

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL
MÉTODO PCI EN LA AVENIDA METROPOLITANA II, TRAMO ENTRE AV MANSICHE
Y AV MICAELA BASTIDAS, LA LIBERTAD 2020”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTORES:

BR. ULLOA RODRIGUEZ JARITZA LIZBET

BR. ULLOA VELÁSQUEZ FRANKS ANTHONY

ASESOR:

ING. MERINO MARTÍNEZ MARCELO EDMUNDO

TRUJILLO - PERÚ

2020

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL
MÉTODO PCI EN LA AVENIDA METROPOLITANA II, TRAMO ENTRE AV MANSICHE
Y AV MICAELA BASTIDAS, LA LIBERTAD 2020”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTORES:

BR. ULLOA RODRIGUEZ JARITZA LIZBET

BR. ULLOA VELÁSQUEZ FRANKS ANTHONY

ASESOR:

ING. MERINO MARTÍNEZ MARCELO EDMUNDO

TRUJILLO - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a la gran familia que pertenezco orgullosamente, también a los que no están físicamente pero siempre y cada día están en mi corazón y en mis recuerdos.

Gracias a mis padres MARLENY VELASQUEZ y AMERICO ULLOA, por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelas, mis tíos y tías, primos y primas, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

BR. ULLOA VELÁSQUEZ FRANKS ANTHONY

A Dios, por haberme dado la vida, permitirme alcanzar y haber llegado hasta este período tan importante en mi formación profesional.

A mis padres: Jorge Ulloa y Rosa Rodriguez por su soporte, consejos, comprensión y amor; gracias a sus enseñanzas de valores, principios y orientaciones en un buen camino que me ayudaron a constituir como una persona firme para alcanzar mis objetivos y metas trazadas, asimismo de enseñarme a ver en cada obstáculo la oportunidad para prevalecer y dar lo mejor de mí.

A mi Hija Aitana, por ser parte de mi luz y mi Fortaleza para salir adelante y a mis queridos hermanos: Cristhian, Angy, Jazmin y Jorguito; quienes han sido de gran ayuda en mi vida ya que constantemente he contado con su apoyo.

BR. ULLOA RODRIGUEZ JARITZA LIZBET

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS:

A Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el tiempo de estudio.

PADRES:

Por el apoyo en cada instante de nuestras vidas y buena orientación en nuestra duración profesional, por su apoyo moral y económico que nos permitió lograr esta meta como Ingenieros Civiles.

DOCENTES:

A nuestros docentes que con sus instrucciones y conocimientos aportaron al progreso de mi formación profesional.

ING. MERINO MARTÍNEZ MARCELO EDMUNDO

A nuestro asesor el Ing. Merino Martínez Marcelo Edmundo por su valiosa asesoría, colaboración y aporte brindado en el presente trabajo de investigación de nuestra tesis.

ACREDITACIONES

TÍTULO: “ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO PAVEX CONDITION INDEX (PCI) EN LA AVENIDA METROPOLITANA II, TRAMO ENTRE AV MANSICHE Y AV MICAELA BASTIDAS, LA LIBERTAD 2020”

AUTORES: BR. ULLOA RODRIGUEZ JARITZA LIZBET

BR. ULLOA VELÁSQUEZ FRANKS ANTHONY

APROBADO POR:

Ing. Enrique Francisco Luján Silva
PRESIDENTE
N° CIP 54460

Ing. Mamerto Rodríguez Ramos
SECRETARIO
N° CIP 3689

Ing. Tito Alfredo Burgos Sarmiento
VOCAL
N° CIP 82596

Ing. Merino Martínez Marcelo Edmundo
ASESOR
N° CIP 77111

RESUMEN

Las carreteras son el medio de transporte a través de la cual circula la economía de un país y departamentales, para establecer comunicación entre municipios y departamentos lo que fortalece las relaciones y el desarrollo social, por esta razón las carreteras se deben construir bajo especificaciones técnicas que garanticen la durabilidad y funcionabilidad durante un periodo de vida. Las carreteras pavimentadas se ven sometidos desde su puesta en servicio y a lo largo de toda su vida útil, a diversos procesos de deterioro y fallas. Sin embargo, a pesar de su gran importancia, el diseño y la construcción de calles requiere de grandes inversiones, por lo que, para su construcción, son obras que deben ser analizadas cuidadosamente a fin de lograr estructuras que sean técnicamente realizables, funcionales y económicamente factibles. Se catalogaron las fallas identificadas en la carretera las cuales son: Piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimiento de agregados, huecos, y desprendimiento de agregados. Se definió el tipo de muestreo para el cual se ha considerado la elección de muestras aleatorias, contemplando así un total de 24 muestras, el área de las muestras oscila entre 226 y 330 m². Una vez planteadas las unidades de muestreo se procedió a determinar la gravedad de las fallas, teniendo como punto recurrente la gravedad alta en la falla de pulimiento de agregados, la cual es la falla de mayor recurrencia de todo el análisis, con una incidencia de 9.5%. Se obtuvo el índice de condición del pavimento flexible para cada una de las muestras en estudio, consiguiendo así un valor mínimo de PCI de 25 y un valor máximo de PCI de 87 y un PCI total de 56.33 lo cual nos ubica en un estado de conservación regular.

ABSTRACT

Roads are the means of transport through which the economy of a country and departmental circulates, to establish communication between municipalities and departments, which strengthens relations and social development, for this reason the roads must be built under technical specifications that ensure durability and functionality over a lifetime. Paved roads are subjected from their commissioning and throughout their useful life, to various processes of deterioration and failure. However, despite their great importance, the design and construction of streets requires large investments, which is why, for their construction, they are works that must be carefully analyzed in order to achieve structures that are technically feasible, functional and economically feasible. The flaws identified in the road were cataloged which are: crocodile skin, block cracking, longitudinal and transverse cracks, patching, polishing of aggregates, holes, and detachment of aggregates. The type of sampling for which the choice of random samples has been considered was defined, thus contemplating a total of 24 samples, the area of the samples ranges between 226 and 330 m². Once the sampling units had been established, the severity of the failures was determined, having as a recurring point the high severity in the aggregate polishing failure, which is the most recurrent failure of the entire analysis, with an incidence of 9.5 %. The flexible pavement condition index was obtained for each of the samples under study, thus achieving a minimum PCI value of 25 and a maximum PCI value of 87 and a total PCI of 56.33, which places us in a state of conservation regular.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil, se supone a vuestra consideración el informe del Trabajo de Investigación Titulado: **“Estado Superficial del Pavimento Flexible Mediante la Aplicación del Método Pavex Condition Index (PCI) en la Avenida Metropolitana II, Tramo Entre AV Mansiche y AV Micaela Bastidas, La Libertad 2020”**, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen.

Atentamente,

Trujillo, 15 de septiembre del 2020.

BR. ULLOA RODRIGUEZ JARITZA LIZBET

BR. ULLOA VELÁSQUEZ FRANKS ANTHONY

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
Realidad Problemática	1
1.2. Formulación del problema	9
1.3. Objetivos de la investigación.....	10
1.4. Justificación del estudio	10
II. MARCO DE REFERENCIA.....	11
2.1. Antecedentes del estudio.....	11
2.2. Marco Teórico.....	13
2.3. Marco Conceptual	21
2.4. Sistema de Hipótesis.....	22
2.5. Variables: Operacionalización de la variable	23
II. METODOLOGIA EMPLEADA.....	23
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	23
3.2. Población y muestra de estudio	24
3.3. Diseño de Investigación	24
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación	24
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	25
III. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	25

4.1. Análisis e interpretación de resultados	25
4.2. Prueba de hipótesis	49
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PVI) Y ESCALA DE CLASIFICACIÓN	19
TABLA N° 2: DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL NÚMERO MÁXIMO PERMITIDO DE VRS	20
TABLA N° 2: DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE LAS UNIDADES DE MUESTREO	26
TABLA N° 3: RESULTADO DEL VALOR DEDUCIDO	37
TABLA N° 4: RANGO DE CALIFICACIÓN PCI.....	42
TABLA N° 5: FORMATO DE CÁLCULO PCI.....	44
TABLA N° 6: MATRÍZ DE INGRESO DE DATA EN UNALPCIA	45
TABLA N° 7: PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y RESUMEN	47
TABLA N° 8: PROCESAMIENTO DE UNA FICHA INDIVIDUAL MU_IDA04 ..	47
TABLA N° 9: RESUMEN DE LA DENSIDAD DE FALLAS	48
TABLA N° 10: DENSIDAD Y RECURRENCIA DE LAS FALLAS	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO N° 1: CROQUIS DE UBICACIÓN DE LA VIA EN ESTUDIO.....	6
GRAFICO N° 2 : Esquema levantado de la avenida Metropolitana II.....	28
GRAFICO N° 2: ESQUEMA DE UBICACIÓN: MUESTRA (MUESTRA-MU_IDA04) TRAMO DE IDA	34
GRAFICO N° 3: FALLA 13 (HUECOS) - SEVERIDAD MEDIA (MEDIUM)	36
GRAFICO N° 4:FALLA 13 – (HUECOS) – SEVERIDAD ALTA (HIGH)	37
GRAFICO N° 6: VALOR DEDUCIDO CORREGIDO PARA Q=2	40
GRAFICO 5: VALOR DEDUCIDO CORREGIDO PARA Q=1	41

1. INTRODUCCIÓN

Es importante el adecuado mantenimiento y conservación de las avenidas y calles, los cuales son las arterias más importantes de Trujillo, ya que gran parte de la actividad económica depende del transporte, por ello se realizan inspecciones cada determinado periodo de tiempo con la finalidad de garantizar su estado de servicio, tanto funcional, operacional

Es por eso que resulta imprescindible realizar inspecciones para cuantificar el estado de conservación del pavimento de una vía, especialmente asfaltada ya que representan gran parte de las vías en todo el país.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Realidad Problemática

Macro:

Las carreteras fueron los primeros signos de una civilización avanzada. Los mesopotámicos fueron uno de los primeros constructores de carreteras hacia el año 3500 a.C. Le siguieron los chinos, los cuales desarrollaron un sistema de carreteras en torno al siglo XI a.C., y construyeron la Ruta de la Seda (la más larga del mundo) durante 2.000 años; Los incas construyeron una avanzada red de caminos que no se consideran estrictamente carreteras, ya que la rueda no era conocida por los incas.

El gobierno incaico necesitaba de las rutas para trasladar sus ejércitos, para enviar a los mitimaes a distantes lugares, allí donde se les necesitaba, y también para enviar a los administradores, jueces y visitadores a los más distantes pueblos. Por lo tanto, la red vial obedecía a los fines exclusivos del gobierno central y no de las etnias particulares. Aquel es el punto básico que distingue el sistema andino de las vías de comunicación modernas. Existieron dos vías troncales, la una se extendía a lo largo de la sierra de sur a norte y la segunda unía entre sí a los valles costeros. Entre ambas regiones, otros caminos conectaban las vías principales. No se dio un solo

patrón para las rutas inca. Ellas se adaptaban a la geografía de la zona. En los valles costeros unos tapias bordeaban los caminos y acequias cantarinas ofrecían agua a los caminantes; además, frondosos árboles daban su sombra. En los desiertos, piedras o troncos marcaban la ruta para evitar que los viajeros se extraviaran. En la sierra, algunos caminos estaban empedrados, cercados por piedras, mientras escaleras trepaban las agrestes quebradas. Sobre los precipicios, unos parapetos resguardaban a los caminantes y a las recuas de camélidos para que no cayeran por los abismos. La infraestructura vial es un componente de gran importancia dentro del patrimonio de una nación, considerando su vinculación directa con el desarrollo social y económico, pues permite la comunicación e interrelación entre centros poblados, así como el intercambio de bienes y servicios.

En este orden de ideas, la estructura de pavimento como parte de la infraestructura vial juega un papel preponderante, ya que su objetivo es ofrecer a los usuarios un rodaje cómodo, seguro y económico.

El pavimento es una de las pocas estructuras civiles que tiene un período de diseño finito, por lo que su falla está prevista al término de ésta. Esto significa que, durante el período de vida de una estructura de pavimento, la misma iniciará un proceso de deterioro tal que al final de su vida útil manifestará un conjunto de fallas que reducirán su calidad de rodaje y en definitiva incrementarán los costos de los usuarios y los costos de mantenimiento por parte de la Agencia responsable.

Independientemente del proceso de deterioro "natural" en toda estructura de pavimento, se deben iniciar labores de mantenimiento y rehabilitación de las mismas, prácticamente desde el inicio de su período de diseño, con el objeto de reducir el impacto que las diferentes fallas pueden afectar a la estructura y de esta manera optimizar los recursos disponibles para una eventual rehabilitación, sin necesidad de ejecutar trabajos de reconstrucción de la estructura.

Cabe destacar, que en el proceso de deterioro de una estructura de pavimento, en especial del pavimento flexible, el tránsito o solicitaciones de

carga representa una de las principales variables que inducen la fatiga de la estructura, y que producen diferentes fallas que afectan al pavimento flexible, con distinta magnitud y severidad, para siendo uno de los indicadores para la evaluación de fallas presentes en el pavimento, como es el Índice de Condición del Pavimento (PCI) de uso reconocido a nivel internacional.

En los últimos años se ha observado el alto grado de deterioro de la red vial de los países en desarrollo, y los costos estimados para su recuperación son muy altos. El Banco Mundial, las Naciones Unidas y el Banco Interamericano de Desarrollo la han definido como una "Catástrofe que se A vecina" en el futuro económico de los países en desarrollo especialmente para los de América Latina.

NACIONAL:

La infraestructura vial en nuestro país se compone de 78,687 Km de carreteras que se clasifican en tres tipos de redes: nacional (22%), departamental (18%) y vecinal (60%). El sistema de transporte peruano no satisface los requerimientos de accesibilidad, transitabilidad, confiabilidad y seguridad que la población necesita. Esto se debe principalmente al crecimiento desigual de los diversos medios de transporte, a la infraestructura insuficiente, a la baja calidad de los servicios y a la informalidad, entre otros factores.

El Perú se mantiene rezagado en infraestructura vial respecto de la región. Así, si bien la red vial peruana asciende a unos 79 mil, países como Colombia, Venezuela y Chile, que son menos extensos que el Perú, cuentan con una mayor red de infraestructura vial. La calidad de la infraestructura en el Perú también es otro de los factores a considerar en la competitividad de los 133 países evaluados en el ranking de la competitividad global; el Perú se encuentra en el puesto 102 en cuanto a la calidad de la infraestructura vial en general.

La vía del tramo Quichuay-Ingenio evidencia un deterioro en casi toda su longitud, presentando fallas en la carpeta de rodadura por lo que es necesario

hacer una evaluación del estado funcional y estructural para luego determinar la mejor alternativa de solución. Por lo tanto, el problema detectado es un deficiente Sistema de Gestión de Pavimentos por parte de los órganos de Gobierno (Gobiernos regionales y locales), por lo que no se evalúa el estado funcional y estructural para determinar la intervención necesaria al mínimo costo y con el más eficiente resultado posible y así dar comodidad, seguridad y reducir costos de operación a los usuarios.

Existen empresas que vienen aplicando diferentes metodologías dentro de ellas está la determinación del PCI para evaluar el estado del pavimento con fines de intervención. Con esto se espera mejorar el sistema de gestión de mantenimiento y rehabilitación de los pavimentos en nuestro país.

En el Perú el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, viene aplicando desde el 2007, un Sistema de Gestión Vial, sustentado en la consolidación de Ejes de Infraestructura Vial, denominado "**Proyecto Perú**". Es una estrategia para desarrollar económicamente al País a través de la recuperación y puesta en valor de la actual Red Vial, buscando lograr la integración total del territorio patrio.

DEPARTAMENTAL:

Las carreteras son el medio de transporte a través de la cual circula la economía de un país y departamentales, siendo importantes para la distribución de mercancías y transporte de pasajeros que desean movilizarse hacia las diferentes partes dentro o fuera de una determinada región, para establecer comunicación entre municipios y departamentos lo que fortalece las relaciones y el desarrollo social, por esta razón las carreteras se deben construir bajo especificaciones técnicas que garanticen la durabilidad y funcionalidad durante un periodo de vida.

Las carreteras pavimentadas se ven sometidos desde su puesta en servicio y a lo largo de toda su vida útil, a diversos procesos de deterioro y fallas. Sin embargo, a pesar de su gran importancia, el diseño y la construcción de calles requiere de grandes inversiones, por lo que, para su construcción, son

obras que deben ser analizadas cuidadosamente a fin de lograr estructuras que sean técnicamente realizables, funcionales y económicamente factibles.

MICRO:

En el caso de la AVENIDA METROPOLITANA II, TRAMO ENTRE AV MANSICHE Y AV MICAELA BASTIDAS se puede observar diferentes sectores con problemas de infraestructura vial

El índice de condición del pavimento (PCI) es una forma accesible y no compleja para la determinación del estado de conservación actual de un pavimento, además también nos sirve para monitorizar el deterioro de la carpeta asfáltica a lo largo de su periodo de vida útil.

El procedimiento PCI se plantea como una opción para la determinación del estado actual del pavimento flexible, además es bastante exigente en cuanto a la determinación de las fallas, ya que considera que todas ellas pueden presentarse de manera simultánea en un mismo tramo en estudio.

Sin embargo, se sabe que los costos para la rehabilitación de un tramo en una carretera muchas veces son bastante elevados y a ello se suma el plazo de espera a la realización de un nuevo proyecto, el PCI nos permite establecer criterios o patrones de localización de las fallas del pavimento con la intención de ser reparadas antes de que sigan avanzando hacia la estructura del pavimento y terminen dañando la base o la sub base.



Grafico n°1: Croquis de la Ubicación de la via en estudio

Fuente: Google Earth

He propuesto evaluar la Metropolitana II por tratarse de una de las arterias principales que comunican las zonas urbanas entre sí y es notablemente transitada por vehículos de todo tipo.

Las dificultades del pavimento se clasifican en dos categorías diferentes, el primero se conoce como falla funcional, en esto caso, el pavimento no lleva a cabo su función prevista sin causar molestias a los pasajeros o altas tensiones a los vehículos. El segundo, conocido como falla estructural, incluye un colapso de la estructura del pavimento o la descomposición de uno o más componentes del pavimento con tal magnitud que el pavimento se vuelve incapaz de soportar las cargas impuestas sobre su superficie.

La falla de la estructura en un pavimento flexible puede ser el resultado de fatiga, consolidación o corte, desarrollando en la sub rasante, sub base, curso base o superficie.

En la avenida Metropolitana II se tiene una gran cantidad de fallas aun sin catalogar, parte de ellas se encuentran deteriorando y degradando la calidad del pavimento hasta llegar en algunos casos a la base o sub base, todo esto traerá consecuencias graves en el futuro al punto que es posible que el pavimento requiera ya no de un mantenimiento, sino de una rehabilitación, la cual encierra procedimientos mucho más costosos e inclusive en algunos casos llegando a requerir de renovar todo el pavimento como si se tratasen de proyectos nuevos.

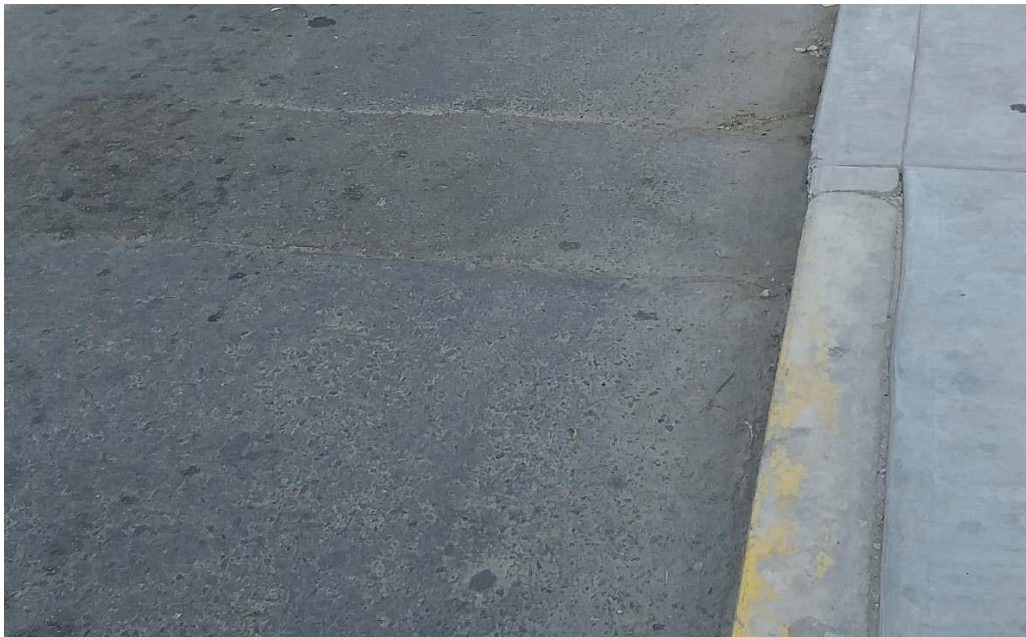


Imagen n° 1. Falla localizada: Parcheo

Fuente: Autoría Propia

En la imagen superior, hemos observado la localización de un parche en la carpeta asfáltica, esto es considerado dentro de las fallas del pavimento flexible según la metodología PCI



Imagen n° 2. Falla por ahuellamiento y ahuellamiento

Fuente: Autoría Propia

En el mismo tramo en estudio, también hemos localizado fallas por hundimiento de la carpeta probablemente debido a que su base ha cedido tras ser expuesta a la humedad, y el ahuellamiento que ha tenido lugar como consecuencia del tránsito vehicular.



Imagen n° 3. Falla por desprendimiento y pulimiento de agregados

Fuente: Autoría Propia

También hemos detectado desprendimiento de los agregados que conforman la carpeta asfáltica y a su vez pulimiento de los que todavía forman parte de ella.



Imagen n° 4. Falla por agrietamiento longitudinal

Fuente: Autoría Propia

Por otro lado, se hacen denotar diferentes tipos de agrietamiento, entre los que han predominado longitudinales, tal como se puede apreciar en la imagen adjunta.

1.2. Formulación del problema

- ¿Cuál es el estado de conservación del pavimento flexible en la avenida Metropolitana II, tramo entre Av. Mansiche y Av. Micaela Bastidas, mediante el método PCI del pavimento?

1.3. Objetivos de la investigación

Objetivo general

- Determinar el estado superficial del pavimento flexible en la avenida Metropolitana II, tramo entre Av. Mansiche y Av. Micaela Bastidas, mediante el método PCI del pavimento.

Objetivos específicos

- Realizar una inspección y mediante la auscultación identificar, clasificar y catalogar todas las fallas superficiales encontradas en el tramo de pavimento en estudio.
- Determinar la cantidad de muestras requeridas por la metodología PCI.
- Determinar la magnitud del daño o nivel de severidad de las fallas localizadas en el pavimento según la metodología aplicada, pudiendo ser baja, media y alta.
- Estimar el índice de condición del pavimento flexible individualmente para cada muestra, las cuales habrán sido determinadas con anterioridad.
- Determinar según el diagnóstico y los valores para PCI, el tipo de intervención que requerirá el pavimento para su recuperación, teniendo en cuenta además la magnitud que cubren las fallas.

1.4. Justificación del estudio

- La importancia de esta investigación radica en que, si se aplica el PCI, que es un procedimiento sistemático para programar trabajos que puedan optimizar los beneficios para los usuarios de la carretera, se podrán a corto y largo plazo minimizar los costos a la agencia responsable de la

gestión del pavimento. Además, es recomendable que esta metodología se practique en los pavimentos por lo menos anualmente para evaluar los cambios que ocurren en el sistema de red de carreteras.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

- Tesis: (Risco, 2016) Título: “ (Evaluación superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavex Condition Index en las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura -Lima), 2016)” El trabajo de investigación denominado “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales Cincuentenario, Colón y Miguel Grau” tuvo como objetivo principal 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. Se determinó que el 100 por ciento de las vías no ha sido evaluado; por lo tanto, con la aplicación de la metodología PCI, identificando los parámetros de evaluación, determinando el índice de condición y obteniendo la condición del pavimento, finalmente se puede realizar la evaluación superficial del pavimento para obtener el estado de conservación de las vías arteriales en estudio.
- Tesis: (Enrique, 2014) Título Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición de pavimento. Esta tesis tuvo por objetivo Realizar el análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método índice de

condición del pavimento. Concluyendo que el pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte entre el Jr. San Ginez y la Antigua Vía de Evitamiento Norte de la ciudad de Cajamarca en el año 2014, según la evaluación mediante el método del Índice de la condición del Pavimento (PCI) tiene un valor de PCI = 49 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que el estado actual de dicho pavimento es Regular.

- Tesis: (Yesquén G, 2016) Título de la investigación: “ (Gestión y Conservación de Pavimentos Flexibles a través del índice de desempeño PCI, en el Entorno del Distrito de Surquillo - Lima, 2016)” “Este proyecto de investigación está enmarcado a la conservación del pavimento con el objetivo de obtener un comportamiento satisfactorio a lo largo de su vida útil. Debido a la complejidad de los pavimentos, existe la necesidad de adoptar métodos eficientes de diseño, adecuadas técnicas constructivas, sistemas de gestión mantenimiento, debido a que afecta su desempeño durante su vida de servicio. Esta no es una tarea fácil porque involucra un análisis integral de los aspectos funcionales y estructurales del pavimento, así como los factores socio-económicos y medioambientales.”
- Tesis (Rico R. A., Téllez G. R., Garnica A. P- 2014)., "Pavimentos Flexibles. Problemática, Metodologías de Diseño y Tendencias", (Mexico-2014)- En este trabajo se considera la problemática general del comportamiento de los pavimentos flexibles, con estructura usual dentro de la práctica mexicana. En primer lugar, se discute el papel fundamental que juegan las características del comportamiento mecánico de los materiales térreos utilizados dentro del comportamiento general, considerando el efecto del tránsito y los que provienen del intemperismo y del efecto del agua.4

- Tesis (González Bautista, 2016.), Generalmente el tránsito pesado que circula por las carreteras del país, lo hace violando las cargas permitidas, demandando por tanto que se proyecte, construya y mantengan altas especificaciones de comodidad, seguridad y resistencia, lo que requiere la aplicación de nuevos diseños. En lo que respecta a la conservación y rehabilitación se requiere contar con equipos, tecnología y materiales que puedan satisfacer las necesidades planteadas, requiriendo materiales más durables y con mínimos requisitos de conservación.

2.2. Marco Teórico

ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO:

La condición estructural refiere al comportamiento de los componentes de una carretera (tales como base, sub base, sub rasante) como un sistema sometido a solicitaciones de cargas dinámicas las cuales son generadas debido al tráfico vehicular.

Dentro de este tópico se tiene en cuenta lo siguiente:

El análisis de la máxima carga que puede soportar actualmente y la carga máxima que podría soportar a futuro y esto se logra a través de ensayos.

Se intenta siempre que el estado de conservación de la parte estructural de un pavimento sea lo más óptimo posible, cuidando siempre de que su carpeta de rodadura conserve su espesor en casi toda la sección de la vía, o al menos no tenga un espesor menor al indicado de acuerdo a su diseño. Además de la carpeta de rodadura, otro componente estructural esencial es la base del pavimento, ya que esta soporta y recibe todas las cargas dinámicas producidas por el paso vehicular, dichas cargas son recibidas por la base y transmitidas a la sub base, deflexionándose cuidadosamente sin llegar al fallo, enfatizando su característica de pavimento flexible, cabe resaltar que la manera en que estas cargas son transmitidas hacia la capa

adyacente es teniendo en cuenta el tipo de material que las compone, es decir el CBR y la elasticidad del material influirán mucho en su comportamiento.

El estado de conservación de una base es muy importante, ya que representa el apoyo principal del asfalto y si esta se encuentra deteriorada, significa que el fallo del tramo en cuestión es inminente

Como se puede deducir estas situaciones de deterioro no son recuperables a través de una aplicación de acciones conservadoras preventivas, sino más bien necesitan de un tratamiento mucho más radical para su corrección definitiva.

Las fallas estructurales son graves e involucran al paquete estructural, se originan cuando se produce la falla estructural en una o varias capas del pavimento, lo que ocasiona el rompimiento del mismo. Estos deterioros afectan significativamente la capacidad de soportar las sollicitaciones para las cuales fue diseñado el pavimento

Lo que se pretende es optimizar las condiciones de la estructura del pavimento para que su desempeño no se vea afectado y su serviciabilidad se vea desenvuelta en un alto porcentaje, sin embargo para finalizar se debe tener en cuenta que no solamente las actividades que implican el tránsito vehicular en el pavimento o el mal uso de materiales afectarán estas características, sino también la acción de agentes ambientales como la temperatura, la humedad, la gradiente de temperatura, mal drenaje, etc.

ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DE UN PAVIMENTO:

Mediante esto se precisa establecer el estado de un pavimento mediante sus principales características visuales o superficiales que se pueden determinar en el momento de su evaluación, no obstante, estas características son esenciales al tomar decisiones sobre la manera en la que tendría que intervenir con el fin de conservar el pavimento evaluado.

Los defectos superficiales o fallas superficiales se emplean para determinar el tipo de falla presentado, también nos permite evaluar la severidad del daño y la cantidad de pavimento dañado, toda esta información es utilizada para calcular el Índice de condición de la infraestructura

Lo que plantea esta metodología de análisis es establecer un área de evaluación, que conste de un elemento claramente identificable, que implique toda la sección pavimentada de la calzada. Por consiguiente, se tiene que localizar las fallas dentro de secciones más pequeñas o también llamadas unidades de análisis, que son espacios muestrales de donde la información se puede recolectar de manera más directa para un mejor diagnóstico de fallas.

Teniendo en cuenta criterios básicos y sentido común en la evaluación se tomará unidades de análisis que sean claramente representativas o que se puedan reflejar el estado de conservación actual del pavimento, no obstante, lo ideal es evaluar en su totalidad las unidades de análisis, sin embargo, podrían obviarse aquellas en las cuales no se refleje un daño que represente importancia.

Esto nos aleja un poco de la fiabilidad de esta metodología ya que sus resultados variarán de acuerdo a la experiencia que maneje la persona que realizará estos análisis, por consiguiente, se debe tener en cuenta que los resultados variarán en cada diagnóstico de acuerdo al Numero de índice, sin embargo, las conclusiones y los objetivos deben ser similares.

Es importante, por lo tanto, efectuar un adecuado reconocimiento y cuantificación de estas fallas. Esto se realiza mediante una inspección visual empleando fichas diseñadas especialmente para este efecto. Estas fichas según la importancia del proyecto pueden ser elaboradas con diferentes grados de detalle.

Claramente estas condiciones superficiales nos reflejarán el estado en el que se encuentra nuestro pavimento en análisis, mostrándonos algún tipo de figuración, la longitud o gravedad de la misma, profundidad, si existe además algún tipo de desprendimiento de los agregados.

Todo esto tiene una importancia relativa en la serviciabilidad del pavimento, sin embargo, su detección oportuna es importante debido a que permite prevenir el posible desencadenamiento de un deterioro acelerado y/o establecer un diagnóstico más preciso de las causas que originan el deterioro.

Análisis de la condición funcional de un pavimento:

La condición funcional de un pavimento está definida por las características de tipo superficial que asocian la comodidad del usuario y su seguridad.

Estas características involucran la resistencia al deslizamiento del pavimento, su rugosidad, y el ahuellamiento que se puede presentar en él; todo esto se representa mediante un índice de estado, es decir el resultado o diagnóstico de esta metodología de análisis nos mostrará el correcto funcionamiento del pavimento y que tan seguro es transitar a través de él.

Uno de los temas más importantes a tratar dentro de este acápite es la regularidad con la que se desarrolla el perfil longitudinal, es decir la sinuosidad de este, conocida generalmente como RUGOSIDAD, que es definido como la precisión con que el perfil teórico se asemeja al perfil real trazado y construido en obra.

Generalmente este comportamiento funcional es el que más se percibe por el usuario que transita por la vía, ya que se puede llegar a tener una sensación de menor o mayor comodidad al momento de circular. Esta rugosidad se puede llegar a representar a través del Índice Internacional de rugosidad. IRI.

Otro de los factores relevantes que afecta la parte funcional de un pavimento es, la tendencia que podría tener este a reflejar el paso del vehículo a través de surcos o zanjas, esta depresión formada en el pavimento se conoce como ahuellamiento, y podría tener múltiples razones para presentarse, una de ellas es la mala compactación de la base o también la inestabilidad debido a presencia de humedad en la misma, por otro lado, también se puede producir solamente en la superficie, es decir no comprometer el resto de la estructura del pavimento más que la carpeta de rodadura, en este caso se

debe a una mezcla asfáltica inestable, finalmente la calidad del material y la técnica para construir el pavimento también influye en gran medida sobre la tendencia del pavimento a sufrir esta condición en algún punto. Existen maneras de determinar la gravedad o el daño que el ahuellamiento representa para el pavimento en cuestión, una de ellas es empleando perfilografos transversales.

Finalmente existe una característica muy importante en cuanto a la seguridad del usuario, en este caso compromete la fricción en la superficie del pavimento que no es más que la fuerza que permite que los neumáticos del automóvil no se desprendan de la superficie del pavimento al este verse afectado por una aceleración centrífuga, cuando el vehículo es sometido al frenado intempestivo.

El problema aparece generalmente al presentarse condiciones de humedad, sucede que el agua actúa como un lubricante que reduce el contacto directo con la llanta del vehículo, esto en velocidades altas puede hacer que los neumáticos pierdan contacto con la superficie creando un efecto de hidroplano. Esto conlleva a consecuencias catastróficas para el usuario.

PAVIMENTO

El pavimento es una estructura de las vías de comunicación terrestre formada por una capa o base de materiales que constituye el suelo de una construcción o de una superficie no natural, que tiene como función permitir el tránsito de vehículos.

Todo pavimento debe proporcionar una superficie de rodamiento de adecuado funcionamiento, capaz de resistir las cargas durante la vida útil de diseño. Las condiciones necesarias para su buen funcionamiento son las siguientes: ancho apropiado, resistencia adecuada al deslizamiento y a las cargas impuestas por el tráfico, buena adherencia y desagüe eficiente. Además, debe proteger a la explanada de las precipitaciones y la intemperie.

El esfuerzo al que se somete el pavimento, producto del tránsito, decrece a medida que se profundiza, es por ello que, los materiales con mayor resistencia se colocan en las capas superiores y en las capas inferiores se colocan materiales de menor resistencia obteniendo, de esta manera, pavimentos más económicos.

PAVIMENTO FLEXIBLES

Son pavimentos contruidos con materiales asfálticos y materiales granulares.

Están contruidos por una capa delgada de mezcla asfáltica (carpeta asfáltica). contruida sobre una capa de base y una capa de sub base de material granular. Estas capas descansan en una capa de suelo compactado, llamada subrasante.

En las capas superiores donde los esfuerzos son mayores, se utilizan materiales con mayor capacidad de carga y en las capas inferiores donde los esfuerzos son menores, se colocan materiales de menor capacidad.

La carpeta asfáltica es la parte superior del pavimento, es una mezcla bituminosa que puede colocarse en una o dos capas sobre la superficie del pavimento, a estas capas se les denominan capa de rodadura y capa intermedia. En las mezclas asfálticas es fundamental obtener un contenido óptimo de asfalto ya que, es este elemento el encargado de formar una membrana que tenga las adecuadas dimensiones para resistir las solicitudes producto del tránsito y de la intemperie.

METODOLOGÍA PAVEMENT CONDITION INDEX

Esta metodología tiene el propósito de determinar la condición de pavimentos de aeropuertos a través de inspecciones visuales en superficies pavimentadas con asfaltos, incluyendo capas porosas de alto grado de fricción (Porous Friction Courses), y con hormigón, simple o reforzado, de cemento Pórtland con juntas, usando el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) como método de cuantificación normalizado.

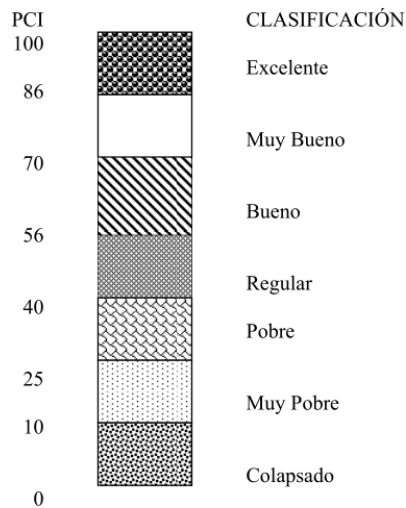


Tabla n° 11: Índice de condición del pavimento (PVI) y escala de clasificación

Fuente: (American Society of Testing Materials, 2004)

APLICACIÓN PCI

Para la aplicación del método PCI, el pavimento se divide en componentes que a su vez son divididos en secciones. Cada sección es dividida en unidades de muestra. El tipo y grado de severidad de las fallas en el pavimento de la avs. son establecidos mediante la inspección visual de las unidades de muestra.

La información sobre las fallas es utilizada para calcular el PCI de cada unidad de muestra. El PCI de la sección de pavimento se determina en base a los valores del PCI determinados para cada una de las unidades de muestra.

Todas las unidades de muestra en una sección pueden inspeccionarse para determinar el valor PCI promedio de la sección. Sin embargo, esta posibilidad se limita normalmente por la disponibilidad de mano de obra, recursos económicos y tiempo. El muestreo total es recomendable para el análisis de proyectos en los que se vayan a estimar las cantidades de mantenimiento y reparación necesarias.

$$n = Ns^2 / [(e^2/4)(N-1) + s^2]$$

Número mínimo de unidades de muestra a ser inspeccionadas (n)

Fuente: (American Society of Testing Materials, 2004)

El número de unidades de muestra inicialmente se determina en base a una desviación estándar asumida. Posteriormente se debe calcular la desviación estándar actual de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$s = \sqrt{\frac{n}{(\sum_{i=1}^n (PCLi - PCIf)^2) / (n-1)}}$$

Fuente: (American Society of Testing Materials, 2004)

El número máximo de fallas permitidas, se determina de la siguiente manera:

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR) \leq 10 \quad (\text{Ec. 4})$$

$$m = 1 + (9/95) * (100 - 27) = 7,92 \quad (\text{Ec. 5})$$

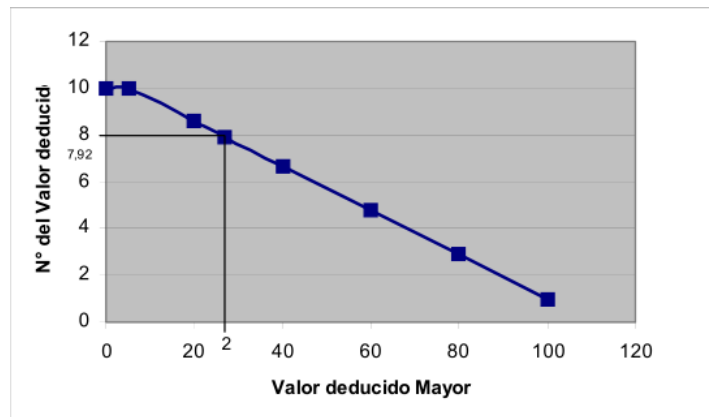


Tabla n° 12: Determinación gráfica del número máximo permitido de VRS

Fuente: (American Society of Testing Materials, 2004)

Determinación del PCI de la sección:

$$PCI_s = [(N - A) * (PCI_r) / N] + [A * (PCI_a) / N]$$

Fuente: (Varela Vasques, 2006)

Donde:

PSIs = PCI compensado de la sección.

N = número total de unidades de muestra en la sección.

A = número de unidades de muestra adicionales.

PCI_r = valor promedio de PCI de unidades de muestra seleccionadas aleatoriamente.

PCI_a = valor promedio de PCI de unidades de muestra adicionales.

2.3. Marco Conceptual

Superficie de Concreto Asfáltico (AC)

“Mezcla de agregados con cemento asfáltico actuando como aglomerante.

Para fines de este método, este término también se refiere a superficies construidas con asfaltos derivados del carbón y asfaltos naturales”.

(American Society of Testing Materials, 2004)

Índice de Condición de pavimento (PCI):

“Es una calificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor”.

(Varela V, 2006)

Muestra Adicional:

Una unidad de muestra inspeccionada adicionalmente a las seleccionadas aleatoriamente para incluir unidades de muestra no representativas en la determinación de la condición del pavimento. (American Society of Testing Materials, 2004)

Unidad de Muestra del Pavimento:

Es una subdivisión de la sección del pavimento que tiene un rango estandarizado de tamaño (American Society of Testing Materials, 2004)

Muestra aleatoria

“Una unidad de muestra de la sección de pavimento seleccionada para la inspección utilizando técnicas aleatorias de muestreo como la tabla de número aleatorio o procedimiento sistemático aleatorio.” (ASTM, 2004)

Fallas del Pavimento:

Indicadores externos del deterioro del pavimento causado por cargas, factores atmosféricos, deficiencias en su construcción, o una combinación de estas. (Varela Vasques, 2006)

2.4. Sistema de Hipótesis

- El estado de conservación del pavimento flexible en la avenida Metropolitana II, tramo entre Av. Mansiche y Av. Micaela Bastidas, mediante el método del índice de condición del pavimento podría dar como resultado un estado de conservación regular.

2.5. Variables: Operacionalización de la variable

TIPO	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION	INDICADORES	UND
Variable independiente	Estado de conservación del pavimento flexible	Condición cualitativa que representa el estado situacional del pavimento flexible	Condición: 0 la más baja condición posible y 100 la condición óptima del pavimento.	Rangos de calificación de la metodología PCI	%
Variable dependiente	Fallas del pavimento flexible y sus niveles de severidad	Degradación a nivel superficial de la carpeta de rodadura del pavimento flexible	Daños más representativos del pavimento flexible	24 fallas del pavimento flexible contempladas en la metodología PCI	m ² , m, und

II. METODOLOGIA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Por el nivel de conocimientos adquiridos:

- Investigación Aplicada: Nuestra investigación cumple con los parámetros metodológicos correspondientes a una investigación aplicada, ya que depende de otras ciencias y conocimientos existentes, para generar nuevos conocimientos.

Por la naturaleza de sus variables:

- Investigación Correlacional: Nuestra investigación es correlacional puesto que busca la relación existente y codependiente entre todas las variables planteadas dentro del proyecto.

3.2. Población y muestra de estudio

Población

La población son todas las avenidas y arterias principales que se interconectan entre sí formando el circuito automotriz de la ciudad de Trujillo.

Muestra

La muestra es la Avenida Metropolitana II, tramo entre Mansiche y Av. Micaela Bastidas.

3.3. Diseño de Investigación

- El diseño de contrastación de nuestra investigación pertenece a los lineamientos metodológicos de un modelo cuasi experimental, ya que no altera la naturaleza de las variables y las representa a través de simulaciones basadas en la representación de la realidad a través de software informáticos.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas empleadas en la evaluación del índice de condición del pavimento PCI:

Las técnicas que se están considerando para el desarrollo y ejecución de esta investigación están basadas en el empleo de la metodología PCI, con la intención de aplicar las fórmulas que dicha metodología tiene contempladas, a través de la aplicación de protocolo en el cual contempla las fichas que se indican posteriormente.

Instrumentos:

- Para obtener óptimos resultados en el diagnóstico PCI, proponemos el empleo del software (UNAL- PCIA).

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de la información, emplearemos fichas técnicas validadas por la norma ASTM D6433, que han servido de base para la recolección de información y empleando el apoyo del Software MS Excel y los ábacos patentados por el método procesaremos los valores correspondientes para cada una de las unidades de muestreo respectivamente, después de ello, organizaremos la información en lotes y será procesada cuidadosamente mediante el Software UnalPCIA V2.0 que permitirá obtener todos los valores restantes correspondientes al análisis de cada muestreo por tramo de ida y vuelta.

III. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. EXPLORACIÓN A LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

De acuerdo a lo indicado el ítem 3.1. del Manual de Aplicación de PCI, empezamos por definir el número de muestras requerida para la evaluación del PCI, para esta finalidad, emplearemos la fórmula y criterios establecidos en este apartado de manual.

La teoría es muy conservadora en la toma de muestras, y se ciñe a la geometría de la carretera, especialmente al ancho de la sección, sin embargo, sin embargo, después de analizar cuidadosamente el tramo en estudio, nos dimos cuenta que estamos por debajo de 7.30 m.

Finalmente, se tiene que tener en cuenta que el área de la unidad de muestreo debe estar en el intervalo de $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$, que, de otro modo, nos limita a tener un límite establecido entre 137 a 323 m², en cada una de las muestras no se debe exceder ni estar por debajo de estos. (Varela R. V., 2006, pág. 3)

Cuadro 2
LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS

Ancho de calzada (m)	Longitud 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

Tabla n° 13: Determinación de la longitud de las unidades de muestreo

Fente: (Varela Vasques, 2006, pág. 5)

Haciendo una comparación de los resultados en campo con el cuadro N° 02 del Manual de aplicación del PCI, el cual restringe las longitudes de las unidades de muestreo de la calzada en función al ancho de la misma, nos podemos ubicar en el límite de 5.50 metros de ancho, lo que nos corresponde una longitud máxima de nuestras para el análisis es de hasta 41.80 m

En campo realizamos un levantamiento con wincha, además de la toma de registros fotográficos, para construir de esta manera un esquema a escala real en CAD con todas las medidas en planta del tramo de pavimento en estudio, no obstante, cabe resaltar que las mediciones han sido tomadas incluyendo las bermas centrales y sardineles.

Además de realizar las mediciones de la geometría de la carretera, se han colocado escalas referenciales para poder medir además el ancho, longitud y profundidad de algunas de las fallas encontradas que así lo requieran, como por ejemplo una de las posibles y más recurrentes que es la falla por ahuellamientos y huecos.



Imagen n° 5. – Huecos en la calzada – AV. Metropolitana II
Fuente: Autoría propia

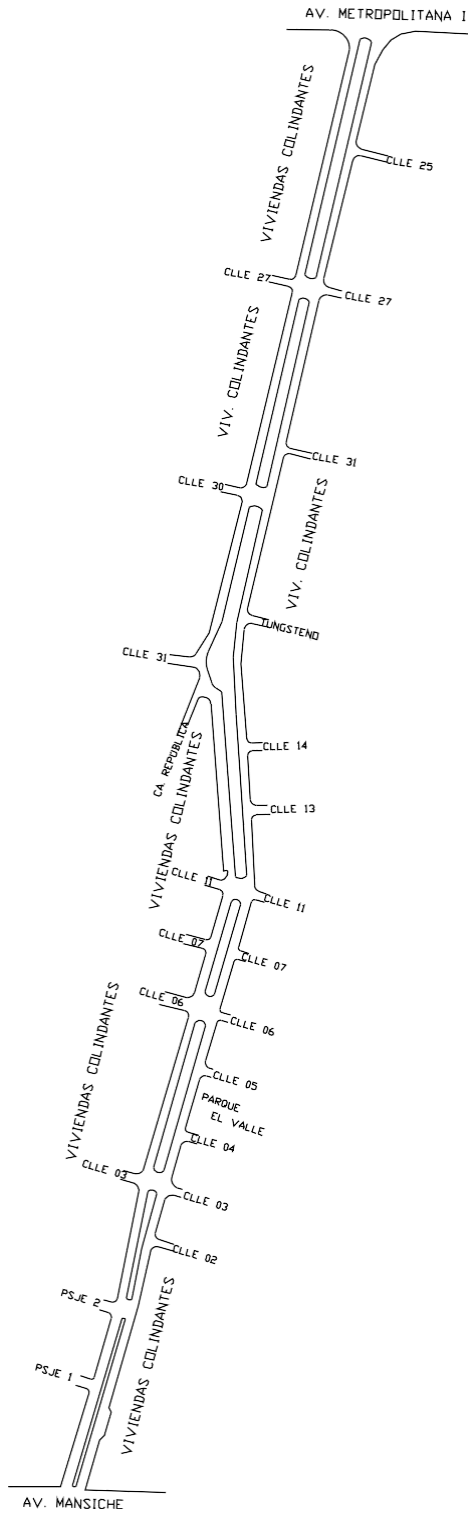


GRAFICO 2 : Esquema levantado de la avenida Metropolitana II
Fuente: Autoría Propia

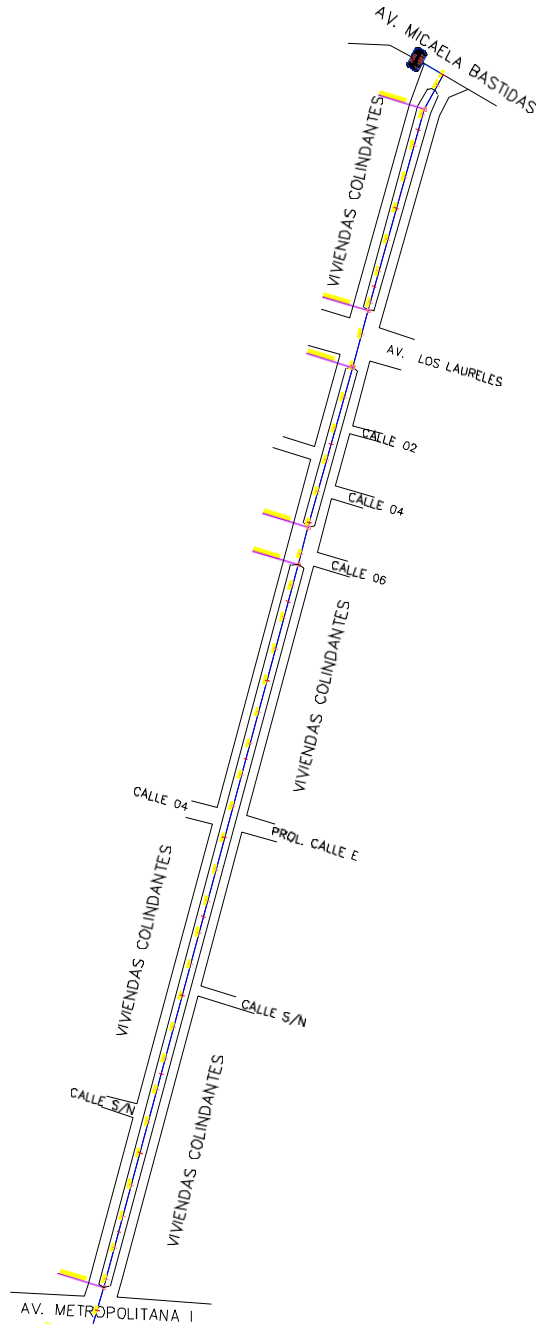


GRAFICO n° 2. : Esquema levantado de la avenida Metropolitana II
Fuente: Autoría Propia

De acuerdo al levantamiento con wincha efectuado se puede apreciar que el tramo en cuestión no es totalmente recto, además cuenta con numerosas intersecciones y sardineles centrales que complementan su funcionamiento, la longitud total del tramo se puede ver en el plano de planta adjunto, para dicho estudio tendremos la cantidad de unidades total a continuación.

$$N = \frac{Lt}{Lm}$$

Siendo:

Lt= Longitud total de la Carretera en estudio = 1887 m

Lm: Longitud de la muestra según el Cuadro 02 = 41.80m.

Por lo tanto:

$$N = \frac{1887m}{41.80m}$$

$$N = 45.14$$

Por último, se reemplaza “N” en la fórmula 3.2, esta operación nos dará como resultado el número total de muestras necesaria para el estudio del estado de conservación del pavimento flexible, cabe resaltar que a este estado de conservación como diagnóstico final va a estar determinado por el muestreo, por lo que necesariamente tiene que ser aleatorio.

Siendo:

$$n = \frac{Nx\sigma^2}{\frac{e^2}{4}x(N-1) + \sigma^2}$$

Fórmula 01 – Determinación de unidades de Muestreo para la evaluación

Fuente: (Varela Vasques, 2006, pág. 5)

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.

De lo anterior, tenemos:

N = 45.14

e= 5%

σ : 10 (Según Ítem 3.2.2, Manual PCI)

$$n = \frac{45.14 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (33.78 - 1) + 10^2}$$

$$n = 12.00$$

Finalmente obtenemos la cantidad de muestras requeridas para cada tramo, siendo 12 de ida y 12 de regreso dando un total de 24 muestras para toda la calzada correspondiente a la avenida Metropolitana II, la cual es objeto de estudio.

4.1.2. DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES PARA LA INSPECCIÓN

- ✓ Ya se encuentra determinado el número total de las unidades de muestreo que son 22, sin embargo, deben estar correctamente espaciadas a lo largo de la sección del pavimento y que primera muestra sea elegida al azar, según lo estipulado en la sección 3.3. del Manual de aplicación del PCI.

Entonces emplearemos el criterio adoptado y sugerido por el autor, para determinar el intervalo de las unidades de muestreo, el cual se plantea mediante la ecuación número 02.

$$i = \frac{N}{n}$$

Fórmula 02 – Determinación del intervalo de separación de las muestras

Fente: (Varela Vasques, 2006, pág. 5)

Siendo:

N: Número total de muestras en la sección de pavimento

N: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

$$i = \frac{45.14}{12}$$

Luego:

$$i = 3.76$$

Finalmente determinamos que las unidades de muestreo deben ser establecidas con un intervalo de cada 04, unidades.

4.1.3. MEDICIÓN Y REGISTRO DE LAS MUESTRAS

De la visita en campo que se realizó en la Avenida Metropolitana II, se auscultó la calzada tomando registro de todas las fallas encontradas, que podrían ser consideradas importantes y que ameritan toda la atención posible, en algunos casos hemos empleado escalímetros, especialmente en las fallas de menor tamaño, para que al momento de tomar la fotografía ortogonal se tenga una referencia en escala asociada.

Continuando con la descripción del procedimiento de toma de datos, se emplearon también herramientas como por ejemplo winchas, tanto manuales como topográficas de hasta 50m, que además nos ha permitido realizar el levantamiento de la zona de intervención.

De acuerdo al manual de daños procederemos a evaluar una ficha cotejada y ubicada en el tramo de ida de la avenida en estudio, la cual ha sido dividida en 45 tramos de quienes se han tomado 12 como muestra para el análisis PCI.

Cabe resaltar que esta ficha está validada por el investigador y autor del Manual de PCI, Luis Vásquez Varela, quien además ha construido una ficha para evaluación de pavimentos rígidos.



Imagen n° 6 – Falla localizada en: MUESTRA – MU_IDA04
Fente: Autoría Propia

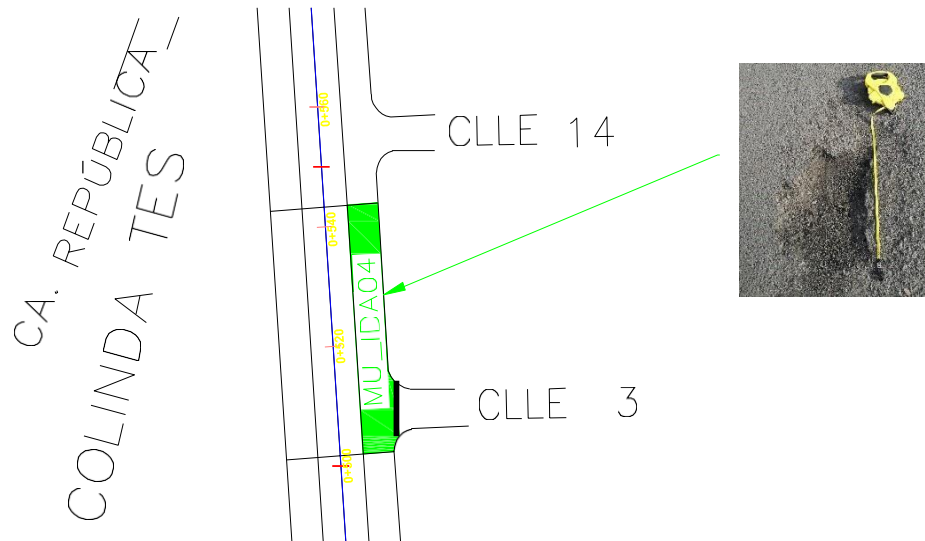


Grafico n° 6: Esquema de ubicación: Muestra (MUESTRA-MU_IDA04) Tramo de IDA

Fuente: Autoría Propia

4.1.4. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

PARA LA MUESTRA MU_IDA04:

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado, es decir a través de un software de procesamiento de información y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

Sin embargo, como se trata de una calzada cuya carpeta de rodadura ha sido pavimentada con asfalto, seguiremos lo estipulado en el Artículo 4.1. de manual de aplicación de PCI.

Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

1.a. Se ha contemplado y anotado cada registro de daño y lo hemos relacionado con su severidad, codificación de cada falla, el factor de densidad y finalmente la totalidad de fallas encontradas en dicha sección de pavimento, lo contemplado ha sido inscrito en la ficha PCI-FORM. El daño puede medirse en área, longitud o por cantidad según su tipología.

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
13	H	3.00							3.00	1.23	78.00
13	M	1.00							1.00	0.41	18.00

1. b. Se ha evaluado el cociente numérico entre CANTIDAD de veces que se repite el daño en cada nivel de severidad, y el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo para finalmente representar los resultados en formato porcentual.

Este valor que viene a ser la DENSIDAD del daño, se interpola en los ábacos adjuntos de los modelos presentados en el Manual de PCI.

Via:	METROPOLIT	Prog. Inicial:	0+501	Unidad de muestreo:	MU IDA	Ancho de Vía (m):	VARIAB
Fecha:	04/09/20	Prog. Final:	0+543	Area de muestreo (m2):	243.58	Resp.:	ULLOA

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD
13	H	3.00							3.00	1.23
13	M	1.00							1.00	0.41

1. c. “Determinamos el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.” (Varela L. R., 2006)

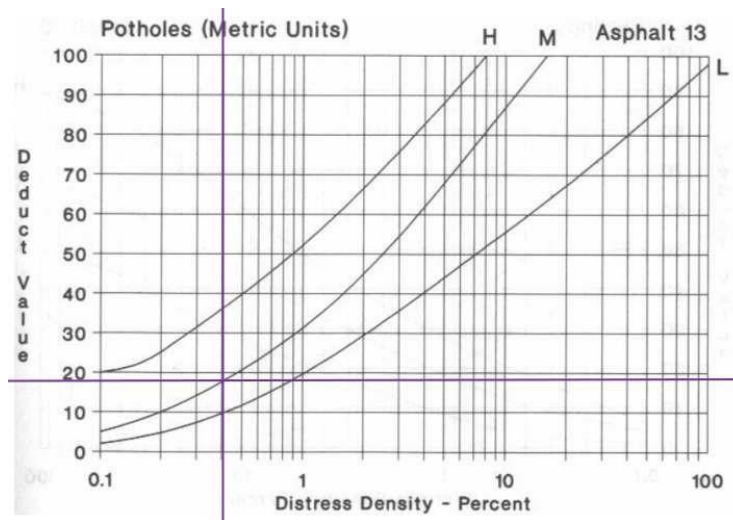


Grafico n° 7: Falla 13 (Huecos) - Severidad Media (Medium)

Fuente: (Varela Vasques, 2006)

Con el apoyo del ábaco para la densidad de huecos, y en función a la severidad, que relaciona este último valor con el Valor deducido, evaluamos, cuál es su número correspondiente, todo esto para los valores Density = 0.93; M: Medium, para el cual obtenemos un valor de 18.

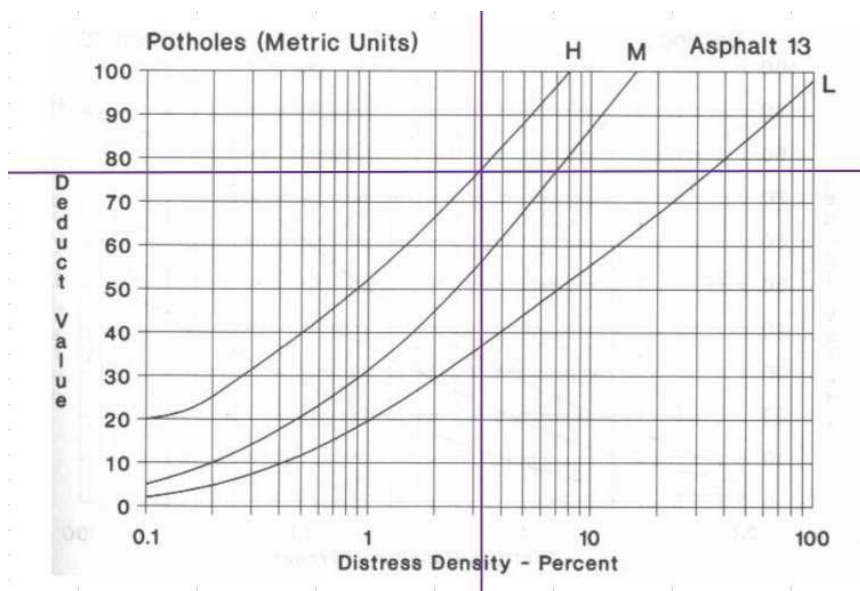


Grafico n° 8: Falla 13 – (Huecos) – Severidad Alta (High)

Fuente: (Varela Vasques, 2006)

Teniendo en cuenta el siguiente valor de 1.23, contemplado para la misma tipología de falla, pero con una incidencia de mayor gravedad, es decir una severidad Alta (High), se tiene un Valor deducido de 78.

TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
3.00	1.23	78.00
1.00	0.41	18.00

Tabla n° 14: Resultado del Valor Deducido

Fuente: Autoría Propia

Como resultado final en esta etapa de procesamiento de la muestra, encontramos un valor deducido de 78 para una densidad de 1.3, con un total de 03 incidencia de la falla en la misma muestra, asimismo para el nivel de incidencia medio, se ha presentado tan solo un caso, con una densidad de 0.41, al cual le corresponde un valor deducido de 18.

Etapa 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

2. a. Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c. (Varela R. V., 2006)

- ✓ Teniendo en cuenta lo indicado en el párrafo anterior, ordenamos de mayor a menos los valores deducidos encontrados para cada una de las fallas y según su nivel de severidad, para ello seguiremos el procedimiento reflejado en la ficha técnica.

2. b. “Listamos los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor”. (Varela L. R., 2006)

Nº	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q
1	78.00	18.00						96.00	2.00
2	18.00	2.00						20.00	1.00

2. c. “Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3” (Varela Vasques, 2006):

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

Donde:

m i: Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.

HDVi: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - 43.10)$$

$$m_i = 3.02$$

2. 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.

$$m_i = 3$$

Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV:

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

3. a. Determinamos el número de valores deducidos, q, mayores que 2.0.

Número de valores deducidos > 2 (q): 2

3. b. Determinamos el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.

VDT	q
96.00	2.00
20.00	1.00

3. c. “Determinamos el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento” (Varela L. R., 2006).

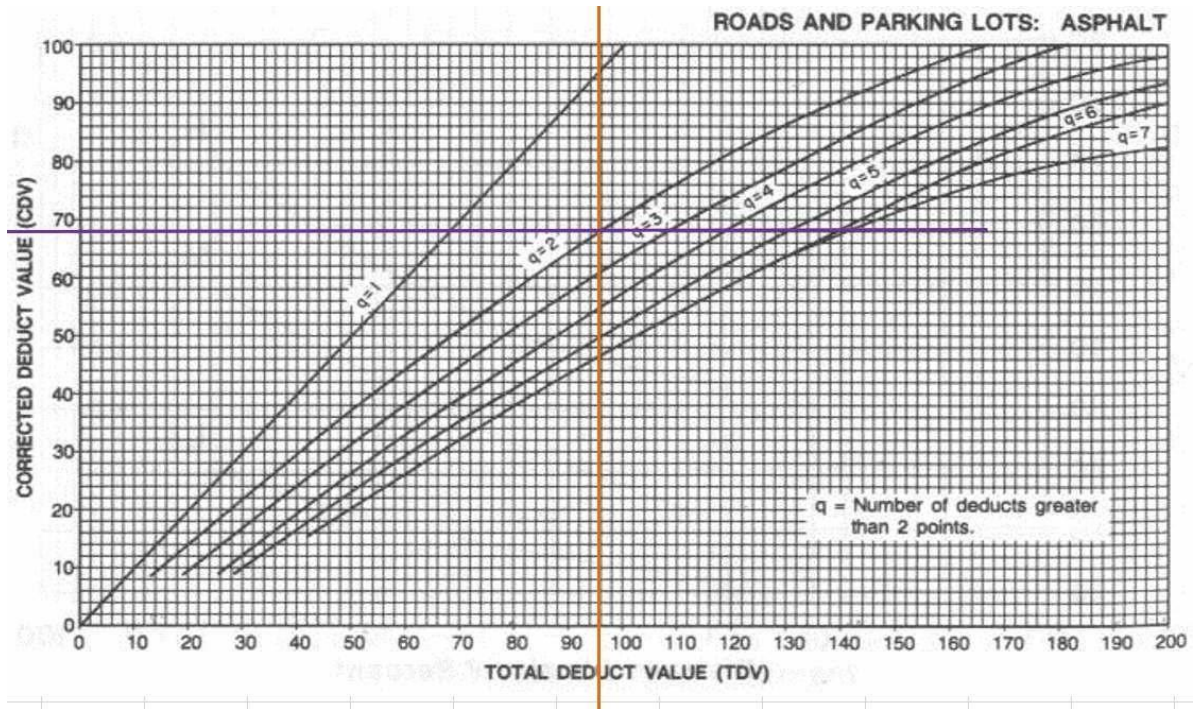


Grafico n° 9: Valor Deducido Corregido para q=2

Fuente: (Varela Vasques, 2006)

Por último, tenemos que hallar el valor deducido corregido, en función a los valores deducidos totales y el número de valores deducidos “q”, por lo que hemos acudido a la gráfica Roads and Parking Lots: Asphalt, de la página 92 correspondiente al manual de PCI, con el que se procederá a comparar los valores obtenidos en cada recuadro, que este caso son dos, 96 y 20 para 2 y 1 respectivamente, para el valor deducido de la gráfica corresponde un valor de 68.

Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	VDC
1	78.00	18.00					96.00	2.00	68.00
2	18.00	2.00					20.00	1.00	22.00

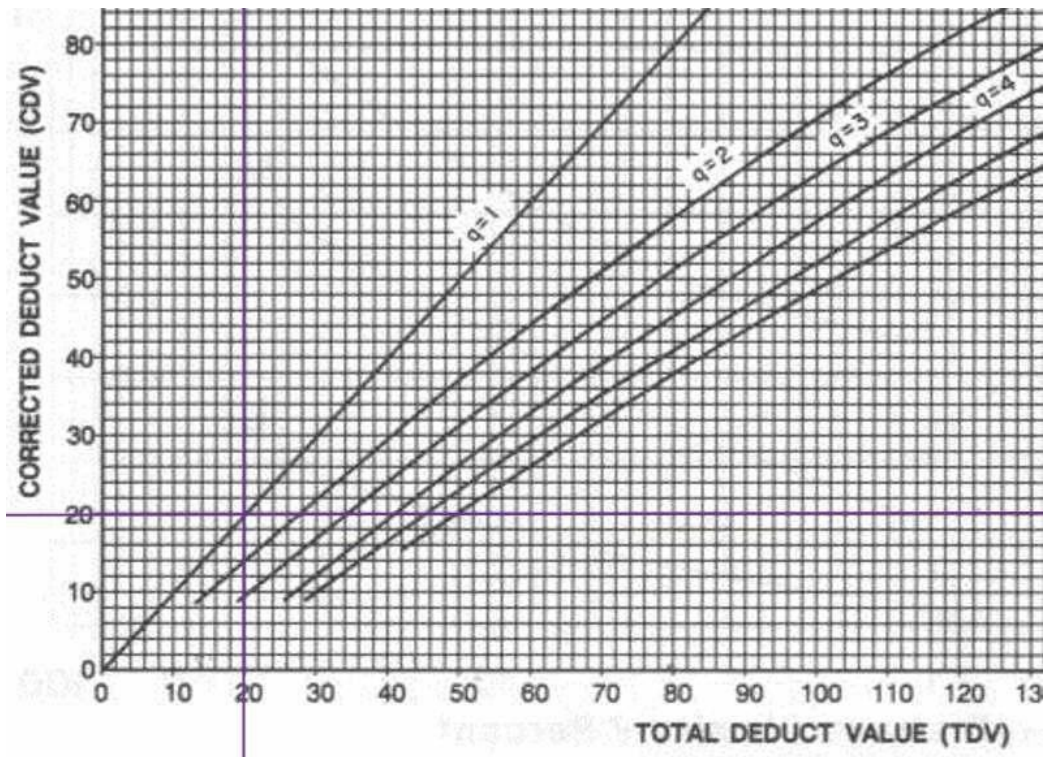


Grafico n° 10: Valor Deducido Corregido para $q=1$

Fuente: (Varela Vasques, 2006)

Para el valor $q = 1$ tenemos

3. d. Luego hemos reducido a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.

3. e. El máximo VDC es el mayor de los VDC obtenidos en este proceso.

4.1.5. CÁLCULO DEL PCI DE TODA LA SECCIÓN DEL PAVIMENTO.

En nuestro procedimiento está el hecho de evaluar la totalidad del pavimento:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

Fórmula 04 – Calculo de una sección PCI

Fuente: (Varela Vasques, 2006)

Donde:

PCI S: PCI de la sección del pavimento.

PCI R: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCI A: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

$$PCI_S = \frac{[(24 - 0) \times 60.14] + (0 * 0)}{24}$$

$$PCI_S = 60.14$$

4.1.6. CÁLCULO DEL PCI MEDIANTE UnaIPCA

“Considerando las capacidades actuales de los equipos de procesamiento de datos y las características de la metodología PCI se formularon algoritmos que permiten reducir el tiempo y trabajadores necesarios para el procesamiento de la data sobre daños de pavimento. Dichos algoritmos corresponden al esquema UnaIPCA para el análisis de datos de campo y operación del índice PCI en pavimentos asfálticos.

El software ha sido desarrollado por el Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela en lenguaje Visual Basic® 6.0 de Microsoft®. La interfase de las aplicaciones corresponde al estándar de Windows® por lo cual no se requiere un adiestramiento técnico para su operación, salvo el entendimiento previo de la metodología PCI y fundamentos de Microsoft Windows® y Microsoft Excel®” (Varela R. V., 2006).

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)											
ASTM 6433-99											
Vía:	AV. METROPOLIT	Prog. Inicial:	0+501.60	Unidad de muestreo:	MU_IDA04						
Fecha:	05/09/20	Prog. Final:	0+543.40	Area de muestreo (m²):	243.57	Resp.:	ULLOA				
Tipos de Fallas											
Nº	Descripción	Und		Nº	Descripción	Und					
1	Piel de cocodrilo	m²		11	Parchec	m²					
2	Exudación	m²		12	Pulimento de agregados	m²					
3	Agrietamiento en bloque	m²		13	Huecos	Nº					
4	Abultamientos y hundimientos	m		14	Cruce de vía férrea	m²					
5	Corrugación	m²		15	Ahuellamiento	m²					
6	Depresión	m²		16	Desplazamiento	m²					
7	Grieta de borde	m		17	Grieta parabolica (Slippage)	m²					
8	Grieta de reflexión de junta	m		18	Hinchamiento	m²					
9	Desnivel carril/berma	m		19	Desprendimiento de agregados	m²					
10	Grietas longitudinal y transv.	m									
Tipos de falla existentes											
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
13	H	3					3	1.232	78		
13	M	1					1	0.411	18		

Tabla n° 16: Formato de Cálculo PCI

Fuente: (Varela Vasques, 2006)

Primero ordenamos la información en la ficha por defecto que el autor del software ha incluido en la instalación, como resultado obtendremos en el anexo del informe en Excel una ficha codificada que es lo que finalmente ingresaremos al software.

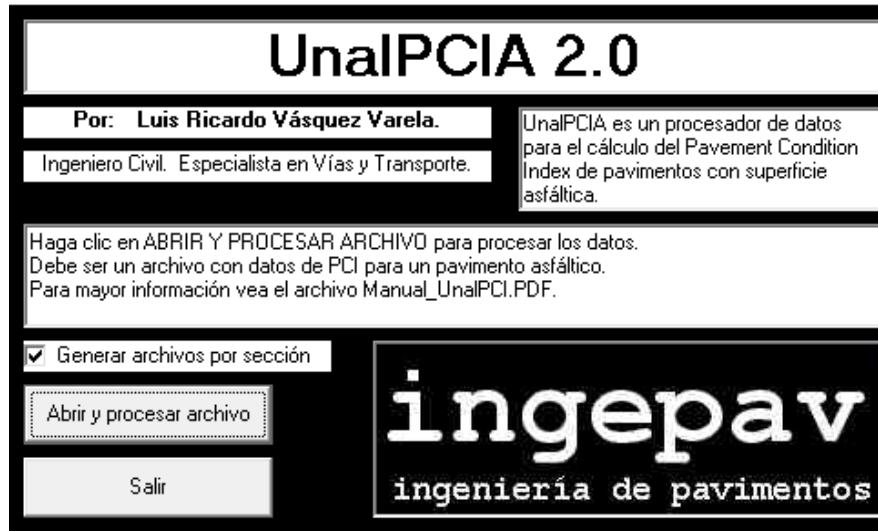


Imagen n° 7. – Interfaz de usuario de UnalPCIA
Fuente: (Varela Vasques, 2006)

En la imagen superior adjunto se ha cargado la interfaz del software, y como se puede apreciar, no es un aplicativo complejo, de hecho, su interfaz de usuario es muy amigable, ya únicamente contiene un botón para abrir el archivo desde su localización y a la misma vez enviarlo a procesamiento, todo esto desde un solo clic, una vez procesada toda la data correspondiente a las fichas en el formato adecuado, el resultado se devuelve en formato de texto simple.

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX						
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela						
Pavimentos asfálticos						
=====						
Archivo	PROCESAMIENTO.csv					
=====						
No.	Inicio	Final	PCI	Piel de cocod	Parqueo (m²)	Huecos (un)
=====						
1	0	41.8	43	0	0	3
2	167.2	209	19	0	15.52	0
3	334.4	376.2	44	0	16.88	1
4	501.6	543.4	42	0	0	4
5	668.8	710.6	62	0	0	0
6	836	877.8	86	0	0	0
7	1003.2	1045	43	0	0	3
8	1170.4	1212.2	77	0	0	0
9	1337.6	1379.4	56	0	0	1
10	1504.8	1546.6	40	0	0	1
11	1672	1713.8	66	0	0	2
12	1839.2	1881	55	0	1.62	2
13	1755.6	1797.4	82	1.59	0	0
14	1588.4	1630.2	64	0	0	2
15	1421.2	1463	53	0	0	3
16	1086.8	1128.6	43	8.6	0	1
17	1254	1295.8	81	0	0	2
18	919.6	961.4	42	0	17.21	1
19	752.4	794.2	44	0	10.89	1
20	585.2	627	42	0	13.48	2
21	418	459.8	87	0	0	0
22	250.8	292.6	66	0	10.12	1
23	83.6	125.4	61	0	16.06	0
24	0	41.8	54	0	2.18	1
PROMEDIO			56.33			

Tabla n° 18: Procesamiento de la información y resumen

Fuente: Autoría Propia

De la imagen superior, podemos verificar la información que ha dado como resultado el software, datos que nos ofrece el post procesamiento, los cuales son N° de muestra PCI, progresiva de inicio y final para definir el tramo de ubicación de cada una de las muestras en estudio.

```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      PROCESAMIENTO.csv
Código vía   :      4
Fecha inspección :      44079
Abscisa inicial :      K01501.60
Abscisa final  :      K01543.40
Unidad       :      004
Área unidad  - m² :      243.57
=====
Daño      (severidad)  unidad  Cantidad  Densidad(%)  Valor deducido
-----
13.Huecos      (M)  - un:      001.00      000.41      018.0
13.Huecos      (H)  - un:      003.00      001.23      078.0
=====
Número de deducidos: 2
=====
Daño      Valor deducido
-----
13.Huecos      (H)      078.0
13.Huecos      (H)      018.0
=====
Valor deducido más alto      : 078.0
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 03.02
=====
PCI Sección      : 032 Malo
=====

```

Tabla n° 19: Procesamiento de una ficha individual MU_IDA04

Fuente: Autoría Propia

Procesamiento automático de datos, para cada una de las secciones en forma particular, en este caso la imagen adjunta corresponde a la sección MU_IDA04, de la cual nos indica el valor deducido para falla N° 13, en severidad H y M, siendo 78 y 18 respectivamente, para el PCI de la sección se obtuvo un valor de 32, clasificándolo como malo.

DENSIDAD DE FALLAS			
F1	Piel de cocodrilo	0.2%	Presenta
F3	Agrietamiento en bloque	0.7%	Presenta
F10	Grietas longitudinal y transv.	0.8%	Presenta
F11	Parcheo	1.7%	Presenta
F12	Pulimento de agregados	9.5%	Presenta
F13	Huecos	0.5%	Presenta
F19	Desprendimiento de agregados	2.0%	Presenta
		26.7%	

Tabla n° 20: Resumen de la densidad de Fallas

Fuente: Autoría Propia

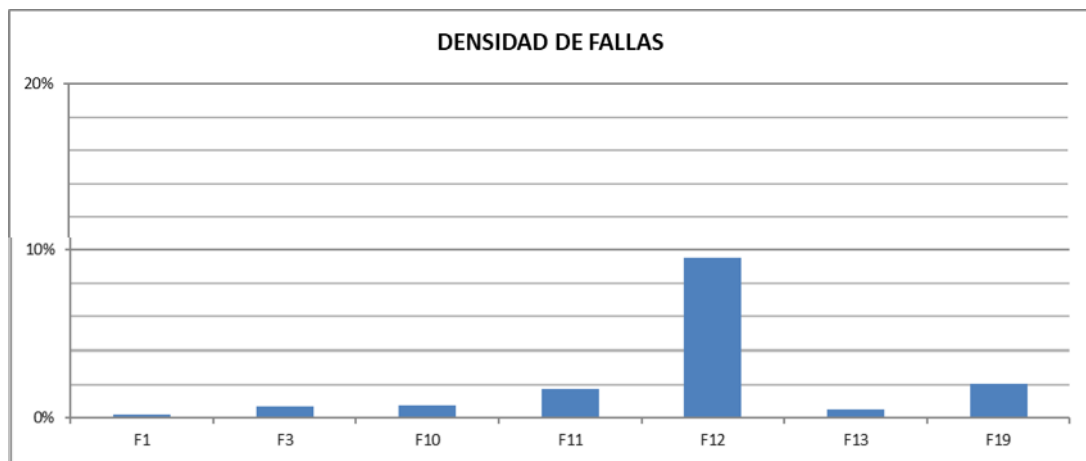


Tabla n° 21: Densidad y recurrencia de las fallas

Fuente: Autoría Propia

4.2. Prueba de hipótesis

- La hipótesis plantea que el estado de conservación del pavimento flexible en la avenida Metropolitana II, tramo entre Av. Mansiche y Av. Micaela Bastidas, mediante el método PCI del pavimento podría dar como resultado un estado de conservación regular, lo cual se cumple ya que dados los resultados de la evaluación se puede verificar que el diagnóstico de PCI para la Avenida Metropolitana II es malo.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- El estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Metropolitana II resultó siendo malo, lo que involucra que tomemos en cuenta las fallas más recurrentes, las cuales son en primer lugar Pulimiento de agregados con una recurrencia de 18%, lo cual indica mayor impacto debido a que las demás tienen un porcentaje mucho menor a éste, la que sigue es desprendimiento de agregados, que representa un 2.9% de las fallas registradas en el pavimento al igual que parcheo que también representa un 2.9% del total de fallas, también tenemos grietas longitudinales y transversales con una incidencia del 1.5% del total de fallas en la sección, además tenemos agrietamiento en bloque de 0.7%, huecos y piel de cocodrilo, las cuales representan un 0.4% cada una del total de la sección de pavimento en análisis

CONCLUSIONES

- Se catalogaron las fallas identificadas en la metropolitana II, en la parte superficial del pavimento flexible las cuales son: Piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimiento de agregados, huecos, y desprendimiento de agregados.
- Se definió el tipo de muestreo para el cual se ha considerado la elección de muestras aleatorias, contemplando así un total de 24 muestras, el área de las muestras oscila entre 229.28 y 324.23 m².
- Una vez planteadas las unidades de muestreo se procedió a determinar la gravedad de las fallas, teniendo como punto recurrente la gravedad alta en la falla de pulimiento de agregados, la cual es la falla de mayor recurrencia de todo el análisis, con una incidencia de 9.5%.
- Se obtuvo el índice de condición del pavimento flexible para cada una de las muestras en estudio, consiguiendo así un valor mínimo de PCI de 19 y un valor máximo de PCI de 87 y un PCI total de 56.33 lo cual nos ubica en un estado de conservación malo.
- La recomendación que hace el Manual de aplicación de PCI para cada una de las fallas consignada está en función a la gravedad de éstas y nosotros hemos determinado la incidencia de cada una, lo cual al contrastar los resultados con las recomendaciones obtuvimos lo siguiente: Para la falla de Pulimiento de agregados con una incidencia de 9.5% y una gravedad alta el manual de PCI recomienda intervenir con Fresado y Sobrecarpeta, de manera consiguiente encontramos el parcheo y desprendimiento de agregados, ambos con una incidencia de 1.7 y 2%

respectivamente, para el manejo del desprendimiento el manual recomienda realizar un parcheo parcial, y para la falla del parcheo se recomienda sustitución del parche, finalmente para el agrietamiento con una incidencia de 1.5% el manual recomienda intervenir realizando un sellado de grietas y parcheo parcial.

RECOMENDACIONES

- Se puede emplear otra metodología, como lo es el método Bizir, el cual contempla otros parámetros para analizar la sección de un pavimento cuyos resultados se podrían contrastar con los de esta investigación para mejorar la toma de decisiones en cuanto a la intervención.
- Consignar la mano de obra y verificar mediante la metodología Lean Construcción qué tan eficiente ha sido para reducir el margen de error y de falla por intervención humana, y además verificar si la dosificación de para la preparación de la mezcla asfáltica ha estado acorde con lo demandado en el expediente, esto nos facilitará decidir si el pavimento se rehabilitará o solamente se propondrán intervenciones periódicas, o rutinarias.

REFERENCIAS

- American Society of Testing Materials, A. (2004). *D5340 Pavement Condition Index PCI*. N.Y: ASTM.
- ASTM. (2004). *Índice de condición de pavimentos (PCI) D5340*.
- Enrique, R. P. (2014). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición de pavimento*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Risco, P. B. (2016). *Evaluación superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavex Condition Index en las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colon y Miguel Grau (Huacho-Huaura -Lima)*. Lima: Universidad San Martín de Porres.
- Varela , L. R. (2006). *Manual de PCI (Pavement Condition Index)*. Manizales: Ingepav.
- Varela Vasques, L. R. (2006). *Manual de PCI (Pavement Condition Index)*. Manizales: Ingepav.
- Varela, R. V. (2006). *Manual de PCI (Pavement Condition Index)*. Manizales: Ingepav.
- Yesquén G, I. A. (2016). *Gestión y Conservación de Pavimentos Flexibles a través del índice de desempeño PCI, en el Entorno del Distrito de Surquillo - Lima*. Piura: Universidad Nacional de Piura.

ANEXOS

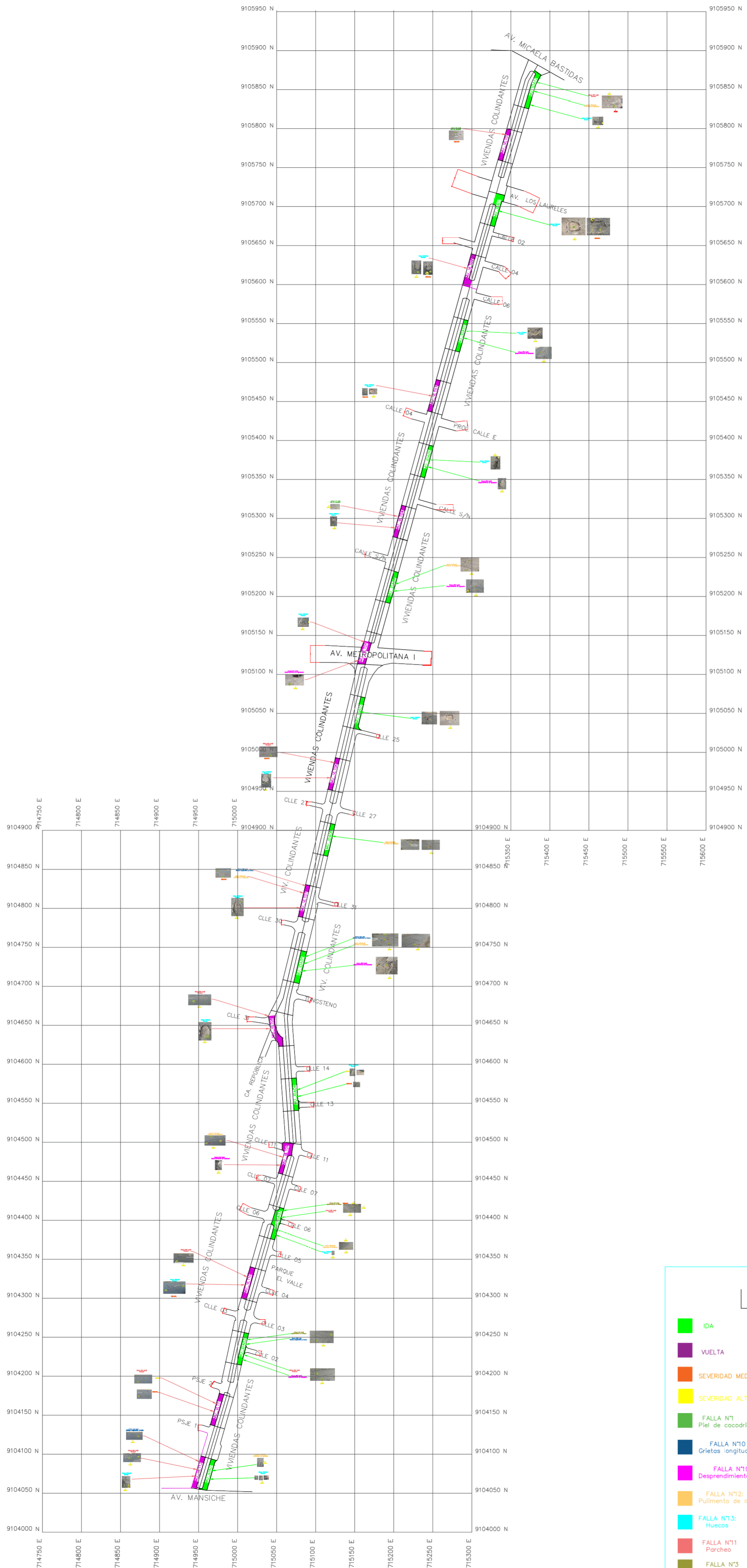
PLANO DE UBICACIÓN



Región La Libertad



ESQUEMA LEVANTAMIENTO DE LA AV. METROPOLITANA II



FOTOS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Avenida Metropolitana II: IDA

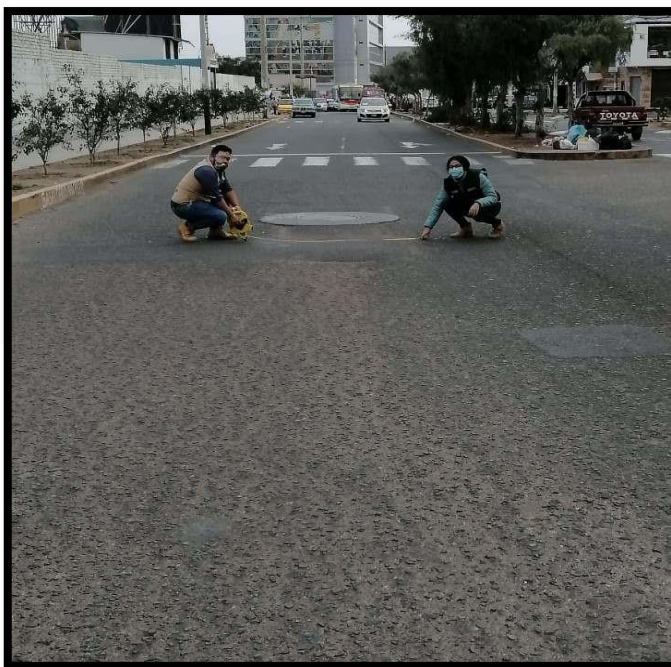


Foto n°1: De IDA de la Av. Mansiche hasta la Av. Micaela Bastidas – Falla n°13 (Huecos)



Foto n°2: De IDA de la Av. Mansiche hasta la Av. Micaela Bastidas – Falla n°13 (Huecos),



Foto n°3: De IDA de la Av. Mansiche hasta la Av. Micaela Bastidas –Falla n°19 (Desprendimiento de Agregado)

Avenida Metropolitana II: Vuelta



Foto n°4: De Vuelta de la Av. Micaela Bastida hasta la Av. Mansiche– Falla n°13 (Huecos), Falla n°19 (Desprendimiento de Agregado)



Foto n°5: De Vueltas de la Av. Micaela Bastidas hasta la Av. Mansiche – Falla n°13 (Huecos), Falla n°19 (Desprendimiento de Agregado).



Foto n°6: De Vuelta de la Av. Micaela Bastidas hasta la Av. Mansiche – Falla n°13 (Huecos), Falla n°19 (Desprendimiento de Agregado) y Falla n°12 (Pulimiento de Agregados)

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)
ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: 0+000.00 Unidad de muestreo: MU_IDA01
 Fecha: 22/09/20 Prog. Final: 0+041.80 Area de muestreo (m²): 252.81 Resp.: ULLOA

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parcheo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12	H	29.64					29.64	11.724	4
13	H	3					3	1.187	55.2

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 55.2
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 59.2
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 57
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 5.12
 PCI SECCIÓN: 43 **REGULAR**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS







INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **0+167.20** Unidad de muestreo: **MU_IDA02**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: **0+209.00** Area de muestreo (m²): **257.58** Resp.: **ULLOA**

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m²	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3	H	32.603					32.6032	12.658	30.1	
10	H	7.21					7.21	2.799	15.4	
11	H	15.523					15.5232	6.027	41.3	
19	H	56.026					56.0263	21.751	55.8	

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 55.8
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 4
 TOTAL VD: 142.6
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 81
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 5.4
 PCI SECCIÓN: 19 **MUY MALO**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS

The top photograph shows a pavement surface with several cracks. A green octagon labeled '3' is placed on a crack, and another labeled '10' is placed on a different crack. Measurements include 9.6129, 7.2105, and 5.8250. A red text label at the bottom right indicates a total area of 32.603.

The bottom photograph shows another section of pavement. A green octagon labeled '11' is placed on a crack, and another labeled '19' is placed on a different crack. Measurements include 1.6821, 9.2436, 9.9484, and 3.2832. A red text label at the bottom right indicates a total area of 56.026.

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

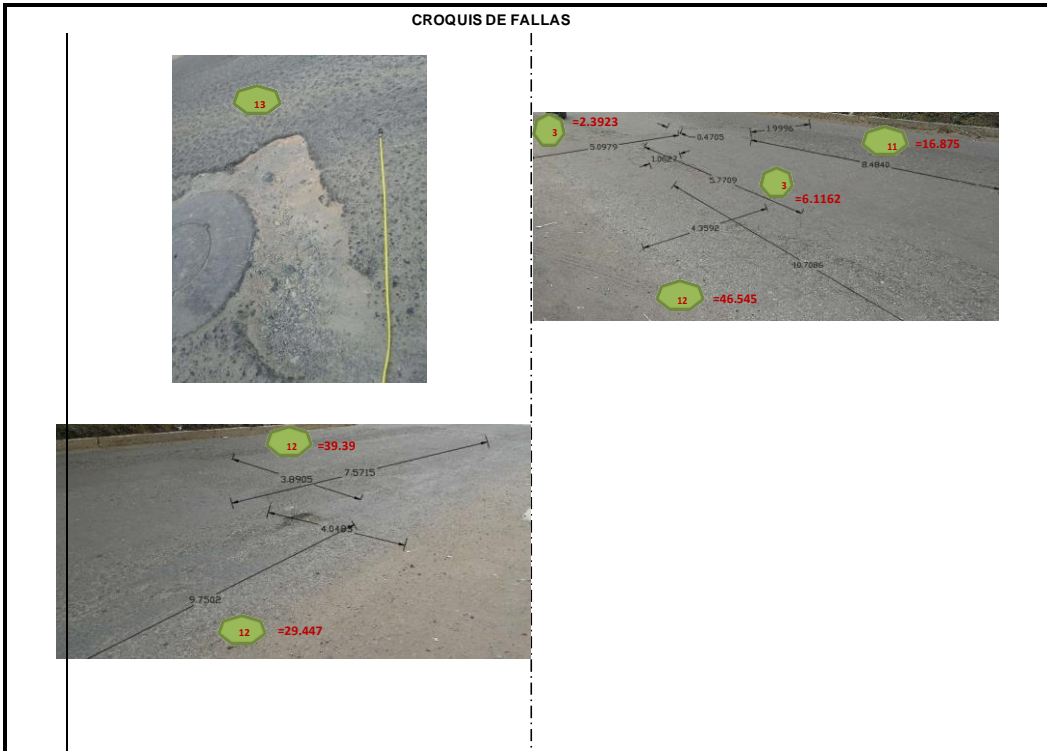
Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: 0+334.40 Unidad de muestreo: MU_IDA03
 Fecha: 22/09/20 Prog. Final: 0+376.20 Area de muestreo (m²): 319.18 Resp.: ULLOA

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m²	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
3	M	2.3923						2.3923	0.750	1
3	H	6.1162						6.1162	1.916	10.9
11	H	16.875						16.8752	5.287	39.2
12	H	46.545	39.39	29.447				115.3823	36.150	9.4
13	H	1						1	0.313	32.3

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 39.2
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 4
 TOTAL VD: 92.8
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 56
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 6.58
 PCI SECCIÓN: 44 REGULAR

Observación:



INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

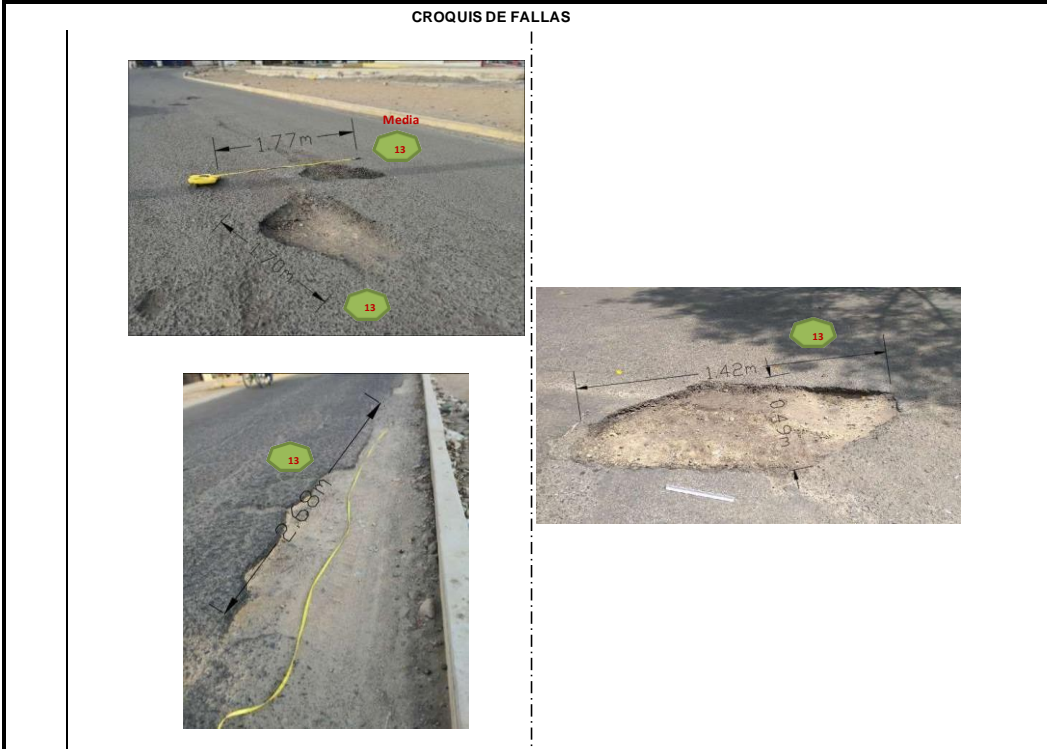
Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **0+501.60** Unidad de muestreo: **MU_IDA04**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: 0+543.40 Area de muestreo (m²): 243.57 Resp.: ULLOA

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m²	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	H	3						3	1.232	78
13	M	1						1	0.411	18

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 78
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 96
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 68
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 3.02
 PCI SECCIÓN: 32 MALO

Observación:



INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: 0+668.80 Unidad de muestreo: MU_IDA05
 Fecha: 22/09/20 Prog. Final: 0+710.60 Area de muestreo (m²): 289.56 Resp.: ULLOA

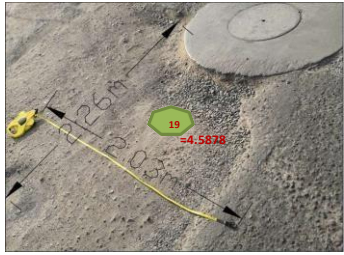
			Tipos de Fallas		
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parcheo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m²	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

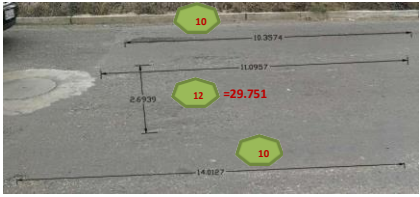
Tipos de falla existentes									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	H	10.35	14.01				24.36	8.413	31.9
12	H	29.751	33.9549				63.7063	22.001	6.9
19	H	4.5878					4.5878	1.584	19.1

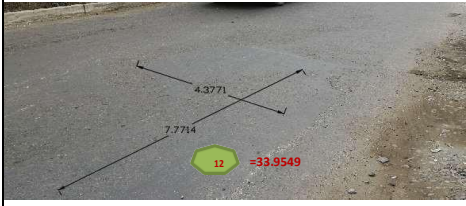
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 31.9
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 3
 TOTAL VD: 57.9
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 38
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 7.26
 PCI SECCIÓN: 62 BUENO

Observación:

CROQUIS DE FALLAS







INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)
ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT **Prog. Inicial:** 0+836.00 **Unidad de muestreo:** MU_IDA06
Fecha: 22/09/20 **Prog. Final:** 0+877.80 **Area de muestreo (m²):** 240.26 **Resp.:** ULLOA

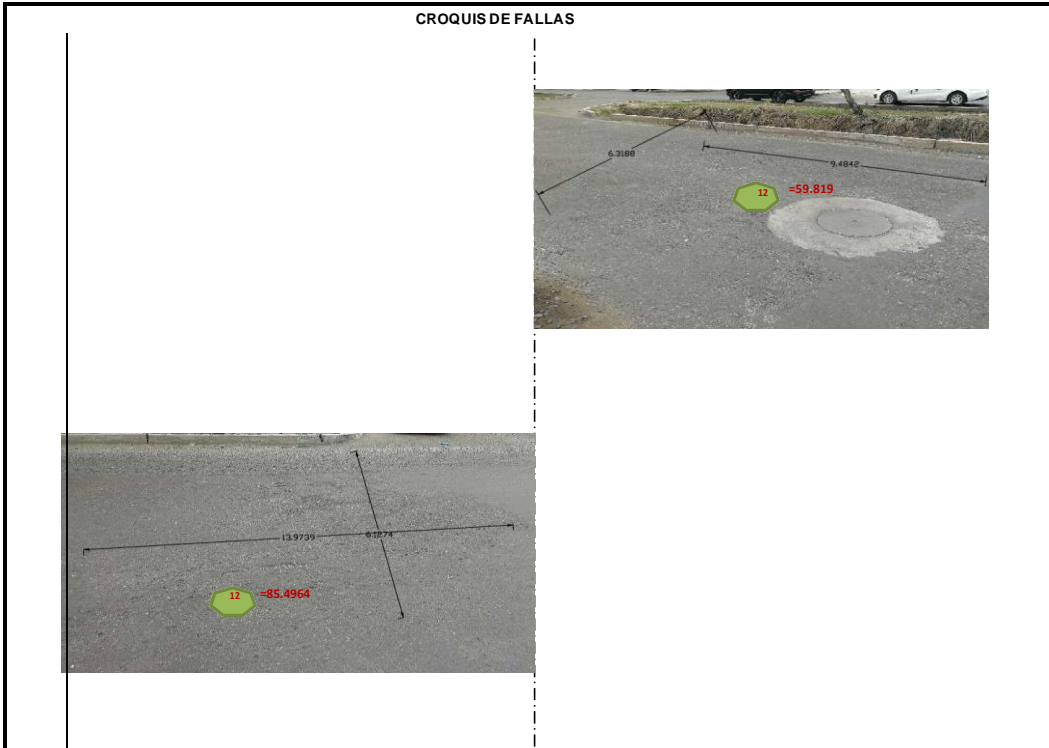
Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12	H	59.819	85.4964					145.3152	60.482	13.7

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 13.7
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 1
 TOTAL VD: 13.7
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 14

PCI SECCIÓN: 86 **EXCELENTE**

Observación:



INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)
ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **1+003.20** Unidad de muestreo: **MU_IDA07**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: 1+045.00 Area de muestreo (m²): 229.28 Resp.: ULLOA

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	H	3						3	1.308	57.4

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 57.4
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 1
 TOTAL VD: 57.4
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 57

PCI SECCIÓN: 43 **EGULAR**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT **Prog. Inicial:** 1+170.40 **Unidad de muestreo:** MU_IDA08
Fecha: 22/09/20 **Prog. Final:** 1+212.20 **Area de muestreo (m²):** 250.34 **Resp.:** ULLOA

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carri/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12	H	8.19	6.45				14.64	5.848	11.6
19	H	4.1917					4.1917	1.674	19.5

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 19.5
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 31.1
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 23

PCI SECCIÓN: 77 **MUY BUENO**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS

The first photograph shows a circular defect on the pavement surface. A yellow measuring tape is placed horizontally below the defect. Hand-drawn lines indicate dimensions: a horizontal line of 2.51m, a vertical line of 1.67m, and a diagonal line of 2.94m. A green circle with the number '19' and the score '-4.1917' is drawn over the defect.

The second photograph shows two defects. The upper one is a circular defect with a green circle containing '12' and '-8.19'. Dimensions shown are 0.63m (diagonal), 1.30m (horizontal), and 1.50m (diagonal). The lower defect is also circular with a green circle containing '12' and '-6.45'. A dimension of 0.43m is shown for this defect.

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **1+337.60** Unidad de muestreo: **MU_IDA09**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: 1+379.40 Area de muestreo (m²): 242.92 Resp.: ULLOA

				Tipos de Fallas		
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und	
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²	
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²	
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº	
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²	
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²	
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²	
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (Slippage)	m²	
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²	
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²	
10	Grietas longitudinal y transv.	m				


Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	H	1						1	0.412	36.3
19	H	7.2285						7.2285	2.976	24.9


VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 36.3
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 61.2
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 44

PCI SECCIÓN: 56 **BUENO**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS





INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT **Prog. Inicial:** 1+504.80 **Unidad de muestreo:** MU_IDA10
Fecha: 22/09/20 **Prog. Final:** 1+546.60 **Area de muestreo (m²):** 231.32 **Resp.:** ULLOA

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	H	1						1	0.432	37
19	H	25.96						25.96	11.223	45.7

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 45.7
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 82.7
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 60
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 5.98
 PCI SECCIÓN: 40 REGULAR

Observación:

CROQUIS DE FALLAS

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)
ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT **Prog. Inicial:** 1+672.00 **Unidad de muestreo:** MU_IDA11
Fecha: 22/09/20 **Prog. Final:** 1+713.80 **Area de muestreo (m²):** 316.6 **Resp.:** ULLOA


Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			


Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	H	1						1	0.316	14
13	M	1						1	0.316	32.4

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 32.4
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 46.4
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 34
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 7.21
 PCI SECCIÓN: 66 BUENO

Observación:

CROQUIS DE FALLAS





INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **1+839.20** Unidad de muestreo: **MU_IDA12**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: 1+881.00 Area de muestreo (m²): 290.77 Resp.: ULLOA

			Tipos de Fallas		
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			


Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	L	1.62						1.62	0.557	1.3
12	H	1.0528						1.0528	0.362	0.1
13	H	2						2	0.688	45.1

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 45.1
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 1
 TOTAL VD: 46.5
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 45

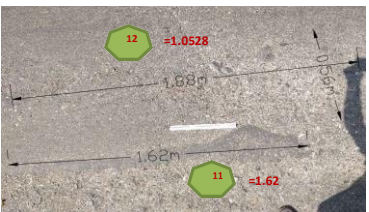
PCI SECCIÓN: 55 **REGULAR**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS



Falla 13



Falla 11 = 1.62
Falla 12 = 1.0528

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

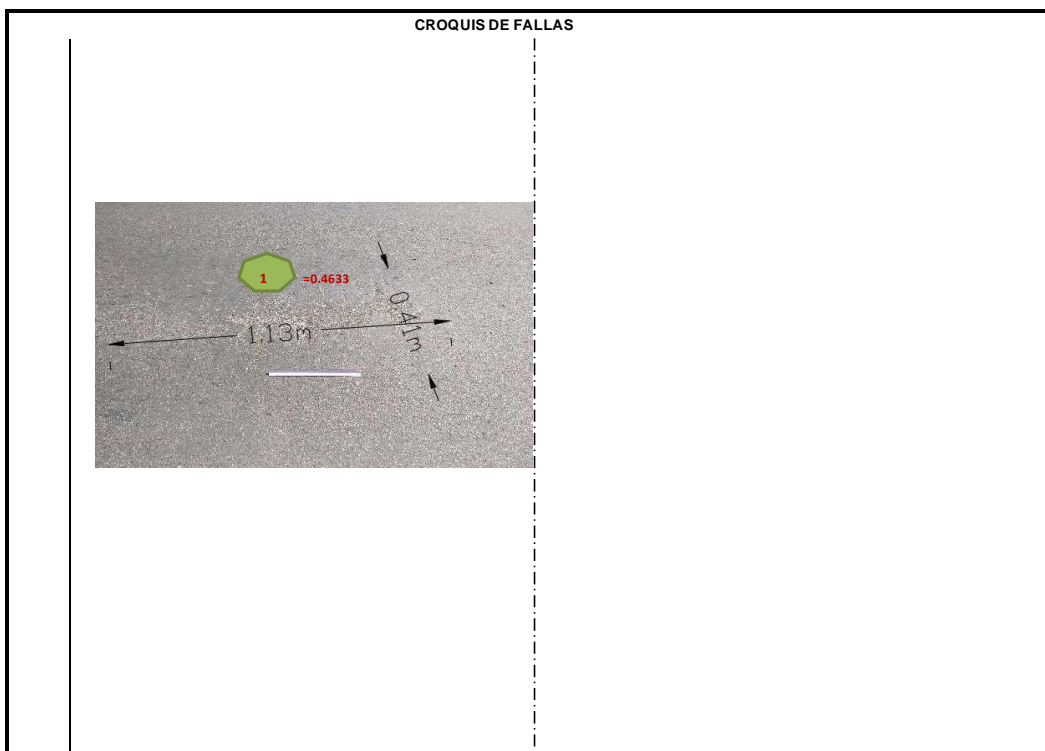
Via: AV. METROPOLIT **Prog. Inicial:** 1+755.60 **Unidad de muestreo:** MU_VLT01
Fecha: 22/09/20 **Prog. Final:** 1+797.40 **Area de muestreo (m²):** 246.33 **Resp.:** ULLOA

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	M	0.4633						0.4633	0.188	17.5

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 17.5
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 1
 TOTAL VD: 17.5
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 18
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 8.75
 PCI SECCIÓN: 82 **MUY BUENO**

Observación:



INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **1+588.40** Unidad de muestreo: **MU_VLT02**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: 1+630.20 Area de muestreo (m²): 280.32 Resp.: ULLOA


Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m²	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			


Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	H	1						1	0.357	15.6
13	M	1						1	0.357	34.1

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 34.1
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 49.7
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 36
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 7.05
 PCI SECCIÓN: 64 BUENO

Observación:

CROQUIS DE FALLAS





INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT **Prog. Inicial:** 1+421.20 **Unidad de muestreo:** MU_VLT03
Fecha: 22/09/20 **Prog. Final:** 1+463.00 **Area de muestreo (m²):** 235.22 **Resp.:** ULLOA


Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			


Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	M	2						2	0.850	28.7
13	H	1						1	0.425	36.7

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 36.7
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 65.4
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 47
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 6.81
 PCI SECCIÓN: 53 **REGULAR**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS





INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **1+254.00** Unidad de muestreo: **MU_VLT04**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: 1+295.80 Area de muestreo (m²): 248.51 Resp.: ULLOA


Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			


Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	8.5974						8.5974	3.460	45.1
13	H	1						1	0.402	33.3

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 45.1
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 78.4
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 57
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 6.04
 PCI SECCIÓN: 43 **REGULAR**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS





INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **1+086.80** Unidad de muestreo: **MU_VLT05**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: 1+128.60 Area de muestreo (m²): 296.49 Resp.: ULLOA

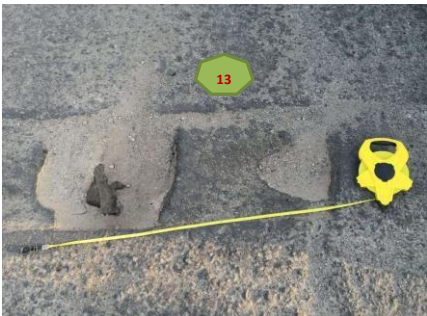
Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parcheo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			


Tipos de falla existentes									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	H	2					2	0.675	16.6
19	H	22.485					22.4848	7.584	4.7

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 16.6
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 21.3
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 19
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 8.66
 PCI SECCIÓN: 81 **MUY BUENO**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS





INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **0+919.60** Unidad de muestreo: **MU_VLT06**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: **0+961.40** Area de muestreo (m²): **234.98** Resp.: **ULLOA**


Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			


Tipos de falla existentes									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	M	3.6575	4.2813				7.9388	3.379	18.7
11	H	5.3059	3.8125				9.1184	3.881	34.3
13	H	1					1	0.426	36.8

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 36.8
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 3
 TOTAL VD: 89.8
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 58
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 6.81
 PCI SECCIÓN: 42 **REGULAR**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS





INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: 0+752.40 Unidad de muestreo: MU_VLT07
 Fecha: 22/09/20 Prog. Final: 0+794.20 Area de muestreo (m²): 242.89 Resp.: ULLOA

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m²	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	M	6.17						6.17	2.540	5.09
11	H	10.891						10.8905	4.484	36.5
12	M	17.152	17.4225					34.5745	14.235	4.7
13	H	1						1	0.412	36.3

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 36.5
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 4
 TOTAL VD: 82.59
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 56
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 6.83
 PCI SECCIÓN: 44 BUENO

Observación:

CROQUIS DE FALLAS

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **0+585.20** Unidad de muestreo: **MU_VLT08**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: 0+627.00 Area de muestreo (m²): 301.73 Resp.: ULLOA



Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m²	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			


Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	H	13.482						13.482	4.468	36.4
13	H	2						2	0.663	44.4

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 44.4
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 80.8
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 58
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 6.11
 PCI SECCIÓN: 42 **REGULAR**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS



INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT **Prog. Inicial:** 0+418.00 **Unidad de muestreo:** MU_VLT09
Fecha: 22/09/20 **Prog. Final:** 0+459.80 **Area de muestreo (m²):** 324.23 **Resp.:** ULLOA

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12	H	11.482	11.033	3.64			26.1546	8.067	5.1
19	H	1.1573					1.1573	0.357	11.4

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 11.4
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 16.5
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 13
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 9.14
 PCI SECCIÓN: 87 EXCELENTE

Observación:

CROQUIS DE FALLAS

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **0+250.80** Unidad de muestreo: **MU_VLT10**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: **0+292.60** Area de muestreo (m²): **281.62** Resp.: **ULLOA**

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	M	1						1	0.355	10.6
11	H	7.0432						7.0432	2.501	28.5
11	M	3.0738						3.0738	1.091	15.5

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 28.5
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 3
 TOTAL VD: 54.6
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 34
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 7.56
 PCI SECCIÓN: 66 **BUENO**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS

The first photograph shows a longitudinal crack on an asphalt surface. A green circle with the number '11' and the value '=3.0738' is placed near the crack. A green circle with the number '13' is placed at the end of the crack. Hand-drawn lines indicate a crack width of 1.03m, a length of 2.82m, and a depth of 0.70m.

The second photograph shows another longitudinal crack. A green circle with the number '11' and the value '=7.0432' is placed near the crack. Hand-drawn lines indicate a crack width of 1.24m and a length of 5.68m.

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **0+083.60** Unidad de muestreo: **MU_VLT11**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: **0+125.40** Area de muestreo (m²): **247.69** Resp.: **ULLOA**

Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m²	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	H	11.635					11.6348	4.697	13.5
11	M	4.4252					4.4252	1.787	37.2

VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 37.2
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 2
 TOTAL VD: 50.7
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 39
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 6.77
 PCI SECCIÓN: 61 **BUENO**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS

9.86m
1.18m
11 = 11.635

4.81m
0.92m
11 = 4.4252

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)
ASTM 6433-99

Via: AV. METROPOLIT Prog. Inicial: **0+000.00** Unidad de muestreo: **MU_VLT12**
 Fecha: **22/09/20** Prog. Final: **0+041.80** Area de muestreo (m²): **252.78** Resp.: **ULLOA**


Tipos de Fallas					
Nº	Descripción	Und	Nº	Descripción	Und
1	Piel de cocodrilo	m²	11	Parqueo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Agrietamiento en bloque	m²	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación	m²	15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión	m	16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabolica (Slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinal y transv.	m			

Tipos de falla existentes									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	H	2.56	6.58				9.14	3.616	18.2
11	H	0.6854					0.6854	0.271	18.9
13	H	1					1	0.396	35.6

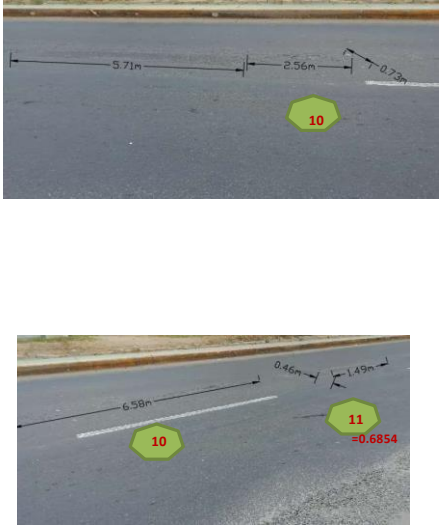
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO: 35.6
 NUMERO DE DEDUCIDOS >2: 3
 TOTAL VD: 72.7
 MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO: 20
 NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS: (ASFALTO-CARRETERA): 8.91
 PCI SECCIÓN: 80 **MUY BUENO**

Observación:

CROQUIS DE FALLAS



13



10

11
=0.6854