.

Agradecemos a nuestros padres y hermanos por su valioso, constante e incondicional apoyo; por sus muestras de amor, cariño y afecto que nos brindaron en el transcurso de nuestra etapa profesional.

Agradecemos a nuestro asesor Ing. Lujan Silva, Enrique Francisco por su apoyo profesional, por participar del trabajo de campo y por su invaluable colaboración en el desarrollo y culminación de la presente tesis.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por su valioso aporte de conocimientos y experiencias a nuestra formación académica y profesional.

Y a todas las personas que pusieron un granito de arena para la culminación de esta tesis.

Gracias por todo.

RESUMEN

La presente tesis tiene como finalidad identificar y evaluar el grado de desgaste de la carretera (desvío cascás) – baños chimú, para determinar las fallas presentadas en el tramo km: 13+000 a km: 23+000 de la carretera, aplicando el método de índice de condición de pavimento flexible (PCI), el trabajo de investigación presenta un pavimento flexible en estado de deterioro, no en su totalidad, por consiguiente, se tiene como objetivo identificar y clasificar las fallas, el grado de severidad que están asociados a los formatos de recopilación de datos y poder establecer unas posibles propuestas de mantenimiento o nuevo diseño del pavimento.

Se realizó la aplicación del método PCI, muy empleado dicho método en países de Latinoamérica. Este método consiste en determinar en qué grado de severidad se encuentra el pavimento y el área que afectó cada tipo de falla que se encontró.

Para la determinación del estado del pavimento de la carretera (desvío cascás) – baños chimús se hizo una inspección visual detallada en 10000.00 metros lineales de superficie de pavimento, registrando las fallas localizadas y su severidad, haciendo uso de herramientas de medición y el registro de qué tipo de falla es, para luego anotar en el formato de inspección, y por último determinar mediante todo el proceso de cálculo del PCI.

La conclusión de esta investigación es que en la carretera Desvío Cascas – Baños Chimú desde el Km 13+000 hasta el Km 23+000 del distrito de Cascas, Provincia de Gran Chimú, departamento La Libertad, muestra un pavimento en estado bueno, con un PCI promedio de 55.63.

La totalidad de fallas encontradas fueron de tipo funcional, por lo que no afecta el tránsito de vehículos.

Y, por último, se ha sugerido algunas técnicas de reparación, de acuerdo a las fallas detectadas en el pavimento para restablecer su estado original.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to identify and evaluate the degree of wear of the road (cascas deviation) - Baños Chimú, to determine the failures presented in the section km: 13 + 000 to km: 23 + 000 of the road, applying the Method of the flexible pavement condition index (PCI), the research work presents a flexible pavement in a state of deterioration, not in its entirety, therefore, the objective is to identify and classify the failures, the degree of severity that are associated with the data collection formats and to be able to establish possible proposals for maintenance or new pavement design.

The PCI method was applied, a method widely used in Latin American countries. This method consists of determining the degree of severity of the pavement and the area that affected each type of fault that was found.

To determine the state of the road pavement (cascas diversion) - Baños Chimús, a detailed visual inspection was carried out on 10,000.00 linear meters of pavement surface, recording the localized faults and their severity, making use of measurement tools and the record of what kind of failure, and then write it down on the inspection form, and finally determine the whole process of calculating the PCI.

The conclusion of this research is that on the Desvio Cascas - Baños Chimú highway from Km 13 + 000 to Km 23 + 000 of the district of Cascas, province of Gran Chimú, department La Libertad, presents a pavement in good condition, with an average PCI of 55.63.

All the faults found were functional, so it does not affect vehicle traffic.

And finally, some repair techniques have been suggested, depending on the flaws detected in the pavement to restore its original state.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
CAPÍTULO I	1
1. Introducción	1
1.1 Realidad problemática	2
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Objetivos de la investigación:.....	3
1.4 Justificación del Estudio:.....	4
CAPÍTULO II	5
2. Marco de Referencia	5
2.1. Antecedentes del Estudio.....	5
2.2. Marco teórico	8
2.3. Tipos de Fallas en los Pavimentos Flexibles.....	23
2.4. Marco conceptual:.....	45
2.5. Hipótesis	47
2.6. Variables	47
2.7. Operacionalización de la variable	48
CAPÍTULO III	49
3. METODOLOGÍA	49
3.1. Tipo y Nivel de Investigación.....	49
3.2. Población y Muestra.....	49
3.3. Técnicas e instrumentos de investigación.....	49
3.4. Diseño de Investigación	50

3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	50
CAPÍTULO IV.....	51
4. Resultados	51
4.1. Análisis e interpretación de resultados.....	51
4.2. Cuadros de resultados	77
5. Conclusiones.....	78
6. Recomendaciones.....	80
7. Referencias bibliográficas.....	81
8. Anexos.	82
8.1. Panel fotográfico	82
8.2. FORMATOS DE REGISTROS DE TODAS LAS MUESTRAS Y SU PC.....	86
8.3 ESTUDIO DEL EAL	116
8.4. Planos	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sección Transversal del Pavimento Asfáltico.....	9
Figura 2: Sección Transversal del Pavimento Rígido.....	10
Figura 3: Sección Transversal Semirrígido.....	11
Figura 4: Curva de Deterioro del Pavimento Flexible	13
Figura 5: Formato para Evaluación del PCI.....	18
Figura 6: Falla Piel de Cocodrilo	24
Figura 7: Falla Exudación.....	25
Figura 8: Falla Agrietamiento en Bloque	26
Figura 9: Falla de izquierda Abultamiento y de derecha Hundimiento	27
Figura 10: Falla de Corrugación	28
Figura 11: Falla de Depresión	29
Figura 12: Falla de Grieta de Borde	30
Figura 13: Falla de Grieta de Reflexión.....	32
Figura 14: Falla de Desnivel Carril / Berma.....	33
Figura 15: Falla de Grieta Longitudinal y Transversal	34
Figura 16: Falla de Parcheo y Acometida.....	36
Figura 17: Falla de pulimento de Agregados.....	37
Figura 18: Falla de Hueco	38
Figura 19: Falla de Cruce de Vía Férrea	39
Figura 20: Falla de Ahuellamiento.....	40
Figura 21: Falla de Desplazamiento	41
Figura 22: Falla de Grietas Parabólicas	42
Figura 23: Falla de Hinchamiento.....	43
Figura 24: Falla de Desprendimiento de Agregados	45
Figura 25: Ancho de calzada	53
Figura 26: Desgaste leve en el pavimento	82
Figura 27: Hundimiento en la carpeta de rodadura	82
Figura 28: Hundimiento severo en la carpeta de rodadura del Desvío Cascas	83

Figura 29: Daño superficial del pavimento.	83
Figura 30: Distancia de Calzada del Tramo de Estudio	84
Figura 31: Daño Superficial de la Carretera Desvío Cascas	84
Figura 32: Longitud del Tramo de Estudio.....	85
Figura 33: Medida de fallas en el pavimento	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de Fallas en los Pavimentos.....	15
Tabla 2: Rangos de Calificación del PCI	17
Tabla 3: Longitudes de Unidades de Muestreo	19
Tabla 4: Tipos de Fallas en los Pavimentos Flexibles	23
Tabla 5: Niveles de Severidad para Huecos	38
Tabla 6: Variable Dependiente	48
Tabla 7: Variable Independiente.....	48
Tabla 8: Detallado de Muestras.....	53
Tabla 9: Estudio y análisis de la Magnitud y Severidad de la Muestra	54
Tabla 10: Estudio y análisis de la Magnitud y Severidad de la Muestra(UM-18).....	55
Tabla 11: Estudio y análisis de la Magnitud y Severidad de la Muestra(UM-35).....	56
Tabla 12: Estudio y análisis de la Magnitud y Severidad de la Muestra(UM-52).....	57
Tabla 13: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-69)	58
Tabla 14: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-86)	59
Tabla 15: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-103)	56
Tabla 16: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-120)	61
Tabla 17: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-137)	62
Tabla 18: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-154)	63
Tabla 19: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-171)	64
Tabla 20: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-188)	61
Tabla 21: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-205)	66
Tabla 22: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-222)	67
Tabla 23: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-239)	68
Tabla 24: Hoja de Anotación de la Unidad de Muestra UM-01.....	70
Tabla 25: Cálculo del máximo valor deducido corregido “CVD”	73
Tabla 26: Resumen del PCI de la Sección de Pavimento	75
Tabla 27: Tipos de Tratamientos superficial del asfalto	77
Tabla 28: Hoja de Anotación de la Unidad de Muestra UM-01.....	86
Tabla 29: Cálculo del máximo valor deducido corregido “CVD”	87

Tabla 30: Hoja de Anotaciòn de la unidad de Muestra UM-18	88
Tabla 31: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-18 ...	89
Tabla 32: Hoja de Anotaciòn de la Unidad de Muestra UM-35.....	90
Tabla 33: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-35...91	
Tabla 34: Hoja de Anotaciòn de la unidad de muestra UM-52	92
Tabla 35: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-52...93	
Tabla 36: Hoja de Anotaciòn de la unidad de muestra UM-69	94
Tabla 37: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-69...95	
Tabla 38: Hoja de Anotaciòn de la unidad de muestra UM-86	96
Tabla 39: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-86...97	
Tabla 40: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-103.....	98
Tabla 41: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-103..99	
Tabla 42: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-120.....	100
Tabla 43: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-120..101	
Tabla 44: Hoja de Anotaciòn de la unidad de muestra UM-137	102
Tabla 45: Càlculo del Màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-137..103	
Tabla 46: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-154.....	104
Tabla 47: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-154..105	
Tabla 48: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-171.....	106
Tabla 49: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-171..107	
Tabla 50: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-188.....	108
Tabla 51: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-188..109	
Tabla 52: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-205.....	110
Tabla 53: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-205..111	
Tabla 54: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-222.....	112
Tabla 55: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-222..113	
Tabla 56: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-239.....	114
Tabla 57: Càlculo del màximo valor deducido corregido “CVD” de la muestra UM-239..115	
Tabla 58: Tasas de crecimiento para la proyeccion del IMD.....	119
Tabla 59: Resumen del conteo vehicular y calculo del IMD.....	120
Tabla 60: Porcentaje de vehiculos.....	121

Tabla 61: Cálculo del ESAL.....	122
Tabla 62: Espesores mínimos recomendados.....	122

CAPÍTULO I

1. Introducción

La infraestructura vial es un factor muy importante en el desarrollo socioeconómico y turístico de una comunidad, por lo tanto, su buen funcionamiento debe ser prioridad de las entidades encargadas del mantenimiento de las vías, de manera que nos debe ofrecer a los usuarios la seguridad y comodidad, y a la vez la infraestructura vial cumple papel preponderante en la economía de las zonas urbanas y rurales de todo el Perú.

El presente trabajo de investigación, se origina a partir de la problemática en la conservación vial de nuestro país. Como consecuencia de ello se ve reflejado en gran parte de las vías nacionales, departamentales y vecinales del Perú, en esta oportunidad la investigación se desarrollará en la provincia de gran chimú, en la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú desde tramo km: 13+000 a km: 23+000, se aplicará mediante el método de Índice de Condición de Pavimento (PCI). Se inspeccionará la vía donde se evaluará el deterioro del pavimento y siguiendo el procedimiento puntualizado del método, de esta manera se determina la severidad, clase y extensión de las fallas en la superficie de rodadura de los pavimentos.

En la actualidad existen diferentes métodos para la evaluación de pavimentos flexibles, para este trabajo de investigación se empleará el método del PCI ya mencionado anteriormente, para la identificación de las fallas que están presentes en el pavimento en el tramo de vía, lo cual nos suministrará información necesaria sobre la condición operacional del pavimento, que permitirá incorporar mejoras en su mantenimiento periódico y rutinario de la vía o un nuevo diseño de pavimento.

1.1 Realidad problemática

- La red vial departamental de la provincia de Gran Chimú, tiene especial importancia como base para el desarrollo, bienestar económico y social de sus provincias. Es un valioso patrimonio nacional que se debe cuidar y preservar mediante un mantenimiento adecuado y oportuno que permita una transitabilidad adecuada para los usuarios. Por ello, para el mantenimiento de vías pavimentadas en el Perú, se viene incrementando la utilización de los diferentes parámetros de evaluación, al respecto se debe establecer una apropiada evaluación que contribuye a obtener un eficiente mantenimiento de la red de caminos y disminuye significativamente los costos de operación de los vehículos, reduce los tiempos de recorrido, mejora el confort para la circulación vehicular y aminora los accidentes de tránsito por causa del mal estado de la vía, es por tal motivo que es imprescindible conocer el estado en que se encuentran las vías luego de su construcción. Así, por ejemplo, tenemos la red vial departamental con código de Ruta LI-106: PE-1N F (DESVÍO CASCAS) – PTE JOLLUCO – EL TAMBO – PTE PINCHADAY - BAÑOS CHIMÚ, ubicada en el departamento de La Libertad, en la cual se debe estar realizando trabajos de mantenimiento rutinario, periódico y de emergencia de ser el caso, para garantizar el adecuado tránsito vehicular, para lo cual es necesario evaluar el grado de desgaste de la carretera que nos permitan saber el estado actual de la carretera.

1.2 Formulación del problema

Problema general.

- ¿Cuál será el grado de desgaste de la carretera (desvío Cascas) - Baños Chimú, en los 10 km más críticos?

Problemas específicos.

- ¿Cuál es el estado actual de acuerdo al método del índice de condición de pavimento flexible de la Carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú?
- ¿Cuál sería el diseño adecuado y empleado para la ejecución de la Carretera (desvío desvió Cascas) – Baños Chimú?
- ¿Cuál sería la calidad de materiales empleados para la ejecución de la Carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú?
- ¿Cómo determina el tipo de flujo vehicular para el desgaste de la Carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú?

1.3 Objetivos de la investigación:

Objetivo General.

- Identificar y evaluar el grado de desgaste de la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú mediante el método del Índice de Condición de Pavimento Flexible (PCI) del tramo km: 13+000 a km: 23+000.

Objetivos Específicos.

- Clasificar los tipos de fallas existentes en la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú del tramo a intervenir.
- Determinar el ESAL y los tipos de vehículos que transitan por el método del conteo en la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú del tramo a intervenir.

- Determinar si el espesor de la carpeta de rodadura del pavimento construido será el adecuado en la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú del tramo a intervenir.
- Hallar el Índice de daño del Pavimento en el tramo a intervenir.
- Plantear soluciones apropiadas para mejorar el nivel de servicialidad y transitabilidad en la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú.

1.4 Justificación del Estudio:

Actualmente en la provincia de gran chimú se tiene principales vías de comunicación entre distritos, localidades y caseríos es a través de la carretera ya que la agricultura y la minería es su principal actividad, además del turismo, esto implica a que haya un alto grado de deterioro de sus pavimentos, y esto genere un impacto negativo en la transitabilidad de la carretera, lo que en consecuencia traerá problemas en la situación económica de su población, ya que el transporte se encarecerá, a lo mismo que el uso de combustible crecerá y a su vez la contaminación.

Entonces aquí implica la importancia de desarrollar una evaluación para la adecuada identificación de la falla en el pavimento flexible, en consecuencia, de la evaluación es importante arremeter de forma prudente y adecuada los problemas identificados, con soluciones eficientes para un posible mantenimiento o mejoramiento, extendiendo así la vida útil del pavimento en muchos casos o simplemente mantener sus condiciones de servicio para un adecuado desempeño. Aplicando el método PCI nosotros podremos elaborar propuestas de intervención a nivel de conservación vial que resulte viable desde el punto de vista económico.

CAPÍTULO II

2. Marco de Referencia

2.1. Antecedentes del Estudio.

Antecedentes nacionales:

- **Risco. (2016)**, “EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEX CONDITION INDEX EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLON Y MIGUEL GRAU (HUACHO-HUAURA -LIMA) ”. La presente tesis tuvo como objetivo realizar la evaluación superficial del pavimento flexible de las vías mencionadas aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), con el fin de conocer la condición del pavimento flexible existente. Al realizar la evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método Pavement Condition Index, se conoce que el estado de conservación de la Av. Cincuentenario es “Regular” con un PCI de 51.84, mientras que la Av. Colón y Miguel Grau presenta un estado de conservación “Bueno” con un PCI de 59.29.

Aporte del antecedente: Nos orienta realizar una zonificación de la carretera y así poder clasificar todas las fallas superficiales o estructurales con el fin de poder tener mejores resultados en el método del PCI.

- **Hiliquín M. (2016)**, “EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO, UTILIZANDO EL MÉTODO PCI, EN LA AV. JORGE CHÁVEZ DEL DISTRITO DE POCOLLAY EN EL AÑO 2016”. La presente tesis se fundamenta en demostrar el método del Índice de condición de Pavimentos (PCI) para evaluar el estado del pavimento de la avenida Jorge Chávez del distrito de Pocollay, departamento y Provincia de Tacna. Este índice toma valores que se encuentran entre 0

para un pavimento fallado, hasta un índice de condición de 100 que representa a un pavimento en excelente estado. El pavimento flexible de la Avenida Jorge Chávez del distrito de Pocollay, departamento y Provincia de Tacna, en el año 2016, según la evaluación mediante el método del Índice de la condición del Pavimento (PCI) tiene un valor de $PCI = 34.69$ y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se determinó que el estado actual de dicho pavimento es malo. Se concluye que por la condición en que se encuentra el pavimento necesita una rehabilitación de este, para garantizar que su periodo de vida útil remanente sea efectivo.

Aporte del antecedente: nos establece una forma de cómo utilizar los valores de calificación del método del Índice de condición de Pavimentos (PCI), para nuestro pavimento en estudio.

- **Zavaleta A. (2018)**, “ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA PROLONGACIÓN FÁTIMA, MEDIANTE EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, TRUJILLO, LA LIBERTAD 2018”. La presente tesis tuvo por objetivo analizar estado de conservación del pavimento flexible de la prolongación Fátima, de la ciudad de Trujillo, utilizando el método índice de condición del pavimento. Concluyendo que el estado de conservación de la prolongación Fátima, mediante el cual se obtuvo un PCI de 38.61 que según el rango contemplado en el Manual de aplicación de PCI se encuentra en un estado de conservación MALO

Aporte del antecedente: la presente tesis nos recomienda seguir paso a paso la evaluación que nos indica el método del índice de condición del pavimento (PCI), para poder calificar el estado actual de nuestra vía en estudio.

- **Yesquen I. (2016),** “GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES A TRAVÉS DEL ÍNDICE DE DESEMPEÑO PCI, EN EL ENTORNO DEL DISTRITO DE SURQUILLO – LIMA.” La presente tesis tuvo por objetivo Generar una política de gestión y conservación de pavimentos del entorno del distrito de surquillo- Lima, a través del parámetro de desempeño el PCI. Concluyendo determinar la condición del pavimento a través del método del Per en el distrito de Surquillo-Lima, y a su vez lograr un plan de gestión con un mantenimiento adecuado y oportuno.

Aporte del antecedente: Esta tesis nos orienta a formar un programa de mantenimiento al pavimento con los resultados arrojados por el método del índice de condición del pavimento (PCI), a la cual nosotros apuntamos en nuestra investigación.

- **Robles R. (2015),** “CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO-SURCO-LIMA”. La presente tesis tiene como objetivo general Determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Prolongación de la Castellana de la cuadra N°10 a la cuadra N° 11 a partir de la determinación y evaluación de las patologías del pavimento basado en la Norma ASTM D6433-07. La presente tesis concluye que si bien al aplicar la metodología del PCI desarrollándose

una evaluación del pavimento únicamente mediante una inspección visual, posteriormente se deben realizar otras inspecciones tanto visuales como destructivas, con las cuales se podrá determinar con mayor exactitud el estado real del pavimento. Concluyendo su estudio en la zona determinada la califican como un pavimento en mal estado, así mismo la falla de mayor incidencia es la denominada piel de cocodrilo causada por fatiga, dando por recomendaciones ejecutar la reconstrucción total del pavimento.

Aporte del antecedente: Este método es de gran utilidad debido a su sencilla aplicación, además de proporcionar una medida de condición del pavimento en base a lo observado en la superficie del pavimento.

2.2. Marco teórico

2.2.1 Definición de Pavimentos

Para el Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos MTC (2016), se entiende como pavimento a una estructura formada por varias capas, la cual está construida sobre la subrasante y tiene la función de recibir, resistir y distribuir esfuerzos que son originados por el tránsito de los vehículos. Usualmente presentan las siguientes capas: base, subbase y carpeta asfáltica (capa de rodadura).

- En resumen, el pavimento es un elemento estructural que está diseñado y construido para resistir cargas estáticas y/o móvil, y que está formado por varias capas (base, subbase y la carpeta asfáltica)

2.2.2 Tipos de Pavimentos

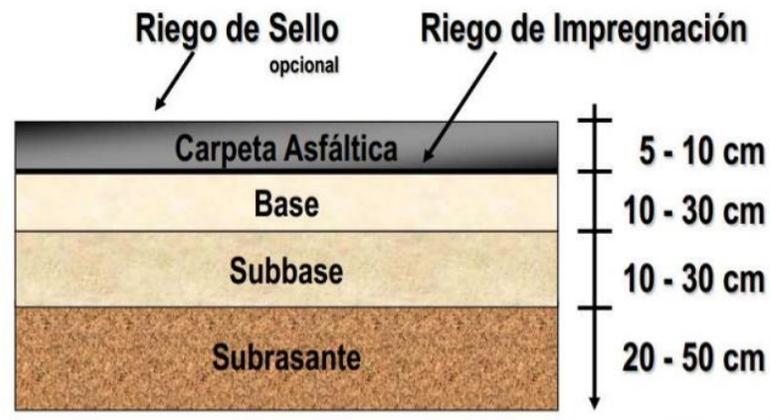
Según el Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos MTC (2016) existen 3 tipos de pavimentos, pero cada una presenta diferente tipo de estructura

Pavimentos Asfálticos:

Para el Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos MTC (2018), es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base), la capa de rodadura es una carpeta compuesta con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y si se requiere se puede usar aditivos. Primordialmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micropavimentos, mezclas asfálticas en frío y en caliente.

- En resumen, este pavimento está formado por una capa de bituminosa y que suele estar apoyada por dos capas no rígida.

Figura 01. Sección Transversal del Pavimento Asfáltico



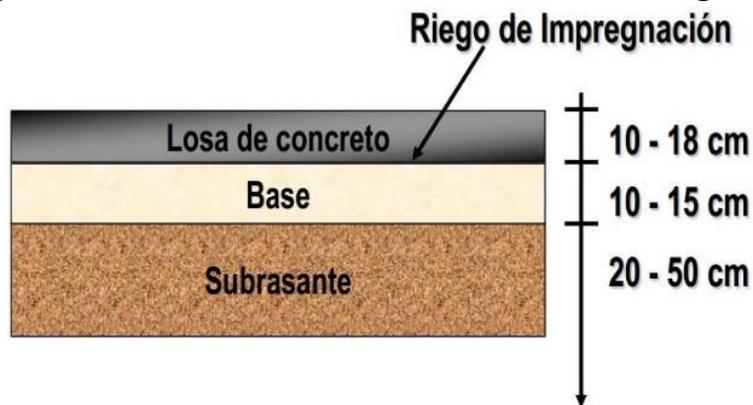
Fuente: (Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, 2005)

Pavimento rígido:

Para el Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos MTC (2018), es una estructura de pavimento compuesta primordialmente por una capa de subbase granular, sin embargo, dicha capa puede ser de base granular, o ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, asimismo la capa de rodadura está constituida como losa de concreto o losa de concreto fabricada con cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser necesario aditivos.

- En resumen, este pavimento está formado por una losa de concreto y apoyado por una capa no rígida, donde la carga estructural del pavimento depende de la resistencia de la losa de concreto.

Figura 02. Sección Transversal del Pavimento Rígido



Fuente: (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015)

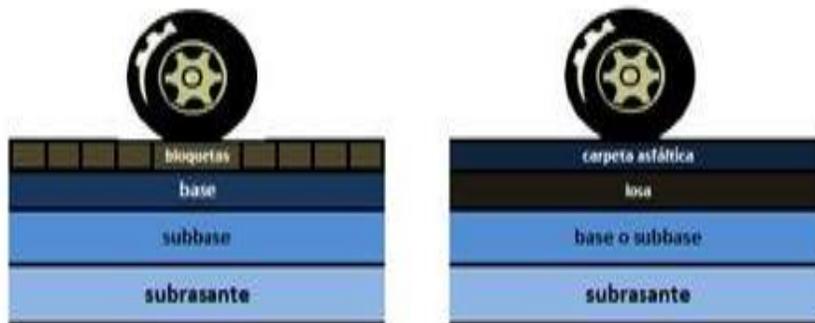
Pavimento Semirrígido:

Para el Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos MTC (2018), es aquella estructura de pavimento constituida principalmente por una capa de subbase granular; sin embargo, esta capa puede ser de base granular, debe ser estabilizada con cemento,

asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y si se requiere usar aditivo.

- En resumen, este pavimento está formado por una capa de losa de concreto artificial y está apoyado por dos capas no rígidas que deben estar estabilizadas.

Figura 03. Sección Transversal del Pavimento Semirrígido



Fuente: Guía de Diseño Estructural de Pavimentos

2.2.3 Etapas del Ciclo de Vida de un Pavimento

Fase A: Construcción.

Según Menéndez (2003), un camino puede ser de construcción sólida o con algunos defectos. De igual forma, este entra en servicio apenas se termina la obra, es decir, el día mismo en que se corta la cinta de la inauguración (pág. 5)

Fase B: Deterioro imperceptible.

Durante el pasar de los años, el pavimento experimenta una etapa de desgaste y debilitamiento lento, generalmente se da en la capa de rodadura, solo que, en menor grado, en lo que comprende su estructura. Este desgaste suele ocurrir debido a la cantidad de vehículos tanto

livianos como pesados que circulan frecuentemente sobre él, otro factor que también tiene influencia es el clima, el agua producto de lluvias, entre otros factores. Se podría decir que la etapa de construcción inicial influye mucho con la velocidad con la que se desgasta el pavimento (Menendez, 2003, pág. 15)

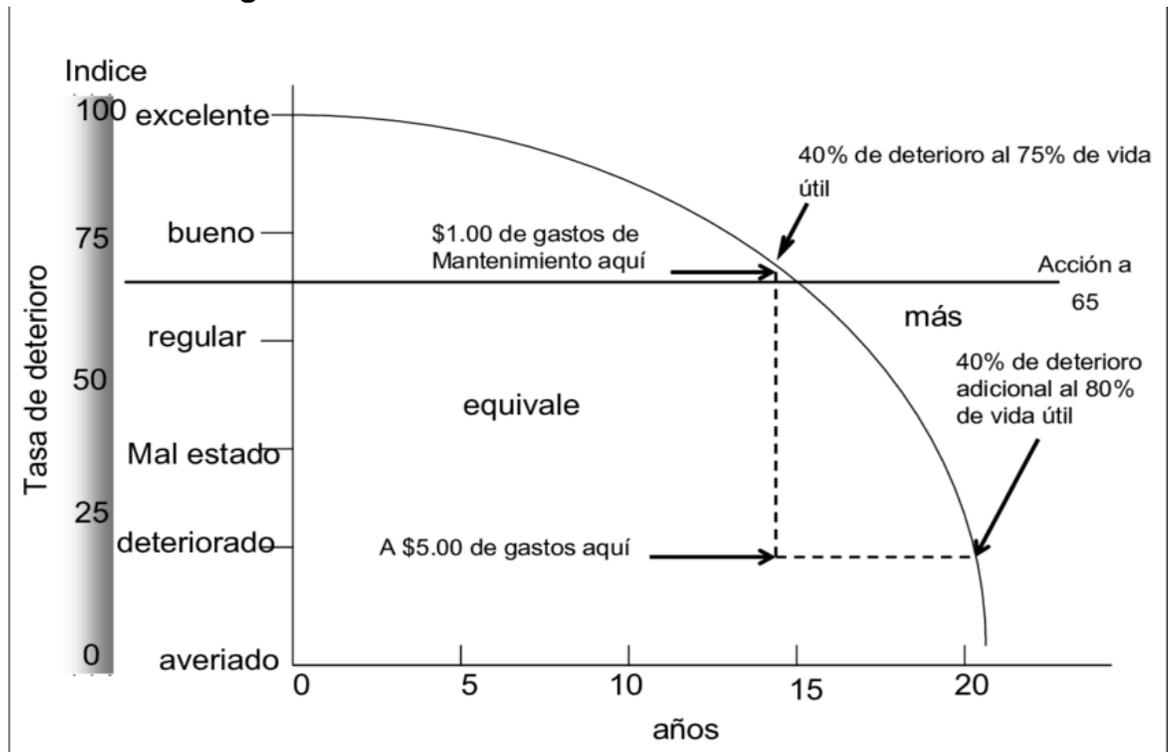
Fase C: Deterioro acelerado.

Como afirma Chicchon (2009), “Después de varios años, los elementos del pavimento están cada vez más deteriorados, la resistencia al tránsito se ve reducida (...) Esta etapa es corta, ya que la destrucción es bastante acelerada. El estado del camino varía desde regular hasta malo o muy malo” (pág. 41)

Fase D: Deterioro total

Para Chicchon (2009), “Esta etapa puede durar varios años y constituye el desgaste completo del pavimento. La transitabilidad se ve seriamente reducida y los vehículos empiezan a experimentar daños en sus neumáticos, ejes” (pág. 51)

Figura 04. Curva de Deterioro del Pavimento Flexible



Fuente: Guía de Diseño Estructural de Pavimentos

2.2.4 Fallas en los Pavimentos

La presente sección resume la clasificación de fallas para pavimentos asfálticos, tomando como referencia el Manual PCI de Vásquez Varela, el cual es una traducción de la norma ASTM D6433-07. 14 solamente se mencionará la clasificación de daños en pavimentos asfálticos, debido a ser el tipo de calzada a analizar en este proyecto de investigación.

- En resumen, consiste en deficiencias superficiales del pavimento a las que se asocian precisamente el índice de servicio.

Clasificación de Daños en Pavimentos Asfálticos

A continuación, se menciona de forma detallada los tipos de falla, como se muestra en la tabla 1 se clasifican en fallas estructurales y artificiales.

Fallas estructurales:

Comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más capas constitutivas que deben resistir las sollicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos, según (Gutiérrez, 1994, pág. 54)

- En resumen, esta falla consiste en la deficiencia del pavimento, ya que es consecuencia de su incapacidad para soportar las cargas del proyecto

Fallas superficiales:

La corrección de estas fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad, según Gutiérrez (1994, pág. 74)

- En resumen, este tipo de fallas se presenta en la capa de rodadura, asimismo esto se da debido al constante deterioro que presenta esta carpeta producto de un mal proceso constructivo.

Tabla 01. Tabla de Fallas en los Pavimentos

FALLAS ESTRUCTURALES	FALLAS SUPERFICIALES
Piel de Cocodrilo	Exudación
Agrietamiento en Bloque	Corrugación
Abultamiento y Hundimiento	Grieta de Borde
Depresión	Grieta de Reflexión de Junta
Huecos	Desnivel Carril/Berma
Ahuellamiento	Grieta Longitudinales y Transversales
Desplazamiento	Parcheo
Hinchamiento	Pulimiento de Agregados
	Cruce de Vía Férrea
	Grietas Parabólicas
	Desprendimiento de Agregados

Fuente: Elaboración propia

Las fallas presentadas únicamente son las 19 fallas definidas en la Norma ASTM D6433-07.

2.2.5 Método PCI (Pavement Condition Index)

El Índice de Condición del Pavimento (por su sigla en inglés Pavement Condition Index - PCI), este método nos permite la evaluación de pavimentos flexibles y rígidos, el cual, no requiere de herramientas especializadas para obtener el índice de integridad del

pavimento y la condición operacional de la superficie, que permita determinar las necesidades de mantenimiento o rehabilitación.

Este método es de forma sencilla, para lo cual se debe elaborar formatos que nos permitan realizar un buen levantamiento, manual de daños, asimismo debemos identificarlos y posteriormente clasificarlos según el estado de falla encontrado, para obtener un buen trabajo de investigación debemos seguir de forma ordenada cada procedimiento que se mencionara a continuación, según (Vasquez Varela, 2002)

Índice de condición del Pavimento

El deterioro de la estructura del pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad de este. La formulación de un índice que tuviera en cuenta estos factores mencionados ha sido un problema por la cantidad de posibles condiciones. Debido a esta razón se introdujeron valores deducidos, con el fin de indicar los grados de afectación de las combinaciones que se pueden presentar en la evaluación del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. A continuación, se describen los rangos del PCI con la descripción cualitativa de la condición del pavimento, según (Vasquez Varela, 2002, pág. 5)

- En resumen, el PCI es la evaluación del pavimento que se hace mediante una descripción cualitativa, que nos va indicar el grado de daño, severidad o deterioro que presenta el pavimento.

Tabla 02: Rangos de calificación del PCI

RANGO	CLASIFICACION
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Elaboración propia, adaptación Pavement Condition Index (PCI)

Procedimientos de evaluación de la condición del Pavimento

La primera etapa comprende el trabajo que se realiza en campo, donde podemos identificar los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de estos. Esta información se registra con formatos adecuados para tal fin. A continuación, en la Figura 1 presentamos el formato para la inspección de pavimentos asfálticos, según (Vasquez Varela, 2002, pág. 3)

Figura 05. Formato para evaluación de Índice de Condición del Pavimento PCI-1 Carreteras con Superficie Asfáltica

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR			FECHA			
<input type="text"/>			<input type="text"/>			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Fuente: Elaboración Propia, Adaptado Pavement Condition Index (PCI)

Unidades de muestreo

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 230.0 ± 93.0 m². En la tabla 10 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Tabla 03: Longitudes de Unidades de Muestreo

ANCHO CALZADA	LONGUITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Elaboración Propia, Adaptado Pavement Condition Index (PCI)

Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación

En la “**Evaluación De Una Red**” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo. En la “**Evaluación de un Proyecto**” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%. (Coy Pineda, 2017, pág. 7)

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuacion 1}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse. (Vásquez Varela, 2002, pág. 5)

Procedimiento para evaluar PCI

Se debe realizar un trabajo de campo donde se identifican los tipos de daños, clasificándolos de acuerdo con su severidad, clase y extensión de estos, registrándolos en el formato adecuado, clasificándolos en las unidades de muestreo según el tipo de pavimento que para este caso es un pavimento asfáltico (Cerón & Vásquez, 2006, pág. 18)

Etapas 1. Cálculo de los valores deducidos

a. Se realiza la identificación de cada tipo y nivel de severidad de y registrándolo en la columna Total del formato PCI-01. Para medir el daño existe diversas formas como medir en área, longitud o también por unidad según el tipo de este.

b. Es necesario dividir la cantidad que se encontró de cada clase de daño, también identificar su nivel de severidad, expresaremos el resultado del área total de la unidad de muestreo en forma de porcentaje.

c. Determinar el VALOR DEDUCIDO para cada daño junto con su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño”.

(Coy Pineda, 2017, pág. 8)

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

a. Si solo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en remplazo del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos b. y c.

b. Ordene los valores deducidos de mayor a menor.

c. Determine el Número máximo admisible de valores deducidos (m), utilizando la siguiente Ecuación:

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

Donde:

m_i = Número máximo admisible de valores deducidos incluyendo fracción para la unidad de muestreo i .

HDV_i : el mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

d. El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan

(Coy Pineda, 2017, pág. 9)

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- a. Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.
- b. Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- c. Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- d. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas a. a c. hasta que q sea igual a 1.
- e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

(Coy Pineda, 2017, pág. 9)

Etapa 4. Calcule el PCI, restando el “máximo CDV” de 10

$$\text{PCI} = 100 - \text{max. CDV}$$

Dónde:

PCI: Índice de condición presente Máx.

CDV: Máximo valor corregido deducido.

2.3. Tipos de Fallas en los Pavimentos Flexibles

El Método PCI (Pavement Condition Index) estima 19 tipos de fallas más usuales en el daño progresivo del pavimento flexible, las cuales son:

Tabla 04: Tipos de fallas en los Pavimentos Flexibles

TIPOS DE FALLAS	
1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.
2 Exudación.	12 Pulimiento de agregados.
3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.
4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.
5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.
6 Depresión.	16 Desplazamiento.
7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage).
8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.
9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.
10 Grietas longitudinal y transversal	

Fuente: Elaboración Propia

1. Piel de Cocodrilo

En resumen, ocurren en zonas que están sujetas a repeticiones de cargas vehiculares, no obstante, es usual detectar este daño en otras zonas donde no están relacionado con la falla estructural sino con otro mecanismo.

Niveles de severidad:

L (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas

M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en una red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H (High: Alto): Red de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 10)

Medida:

Se mide el área afectada en pies cuadrados o (m²). La dificultad en la medida de este tipo de daño está en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente. (Vásquez Varela, 2002, pág. 10)

Figura 06. Falla Piel de Cocodrilo



Fuente: Sunrise Asphalt Company

2. Exudación

En resumen, este daño se presenta por el abuso de asfalto en la mezcla o por exceso de aplicación de un sellante asfáltico sobre la superficie del pavimento generalmente es brillante y pegajosa, por lo tanto, puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento.

Niveles de severidad.

L: Exudación de nivel muy liviano y es detectable durante unos pocos días del año. El asfalto no se adhiere a los zapatos o a los vehículos.

M: El asfalto se adhiere a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se adhiere a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 12)

Medida:

Se mide el área perjudicada en pies cuadrados o (m²). Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados. (Vásquez Varela, 2002, pág. 10)

Figura 07. Falla Exudación



Fuente: Blog spot “Fallas de Pavimentos”

3. Agrietamiento en Bloque

En resumen, estos daños aparecen usualmente en áreas donde no hay cargas vehiculares, sino que se originan por la contracción del concreto asfáltico y los periodos de temperatura diarios, por último, las grietas en bloque se distinguen de la piel de cocodrilo en que este último forma trozos más pequeños.

Niveles de severidad.

L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 14)

Medida

Se mide el área afectada en pies cuadrados o (m²). Si se presenta varios tipos de Severidad en una sección de pavimento deberán medirse y anotarse separadamente. (Vásquez Varela, 2002, pág. 14)

Figura 08: Falla Agrietamiento en Bloque



Fuente: “Hidromolición” de Eduardo Martínez

4. Abultamientos y Hundimientos

En resumen, Los abultamientos son daños causados por pavimentos inestables que ocurren en la superficie del pavimento, así mismo, puede ser causados por varios factores que influyen como levantamiento de losas de concreto de cemento Pórtland, expansión por congelación o infiltración y

elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito.

Por último, los hundimientos son desplazamientos hacia abajo y abruptos que ocurren en la superficie del pavimento, así mismo, son distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento.

Niveles de severidad

L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 16)

Medida

Se miden en pies lineales (ó metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. (Vásquez Varela, 2002, pág. 16)

Figura 09: Falla de izquierda Abultamiento y de derecha Hundimiento



Fuente: “Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles”

5. Corrugación

En resumen, es un daño caracterizado por la presencia de ondas donde ocurren en la superficie del pavimento, así mismo, pueden estar asociadas a un exceso de humedad en la sub rasante o la contaminación de la mezcla asfáltica con fino o materias orgánicas.

Niveles de severidad

L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 18)

Medida

Se mide el área afectada en pies cuadrados o (m²). (Vásquez Varela, 2002, pág. 18)

Figura 10: Falla de Corrugación



Fuente: Wilfredo Tejerina S

6. Depresión

En resumen, son daños en la superficie del pavimento que suelen ser formados por el asentamiento de la subrasante o por una construcción errónea en las capas superiores del pavimento, así mismo, se pueden originar alguna rugosidad y cuando son capazmente profundas o están llenas de agua.

Niveles de severidad.

Máxima profundidad o hundimiento de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 20)

Medida

Se calcula el área afectada en pies cuadrados o (m²). (Vásquez Varela, 2002, pág. 20)

Figura 11: Falla de Depresión



Fuente: Wilfredo Tejerina S.

7. Grieta de Borde

En resumen, son daños con tendencia longitudinal ubicadas cerca del borde de la calzada, así mismo, este daño se puede incrementar por las cargas vehiculares y puede originarse debilitamiento de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento.

Niveles de severidad.

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 22)

Medida

Se mide en pies lineales (ó metros lineales). (Vásquez Varela, 2002, pág. 22)

Figura 12: Falla de Grieta de Borde



Fuente: “Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles”

8. Grieta de Reflexión

En resumen, estos daños son causados por el movimiento de la losa de concreto de cemento, inducido por la temperatura, bajo la superficie del

pavimento asfáltico, por lo tanto, este daño no está relacionado con las cargas vehiculares que suelen causar roturas de pavimento asfáltico.

Niveles de Severidad

L: Existe una de los siguientes requisitos:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con estado satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de los siguientes requisitos:

1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un acelerado agrietamiento casual.
3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un acelerado agrietamiento aleatorio.

H: Existe una de los siguientes requisitos:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento casual de media o alta severidad.
2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fisuradas (la grieta está severamente fisurada).

(Vásquez Varela, 2002, pág. 24)

Medida

La grieta de reflexión de junta su unidad de medición es en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe

anotarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de elevada severidad; estas deben anotarse de forma independiente. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe anotarse. (Vásquez Varela, 2002, pág. 24)

Figura 13: Falla de Grieta de Reflexión



Fuente: “Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles”

9. Desnivel Carril / Berma

En resumen, este daño se debe a la erosión o asentamiento de la berma o la colocación de sobre carpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

Niveles de severidad.

L: La desigualdad entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

M: La desigualdad está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

H: La desigualdad en elevación es mayor que 102.00 mm.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 26)

Medida

El desnivel carril / berma su unidad de medida es en pies lineales (ó metros lineales). (Vásquez Varela, 2002, pág. 26)

Figura 14: Falla de Desnivel Carril / Berma



Fuente: “Pontificia Universidad Católica del Ecuador”

10. Grietas Longitudinales y Transversales

En resumen, las grietas longitudinales son daños que ocurren aproximadamente paralela al eje de la vía dividiendo en dos planos, así mismo, estos daños son causados por repeticiones de cargas vehiculares pesadas, por contracción de superficie de pavimento asfáltico debido a cambio de temperatura y la presencia de humedad.

Por último, las grietas transversales son daños que ocurren aproximadamente perpendicular al eje de la vía dividiendo en dos planos, así mismo, estos daños son causados por excesivas repeticiones de cargas vehiculares pesadas, deficiente apoyo de las losas, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la ejecución y por las variaciones del espesor de losas provocan fisuras.

Niveles de Severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
2. Grieta rellena de cualquier ancho.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm,
3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 28)

Medida

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (ó metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. (Vásquez Varela, 2002, pág. 28)

Figura 15: Falla de Grieta Longitudinal y Transversal





Fuente: “Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles”

11. Parcheo y Acometidas

En resumen, son áreas donde el pavimento original fue removido por material similar o diferente para reparar al nivel del pavimento asfáltico o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (agua, gas, etc.). Por lo habitual se encuentra alguna rugosidad está ligado con este daño.

Niveles de Severidad.

L: El parche está en buen estado, buena y es confortable. La condición del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

M: El parche está moderadamente dañado o la condición del tránsito se califica como de severidad media.

H: El parche está muy dañado o la condición del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronto reemplazo.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 30)

Medida.

Los parches su unidad de medida es en pies cuadrados o (m²) de área dañada. Por lo tanto, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y anotarse de forma separada. (Vásquez Varela, 2002, pág. 30)

Figura 16: Falla de Parcheo y Acometida



Fuente: “Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles”

12. Pulimento de Agregados

En resumen, este daño ocurre por la presencia de agregados con caras planas en la superficie o por la ausencia de agregados angulares, así mismo, son causados por baja resistencia o susceptibilidad de algunos agregados.

Niveles de severidad.

No se determina ningún nivel de severidad. Sin embargo, el nivel de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación del estado y contabilizado como defecto u fallo. (Vásquez Varela, 2002, pág. 32)

Medida

Su unidad de medida es en pies cuadrados o (m²) de área dañada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 32)

Figura 17: Falla de pulimento de Agregados



Fuente: “Pavimentos y Asfaltos Tolcan”

13. Huecos

En resumen, estos daños son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m, además, el crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua, así mismo, son causados por daños asociados a la condición de la estructura.

Niveles de severidad

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con la Tabla N°05.

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies² (0.47 m²) para

hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta. (Vásquez Varela, 2002, pág. 33)

Tabla 05: Niveles de Severidad para Huecos

Profundidad Máxima del Hueco	Diámetro Medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Fuente: Vásquez Varela

Medida

Las fallas de los huecos se calculan contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y anotándolos separadamente. (Vásquez Varela, 2002, pág. 33)

Figura 19: Falla de Hueco



Fuente: “El Universal - Pavimentos”

14. Cruce de Vía Férrea

En resumen, son daños coligados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos a los contornos o entre los rieles.

Niveles de severidad

L: El cruce de vía férrea origina calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce de vía férrea origina calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de vía férrea origina calidad de tránsito de severidad alta.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 35)

Medida

El área del cruce su unidad es en pies cuadrados o (m²) de área dañada.

Si el cruce no afecta la calidad de tránsito entonces no debe anotarse.

Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe anotarse como parte del cruce. (Vásquez Varela, 2002, pág. 35)

Figura 19: Falla de Cruce de Vía Férrea



Fuente: “Universidad Ricardo Palma – lima - Pavimentos”

15. Ahuellamiento

En resumen, son daños localizados sobre la trayectoria de la llanta de los vehículos donde se encuentra una elevación a lo largo de la zona afectada,

además, son causadas por alteraciones permanentes en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante debido a cargas vehiculares, así mismo, la deformación plástica de la mezcla asfáltica tiende a darse por una compactación inadecuada de las capas durante la construcción, por el uso de asfaltos blandos o agregados redondeados

Niveles de severidad

Las dimensiones de profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 37)

Medida

El ahuellamiento su unidad de medida está en pies cuadrados o (m²) de área dañada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. (Vásquez Varela, 2002, pág. 37)

Figura 20: Falla de Ahuellamiento



Fuente: “Reyes Lizcano Fredy – Bogotá - Colombia”

16. Desplazamiento

En resumen, este daño se produce en la superficie del pavimento por las cargas vehiculares donde normalmente ocurren en pavimentos con mezcla de asfalto líquido inestable, así mismo, está asociado por deformación por empuje con el grado de afectación de la calidad de rodaje.

Niveles de severidad

L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 39)

Medida

Los desplazamientos su unidad de medida está en pies cuadrados o (m²) de área dañada. Los desplazamientos que ocurren en parches se estiman para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 39)

Figura 21: Falla de Desplazamiento



Fuente: “Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles”

17. Grietas Parabólicas

En resumen, estos daños son producidas por las ruedas que frenan o giran que inducen a la deformación de la superficie del pavimento, así mismo, son causadas por la construcción de un pavimento sobre una subrasante muy débil que llegan a generar deflexiones excesivas en las capas asfálticas.

Nivel de severidad

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Existe una de los siguientes requisitos:

1. Ancho promedio de la grieta oscila entre 10.0 mm y 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños trozos.

H: Existe una de los siguientes requisitos:

1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en trozos fácilmente removibles. (Vásquez Varela, 2002, pág. 41)

Medida

El área coligada con una grieta parabólica su unidad de medida está en pies cuadrados o (m²). (Vásquez Varela, 2002, pág. 41)

Figura 22: Falla de Grietas Parabólicas



Fuente: “Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles”

18. Hinchamiento

En resumen, este daño se origina por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento generando una ola larga en la zona dañada, así mismo, está daño es causado por suelos potencialmente expansivos.

Nivel de severidad

L: El hinchamiento origina calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

M: El hinchamiento origina calidad de tránsito de severidad media.

H: El hinchamiento origina calidad de tránsito de alta severidad.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 43)

Medida

El hinchamiento su unidad de medida está en pies cuadrados o (m²) de área dañada. (Vásquez Varela, 2002, pág. 43)

Figura 23: Falla de Hinchamiento



Fuente: "Wilfredo Tejerina S."

19. Desprendimiento de Agregados

En resumen, este daño se produce por desintegración superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados, además, es causado por la acción del tránsito y los agentes climáticos, así mismo, es común en tratamientos superficiales.

Niveles de severidad

L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos.

En el caso de derramamiento.

(Vásquez Varela, 2002, pág. 44)

Medida

La meteorización y el desprendimiento su unidad de medida se encuentra en pies cuadrados o (m²) de área dañada. (Vásquez Varela, 2002, pág. 44)

Figura 24: Falla de Desprendimiento de Agregados



Fuente: “Pulimento de agregados empleados en capas de rodamiento.”

2.4. Marco conceptual:

Infraestructura Vial:

Es un conjunto de elementos que permiten el desplazamiento de vehículos de forma segura y confortable.

Índice Medio Diario (IMD):

Numero promedio de vehículos medido en un periodo de 24 horas, de total de vehículos que pasan por una sección determinada de una vía.

Inventario Vial:

Registro ordenado, sistemático y actualizado de todas las carreteras existentes, especificando su ubicación, características físicas y estado operativo.

Mantenimiento de Carreteras:

Actividades rutinarias y periódicas que se ejecutan para que las carreteras se conserven en buenas condiciones de transitabilidad.

Mejoramiento de Carreteras:

Consiste en mejorar o ampliar las características técnicas y geométricas de las carreteras con variaciones en el eje transversal o eje vertical, con respecto al diseño original de la carretera.

Falla:

Es el deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la cohesión de las capas y afectando su comportamiento frente a cargas externas.

Severidad:

Es la gravedad del deterioro de un pavimento.

Paquete Estructural:

Es la unión de la carpeta asfáltica, base, sub base, sub rasante y en algunos casos la adición de una geomalla, y que estas a su vez funcionan como una sola unidad.

Carpeta Asfáltica:

La carpeta asfáltica es la capa que se coloca en la parte superior del paquete estructural, sobre la base, y es la que le proporciona la superficie de rodamiento a la vía.

Base:

Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una sub base o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento

Sub Base:

Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.

Sub Rasante:

Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

2.5. Hipótesis**Hipótesis General:**

La evaluación del grado de desgaste del pavimento de la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú, presenta un deficiente desempeño del pavimento.

2.6. Variables**Tema de investigación:**

Identificación y evaluación del grado de desgaste de la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú mediante el método del Índice de Condición de Pavimento Flexible (PCI) del tramo km: 13+000 a km: 23+000.

Independiente

Método de PCI (Pavement Condition Index).

Dependiente

Grado de Desgaste de la Carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú.

2.7. Operalización de la variable

Tabla 06: Variable Dependiente

Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	de	Instrumento de investigación
Evaluación Previa	Parámetro de evaluación			
Evaluación Detallada	Índice de condición Condición del pavimento	Según las unidades de medidas (m2, ml, mm. y und.)	las de	Guía de observación y formato de registro

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 07: Variable Independiente.

Dimensiones	Indicadores	Instrumento de investigación
	a) Clase	
Paramento de evaluación	b) Severidad c) Extensión	
Índice de condición	d) Cálculo del valor deducido (VD) e) Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) f) Determinar el PCI	Cuestionario según tipo de fallas encontradas en la zona
Condición del pavimento	g) Identificar la escala de clasificación de PCI h) Determinar la condición según la escala i) Determinar la condición según la escala	

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

Descriptivo / No Experimental; Es descriptivo porque detalla la realidad sin alterarla, por lo que describe el proceso de reconocimiento de fallas reiterado en las carpetas asfálticas según sus características; y no experimental porque se estudia y analiza el problema tal como se da en el contexto natural, sin necesidad de recurrir a un laboratorio.

3.2. Población y Muestra

Población

La población son los pavimentos flexibles de la Provincia Gran Chimú. Y para esta tesis se escogió la Carretera Departamental (desvío Cascas) – Baños Chimú.

Muestra

La muestra que se analiza en esta investigación es el kilómetro 13+000 al km: 23+000 del tramo (desvío Cascas) – Baños Chimú. Ingenio cuyo pavimento asfáltico presenta una serie de fallas que deterioran el pavimento y generan la incomodidad de la población.

3.3. Técnicas e instrumentos de investigación

Para el desarrollo de la investigación se utilizó como técnica la evaluación inicial que consistió en un recorrido personal y vehicular para visualizar la zona a trabajar, para posteriormente la evaluación detallada la cual se realizó mediante una recopilación de datos para

identificarlos, clasificarlos para efectuar el correspondiente análisis. Así mismo como instrumento se elaboró un formato de evaluación para la recolección de datos.

3.4. Diseño de Investigación

- a. La presente investigación tiene un diseño de metodología no experimental, del tipo visual, descriptivo, analítico y transversal.
- b. Es analítica porque evalúa y estudia cada tipo de falla y sus causas que lo ocasionan.
- c. Según (Tamayo y Tamayo, 2004) una investigación no experimental transversal, es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Es decir, es una investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento del estudio se realizó a través de una hoja de cálculo elaborada bajo los procedimientos de la metodología PCI y el análisis se presentó a través de gráficos de sectorización, histogramas, gráficos de líneas, tablas de registro y gráfico de barras (Microsoft Excel) de datos que se tomaron de la medición de las fallas levantadas en campo

CAPÍTULO IV

4. Resultados

4.1. Análisis e interpretación de resultados

Cálculo de unidades de muestras

El trabajo se ha dividido en unidades de muestreo, lo cual comienza con la primera unidad de muestreo (U-01) que comprende la progresiva inicial Km 13 + 000 y la progresiva final Km 13 + 038.30.

El pavimento para evaluar es de tipo flexible con un ancho menor que 7.30 m: el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **$230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$** es decir está comprendido entre 137.00 m² y 323.00 m².

El ancho de calzada de la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú – La Libertad es de 6 m, por lo tanto, hemos optado por una longitud de muestra de L= 38.30 m Como se nota en la siguiente figura.

FOTO DE ANCHO DE CALZADA DE LA VIA



Figura 25: Ancho de calzada
Fuente: fuente propia

La longitud total de estudio es de 10000 m, longitud de muestra es de $L=38.30$ m y su ancho de calzada 6 m por lo cual tiene un área de 229.80 m^2 , por lo tanto, la cantidad total de muestras es 261 con la formula a continuación.

$$N = \frac{10000 \text{ m}}{38.30 \text{ m}} = 261 \text{ muestras}$$

Elección de unidades para la inspección

Para hallar el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la ecuación 01 del método del PCI, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%. Por lo tanto:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} = \frac{261 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (261 - 1) + 10^2} \cong 15 \text{ muestras}$$

Durante la investigación inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico y error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e) de 5%, estos valores son obtenidos en campo de muchas pruebas realizadas.

Como son 15 las muestras mínimas y 261 total de muestras, se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas

a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ella se elija al azar.

El intervalo de muestras (i) se expresa mediante la ecuación 02 del método del PCI:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{261}{15} = 17.40 \cong 17$$

Por lo tanto, nuestro intervalo de muestreo será 17, la primera muestra se escogió al azar de las 4 primeras muestras según el intervalo, entonces escogimos como primera muestra el número 01 (UM-01), a continuación, se presenta un detallado de todas las muestras en el tramo de estudio:

Tabla 8: Detallado de muestras

CARRIL TRAMO DE ESTUDIO													
N° de Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Intervalo de Muestras	UM 01	UM 18	UM 35	UM 52	UM 69	UM 86	UM 103	UM 120	UM 137	UM 154	UM 171	UM 188	UM 205

CARRIL TRAMO DE ESTUDIO		
N° de Muestras	14	15
Intervalo de Muestras	UM 222	UM 239

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Inspección de las unidades de muestras:

Unidad de Muestra (UM-01)

La unidad de muestra UM1 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000m.

La falla que más predomina en el pavimento es el desprendimiento de agregados con un nivel de severidad baja, media y alta secuencialmente, por lo que alcanza un área de 7.70, 6.66 y 5.68m².

A continuación de esta, se halla la falla número 11, la del parcheo con un nivel de severidad baja y media, debido a los trabajos que se han realizado de agua y alcantarillado, que cuenta con un área de 11.99 y 25.77 m².

Las fallas en la muestra (UM-01) que tiene mayor deterioro es desprendimiento de agregados como se ha mencionado anteriormente el efecto sería la transitabilidad de vehículos pesados, ya que es una avenida principal directo al comercio, porque está a unas cuadras del mercado.

Tabla 2: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-01)

		Niveles de Severidad		
<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
19	m ²	7.70		
11	m ²	11.99		
19	m ²			5.68
11	m ²		25.77	
19	m ²		6.66	

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-18)

La unidad de muestra UM18 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000m.

La falla que más predomina en el pavimento es el desprendimiento de agregados, ya que se muestra una cuarta parte de toda la superficie examinada con un área de 16.43 m².

La falla que se encontró en esta muestra (UM-18) solo fue desprendimiento de agregados, podemos observar que en toda tu totalidad de sección está en un buen estado el pavimento, lo cual ayuda a los vehículos su transitabilidad.

Además, su severidad no es tan alta, presenta una severidad media.

Tabla 3: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-18)

		Niveles de Severidad		
<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
19	m ²			45.00
19	m ²		16.43	

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-35)

La unidad de muestra UM35 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000m.

La falla que más predomina en el daño del pavimento es el parcheo de severidad baja y media sucesivamente, presenta en casi toda la superficie examinada con un área de 17.02 y 4.14m².

A continuación de esta, se encuentra la falla número 13, que son los huecos, debido al tránsito pesado, que en su defecto el pavimento se desgasta la capa de rodadura hasta llegar una profundidad considerable que son los famosos huecos.

Además, las fallas de huecos tienen unos niveles de severidad altos.

Y por último las fallas de los parcheo ocupan sus $\frac{3}{4}$ partes de toda la unidad de muestra (UM-35).

Tabla 4: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-35)

<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	Niveles de Severidad		
		<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
11	m ²	17.02		
13	Und			1
11	m ²		4.14	
13	Und			1

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-52)

La unidad de muestra UM52 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000m.

La falla que más predomina en el daño del pavimento es el desprendimiento de agregados, por lo que presenta en casi toda la superficie examinada con un área de 190.96 m². A continuación de esta, se encuentra la falla número 11, la del parcheo, debido a los trabajos que se han realizado de agua y alcantarillado, que alcanza un área de 34.16 m².

También se encontró la falla de desprendimiento de agregados con un área de 2.44 m² de severidad media.

Y, por último, se ubicaron las fallas de huecos con un nivel de severidad baja y media, que también contribuyen al daño de la pista.

Tabla 5: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-52)

		Niveles de Severidad		
<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
13	Und		1	
13	Und			1
13	Und	1		
19	m ²		2.44	

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-69)

La unidad de muestra UM69 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000m.

La falla que más predomina en el daño del pavimento es el desprendimiento de agregados, por lo que está en casi toda la superficie examinada con un área de 101.40 m².

A, continuación de esta, se encuentra la falla número 11, la del parcheo, debido a las fuertes lluvias durante el fenómeno del niño, que alcanza un área de 60.00 m².

Su severidad de la falla desprendimiento de agregado es mediana ya su textura superficial es moderadamente rugosa.

Y por último su nivel de severidad de la falla parcheo es baja, porque se encuentra en buen estado su pavimento.

Tabla 6: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-69)

		Niveles de Severidad		
<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
11	m ²	6.00		
19	m ²		101.40	

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-86)

La unidad de muestra UM86 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000m.

La falla que más predomina en esta muestra en el daño del pavimento es el desprendimiento de agregados, por lo que presenta en su superficie examinada que cuenta con un área de 43.42 m².

A, continuación de esta, se encuentra la falla número 11, la del parcheo que cuenta con un área de 7.34 m².

La severidad en el desprendimiento de agregados es mediana, lo cual indica que su textura superficial es moderadamente rugosa.

Por último, su nivel de severidad del parcheo es de mediana, por ende, no afecta a la transitabilidad y su capa de rodadura esta conservable.

Tabla 7: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-86)

		Niveles de Severidad		
<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
19	m ²		43.42	
11	m ²		7.34	

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-103)

La unidad de muestra UM103 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000m.

En esta muestra las fallas encontradas fueran 3 las más influyentes fueron el desprendimiento de agregados y los huecos sucesivamente con un área de 22.45 m² y 3 huecos.

A, continuación de esta, se encuentra la falla número 10, la grieta transversal con una longitud de 3.45 m.

Los niveles de severidad de la falla de los huecos son 2 de mediana y una de alta severidad.

Por último, su severidad de la grieta transversal es mediana porque tenía un ancho de 35mm.

Tabla 8: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-103)

<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	Niveles de Severidad		
		<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
19	m ²	22.45		
13	Und		1	
13	Und		1	
13	Und			1
10	m		3.45	

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-120)

La unidad de muestra UM120 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000m.

La falla que más predomina en esta muestra en el pavimento es el daño del parcheo, con un área examinada de 19.46m².

A, continuación de esta, se encuentra la falla número 13, que se refiere a huecos, un hueco con severidad mediana y el otro con una severidad alta.

También se encontró la falla número 4, la del hundimiento con una longitud de 1.20m. Y su nivel de severidad es mediana, por lo que su calidad de tránsito no se ve afectada.

Tabla 9: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-120)

<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	Niveles de Severidad		
		<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
13	Und			1
13	Und		1	
11	m ²		19.46	
4	m		1.20	

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-137)

La unidad de muestra UM137 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000 m.

La falla que más predomina en el daño del pavimento es el desprendimiento de agregados, no ocupa gran cantidad de muestra y cuenta con un área examinada de 11.68 m².

A, continuación, se encontró la falla que es de huecos con un nivel de severidad media, que también contribuyen al daño de la pista solo se encontró un solo hueco con una severidad media.

Su severidad de la falla desprendimiento de agregados es baja, por lo cual no afecta mucho en el tránsito de vehículos.

Tabla 10: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-137)

		Niveles de Severidad		
<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
19	m ²	11.68		
13	Und		1	

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-154)

La unidad de muestra UM154 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000 m.

La falla que más predomina en el daño del pavimento es el desprendimiento de agregados, que se encuentra en la superficie examinada y cuenta con un área de 9.05 m².

A, continuación de esta, se encuentra la falla número 4, la del hundimiento, con una longitud de 1.67 m.

La severidad de la falla de desprendimiento de agregados es mediana.

Por último, la severidad de la falla hundimiento es mediana, se pudo observar que su calidad de transito no es mala.

Tabla 11: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-154)

<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	Niveles de Severidad		
		<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
4	m	1.67		
11	m ²			50.00
19	m ²		9.05	

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-171)

La unidad de muestra UM171 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000 m.

La falla que más predomina en el daño del pavimento es el parcheo, que se encuentra en la superficie examinada y cuenta con un área de 28.80 m².

A, continuación, de esta, se encuentra la falla número 19 desprendimiento de agregados con un nivel de severidad que es muy baja, y cuenta con un área de 12.81 m². También, se encontraron la falla de huecos, que también contribuyen al daño del pavimento.

Su severidad de falla de huecos es mediana y alta clasificado según el método por el diámetro y su profundidad.

Su severidad del parcheo es mediana, esta se encuentra en un estable no muy afectado su carpeta asfáltica.

Tabla 12: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-171)

<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	Niveles de Severidad		
		<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
13	Und		1	
13	Und			1
11	m ²		28.80	
19	m ²		12.81	

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-188)

La unidad de muestra UM188 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000 m.

La falla que más predomina en el daño del pavimento es el desprendimiento de agregados, que se encuentra en la mayor parte de la superficie examinada con un área de 12.39 m².

A, continuación de esta, se encuentra la falla número 11, la del parcheo, debido a las constantes lluvias, que cuenta con un área de 46.65 m².

Asimismo, se encontraron las fallas de huecos con un nivel de severidad alto, que también contribuyen al daño de la pista.

En esta muestra los niveles de severidad de huecos como desprendimiento de agregados son altos.

En la falla de parcheo su nivel de severidad es media, esto nos indica que su estado de pavimento es regular.

Tabla 13: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-188)

Niveles de Severidad				
N° de Falla	Medida	LOW	MEDIUM	HIGH
19	m ²			12.39
13	Und			1
11	m ²		47.65	

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-205)

La unidad de muestra UM205 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000 m.

La falla que más predomina en el daño del pavimento es el desprendimiento de agregados, que se encuentra en toda la superficie examinada con un área de 86.54 m².

A, continuación de esta, se encuentra la falla número 4, la del hundimiento, que afecta en una mínima parte en esta muestra con una longitud de 2m.

Asimismo, se encontró la falla de hueco, que también colabora al daño de la pista.

Y por último en esta muestra observamos que su nivel de severidad de hundimiento como hueco es baja, y en el desprendimiento de agregados es media.

Tabla 14: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-205)

		Niveles de Severidad		
<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
19	m ²		86.54	
4	m	2.00		
13	Und	1		

Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-222)

La unidad de muestra UM-222 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000 m.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es el desprendimiento de agregados, que cuenta con un área examinada de 66.98 m². A, continuación de esta, se encuentra la falla número 1, la denominada piel de cocodrilo, que se encuentra en un parte de la superficie y tiene un área de 25.55 m², y causa molestia a los conductores que transitan con sus movilidades a diario por mencionada avenida.

Y, por último, las fallas de parcheo ocupan un área de 0.96m.

Tabla 22: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-222)

		Niveles de Severidad		
N° de Falla	Medida	LOW	MEDIUM	HIGH
6	m ²	66.98		
1	m ²		25.55	
11	m ²	0.96		

Nota: Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra (UM-239)

La unidad de muestra UM239 tiene un área de 229.80 m² con una longitud total de 10000 m.

La falla que se puede apreciar en esta unida de muestreo es la del abultamiento y hundimiento con un área de 5.36 m². La cual son provocadas por la débil estructura conformada del pavimento, y esta son accionada cada vez que reciben cargas y no cumple con la resistencia que se debe cumplir en una avenida de alto traín de moviidades de carga pesada.

A, continuación de esta, se ubica la falla número 1, denominada piel de cocodrilo con un estándar de severidad media y se encuentra a lo largo de toda la unidad de muestreo con un área de 10.66 m². La cual influirá de en el deterioro acelerado del pavimento y causando malestares en los usuarios del pavimento.

Tabla 23: Estudio y análisis de la magnitud y severidad de la muestra (UM-239)

		Niveles de Severidad		
<i>N° de Falla</i>	<i>Medida</i>	<i>LOW</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>HIGH</i>
4	ml	3.9		
1	m ²		10.66	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4. Cálculo del PCI de las unidades de muestras

Para todas las unidades de muestras asignadas se hizo manualmente el cálculo del PCI, de acuerdo con la cantidad de cada daño y severidad reportadas.

En la siguiente tabla se representa los cálculos de la unidad de muestreo (UM-01) a modo ejemplo, así sucesivamente obtener todos los cálculos de todas las muestras.

Tabla 24: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-01

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI			ESQUEMA:		
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA					
HOJA DE REGISTRO					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO					

ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN
Carretera Baños Chimú	13 + 000.0	UM-01	1
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA
HERRERA - MONTOYA	13 + 038.30	229.8 m ²	10/11/2020

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabolica
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexion de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	

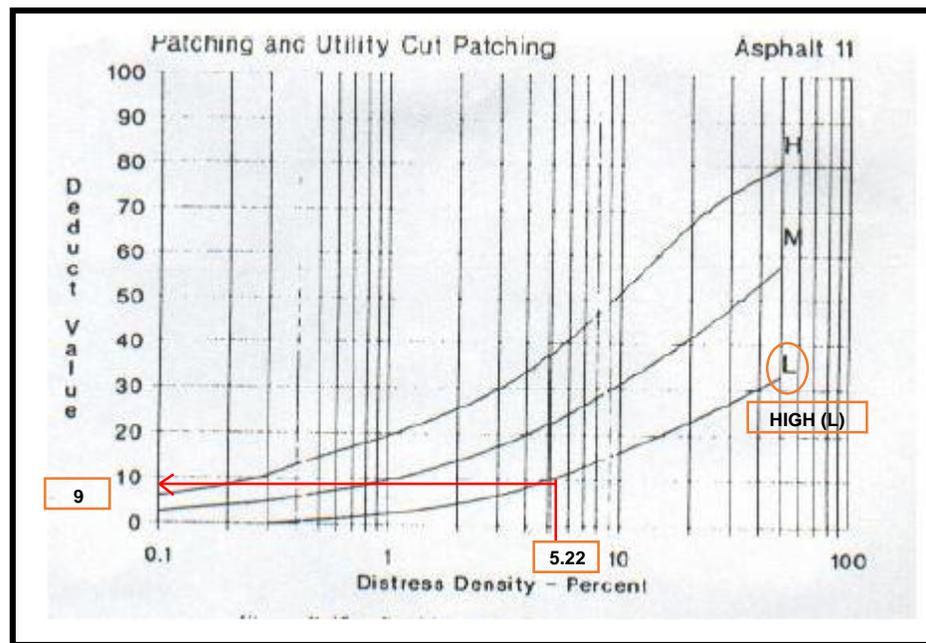
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
19	L	7.70	7.70	3.35	2.50
11	L	11.99	11.99	5.22	9.00
19	H	5.68	5.68	2.47	22.00
11	M	25.77	25.77	11.21	42.33
19	M	6.66	6.66	2.90	10.00

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, un detallado sobre su densidad, por ejemplo, hemos elegido la falla del parcheo (Daño N° 11), su densidad es:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Área total del daño} \times 100}{\text{Área de muestra}} = \frac{11.99 \times 100}{229.80} = 5.22$$

Para hallar el cálculo del valor deducido (VD) se escogió la curva de nivel de severidad alta (L) el daño del Parcheo (Curvas para hallar el Valor Deducido), y se registró la densidad que es 5.22, obteniéndose como producto el valor deducido de 9.00 para dicho daño.



Siguiente a esto se requirió calcular el Valor deducido Total, y como se obtuvieron todos los valores deducidos mayores que 2.0, por lo tanto, se derivó a ordenar de mayor a menor los valores deducidos (V.D), y hallar el “Número máximo de valores deducidos” (m)

conforme la ecuación N°3 del método del PCI, como se describe en la siguiente fórmula con su respectivo resultado.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDVi) = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 42.33) = 6.29$$

Max V.D = 42.33

$m_i = 6.29$ (Número Máximo Admisible de Valores deducidos)

Para el octavo valor tomaría el 58% el valor deducido, pero solo hubo 5 valores deducidos, así que tomé todos los valores.

Se determinó la iteración de toda la muestra de los valores deducidos mayores a 2.0, y se encontró que $q = 5$, también se calculó el Valor deducido total que se obtiene de sumar todos los valores individuales de la muestra y con apoyo de la gráfica que está en los anexos en el manual del PCI se obtuvo el valor del VDC (Valor Deducido Corregido). Así se realizó la técnica para cada iteración y se redujo a 2.0 el dato de menor valor de los que sobrepasaron el valor deducido de 2.0 (condición inicial o anterior) que junto al Valor deducido total que tampoco cambia de valor.

Una vez que se determinó todos los valores de CDV (valor deducido corregido), como resultado final se optó por el Máximo valor deducido corregido (Max. V.D.C.) de la muestra.

Y, el último procedimiento es: con el resultado del Max V.D.C., se procedió a hallar el PCI de la unidad de cada muestra con la Ecuación 4 del manual del PCI (Índice de Condición de Pavimento).

Tabla 16: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-01

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-01									
N°	Valores Deducidos					Total	q	CDV	
1	42.33	22	10	9	2.5	85.83	5	44.5	
2	42.33	22	10	9	2	85.33	4	48.5	
3	42.33	22	10	2		76.33	3	52	
4	42.33	22	2			66.33	2	47	
5	42.33	2				44.33	1	42	
							Max. CDV =	52	

Nota: Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

$PCI = (100 - \text{Max. CDV})$
 $PCI = (100 - 52)$
 $PCI = 48$ Regular

4.1.5 Cálculo del PCI para toda la sección del pavimento:

Debido que se empleó la técnica u método del muestreo y la selección de las unidades se desarrolló mediante la técnica aleatoria, y a su vez no hubo muestras adicionales, el PCI (índice de condición de pavimento) de la sección de pavimento se tomó el promedio de los PCI calculados de cada unidad de muestreo.

Por lo tanto:

$$\text{PCI de la sección} = \frac{\Sigma \text{PCI de unidades de muestra de inspección}}{\# \text{ de unidades de muestra inspeccionada}}$$

PCI de la sección = 834.5 / 15 = 55.63  **Bueno**

4.1.6 Interpretación de resultados del PCI

Una vez registrados todos los datos de campo, y obtenidos los índices de condición respectivos para cada unidad de muestra, se puede calcular el PCI promedio de la sección considerada, para tener una idea global de cuál es el estado del pavimento flexible de LA CARRETERA (DESVÍO CASCAS) – BAÑOS CHIMÚ. Se muestra en la tabla un resumen de estos resultados, identificando la sección de la vía, con sus respectivas unidades de muestra que fueron tomadas para la inspección.

Tabla 26: RESUMEN DEL PCI DE LA SECCIÓN DE PAVIMENTO

C A R R I L T R A M O D E E S T U D I O	UN. DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	ÁREA	PCI DE CADA MUESTRA	ESTADO DE UNIDAD DE MUESTRA
	UM-01	13 + 000.00	13 + 038.30	229.80 m ²	48.0	Regular
	UM-18	13 + 651.10	13 + 689.40	229.80 m ²	46.0	Regular
	UM-35	14 + 302.20	14 + 340.50	229.80 m ²	48.0	Regular
	UM-52	14 + 953.30	14 + 991.60	229.80 m ²	58.0	Bueno
	UM-69	15 + 604.40	15 + 642.70	229.80 m ²	68.0	Bueno
	UM-86	16 + 255.50	16 + 293.80	229.80 m ²	70.0	Bueno
	UM-103	16 + 906.60	16 + 944.90	229.80 m ²	56.0	Bueno
	UM-120	17 + 557.70	17 + 596.00	229.80 m ²	48.0	Regular
	UM-137	18 + 208.80	18 + 247.10	229.80 m ²	82.0	Muy Bueno
	UM-154	18 + 859.90	18 + 898.20	229.80 m ²	30.0	Malo
	UM-171	19 + 511.00	19 + 549.30	229.80 m ²	42.0	Regular
	UM-188	20 + 162.10	20 + 200.40	229.80 m ²	34.0	Malo
	UM-205	20 + 813.20	20 + 851.50	229.80 m ²	67.5	Bueno
	UM-222	21 + 464.30	21 + 502.60	229.80 m ²	66.0	Bueno
UM-239	22 + 115.40	22 + 153.70	229.80 m ²	71.0	Muy Bueno	

Por lo tanto, el Resumen Final es:

PCI DE LA CARRETERA DESVIO CASCAS-BAÑOS CHIMU = 55.63

4.2. Cuadro comparativo de resultados

Fecha	Trabajos realizados en la vía	Resultados
10/03/2010	Construcción de afirmado (afirmado de 30 cm.)	Se realizó la nivelación para poder conformar la superficie de rodadura y así mantener bien definido una gradiente hacia adentro o también hacia fuera o en un bombeo que permita desalojar el agua más rápidamente de la rodadura.
20/08/2015	Asfaltado de la carretera (asfalto de 2")	Se concluye que el procedimiento del diseño de pavimentos debe exigirse la verificación de la permeabilidad de las capas granulares que conforman la estructura del pavimento, incluido la subrasante; la comprobación de la baja permeabilidad de los suelos podría causar que el agua se atrape en la estructura, lo cual a su vez puede originar una destrucción total o parcial del pavimento.
08/07/2016	Mejoramiento y recuperación de asfaltado	Se realizó mantenimiento permanente de las infraestructuras viales ayuda a la conservación de las vías, reflejándose en comodidad y tiempo de transporte.

15/03/2021	Identificación y Evaluación del Grado de desgaste de la carretera (desvío cascadas) – baños chimú mediante el método de PCI del tramo km: 13+000 a km: 23+000	El pavimento flexible de la Carretera desvío Cascas – Baños Chimú obtiene un PCI final promedio de 55.63 el cual pertenece a una condición de pavimento bueno.
------------	---	--

por lo tanto, se puede realizar un tratamiento superficial del asfalto de acuerdo al estudio donde se pueda aplicar la mejor solución ver la tabla 27, así mismo se busca que las condiciones de servicio necesarias puedan generar una comodidad en los transportistas.

Tabla 27: Tipos de Tratamientos Superficial del Asfalto

CLASIFICACION	SUB CATEGORIA	TIPO DE PAVIMENTO
Superficies pavimentadas y selladas	Superficie de asfalto, tratamiento o capas no estructurales	Slurry o lechada
		asfáltica
		Tratamiento
		monocapa
		micropavimentos
		Tratamiento multiplex
		(bicapa, tricapa)

Nota: Fuente: Elaboración Propia

5. Conclusiones

- El pavimento flexible de la carretera Desvió Cascas – Baños Chimú desde el Km 13+000 hasta el Km 23+000 del distrito de Cascas, Provincia de Gran Chimú, departamento La Libertad 2020, según los estudios realizados del índice de condición del Pavimento (PCI) tiene un valor de $PCI = 55.63$, es decir que el rango de la condición de pavimento es **bueno**.
- La falla N° 19 “desprendimiento de agregados” es la que ocupa la mayor parte de la superficie de toda la muestra, la siguiente falla o daño viene a ser los “parches” y por último la falla de “huecos”, también se encontraron más variedad de fallas, un área total de 1233.57 m^2 para desprendimiento de agregados, que representa un 58.4% del área analizada; y 655.95 m^2 que para la falla de parches representa un 33.8%.
- La falla N° 13 se denomina hueco, representa una cantidad total de 15 huecos en los 10 Kilómetros estudiados, lo cual representa un 8% total del área analizada.
- La falla N°1 denominada piel de cocodrilo cuenta con un área total de 127 m^2 , representa un 12% total del área analizada.
- Los daños la N°11 (parches) y N°19 (desprendimiento de agregados), presentan un nivel de severidad media y baja, muy pocas con severidad alta, ya que encuentran alguna rugosidad que esté asociada con el daño. Asimismo, el desprendimiento de agregados es el revestimiento del agregado y la falta de adhesión de las partículas del agregado, producto de las bajas dosificaciones de asfalto.

- En el estudio del EAL, salió elevado, debido al abundante tráfico que se origina por la carretera Desvió Cascas – Baños Chimú, con un resultado igual a 1'563,886.29, esto permite que ahora el diseño del pavimento, de acuerdo a los datos obtenidos por el tráfico una carpeta asfáltica de 3" y una base granular de 6", y así mejorar la calidad de transitabilidad.
- Por último, se concluye que el tramo en estudio necesita un tratamiento superficial del asfalto, pero no al 100% debido a que el resultado obtenido en esta investigación es que el pavimento se encuentra en buen estado, así mismo se puede garantizar que su periodo de vida útil sea efectivo y duradero.

6. Recomendaciones

- En primer lugar, la falla N°19 (desprendimiento de agregados), y N°11 (parches) y también la falla N° 13 (hueco) abarcan un total de 69.22% juntas, y por ende se recomienda tener en cuenta todo el tramo de carretera en estudio, para mejorar la calidad de transitabilidad.
- Se recomienda realizar un tratamiento superficial del asfalto de la carretera Desvió Cascas – Baños Chimú desde el Km 13+000 hasta el Km 23+000, utilizando micropavimentos en toda su trayectoria, ya que el proceso de reconstrucción por ahora no es necesario, sin embargo, se debe optar por dar solución lo más pronto posible.
- En primer lugar, se debe rectificar los daños graves, tales como; hundimientos, depresiones, huecos, grietas de borde longitudinales y transversales, para colocar la sobre carpeta, primero se debe proceder a un sellado de grietas, así mismo para las demás fallas se deberá aplicar un parcheo profundo o parcial si fuera necesario.
- el método aplicado en este trabajo de investigación es el índice de condición del pavimento (PCI), este tiene una implementación sencilla y mucho más económico que otros métodos. Se recomienda aplicar este método en pavimentos urbanos, también en interurbanos, cambiando el número mínimo de las unidades de muestra a inspeccionar.
- Debido que no se han encontrado estudios de la vía en investigación, hemos realizado el estudio del nivel de tráfico para obtener los parámetros que son necesarios para realizar un adecuado diseño de la vía, en donde se obtuvo que el tráfico vehicular es elevado y de acuerdo a la tabla el diseño del pavimento sería una carpeta asfáltica de 3" y una base granular de 6" y con eso se evitaría que su rehabilitación o reconstrucción sea ineficiente.

7. Referencias bibliográficas.

Cevallos G (2017) Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca.

Hiliquín M. (2016), "Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI, en la av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016".

Ministerio de Transportes y comunicaciones, (2005). (Artículo 2º del DS 002-2005-MTC) Lima – Perú.

Manual de carreteras (2013) – ICG. Instituto de la construcción y gerencia.

Ministerio de Transportes, y. (2018). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Lima.

Ministerio de Transportes, y. C. (2016). Manual de Carreteras - Conservación Vial. Lima: MTC.

Pedro R. (2016). Evolución superficial del pavimento flexible por el método Pavex Condition Index en las vías arteriales: Cincuentenario, Colon y Miguel Grau Huacho-Huaura-Lima. Universidad San Martín de Porres. Lima.

Robles R. (2015), "Cálculo del índice de condición del pavimento (pci) barranco-surco-lima".

Vásquez L. (2002). Pavement Condition Index PCI. Manizales: Ingepav.

8. Anexos.

8.1. Panel fotográfico



Figura 26: Desgaste leve en el pavimento
Fuente: Elaboración Propia



Figura 27: Hundimiento en la carpeta de rodadura
Nota: Elaboración Propia



Figura 28: Huevo severo en la carpeta de rodadura en la carretera Desvió Cascas - Baños Chimú.
Fuente: Elaboración Propia



Figura 29: Daño superficial del pavimento.
Fuente: Elaboración Propia



Figura 30: Distancia de Calzada del Tramo de Estudio
Fuente: Elaboración Propia



Figura 31: Daño Superficial de la carretera desvió cascás – baños Chimú
Fuente: Elaboración Propia



Figura 32: Longitud del tramo de estudio
Fuente: Elaboración Propia



Figura 33: Medida de fallas en el pavimento de la carretera desvió cascás – baños chimú
Fuente: elaboración Propia

8.2. FORMATOS DE REGISTROS DE TODAS LAS MUESTRAS Y SU PC

Tabla 28: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-01

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI			ESQUEMA:																						
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimú	13 + 000.0	UM-01	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	13 + 038.30	229.8 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabólica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
19	L	7.70	7.70	3.35	2.50																				
11	L	11.99	11.99	5.22	9.00																				
19	H	5.68	5.68	2.47	22.00																				
11	M	25.77	25.77	11.21	42.33																				
19	M	6.66	6.66	2.90	10.00																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-01

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-01									
N°	Valores Deducidos					Total	q	CDV	
1	42.33	22	10	9	2.5	85.83	5	44.5	
2	42.33	22	10	9	2	85.33	4	48.5	
3	42.33	22	10	2		76.33	3	52	
4	42.33	22	2			66.33	2	47	
5	42.33	2				44.33	1	42	
							Max. CDV =	52	

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

Max. V.D = 42.33

$m_i = 6.29$ N° Valores Deducidos

PCI = (100 – Max. CDV)

PCI = (100 – 52)

PCI = 48  **Regular**

Tabla 30: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-18

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI			ESQUEMA:																						
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimú	13 + 651.1	UM-18	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	13 + 689.4	229.80 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabólica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
19	H	45.00	45.00	19.58	52.00																				
19	M	16.43	16.43	7.15	13.50																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-18

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-18						
<i>N°</i>	<i>Valores Deducidos</i>		<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>	
1	52	13.5	65.5	2	48	
2	52	2	54	1	56	
					Max. CDV =	56

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

Max. V.D = 52

$m_i = 5.41$ N° Valores Deducidos

PCI = (100 – Max. CDV)

PCI = (100 – 56)

PCI = 44  Regular

Tabla 32: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-35

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:	
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA			
HOJA DE REGISTRO			
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO			

ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN
Carretera Baños Chimú	14 + 302.2	UM-35	1

EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA
HERRERA - MONTOYA	14 + 340.50	229.8 m ²	10/11/2020

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	L	17.02	17.02	7.41	10.80
13	H	1	1.00	0.44	34.00
11	M	4.14	4.14	1.80	11.20
13	H	1	1.00	0.44	34.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-35

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-35								
N°	Valores Deducidos				Total	q	CDV	
1	34	34	11.2	10.8	90	4	52	
2	34	34	11.2	2	81.2	3	50.5	
3	34	34	2		70	2	50	
4	34	2			36	1	37	
							Max. CDV =	52

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

$$\text{Max. V.D} = 34$$

$$m_i = 7.06 \text{ N}^\circ \text{ Valores Deducidos}$$

$$\text{PCI} = (100 - \text{Max. CDV})$$

$$\text{PCI} = (100 - 52)$$

$$\text{PCI} = 48 \quad \rightarrow \text{Regular}$$

Tabla 34: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-52

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:	
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA			
HOJA DE REGISTRO			
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO			

ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN
Carretera Baños Chimú	14 + 953.30	UM-52	1
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA
HERRERA - MONTOYA	14 + 991.60	229.8 m ²	10/11/2020

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	M	1.00	1.00	0.44	18.00
13	H	1.00	1.00	0.44	35.00
13	L	1.00	1.00	0.44	10.00
19	M	2.44	2.44	1.06	9.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-52

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-52								
N°	Valores Deducidos				Total	q	CDV	
1	35	18	10	9	72	4	38	
2	35	18	10	2	65	3	42	
3	35	18	2		55	2	41	
4	35	2			37	1	37	
							Max. CDV =	42

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

Max. V.D = 35
 $m_i = 6.97$ N° Valores Deducidos
PCI = (100 – Max. CDV)
PCI = (100 – 42)
PCI = 58  **Bueno**

Tabla 36: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-69

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:																							
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimú	15 + 604.4	UM-69	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	15 + 642.70	229.8 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabólica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
11	L	6.00	6.00	2.61	6.00																				
19	M	101.40	101.40	44.13	31.00																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-69

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-69						
N°	Valores Deducidos		Total	q	CDV	
1	31	6	37	2	28	
2	31	2	33	1	32	
					Max. CDV =	32

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

<p>Max. V.D = 31</p> <p>$m_i = 7.34 \text{ N}^\circ \text{ Valores Deducidos}$</p> <p>PCI = (100 – Max. CDV)</p> <p>PCI = (100 – 32)</p> <p>PCI = 68  Bueno</p>

Tabla 38: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-86

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:																							
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimu	16 + 255.50	UM-86	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	16 + 293.80	229.8 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabolica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexion de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabolica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexion de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabolica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexion de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
19	M	43.42	43.42	18.89	22.00																				
11	M	7.34	7.34	3.19	18.00																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-86

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-86						
<i>N°</i>	<i>Valores Deducidos</i>		<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>	
1	22	18	40	2	30	
2	22	2	24	1	24	
					Max. CDV =	30

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

Max. V.D = 22

$m_i = 8.16$ N° Valores Deducidos

PCI = (100 – Max. CDV)

PCI = (100 – 30)

PCI = 70  Bueno

Tabla 40: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-103

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:																							
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimu	16 + 906.60	UM-103	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	16 + 944.90	229.8 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabolica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexion de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabolica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexion de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabolica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexion de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
19	L	22.45	22.45	9.77	5.00																				
13	M	1	1.00	0.44	18.00																				
13	M	1	1.00	0.44	18.00																				
13	H	1	1.00	0.44	35.00																				
10	M	3.45	3.45	1.50	2.80																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-103

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-103									
N°	Valores Deducidos					Total	q	CDV	
1	35	18	18	5	2.8	78.8	5	38.5	
2	35	18	18	5	2	78	4	42	
3	35	18	18	2		73	3	44	
4	35	18	2			55	2	38	
5	35	2				37	1	36	
							Max. CDV =	44	

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

Max. V.D = 35

$m_i = 6.97$ N° Valores Deducidos

PCI = (100 – Max. CDV)

PCI = (100 – 44)

PCI = 56  Bueno

Tabla 42: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-120

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:																							
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimú	17 + 557.70	UM-120	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	17 + 596.00	229.8 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabolica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexion de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabolica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexion de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabolica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexion de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
13	H	1.00	1.00	0.44	35.00																				
13	M	1.00	1.00	0.44	16.00																				
11	M	19.46	19.46	8.47	28.00																				
4	M	1.20	1.20	0.52	9.00																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-120

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-120								
N°	Valores Deducidos				Total	q	CDV	
1	35	28	16	9	88	4	52	
2	35	28	16	2	81	3	51	
3	35	28	2		65	2	46	
4	35	2			37	1	37	
							Max. CDV =	52

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

Max. V.D = 35

$m_i = 6.97$ N° Valores Deducidos

PCI = (100 – Max. CDV)

PCI = (100 – 52)

PCI = 48  Regular

Tabla 44: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-137

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:																							
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimú	18 + 208.80	UM-137	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	18 + 247.10	229.8 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabólica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
19	L	11.68	11.68	5.08	3.50																				
13	M	1.00	1.00	0.44	17.00																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-137

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-137					
<i>N°</i>	<i>Valores Deducidos</i>		<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>
1	17	3.5	20.5	2	16
2	17	2	19	1	18
Max. CDV =					18

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

<p>Max. V.D = 17</p> <p>$m_i = 8.62$ N° Valores Deducidos</p> <p>PCI = (100 – Max. CDV)</p> <p>PCI = (100 – 18)</p> <p>PCI = 82  Muy Bueno</p>

Tabla 46: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-154

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:																							
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimú	18 + 859.90	UM-154	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	18 + 898.20	229.8 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabólica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
4	L	1.67	1.67	0.73	1.50																				
11	H	50.00	50.00	21.76	68.00																				
19	M	9.05	9.05	3.94	12.00																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-154

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-154							
<i>N°</i>	<i>Valores Deducidos</i>			<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>	
1	68	12	1.5	81.5	3	54	
2	68	12	2	82	2	58	
3	68	2		70	1	70	
						Max. CDV =	70

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

Max. V.D = 68

$m_i = 3.94$ N° Valores Deducidos

PCI = (100 – Max. CDV)

PCI = (100 – 70)

PCI = 30  Malo

Tabla 48: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-171

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:																							
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimú	19 + 511.00	UM-171	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	19 + 549.30	229.8 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabólica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
13	M	1.00	1.00	0.44	18.00																				
13	H	1.00	1.00	0.44	35.00																				
11	M	28.80	28.80	12.53	31.50																				
19	M	12.81	12.81	5.57	14.00																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-171

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-171								
N°	Valores Deducidos				Total	q	CDV	
1	35	31.5	18	14	98.5	4	58	
2	35	31.5	18	2	86.5	3	53	
3	35	31.5	2		68.5	2	49	
4	35	2			37	1	37	
							Max. CDV =	58

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

Max. V.D = 35

$m_i = 6.97$ N° Valores Deducidos

PCI = (100 – Max. CDV)

PCI = (100 – 58)

PCI = 42  Regular

Tabla 50: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-188

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:																							
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimu	20 + 162.10	UM-188	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	20 + 200.40	229.8 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabolica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexion de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabolica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexion de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabolica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexion de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
19	H	12.39	12.39	5.39	31.00																				
13	H	1.00	1.00	0.44	35.00																				
11	M	47.65	47.65	20.74	42.00																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-188

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-188							
N°	Valores Deducidos			Total	q	CDV	
1	42	35	31	108	3	66	
2	42	35	2	79	2	56	
3	42	2		44	1	44.5	
						Max. CDV =	66

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

$$\text{Max. V.D} = 42$$

$$m_i = 6.33 \text{ N° Valores Deducidos}$$

$$\text{PCI} = (100 - \text{Max. CDV})$$

$$\text{PCI} = (100 - 66)$$

$$\text{PCI} = 34 \rightarrow \text{Malo}$$

Tabla 52: HOJA DE ANOTACION DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-205

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:																							
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimú	20 + 813.20	UM-205	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	20 + 851.50	229.8 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabólica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
19	M	86.54	86.54	37.66	30.50																				
4	L	2.00	2.00	0.87	3.80																				
13	L	1.00	1.00	0.44	10.00																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-205

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-205							
N°	Valores Deducidos			Total	q	CDV	
1	30.5	10	3.8	44.3	3	26	
2	30.5	10	2	42.5	2	28	
3	30.5	2		32.5	1	32.5	
						Max. CDV =	32.5

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

Max. V.D = 30.50

$m_i = 7.38$ N° Valores Deducidos

PCI = (100 – Max. CDV)

PCI = (100 – 32.5)

PCI = 67.5  Bueno

Tabla 54: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-222

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:																					
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																							
HOJA DE REGISTRO																							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																							
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																				
Carretera Baños Chimú	21 + 464.30	UM-222	1																				
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																				
HERRERA - MONTOYA	21 + 502.60	229.8 m ²	10/11/2020																				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabólica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>				1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																				
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica																				
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																				
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																				
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																		
19	L	66.98	66.98	29.15	9.00																		
1	M	25.55	25.55	11.12	32.50																		
11	L	0.96	0.96	0.42	0.50																		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-222

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-222								
<i>N°</i>	<i>Valores Deducidos</i>			<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>		
1	32.5	9	0.5	42	3	25		
2	32.5	9	2	43.5	2	34		
3	32.5	2		34.5	1	32.5		
						Max. CDV =	34	

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

<p>Max. V.D = 32.5</p> <p>$m_i = 7.20 \text{ N}^\circ \text{ Valores Deducidos}$</p> <p>PCI = (100 – Max. CDV)</p> <p>PCI = (100 – 34)</p> <p>PCI = 66  Bueno</p>

Tabla 56: HOJA DE ANOTACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM-239

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI		ESQUEMA:																							
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA																									
HOJA DE REGISTRO																									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO																									
ZONA	ABSCISA INICIAL	UN. DE MUESTREO	SECCIÓN																						
Carretera Baños Chimú	22 + 115.40	UM-239	1																						
EJECUTOR	ABSCISA FINAL	AREA DE MUESTREO (m²)	FECHA																						
HERRERA - MONTOYA	22 + 153.70	229.8 m ²	10/11/2020																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. Piel de cocodrilo</td> <td style="width: 25%;">6. Depresión</td> <td style="width: 25%;">11. Parcheo</td> <td style="width: 25%;">16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>17. Grieta parabólica</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>13. Huecos</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>10. Grietas long. Y trans.</td> <td>15. Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica	3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento	4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados	5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento																						
2. Exudación	7. Grieta de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica																						
3. Agrietamiento en bloque	8. Grieta de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento																						
4. Abultamiento y hundimiento	9. Desnivel carril / berma	14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados																						
5. Corrugación	10. Grietas long. Y trans.	15. Ahuellamiento																							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																				
1	L	3.90	3.90	1.70	4.00																				
4	M	10.66	10.66	4.64	28.00																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57: Cálculo del máximo valor deducido corregido "CVD" de la muestra UM-239

Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido "CVD" - UM-239						
<i>N°</i>	<i>Valores Deducidos</i>		<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>	
1	28	4	32	2	24.5	
2	28	2	30	1	29	
					Max. CDV =	29

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto:

<p>Max. V.D = 28</p> <p>$m_i = 7.61$ N° Valores Deducidos</p> <p>PCI = (100 – Max. CDV)</p> <p>PCI = (100 – 29)</p> <p>PCI = 71  Muy Bueno</p>
--

8.3 ESTUDIO DEL EAL

Generalidades

Este estudio del ESAL se realizó con fines de poder llegar a una mejor conclusión en nuestro proyecto de tesis e investigar cuales son las causas de los daños del pavimento de la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú del tramo: km: 13+000 a km: 23+000.

Estudio de tráfico:

El estudio de tráfico vial tiene como objetivo, conocer las características del volumen diario de los vehículos que transitan en la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú del tramo: km: 13+000 a km: 23+000. A través del estudio de tráfico vial se busca dar a conocer a las cargas de los vehículos que son transmitidas al pavimento, para ello es necesario determinar los parámetros característicos del diseño estructural de la vía, para que en base a ellos efectuar los diseños que correspondan, y no tener problemas en la vía y garantizar la seguridad al usuario.

OBJETIVOS

Determinar la carga vehicular representado por ESAL para cálculos posteriores que definen los espesores de cada una de las capas de un pavimento.

METODOLOGIA DEL ESAL

CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR

La metodología para determinar el tráfico vehicular, se realizó en las Estaciones de Control, ubicadas en la Progresiva Km. 13+000, durante 07 días consecutivos, desde el día Domingo 12 hasta el sábado 18 de enero.

El aforador registro el conteo diario de los vehículos en el formato de elaboración propia.

Días de Aforo

Los aforos se realizaron en tres periodos, durante siete (7) días de duración del conteo de tráfico. Los conteos se han realizado durante 8 horas diarias de:

- 6:00 am hasta 9:00 am
- 11:00 am hasta 14:00 pm
- 17:00 pm hasta 19:00 pm

PROYECCION DEL TRÁFICO DE LA VIA

Definición del índice medio diario

El tráfico medio diario viene a ser el valor numérico total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor de un año, dividido entre el número de días del periodo.

$$IMD = \frac{L + S + D}{7}$$

Dónde:

IMD =Índice Medio Diario, Semana de muestra vehicular

L = Volumen Vehicular de los días laborables

S = Volumen vehicular del día sábado

D = Volumen vehicular del día domingo.

Resultado Obtenidos

Los resultados obtenidos en el conteo y clasificación de vehículos en el campo de estudio realizado en la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú del tramo: km: 13+000 a km: 23+000, se procedió a analizar los tráficos que pasan al día.

Cálculo del Tráfico Medio Diario Anual (IMDA)

El Índice Medio Diario Anual (IMDA), se usa el volumen promedio de tránsito, por tipo de vehículo y por día; se ha empleado la siguiente fórmula:

La metodología para hallar el Índice Medio Diario anual (IMDa), corresponde a la siguiente:

$$IMDA = FC \times IMDS$$

Donde:

IMDs = Volumen clasificado promedio diario de la semana

FC = Factor de corrección según el mes que se efectuó el aforo.

Factor de Corrección

Para corregir los promedios de tráfico de la semana se ha tomado el Factor de Corrección del peaje de Chicama.

Siendo necesario para calcular el Índice Medio Diario Anual, se consiguió información de la variación mensual de la Unidad de Peaje de Chicama, obteniendo así el factor de corrección para cada mes.

Para corregir los promedios de tráfico de la semana se ha tomado el Factor de Corrección del peaje de Chicama año 2018, información otorgada por El MTC, OPP, para vehículos ligeros 0.9915 y vehículos pesados 0.9889.

Tasa de Crecimiento

La tasa de crecimiento vehicular ligero y pesado varía dependiendo del tipo de vehículo que transita diariamente por la carretera (desvío Cascas) – Baños Chimú del tramo: km: 13+000 a km: 23+000. Han sido consideradas de las tasas de crecimiento sugeridas por el MTC información obtenida del Formato N°1.2 de la ficha estándar, son las siguientes:

Tabla 58: Tasas de crecimiento para la proyección del IMD

TASAS DE CRECIMIENTO		
TIPO DE VEHICULO	TIPO DE TASA	%
Vehículos Ligeros (Automóvil, Camionetas y Combis)	Tasa de Crecimiento Poblacional	1.26
Vehículos Pesados (Camiones 2E y Camiones articulados)	Tasa de Crecimiento del PBI departamental	2.83

Fuente: el MTC información obtenida del Formato N°1.2 de la ficha estándar

CÁLCULO DEL ESAL

Para el cálculo del ESAL se requirió del volumen y clasificación del tráfico, el número de camiones y la composición de ejes de estos en ambos sentidos.

En las siguientes tablas presentamos los datos obtenidos y procesados para hallar el ESAL.

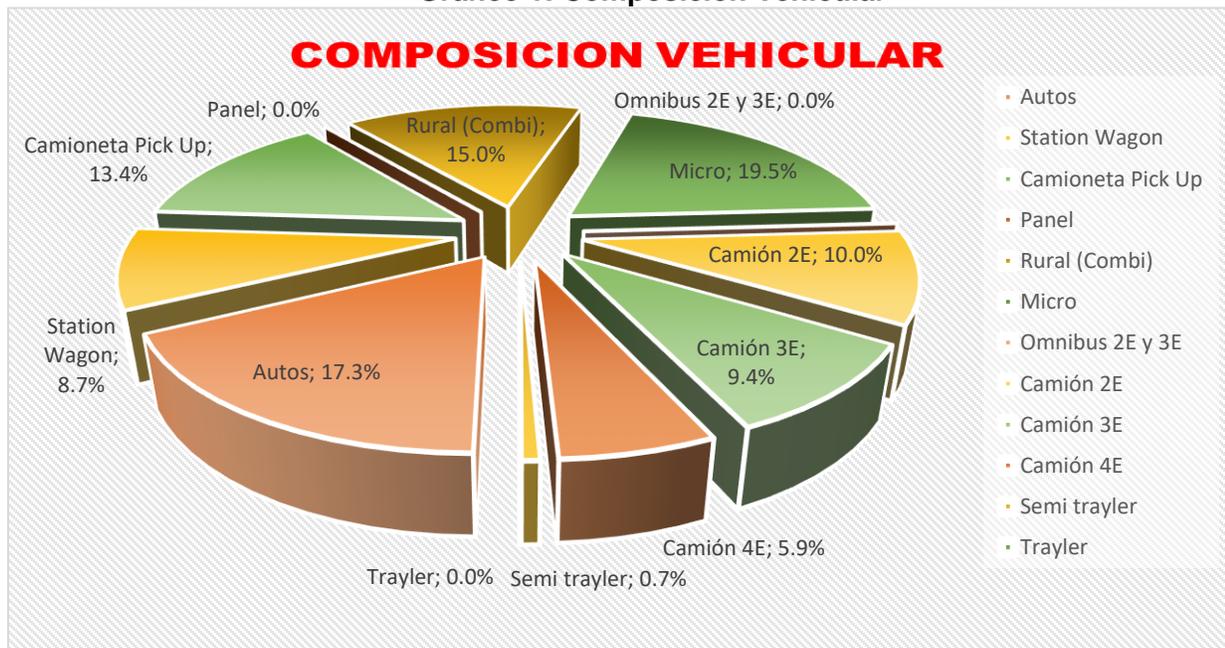
Tabla 59: Resumen del Conteo Vehicular y Calculo del IMD

DIA	AUTO	STATION	CAMIONETAS		MICRO	CAMION			SEMITRAYLER	TOTAL
		WAGON	PICK UP	RURAL (Combi)		2E	3E	4E	2S1/2S2	
DIA GRAB. VEHIC.										
12/01/2020	23	10	16	16	16	10	7	5	1	104
13/01/2020	18	8	17	14	14	14	12	6	2	105
14/01/2020	22	8	12	15	17	10	13	8	2	107
15/01/2020	14	10	12	16	24	12	8	6	-	102
16/01/2020	17	9	10	16	24	9	11	7	-	103
17/01/2020	15	8	13	17	28	10	9	7	-	107
18/01/2020	18	11	18	16	20	8	9	4	-	104
TRAFICO TOTAL	127	64	98	110	143	73	69	43	5	732
DIAS	7	7	7	7	7	7	7	7	7	63
IMD	18	9	14	16	20	10	10	6	1	104
FACTOR DE CORRECCION	0.9315				0.9889					
IMDa CORREGIDO	17.85	8.92	13.88	15.86	19.78	9.89	9.89	5.93	0.99	102.994
% DE PARTICIPACION	17.35	8.74	13.39	15.03	19.54	9.97	9.43	5.87	0.68	100.00

INDICE MEDIO DIARIO	102.994
---------------------	---------

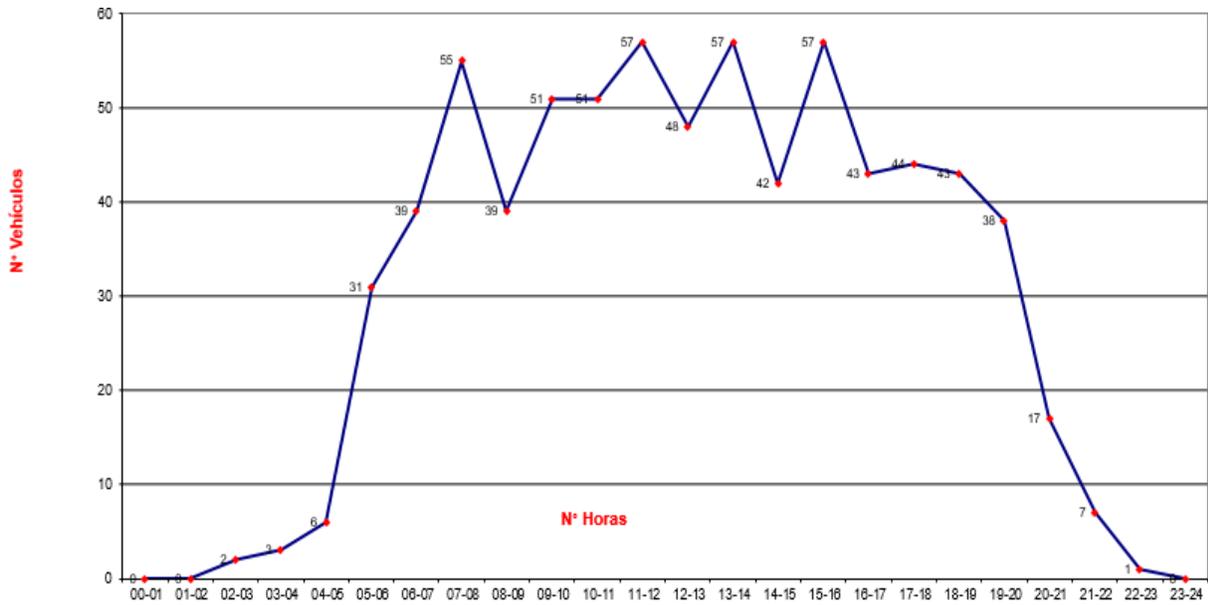
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 1: Composición Vehicular



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 2: Variación Horaria



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60: Porcentaje de Vehículos

TIPO DE VEHICULOS	IMD	DISTR. %
Autos	17.85	17.30 %
Station Wagon	8.92	8.70 %
Camioneta Pick Up	13.88	13.40 %
Rural (combi)	15.86	15.00 %
Micro	19.78	19.50 %
Camión 2E	9.89	10.00 %
Camión 3E	9.89	9.40 %
Camión 4E	5.93	5.90 %
Semi Trayler	0.99	0.70 %
TOTAL	102.99	100 %

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61: Calculo del ESAL

Tipo de Vehiculo	IMD	%	Factor de Distribucion Direccional %	Factor Carril	Nº de Veh/Dia	Nº de Veh/Año	Factor Camion	ESALCarril de Diseño	Factor de Crecimiento	ESAL
Autos	17.85	17.33	0.5	1	127	45720	0.0001	4.57	1.26	5.76
Station Wagon	8.92	8.66	0.5	1	64	23040	0.0001	2.30	1.26	2.90
Camioneta Pick Up	13.88	13.48	0.5	1	98	35280	0.0001	3.53	1.26	4.45
Rural (Combi)	15.86	15.40	0.5	1	110	39600	0.0001	3.96	1.26	4.99
Micro	19.78	19.20	0.5	1	143	51480	3.9900	205405.20	2.83	581296.72
Camión 2E	9.89	9.60	0.5	1	73	26280	3.9900	104857.20	2.83	296745.88
Camión 3E	9.89	9.60	0.5	1	69	24840	8.1000	201204.00	2.83	569407.32
Camión 4E	5.93	5.76	0.5	1	43	15480	1.7900	27709.20	2.83	78417.04
Semi trayler	0.99	0.96	0.5	1	5	1800	7.4600	13428.00	2.83	38001.24
TOTAL	102.99	100.00			732	263,520		552,618		1,563,886.29

TOTAL ESAL	1,563,886.29
-------------------	---------------------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62: Espesores Mínimos Recomendados

Espesor Mínimo		
Tráfico en ESAL	Concreto Asfáltico	Base granular
<50,000	1 o tratamiento superficial	4
50,000-150,000	2	4
150,001-500,000	2.5	4
500,001-2'000,000	3	6
2'000,001-7'000,000	3.5	6
>7'000,000	4	6

Fuente: AASHTO

De acuerdo a los cálculos realizados anteriormente como el IMD y el ESAL; para el cálculo del espesor de la carpeta asfáltica se usará la tabla mencionada anteriormente usando el ESAL.

Como se tiene un ESAL de 1'563,886.29 se obtendrá un espesor de carpeta asfáltica de 3”.

8.4. Planos