



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis comparativo de fallas en pavimento flexible mediante el método PCI
usando VANT, Av. Túpac Amaru - Carabaylo - Lima 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero civil

AUTOR:

Mayorca Niño, Jhonatan Martin (ORCID:[0000-0002-5471-2279](https://orcid.org/0000-0002-5471-2279))

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario Carlos Danilo (ORCID:[0000-0002-0655-523X](https://orcid.org/0000-0002-0655-523X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico a Dios por acompañarme y guiarme a lo largo de mi carrera; asimismo, agradecer a mi madre por apoyarme en todo momento, como también a mi pareja y mi hijo por darme el motivo de salir adelante.

Agradecimiento

Agradezco a mi madre por su amor y apoyo incondicional en todo momento. Agradecer a la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo por brindarme conocimientos a través de sus docentes. A mi asesor por el apoyo brindado en las investigaciones realizadas y la elaboración de la tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	
Dedicatoria-----	i
Agradecimiento-----	ii
Índice de contenidos-----	iii
Índice de tablas-----	iv
Índice de figuras-----	v
Resumen-----	vi
Abstract-----	vii
I. INTRODUCCIÓN-----	1
II. MARCO TEÓRICO -----	6
III. METODOLOGÍA-----	13
3.1. Tipo y Diseño de investigación-----	13
3.2. Variables y operacionalización-----	14
3.3. Población, Muestra, Muestreo-----	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos-----	16
3.5. Procedimiento-----	18
3.6. Método de análisis de datos-----	19
3.7. Aspectos éticos-----	19
IV. RESULTADOS-----	20
V. DISCUSIÓN-----	38
VI. CONCLUSIONES-----	42
VII. RECOMENDACIONES-----	80
REFERENCIAS-----	45
ANEXOS-----	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de Clasificación del PCI -----	11
Tabla 2: Rango y Confiabilidad para el Instrumento -----	17
Tabla 3: Rangos y magnitud de Validez -----	18
Tabla 4: Hoja de registro de Unidad de muestra 01-----	23
Tabla 5: Cuadro de resumen de las unidades de muestras -----	24
Tabla 6: Resumen de evaluación del Pavimento usando VANT -----	29
Tabla 7: Resumen de fallas encontradas usando VANT a 35 m -----	30
Tabla 8: Resumen de evaluación del Pavimento usando VANT a 35 m -----	30
Tabla 9: Resumen del porcentaje de Clasificación del PCI empleando VANT---	31
Tabla 10: Resumen de fallas encontradas usando VANT a 50m -----	32
Tabla 11: Resumen de Evaluación del pavimento usando VANT a 50m -----	35
Tabla 12: Dimensiones de la falla desprendimiento de agregados -----	34
Tabla 13: Comparación de metrado de la falla desprendimiento de agregado ---	34
Tabla 14: Dimensión de la falla parches -----	35
Tabla 15: Comparación de metrado tipo parches -----	35
Tabla 16: Dimensiones de la falla piel de cocodrilo -----	36
Tabla 17: Comparación de metrado tipo piel de cocodrilo -----	36
Tabla 18: Resumen de Método PCI y VANT -----	38
Tabla 19: Metodo PCI en comparación con VANT -----	39
Tabla 20: Resumen de fallas Av. Colon y Miguel Grau -----	40
Tabla 21: Resumen comparativo de grados de severidad de desprendimiento agregado -----	42
Tabla 22: Resumen comparativo de grados de severidad de parches -----	43
Tabla 23: Resumen comparativo de grados de severidad de piel de cocodrilo --	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fallas en Pavimento Flexibles -----	12
Figura 2: Mapa del Perú -----	20
Figura 3: Mapa de Lima -----	20
Figura 4: Mapa Distrital de Carabaylo -----	20
Figura 5: Localización de la Av. Túpac Amaru -----	21
Figura 6: Evaluación de Falla ahuellamiento -----	22
Figura 7: Evaluación de Falla Parche -----	22
Figura 8: Valor deducido corregido de la unidad de muestra 01 -----	24
Figura 9: GPS diferencial -----	25
Figura 10: Colocación de puntos en vía -----	25
Figura 11: Plan de inicio de vuelo con Mavic 2 Pro -----	25
Figura 12: Imágenes obtenidas por el VANT -----	26
Figura 13: Procesamiento de las imágenes en el programa Agisoft Metashape ---	26
Figura 14: Ortofotos de la vía evaluada -----	27
Figura 15: Ortofoto en Civil 3D -----	27
Figura 16: Superficie en Global Mapper -----	28
Figura 17: Resumen de evaluación del pavimento utilizando VANT -----	31
Figura 18: Clasificación del pavimento usando VANT a 35 m -----	31
Figura 19: Resumen de evaluación del Pavimento utilizando VANT a 50 m ----	33

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el análisis comparativo de fallas en pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru-Carabayllo. La investigación es de tipo aplicada nivel descriptivo-explicativo, de acuerdo al diseño metodológico es no experimental de corte transversal. La muestra de la investigación fue la Av. Túpac Amaru desde la Av. San Felipe hasta la Av. Chimpu Oclo, que consta de una longitud de 1 kilómetro. Los resultados se determinaron realizando el Método PCI tradicional de lo cual se evaluó 10 unidades de muestras y los resultados obtenidos por el VANT (vehículo aéreo no tripulado) se evaluó un total de 25 unidades de muestras. Se realizó la comparación de estos dos métodos y tuvo como conclusión el estado de la Av. Túpac Amaru Pobre en las dos evaluaciones; por ello, la aplicación del vehículo aéreo no tripulado sería una herramienta adecuada para la inspección de fallas en pavimentos ya que se realizó en un menor tiempo y con un menor costo.

Palabras clave: Evaluación superficial del pavimento, Método PCI, VANT.

ABSTRACT

The present research work aims to evaluate the comparative analysis of failures in flexible pavement by means of the PCI method using UAV in Av. Tupac Amaru-Carabaylo. The research is of an applied descriptive-explanatory level, according to the methodological design it is non-experimental and cross-sectional. The research sample was Av. Tupac Amaru from Av. San Felipe to Av. Chimpu Ocllo, which has a length of 1 kilometer. The results were determined by performing the traditional PCI Method, from which 10 sample units were evaluated and the results obtained by UAV (unmanned aerial vehicle) a total of 25 sample units were evaluated. The comparison of these two methods was made and concluded the state of Av. Tupac Amaru Pobre in the two evaluations; Therefore, the application of the unmanned aerial vehicle would be an adequate tool for the inspection of pavement failures since it was carried out in a shorter time and at a lower cost.

Keywords: Pavement surface evaluation, PCI Method, UAV.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, se pudo observar que las mayorías de las vías pavimentadas se encuentran en mal estado, ya que los principales daños que afectan las carreteras son: el tipo de autos y su masa, así como la cantidad de estos que a diario circulan por una vía, provocando daños, deformaciones y grietas en la superficie; los cambios climáticos, como la radiación emitida por el sol y los vientos que afectan gradualmente las propiedades de la estructura; la calidad de materiales utilizados. Por esta razón, diversos países como: Colombia, Argentina, Costa Rica, entre otros; en Colombia optaron por mostrar y contrastar el diagnóstico de la vía existente y diseño de pavimento flexible de una nueva vía mediante la elaboración con la metodología del PCI (Índice de Condición del Pavimento) conforme con las normas e intervalos de clasificación; en Argentina optaron por optimizar el diseño geométrico de vías urbanas para compensar enormemente los objetivos principales en base a los factores existentes; y en Costa Rica otorgaron una guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de infraestructura vial mediante el transporte para obtener un mejoramiento en las condiciones de infraestructura y seguridad de los proyectos viales a nivel nacional así como a nivel regional.

Cabe destacar que el análisis de las fallas en los pavimentos flexibles mediante el método PCI es de suma importancia ya que mediante ello nos demostró el índice del estado en que se encontró nuestro pavimento asfáltico, este método es de tipo visual y con un formato de evaluación. La resistencia del asfalto depende del tipo de vía y de acuerdo a la categoría de la zona, ya que los agentes climatológicos, el proceso constructivo defectuoso, el mal estado de los materiales utilizados y las repeticiones consecutivas de cargas hacia el pavimento son factores importantes para que un pavimento tienda a fallar.

A nivel nacional, el mal estado de las vías de las ciudades en el Perú se debió al descuido de los gobiernos a razón de que no se realizaron planes de conservación en su debido tiempo por el alto costo que generaba, es por ello que no se realizaron constantes monitoreo de las fallas y trabajos de conservación para mantenerlas,

afectando directamente al que usaba las vías y ocurriendo muchos casos de accidentes de tránsito. Por esta razón, diversas zonas del Perú como: Puno, Piura, Cusco, entre otras; en Puno optaron por determinar la evaluación estructural de fallas del pavimento flexible por el método no destructivo para establecer un índice de condición de pavimento bueno y transporte cómodo, con una condición buena y deflexiones muy bajas para que dicha carretera no tenga problemas estructurales; en Piura optaron por aplicar el método PCI (Índice de Condición del Pavimento) para determinar la condición superficial del pavimento flexible mediante un pavimento de estado regular de la vía con un valor ponderado del PCI superior a 49, lo cual esta condición de pavimento por el método PCI (Índice de Condición de Pavimento) se determinará debido a las obras de mantenimiento que han reducido la formación de fallas estructurales perjudiciales en el pavimento; y en Cusco optaron por desarrollar la evaluación, análisis y planteo de alternativas para la conservación y rehabilitación del pavimento asfáltico en una carretera mediante el análisis de las deducciones diseñados en cuatro opciones de intervención de una forma más apropiada en el tramo parcial de diseño elegido, cuya elección de la opción de intervención para cada tramo se asentó esencialmente en la condición estructural del pavimento.

En términos contemporáneos de nuestra realidad, el pavimento flexible es una estructura que se realiza en las vías de tráfico vehicular, facilitando una superficie de rodamiento que debe funcionar eficientemente. Con destino a la reparación de pavimentos, se aplicaron diversos tipos de métodos para la mejoría en distintas ciudades del país, con el fin de conocer que en la mayoría de los proyectos de reparación ya ejecutados, han presentado fallas a una temprana edad de vida útil del pavimento, esto dependió de la mala calidad de los materiales utilizados, la falta de afinidades de los agregados pétreos con el asfalto, la metodología inadecuada de reparación y entre otras causas que han podido generar daños superficiales a un pavimento.

A nivel local, en el distrito de Carabayllo, el pavimento flexible de la Av. Túpac Amaru la mayoría de avenidas se encuentra en mal estado, lo que genera incomodidad a los conductores que transitan, ya que los diferentes tipos de fallas

que se encuentran en la vía obstaculizan la circulación de los vehículos. Por ende, las patologías que dañaron al pavimento flexible se ocasionaron debido a la mala calidad de los materiales, a los errores de construcción, así como a la exagerada sobrecarga vehicular que ahora transitan por las avenidas y de problemas de la naturaleza como el clima, entre otros.

Para que se realice de manera eficiente el análisis de las fallas, de manera rápida y económica, se propuso una alternativa de emplear el VANT en vez que el método PCI tradicional, ya que el uso del VANT fue más beneficioso emplearlo por lo que genero menores gastos al momento de realizar el estudio del pavimento, así como cuando se hizo la evaluación de las fallas, se realizó en menor tiempo que el método PCI tradicional.

Formulación del Problema:

La Mayoría de las vías en el distrito de Carabayllo presentaron ineficiencias en el pavimento asfáltico, así como el de la Av. Túpac Amaru es común encontrar baches, fisuras y depresiones que dificultan la circulación de los vehículos. En la presente investigación se empleó un VANT para la evaluación, así mismo se realizó una comparación con el método PCI.

Es por ello que en la actual investigación se ha empleado el siguiente problema general:

Problema General:

¿De qué manera influye el Análisis Comparativo de fallas en Pavimento Flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo?

Problemas Específicos:

- ¿Cuánto influye identificar desprendimiento de agregados en el Pavimento Flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru - Carabayllo?
- ¿Cuánto influye identificar parches en el Pavimento Flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru - Carabayllo?

- ¿Cuánto influye identificar piel de cocodrilo en Pavimento Flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru- Carabaylo?

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

La vigente investigación permitió realizar el análisis del nivel de fallas del pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT para evaluar el estado actual del pavimento flexible en la Av. Túpac Amaru Carabaylo – Lima 2021. Por consiguiente, se presenta la justificación de la investigación:

Justificación metodológica, esta metodología trata de alcanzar y efectuar los objetivos dados en el estudio de una manera eficaz en base a los instrumentos de medición utilizados en cada variable: Independiente: Método PCI usando VANT y Dependiente: Análisis comparativo de fallas en pavimento flexible, a su vez trata de obtener la validez y confiabilidad de la variable primordial del proyecto, llegando a la comprobación que el Método PCI usando VANT fue más beneficioso cuando se realizó el análisis de fallas en pavimentos flexible.

Justificación técnica, mediante esta comparación se trata de dar a conocer más a fondo, la existencia de nuevas alternativas en realizar el Método PCI, para la evaluación de las fallas en el pavimento, para su posterior mejoramiento de la vía estudiada.

Justificación económica, analizar las fallas que se encuentran en el pavimento flexible resulto muy beneficioso emplear un VANT ya que la inspección se desarrolló en poco tiempo y con menos personal.

Justificación social, se beneficiaron todos los habitantes que se encuentran en la Av. Tupac Amaru ya que las deducciones de la investigación componen un valor de importancia, con el fin de tratar de proporcionar conocimientos a los lectores de este trabajo ya sean los conductores, ingenieros y la misma sociedad donde se realizó la evaluación, generando mayor entendimiento de los motivos de las fallas en el pavimento flexible.

Objetivo General:

Evaluar el Análisis Comparativo de fallas en Pavimento Flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo.

Objetivos Específicos

- Identificar desprendimiento de agregados en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo.
- Identificar parches en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo.
- Identificar piel de cocodrilo en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo.

Hipótesis General:

La aplicación del VANT se iguala al método PCI en el análisis del pavimento flexible de la Av. Túpac Amaru – Carabayllo.

Hipótesis Específico:

- La aplicación del VANT se iguala al método PCI al identifica desprendimiento de agregados en el pavimento flexible de la Av. Túpac Amaru – Carabayllo.
- La aplicación del VANT se iguala al método PCI al identificar parches en el pavimento flexible de la Av. Túpac Amaru – Carabayllo.
- La aplicación del VANT se iguala al método PCI al identificar piel de cocodrilo del pavimento flexible de la Av. Túpac Amaru – Carabayllo.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales** tenemos a Lozano – Tabares (2015), tuvo como **objetivo** de investigación: Mostrar y contrastar los resultados obtenidos por la evaluación de los diferentes métodos disponibles para diseñar estructuralmente el pavimento requerido. **La metodología** fue de tipo aplicada, las **muestras** fueron la vía de acceso del barrio ciudadela del Café, la **población** fueron la vía del barrio ciudadela del Café El **instrumento** se utilizó un formato de recolección de datos para determinar el PCI. Los principales **resultados** fueron, se realizó un conjunto de cálculos de las diversas técnicas utilizadas para diseñar estructuralmente el pavimento de acuerdo a los criterios y parámetros empíricos, semi-empíricos y racionales. Se **concluyó** que presentaba una eficiente condición estructural del asfalto y su superficie de rodamiento conforme con las normas e intervalos de clasificación planeados.¹

Rolón (2016), tuvo como **objetivo** de la investigación es optimizar las condiciones del entorno que lo rodea el desplazamiento de los vehículos de acuerdo a los requerimientos viales planteados, estableciendo así el desempeño de las normas de diseño vigentes en Argentina. **La metodología** fue de tipo aplicada, descriptivo y explicativo, las muestras fueron las vías urbanas de La Plata-Argentina, la población las vías de las zonas urbanas, los **instrumentos** empleados fueron programas virtuales de información que representan una mayor excelencia. Los principales **resultados** fueron, se tomó en cuenta las funciones de planificar y programar todo el proceso en que se realizó, tomando en consideración los datos recopilados, dónde, cuándo y cómo se estudió para poseer el uso apropiado. Se **concluyo** que el diseño geométrico viene a ser un segmento significativo para el proyecto de una infraestructura vial, constituyendo la distribución geométrica concluyente del acumulado tridimensional que admite para compensar enormemente los objetivos principales en base a los factores existentes.²

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (2014), tuvo como **objetivo** otorgar un ejemplo equivalente para formular y evaluar los proyectos de infraestructura vial, de tal forma para colocar criterios técnicos y económicos que admitan elegir y prevalecer los proyectos que extiendan por la prosperidad social. **La metodología** fue de tipo aplicada, cualitativo y cuantitativo. Los principales

resultados fueron, se expresaron los resultados del proyecto en eficiencia e importe y se edificaron desde cada uno de los objetivos determinados, por lo que se dedujeron como los productos de un proyecto y constan referentes a las fases de construcción y de trabajo. Además, se comprometieron a estar visibles, demostrables, cuantificables y operables en un período fijo con el fin que se pudo experimentar avances y valorar el proyecto. Se **concluyó** por otorgar una guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de infraestructura vial mediante el transporte para obtener un mejoramiento en las condiciones de infraestructura y seguridad de los proyectos viales a nivel nacional, así como a nivel regional.³

Como antecedentes nacionales tenemos a Portillo (2015), tuvo como **objetivo** de la investigación: Se determino los factores técnicos que produjeron la falla estructural del pavimento flexible por el método no destructivo y se logro utilizando en primera instancia la metodología PCI. La **metodología** fue de tipo aplicada y diseño no experimental de tipo transversal el nivel de la investigación fue descriptivo, **muestra** del estudio fue la carretera Puno- Olave. La **población**: son las vías de la carretera Puno – Olave; el **instrumento** empleado fue la de recolección de datos se elaboró un formato de evaluación para las anomalías del pavimento. El principal **resultado** fue, los cuatro kilómetros por el método no destructivo está en condición BUENO con un indicador de 67.87. **Se concluyo**, aplicaron el método no destructivo con lo que se determinó un índice de condición de pavimento BUENO y deflexiones MUY BAJOS dedujeron que no tenía problemas estructurales.⁴

Rodríguez (2019), tuvo como **objetivo** de la investigación: en esta investigación se aplicó el método PCI para determinar la condición superficial del pavimento flexible de la Av. Luis Montero. **La metodología** fue de tipo Aplicada, las **muestras y muestreo** se analizaron en dos tramos de 600 metros lineales cada uno. La **población** fueron toda la avenida Luis Montero- Piura. El **instrumento** empleado fue de recolección de datos para la variable dependiente. El principal resultado fue que el mayor valor de PCI lo tienen las unidades de muestra U15 y U17, igual a 72 y de condición muy buena. El menor PCI, de 12, corresponde a la unidad de muestra U23 de muy mal estado **Se concluyo** la aplicación del método PCI se

obtuvieron como resultado que la avenida presentaba un Índice de condición de pavimento (PCI) ponderado de 49, lo cual, indicaba un estado regular de la vía gracias a las obras de mantenimiento que se dieron en 2008, las cuales disminuyeron la formación de fallas estructurales dañinas en el pavimento.⁵

Díaz (2017), tuvo como **objetivo** plantear y desarrollar la evaluación de la condición superficial, funcional y estructural del pavimento de la carretera Puente Cunyac – Cusco. **La metodología** fue de tipo aplicada – Descriptivo- Explicativo, las **muestras y muestreos** se avaluó la carretera Cunayc-Cusco desde el kilómetro 890 al 895. la **Población**: toda la carretera desde el km 890+000 al km 895+000. **El instrumento** se aplicó el método PCI se utilizó un formato de recolección de datos. Los principales **resultados** un estado BUENO de la vía. Se sugirió que el tipo de intervención sea un mantenimiento correctivo-periódico. **Se concluyo**, se plantearon cuatro alternativas de intervención, de las cuales se eligió la más adecuada, dependiendo de las características del subtramo de diseño seleccionado.⁶

Kanwu (2015), The **objective** of the research is to develop a methodology, in which data on the condition of the pavement (PCI) determined by information obtained over time in the pavement performance database during its useful life (LTPP) is obtained or collected. The templates found pavement information were used to directly calculate the pavement condition index (PCI) for each particular sample unit. In the investigation, a master curve design was also carried out, in which the pavement performance was performed based on the pavement condition index. The research **sample** was the pavement sections in Florida. It was **concluded** from the investigation that pavement performance data during its useful life (LTPP) were essential for the study of the condition of the pavement with good to excellent accuracies.⁷

Yogesh, Jain, Tiwari. (2016), The most essential problems in these are the maintenance, rehabilitation and proper administration tasks for the engineers, because later after a maintenance the failures reappear on the pavement surface without fulfilling the estimated time that should be useful, there are severe components at the moment of evaluation the condition of the pavement stories such as: the PCI that is the pavement condition index, current service index (PSR), the

roughness index (RI), etc., these indicators are eventually used in pavements that have failures. The investigation is a combination effort to develop a general index of OPCI pavement applied in urban pavements of the city Noida, which has 29.92 km in 10 sections. It was **concluded** from the investigation that these models of multiple indicators that are more reliable and efficient when selecting a suitable treatment for a pavement is a lousy state; It is also concluded that the slip resistance index indicator is very important for its development in places where rain and humidity are frequent.⁸

Yumin and Yunxin (2016), it **aimed** to verify the accuracy of the use of images captured from a UAV for efficient and economical detection of road faults. the **instrument** for data collection was the pix4d mapper program, in which images taken from a drone were processed. The **sample** of the investigation were the roads of the Fuling district, in China, he chose 8 roads with lengths less than 28, 32, 49, 64, 58, 58, 46, 53 all the pavements were asphalt. For the result of the investigation, it was used in Phantom 4 Pro of the DJI company, which has a 20 MP camera (5472 X 3648 resolution), in the pix4d program the point cloud was obtained and with these the 3D digital model for road evaluation. The investigation **concluded** that the efficient, automatic and low cost method to detect faults on the road surface has precision for the evaluation of anomalies in height and depth, which has a promising vision in the practice of engineering.⁹

Como antecedentes de artículo científico tenemos a Ferreira, y Aira (2015), tuvo como **objetivo**, generaron un sistema en el empleo de los vehículos aéreos no tripulados de diferentes tamaños con la obtención de imágenes a precio bajo utilizando varios softwares. **La metodología** fue de tipo aplicada experimental, que comprenden cuatro fases: planeamiento del vuelo, apoyo terrestre, registro de imágenes y procesamiento de imágenes. La **población** de la investigación fue Villa Soldati en la Ciudad de Buenos Aires, la **muestra** fue el Parque Roca. Los principales **resultados** fueron, se realizó un vuelo a 70 m compuesta por 60 imágenes a una velocidad de 6 m/s; además, se empleó el Google Earth para exportar a Mission Planner y realizar la planificación de vuelo. Se **concluyó** que las imágenes que se obtienen con un dron tienen una resolución mucho mayor de lo convencional y el sistema de trabajo es muy práctico.¹⁰

Duarte y Vergara (2017), tuvo como **objetivo** principal obtener un modelo digital en tres dimensiones realizando un método para la conversión de fotografías en dos dimensiones con una precisión de +- 2 metros. **La metodología** fue de tipo aplicada, la **población** de estudio fue en Socorro ubicado en el departamento de Santander del país de Colombia, la **muestra** fue el Alto de la Cruz, el **instrumento** de recolección de datos fueron softwares con lo cual se procesaron las imágenes. Los principales **resultados** de la investigación se tuvieron que emplear un vehículo aéreo no tripulado, la cual fue un Phantom 3 de la compañía DJI, el empleo de esta tecnología genero mapas de buena calidad; además, se utilizó una placa GPS del Instituto Geográfico Agustín Codazzi para georreferenciar las imágenes. El plan de vuelo se realizó a 50 m de altura del terreno. Se **concluyó** con la obtención de un modelo digital de elevaciones y las curvas de nivel; por lo tanto, con la información de estos datos se realizaron mediciones del terreno determinando su área, perímetro y volumen sobre el plano. Adicionalmente se tuvo en cuenta el empleo de puntos de foto control, estas pudieron ser determinadas con el empleo de un GPS de buena calidad para disminuir el error.¹¹

Raut (2019), tuvo como **objetivo** proponer el uso de vehículos aéreos no tripulados para el estudio de carreteras y la inspección de carreteras en dificultades y su clasificación en 9 categorías. **La metodología** fue de tipo aplicada El **instrumento** para la recolección de datos fue la encuesta. Los principales **resultados** fueron, el empleo del UAV en el estudio de las anomalías del pavimento tiene mayor eficiencia con respecto a otras metodologías, ya que el UAV capturo imágenes desde una gran distancia sobre la superficie. Se **concluyó**, que los métodos como el Lidar, imágenes 3D en colaboración con el Vehículo aéreo no tripulado tiene gran potencial en el futuro. Las distintas investigaciones empleando esta tecnología mediante las imágenes obtenidas en diferentes pavimentos pueden estar disponibles para desarrollar otros algoritmos de aprendizaje profundo.¹²

Método PCI

El Índice de Condición del Pavimento (PCI: Pavement Condition Index) permitió la evaluación de pavimentos flexibles, el cual se desarrolló para obtener el índice de integridad del pavimento y la condición operacional de la superficie que permitió determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función a la condición real del pavimento. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0) para un pavimento fallado hasta cien (100) para un pavimento en perfectas condiciones, se clasifica según como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 01: Rangos de clasificación del PCI

RANGOS DE CLASIFICACIÓN DEL PCI	
Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Fuente : Elaboración propia

Análisis de fallas en pavimentos flexibles El diseño de un pavimento deberá resistir todos los esfuerzos producidos por las cargas repetitivas constantemente por el tránsito vehicular, la estructura de un pavimento está conformado por un conjunto de capas superpuestas las cuales están apoyadas en la subrasante, a esta se le denomina como la superficie natural obtenida por el movimiento de tierras, donde la carpeta asfáltica está formada por una capa bituminosa.

Nivel de fallas el método PCI (Pavement Condition Index) considera 19 clases de fallas más comunes en el deterioro progresivo del pavimento flexible, las cuales son agrupadas en 4 categorías.¹³

¹³Tacza y Rodríguez,2018, págs. 36

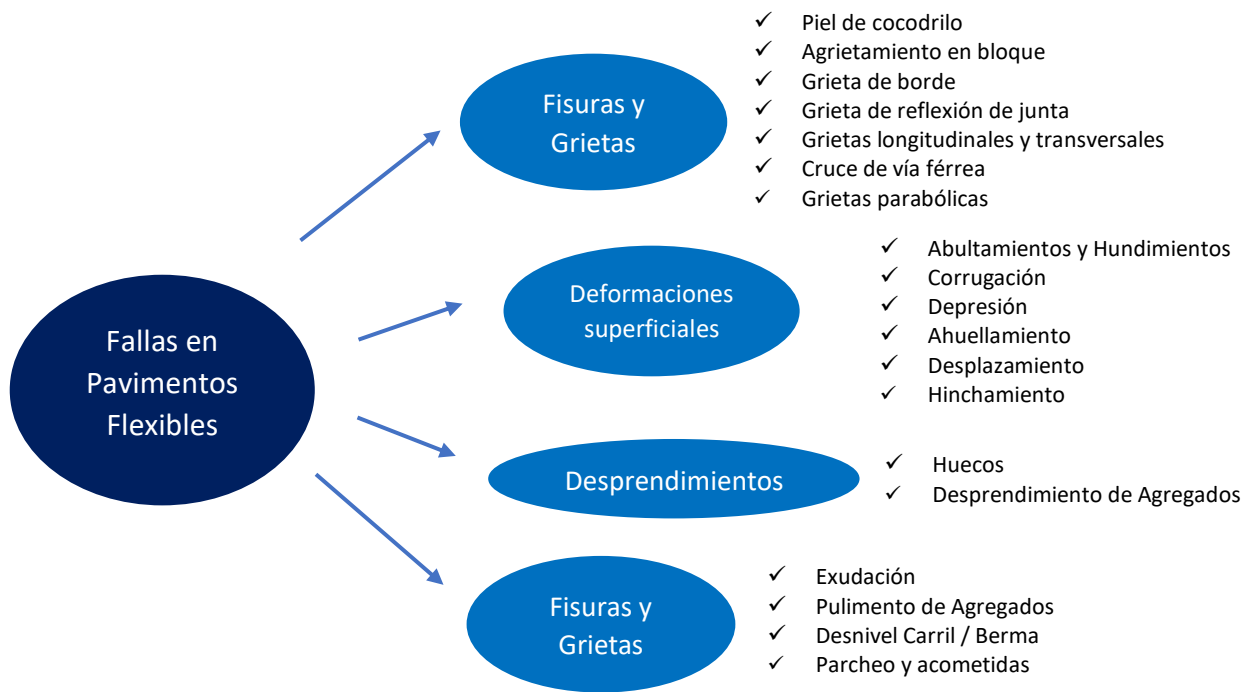


Figura 01: Fallas en pavimentos flexibles
Fuente: Rodríguez (2019)

Vehicúlo aéreo no tripulado – VANT

El vehículo aéreo no tripulado o también llamado Dron se refiere a una maquina voladora sin piloto humano a bordo o pasajeros, por ello no tripulado implica la ausencia total de un humano que dirige y pilota activamente aeronave. Las funciones de control para aeronaves no tripuladas pueden estar a bordo o fuera de ella.¹⁴

La aeronave pilotada a distancia, fue piloteada por un piloto remoto, el piloto ejecuto un vuelo automático planeando el tiempo de vuelo; además, puede intervenir en el momento del vuelo. El VANT tiene varias denominaciones según su etimología y origen, generalmente se conoce como Dron o UAV. El uso del VANT es un método que nos facilitó realizar un levantamiento, lo cual permitió ejecutar mediciones precisas a base de fotografías o imágenes aéreas de cualquier tipo de falla de un pavimento flexible. Dentro de la información que se puede obtener están la documentación puntual con coordenadas de los puntos que se obtuvieron de las imágenes, documentación representativa como son plano, mapas, modelos tridimensionales, etc., y documentación textual que son imágenes, ortofotos, etc.

¹⁴ Valavanis y Vachtsevanos, 2017, pág. 14

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo: Aplicada. - La investigación aplicada pretende dar soluciones de forma práctica a los problemas concretos, y no pretende desarrollar teorías o principios.¹⁵

Según este análisis presentado en este trabajo se tuvo una investigación aplicada; pues, se realizaron técnicas mecánicas en el análisis de fallas de los pavimentos flexibles con el método PCI usando VANT. Por lo tanto, la investigación será del tipo aplicada.

Nivel: Descriptivo – Explicativo. - Los estudios descriptivos se basan en la recopilación de información ya sea independiente o conjunta, sobre los conceptos o fenómenos a las que se refieren. Los estudios explicativos básicamente se desarrollaron en la explicación concreta del porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta.¹⁶

Según los alcances presentados en esta investigación que se realizó de tipo descriptivo y a la vez explicativo; pues, se recopiló información del estado actual del pavimento y se definió las causas por las cuales han sido ocasionados. Conforme a las consideraciones la investigación corresponde al nivel **descriptivo-explicativo**.

Diseño: No Experimental. - Los fenómenos que se presentan de forma natural, no provocados intencionalmente, en la investigación son de tipo no experimental ya que esta investigación se encarga de observar situaciones en su ambiente natural ya existentes.¹⁷

Bajo las condiciones presentadas en el desarrollo de este trabajo, se tuvo un **diseño no experimental** de corte transversal; pues, la evaluación se desarrolló en el pavimento existente, dado en el estado en que se encontró.

¹⁵ Ibáñez, 2017, pág. 42

¹⁶ Hernández, 2014, págs. 92-95

¹⁷ Hernández, 2014, pág. 152

3.2. Variables y operacionalización.

Identificación de variables. - las variables fueron aplicadas a una persona, objeto, o a un fenómeno, los cuales adquieren distintos valores o manifestaciones en relación a una variable precisa.¹⁸

X: Variable Independiente: Método PCI usando VANT

Plantearon que, al manejar la variable independiente, debe ser obligatorio que especifique qué es lo que se va a deducir por esa variable, es decir introducir el concepto teórico a un estímulo experimental, donde un concepto indeterminado se convierte en un referente real.¹⁹

El método Pavement Condition Index (PCI) se caracteriza por ser uno de los mejores métodos que identifico el índice de condición del pavimento, la cual se define como un índice numérico que varía desde cero para pavimentos en mal estado y hasta cien para pavimentos que se encuentran en buenas condiciones.²⁰

Y: Variable Dependiente: Análisis Comparativo de fallas en Pavimento Flexible

La variable dependiente no se maneja, sino que se evalúo con el fin de ver el efecto que el manejo de la variable independiente tiene en ella.²¹

El diseño de un pavimento resistió todos los esfuerzos producidos por las cargas repetitivas constantemente por el tránsito vehicular, la estructura de un pavimento está conformado por un conjunto de capas superpuestas las cuales están apoyadas en la sub rasante, a esta se le denomina como la superficie natural obtenida por el movimiento de tierras, donde la carpeta asfáltica está formada por una capa bituminosa.²²

¹⁸ Gomes, 2015, pág. 32

¹⁹ Hernández, 2014, pág.125

²⁰ Espinosa, 2016, pág. 351

²¹ Hernández, 2016, pág. 123

²² Montejo, 2018, pág. 2

Operacionalización de variables. - la operacionalización de las variables se fundamenta en la definición conceptual y operacional de cómo se va a desarrollar la variable, indicando los parámetros a utilizar.²³

Cada una de las variables se dividió de tres a cuatro dimensiones, a su vez cada dimensión se subdividió entre dos y cinco indicadores. La matriz de operacionalización de la variable se muestra en el *Anexo 01*.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población. - la población es el conjunto de todas las cosas, hechos, objetos, instituciones, personas, etc. la cual son motivo de investigación.²⁴

Para el presente trabajo se tomó como población indefinida todas las avenidas con pavimentos flexibles de la Av. Túpac Amaru existentes en el distrito de Carabayllo, las cuales se encuentran en malas condiciones.

Muestra. - Es el subconjunto de la población y/o del universo que está representada por todas las cosas, hechos, objetos, etc.²⁵

En el presente trabajo se tomó como muestra 1 kilómetro del pavimento existente en la avenida Túpac Amaru con un ancho de la vía de 6.20 metros, desde el paradero San Felipe kilómetro 16 ½ al paradero Chimpu Ocllo kilómetro 17 ½ de la Túpac Amaru distrito de Carabayllo. En la investigación se tomó en cuenta cada unidad de muestra tenga una longitud de 40 metros y 6.20 metros de ancho, se obtuvo un área de 248 m², por ello el total de muestras serán de 25 unidades.

²³ Hernández, 2014, pág. 244

²⁴ Calderón & Alzamora, 2019, pág. 47

²⁵ Moreno, 2018, pág. 9

Muestreo (probabilístico). - Al momento de elegir la muestra de una investigación se deben tomar en cuenta dos decisiones importantes: el número de casos, es decir el tamaño de la muestra y la manera de elegir.²⁶

En el presente trabajo se hizo el muestreo probabilístico ya que se usó la fórmula de la Norma ASTM D633.

Se calculó el número de muestras mínimas que se evaluó

$$n = \frac{N * Q^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + Q^2} \quad n = 10$$

Con el método PCI se evaluó un total de 10 unidades de muestra, mientras que empleando el uso del VANT se empleó un total de 25 unidades de muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas más utilizadas son; el análisis de contenido, el sondeo o la encuesta y el experimento.²⁷

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la técnica de observación, ya que mediante esta técnica diferenciamos todos los tipos de fallas que se encontraron en la zona de estudio, posteriormente se analizaron, para obtener las condiciones en cómo se encontraron mediante el método PCI, empleando siempre la norma ASTM D6433 ya que es donde se encuentran los pasos para realizar el método PCI.

Se utilizó el VANT (vehículo aéreo no tripulado) o también llamado Drone donde se obtuvo con claridad las imágenes de los diferentes tipos de fallas que se encontraron en el pavimento.

²⁶ Hernandez, 2014, pág. 54

²⁷ Zapata, 2015, pág. 187

Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos se refieren a los medios que se usaron para almacenar información de los datos recolectados. Se usaron los siguientes instrumentos.

Hoja de registro: Formato de evaluación que sirvió para colocar todos los datos relacionados a las fallas que se encontraron en campo, bajo el procedimiento del PCI.

Programas: se usó programas para procesar las imágenes obtenidas por el VANT.

Confiabilidad. - la confiabilidad es el proceso de establecer cuán fiable, consistente, coherente o estable es el instrumento que se ha elaborado.²⁸

A continuación, se presento una tabla el rango y confiabilidad para el instrumento.

Tabla 02: *Rango y Confiabilidad para el instrumento*

RANGOS	CONFIABILIDAD (DIMENSION)
0.81 - 1.00	Validez Perfecta
0.61 - 0.80	Excelente Validez
0.41 - 0.60	Valida
0.21 - 0.40	Validez Baja
0.01 - 0.20	Validez Nula

Fuente: Mejía, 2005, pág. 27.

El presente trabajo de investigación no se consideró el valor de confiabilidad, debido a que la investigación va a ser aplicada.

Validez. - Según (Hernández, 2014, pág. 2001), formula que la validez es una cualidad que consistió en que las pruebas midan lo que pretenden medir, donde las pruebas deben medir las características específicas de las variables para las cuales fueron diseñadas.

²⁸ Mejía, 2015, pág. 27

Además, la validez de contenido se establece habitualmente a través del juicio de expertos, donde se demuestra a continuación la tabla que constituye este fin.

Tabla 03: Rangos y magnitud de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 - 1.00	Validez Perfecta
0.61 - 0.80	Excelente Validez
0.41 - 0.60	Valida
0.21 - 0.40	Validez Baja
0.01 - 0.20	Validez Nula

Fuente: Ruiz Bolívar, 2016, pág. 12

3.5. Procedimientos.

La técnica de procesamiento para la obtención de los datos e indicadores según el Método PCI se realizó a través del siguiente proceso:

- En campo: Se rellenó el formato de recolección de datos en la zona de estudio según el Método PCI, mediante el siguiente proceso, primero se ubicó las fallas a lo largo de tramo, luego, se clasificó según su tipo, severidad y cantidad, y finalmente se obtuvo el total de las fallas presentes en cada unidad de muestra.
- En gabinete: Para cada unidad de muestra, se determinó la condición del pavimento según el proceso de identificación de fallas recurrentes en las carpetas asfálticas de acuerdo a sus características, luego se clasificó mediante el Método PCI según su severidad y se determinó la condición actual en la que se encuentre el pavimento.
- Usando el VANT se realizó un estudio fotográfico desde una altura de 35 metros y 50 m sobre la superficie de evaluación, luego mediante un programa llamado Agisoft Metashape se importó las capturas que realizó el VANT a fin de obtener la orto foto y el modelo digital de la superficie para poder identificar las fallas del pavimento.

3.6. Método de análisis de datos.

Con el fin de examinar los datos en los métodos mixtos, el investigador confiesa en los métodos normalizados cualitativos (estadística descriptiva e inferencial) y cuantitativos (codificación y evaluación temática) aparte de análisis compuestos.²⁹

El método PCI se basó en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento, luego fueron llevados los datos obtenidos a un Excel para realizar el método PCI. Por ello, las fallas se clasificaron según su tipo, severidad y cantidad, se obtuvieron como resultado un índice estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie, lo cual, es fundamental para plantear las alternativas de intervención en la vía y mejorar su condición actual.

Usando el VANT se usó aplicaciones en la cual nos permitió obtener información del pavimento flexible, para identificar sus dimensiones de cada tipo de falla.

3.7. Aspectos éticos.

Este proyecto de investigación se efectuó en base al sistema ISO, también se empleó la Norma ASTM D6433 lo cuales obtuvimos los datos generales sustentados, mediante tablas y gráficos representativos para los resultados.

Para lograr los objetivos planteados en el presente trabajo, el investigador está comprometido a respetar los datos tomados de los reglamentos que servirán para el desarrollo del trabajo y se respetara los resultados obtenidos en los estudios realizados.

²⁹ Centty, 2016, pág. 55

IV. RESULTADOS

Análisis Comparativo de fallas en Pavimento Flexible mediante el método PCI usando VANT, Av. Túpac Amaru - Carabayllo - Lima 2021.

Ubicación:

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Carabayllo

Ubicación: Avenida Túpac Amaru - Carabayllo



Figura 02: Mapa del Perú
Fuente: Google



Figura 03: Mapa de Lima
Fuente: Google

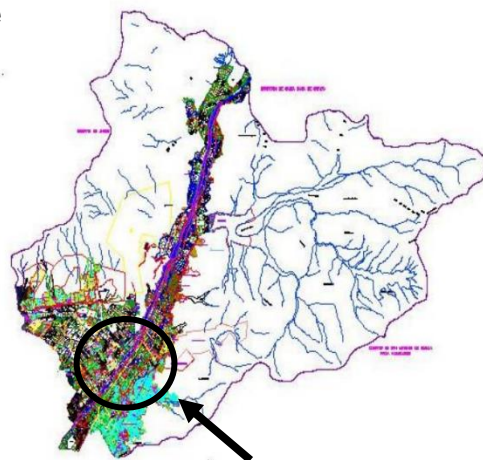


Figura 04: Mapa distrital de Carabayllo
Fuente: Google

Localización:



Figura 05: Localización de la Av. Túpac Amaru

Fuente: Google Earth

El estudio se realizó en la avenida Túpac Amaru – Carabayllo, se encuentra a una hora del centro de Lima, donde se realizó el análisis del pavimento flexible mediante el método PCI lo cual se midió las fallas teniendo en cuenta la forma de evaluación como indica en el ASTM D6433-07, también se empleó un vehículo aéreo no tripulado (VANT) para obtener las dimensiones de las fallas del pavimento y evaluarlas.

Evaluación del pavimento mediante el Método PCI

Registro de fallas de campo: Según el ASTM D6433-07 para el pavimento asfáltico constan de 19 tipos de fallas; las fallas encontradas fueron registradas en la hoja de registro. Para ello, se empleó herramientas como una wincha, flexómetro y yeso, para realizar la evaluación del pavimento flexible en la avenida Túpac Amaru.

Se recomienda realizar la evaluación entre las 12 a 1 pm, por lo que a esa hora el sol logra reflejar directamente hacia el pavimento, por lo que logro diferenciar con mayor rapidez los tipos de fallas que se encontraron en el pavimento.



Figura N°6: Evaluación de la falla tipo ahuellamiento
Fuente: Elaboración Propia

En toda la avenida Túpac Amaru se evaluó 10 unidades de muestras, lo cuales se encontraron las siguientes fallas en el pavimento: piel de cocodrilo (6), agrietamiento en bloque (3), abultamiento y hundimiento (3), grieta (7), parches (28), baches (4), ahuellamiento (2), desprendimiento de agregados (27).

En la evaluación del pavimento se realizó entre 2 personas por lo cual se pudo discutir los diferentes tipos de fallas que presentan en las unidades de muestra. El tiempo total que se realizó el estudio fue desde las 10:30 am hasta las 04.30 pm que se finalizó el total de las muestras evaluadas.



Figura N°07: Evaluación de falla Parche
Fuente: Elaboración Propia

En la primera unidad de muestra que va desde la progresiva 0+00 a 0+40 km, se pudo diferenciar 5 tipos de fallas distintas en el pavimento flexible de la Av. Túpac Amaru, desde la progresiva 0+00 a 0+040, las cuales fueron: (2) Piel de cocodrilo, (2) Grietas, (5) Parches, (4) baches, (4) desprendimiento de agregados.

Tabla 04: Hoja de registro de unidad de muestra 01

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI											
LUGAR: Av. San Felipe - Av. Chimpú Ocho			SECCIÓN: 0+000 a 0+040Km								
FECHA: 18/05/2021			UNIDAD DE MUESTREO: UM-01								
REALIZADO POR: Jhonatan Mayorca Niño			ÁREA DE LA UNIDAD: 248 M2								
TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA					
1. Piel de cocodrillo	m2	8. Grieta	m	15. Ahullamiento	m2						
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	16. Desplazamiento	m2						
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	17. Grietas parabólicas	m2						
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	18. Hinchamiento	m2						
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	19. Desprendimiento de agregados	m2						
6. Depresión	m2	13. Baches	m2								
7. Grieta de borde	m	14. Cruce de Vía férrea	m2								
NIVEL DE SEVERIDAD	UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE MUESTRA		NÚMERO MÁXIMO DE VD							
Low	Baja	L									
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$			$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
86 - 100	EXCELENTE	1		8		11		13		19	
71 - 85	MUY BUENO	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
56 - 70	BUENO	17.64	L	7.35	M	5.66	L	0.06	L	33.66	L
41 - 55	REGULAR	10.00	M	9.80	M	6.68	L	1.90	L	13.23	M
26 - 40	POBRE					12.77	L	3.81	M	6.25	M
11 - 25	MUY POBRE					3.01	M	3.25	M	8.58	H
0 - 10	FALLADO					55.12	M				
TOTAL		Baja (L)		17.64		25.11		1.96		33.66	
		Media (M)		10.00		58.13		7.06		19.48	
		Alta (H)		0.86						8.58	

CÁLCULO DEL PCI									
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido					
1	L	17.64	7.11%	29	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 50 Número máximo de VD (m) = 5.53				
1	M	10.00	4.03%	34					
8	M	0.86	0.35%	2					
11	L	25.11	10.13%	15					
11	M	58.13	23.44%	42					
13	L	1.96	0.79%	18					
13	M	7.06	2.85%	50					
19	L	33.66	13.57%	10					
19	M	19.48	7.85%	16					
19	H	8.58	3.46%	25					
NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	50	42	34	29	25	11	191	6	91
2	50	42	34	29	25	2	182	5	94
3	50	42	34	29	2	2	159	4	90
4	50	42	34	2	2	2	132	3	86
5	50	42	2	2	2	2	100	2	70
6	50	2	2	2	2	2	60	1	59
								Max. VDC	94
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 6		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							FALLADO		

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el valor deducido de cada falla se empleó los ábacos de cada tipo determinado en el ASTM D6433, la cual se encuentra en la parte final en la sección

de anexos. Finalmente, para determinar los valores deducidos corregidos se utilizó la curva de VDC del ASTM D6433, ya teniendo todos los valores se elige el valor máximo y este se reemplaza en la fórmula para obtener el PCI. En esta unidad de muestra se obtuvo un PCI de 6 cuyo valor representa el estado del pavimento fallado.

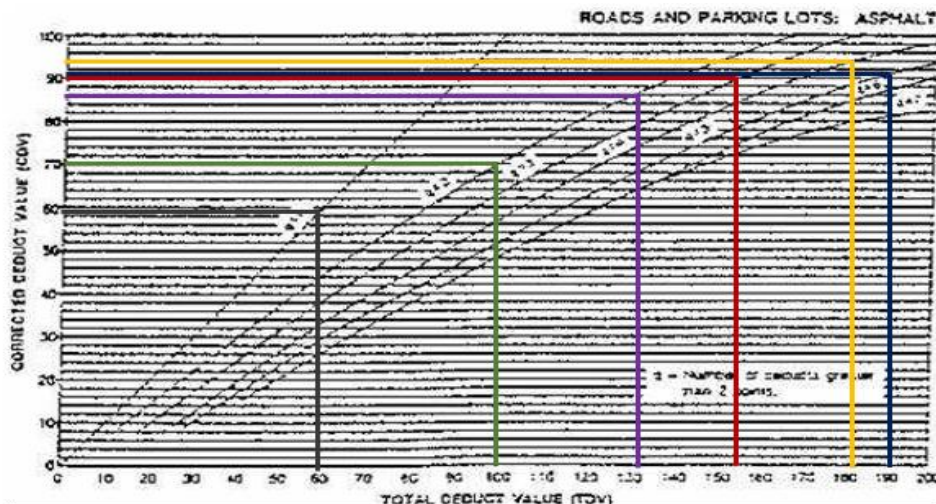


Figura 08: Valor deducido corregido de la unidad de muestra 01
Fuente: Elaboración Propia

En la tabla se observa el resumen de las 10 unidades de muestras evaluadas por el Método PCI tradicional, y en conclusión se obtuvo la condición del pavimento con un PCI promedio de la vía de 40 en una condición pobre.

Tabla 05: Cuadro de resumen de las unidades de muestras

CUADRO DE RESUMEN: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI				
DATOS			RESULTADOS	
UNIDAD DE MUESTREO	SECCIÓN	ÁREA DE LA MUESTRA	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
UM-01	0+000 a 0+040Km	248 m ²	6	FALLADO
UM-04	0+120 a 0+160Km	248 m ²	13	MUY POBRE
UM-07	0+240 a 0+280Km	248 m ²	50	REGULAR
UM-09	0+320 a 0+360Km	248 m ²	30	POBRE
UM-10	0+360 a 0+400Km	248 m ²	40	POBRE
UM-13	0+480 a 0+520Km	248 m ²	64	BUENO
UM-16	0+600 a 0+640Km	248 m ²	11	MUY POBRE
UM-19	0+720 a 0+760Km	248 m ²	96	EXCELENTE
UM-22	0+840 a 0+880Km	248 m ²	40	REGULAR
UM-25	0+960 a 1+000Km	248 m ²	50	REGULAR
PROMEDIO			40.0	POBRE

Fuente: Elaboración propia

EVALUACION DEL PAVIMENTO EMPLEANDO EL VANT

Primero se logra instalar el GPS diferencial en una distancia media del lugar de estudio lo cual dará la georreferenciación y escala al VANT en los 14 puntos que se lograron colocar en los márgenes de la vía evaluada como se logra ver en la siguiente figura.

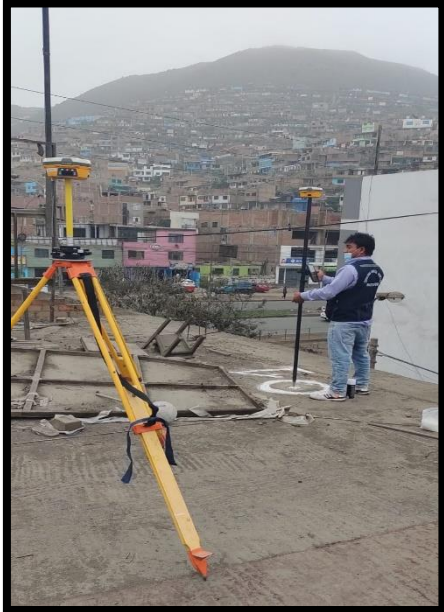


Figura 09: GPS diferencial
Fuente: Elaboración Propia



Figura 10: Colocación de puntos en vía
Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se inició el plan del vuelo en la Entrada de San Felipe a las 10:30 am, con el VANT modelo Mavic 2 Pro, lo cual fue el primer vuelo a una altura de 35 metros.



Figura 11: Plan de inicio de vuelo con Mavic 2 Pro
Fuente: Elaboración Propia

Las imágenes que se obtuvieron del vehículo aéreo no tripulado (VANT) fueron un total de 266 imágenes, luego se descargado para importarlas al programa Agisoft Metashape para lograr obtener la orto foto y el diseño digital de la superficie de evaluación, para posteriormente identificar los tipos de fallas de cada unidad de muestra.

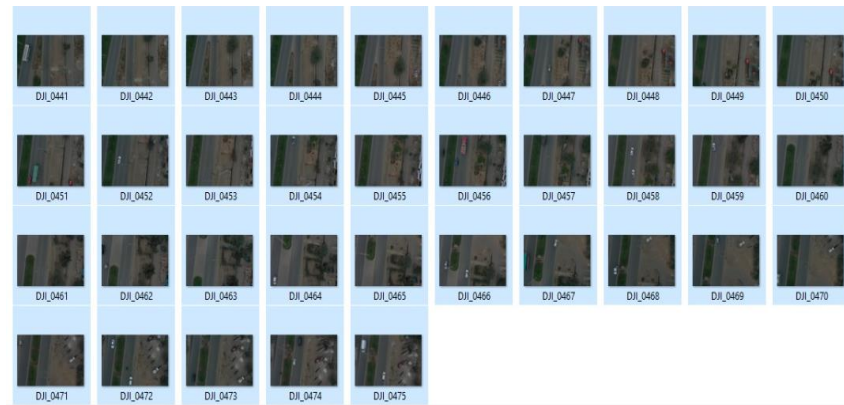


Figura 12: Imágenes obtenidas por el VANT
Fuente: Elaboración Propia

Para el procesamiento de las imágenes en el programa Agisoft Metashape se empleó un laptop Corel i5 con memoria RAM de 16GB para lograr obtener las ortofotos.

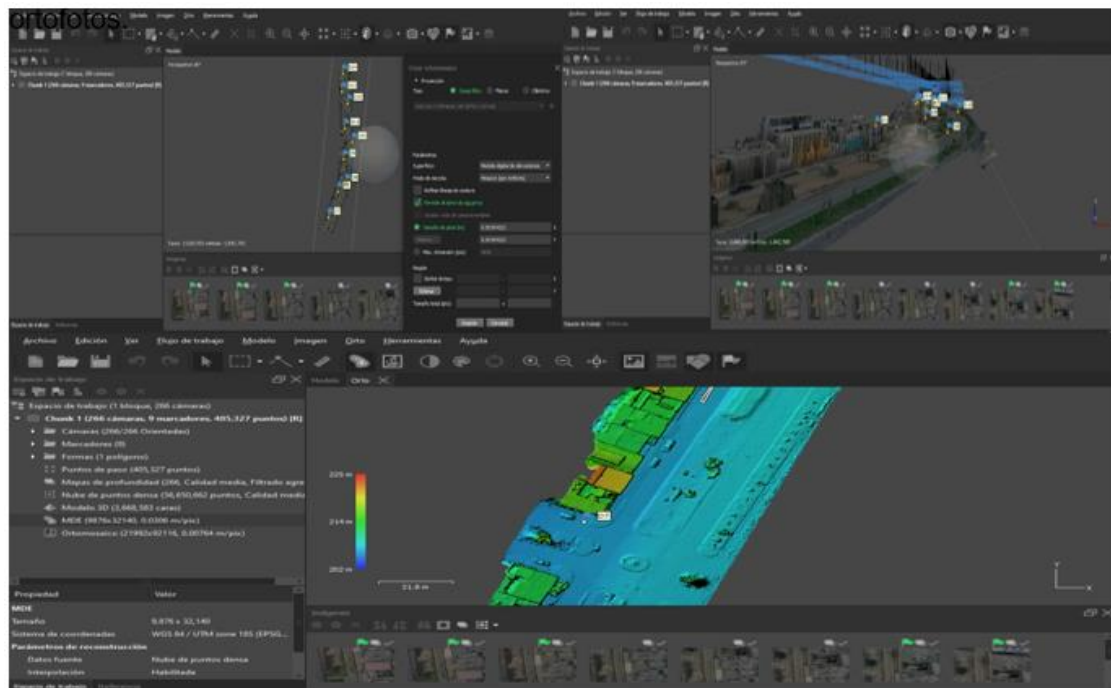


Figura 13: Procesamiento de las imágenes en el programa Agisoft Metashape
Fuente: Elaboración Propia

Después de procesar las imágenes en el programa Agisoft Metashape se pudo obtener la orto foto de la zona de evaluación.

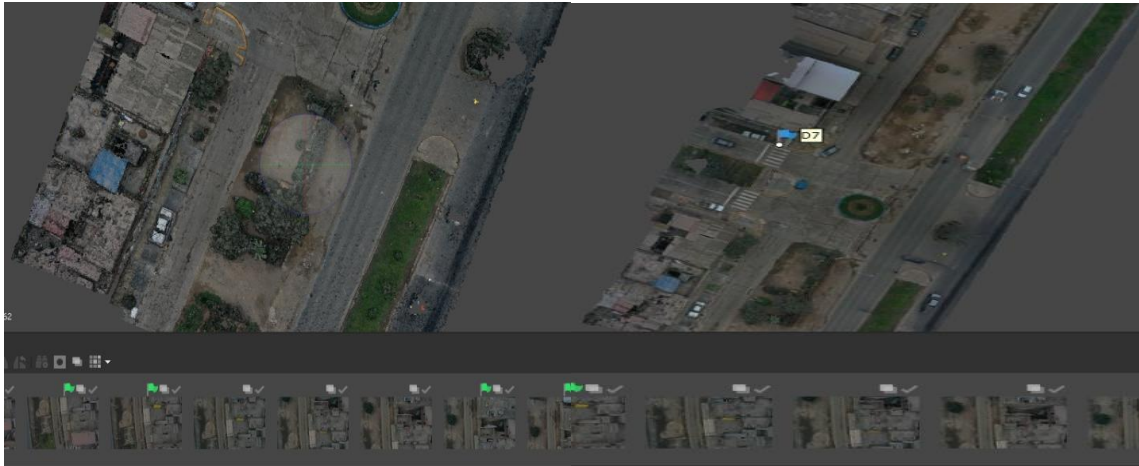


Figura 14: Ortofotos de la vía evaluada

Fuente: Elaboración Propia

Luego las orto fotos obtenidas se exportan al Civil 3D para dividir las en secciones para poder diferenciar los tipos de fallas.

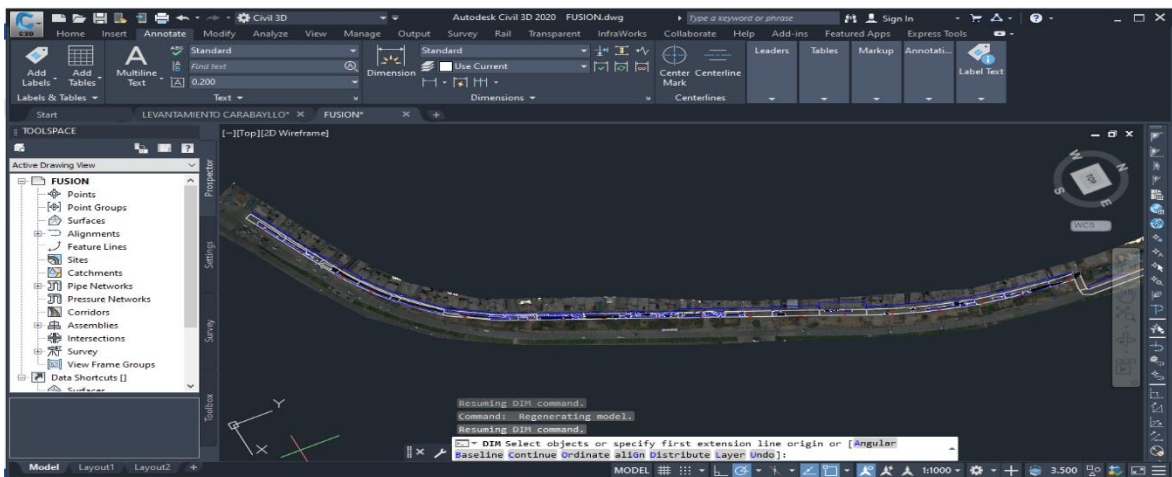


Figura 15: Ortofoto en Civil 3D

Fuente: Elaboración Propia

Para evaluar las fallas donde se debe determinar su profundidad como lo son las fallas tipo hueco o baches se logra exportar la superficie al programa Global Mapper para poder tener la elevación de la vía evaluada, y así poder diferenciar cada una de las fallas y sus dimensiones, posteriormente separarlas dependiendo su severidad en cada unidad de muestra.

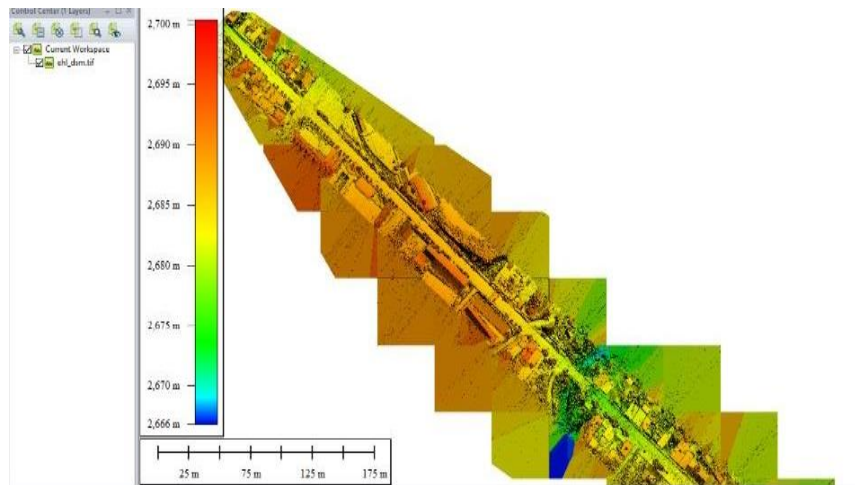


Figura 16: Superficie en Global Mapper
Fuente: Elaboración Propia

Características de la Vía

Se logró visualizar que la vía evaluada tiene un ancho de 6.20 metros de ancho, se divido en 40 metros cada unidad de muestra del total de 1 kilómetro de la avenida estudiada obteniendo un total de 25 unidades de muestras con el VANT. Se pudo identificar en la zona de estudio que el contorno de la vía presenta áreas verdes así como vereda en un margen de la vía evaluada.

Evaluación del Pavimento Flexible aplicando VANT

Se realizo dos evaluaciones de la vía con 2 alturas diferentes una de 35 metros y otro de 50 metros para poder lograr identificar cuál de ellas resulta más optima en identificar las dimensiones de cada falla que presenta la vía. La evaluación de fallas en el pavimento flexible mediante el VANT en comparación con el Método PCI tradicional resulto más beneficioso emplearlo ya que se realizó en un menor tiempo, con menor costo y con menor personal capacitado, aparte se pudo realizar la evaluación sin generar incomodidades a los conductores que transitan por la avenida ya que no fue necesario detener el tráfico.

Con las imágenes obtenidas por el VANT se obtuvieron 2 planos de cada altura del estado actual en cómo se encuentra la vía actualmente, lo que sirvió para


diferenciar las distintas fallas que se encontraron en toda la Av, Túpac Amaru desde el paradero San Felipe hasta el paradero Chimpu Ocllo.

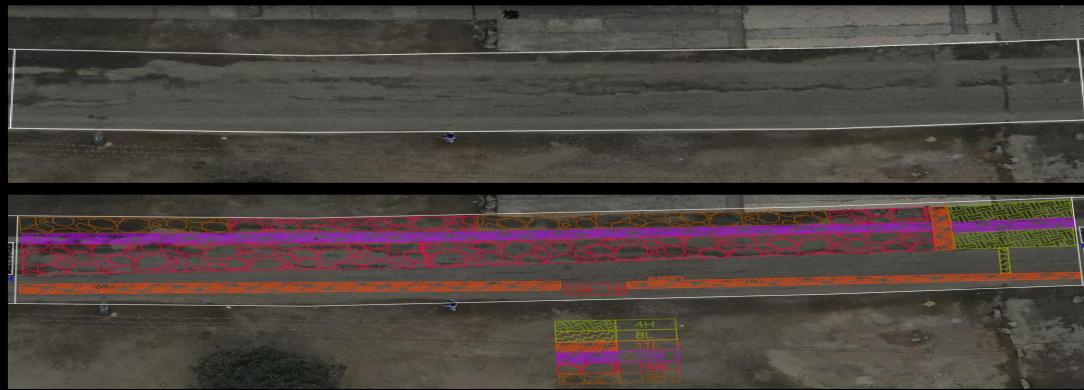
Fallas encontradas en el Pavimento empleando el VANT

Las fallas visualizadas en el pavimento fueron sencillas diferenciarlas mediante la orto foto que género el VANT a una altura de 35 metros, de acuerdo a sus características se diferenciaron dependiendo su severidad de cada una de ellas, para posteriormente determinar sus dimensiones y realizar el método PCI.

Las fallas encontradas en las 25 unidades de muestras fueron: piel de cocodrilo (23), agrietamiento en bloque (6), abultamiento y hundimiento (5), grieta (12), parches (38), baches (9), ahuellamiento (6), desprendimiento de agregados (42). Lo cuales se colocaron en la hoja de registro con su metrado y sus diferentes niveles de severidad de cada falla evaluada, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 06: Hoja de registro del índice de condición del pavimento usando VANT

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO UTILIZANDO VANT													
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO								 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
00+000 KM a 01+000 KM		km 00+600		16									
CARRIL		PROGRESIVA FINAL		ÁREA DE MUESTREO									
CALZADA		km 00+640		248 m ²									
INSPECCIONADO POR				FECHA									
MAYORCA NINO JHONATAN MARTIN				30-Jun-21									
DANOS													
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Huecos					
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía férrea					
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril / berma				15. Ahuellamiento					
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento					
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Grieta parabólica (slippage)					
6. Depresión				12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento					
								19. Desprendimiento de agregados					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
4	H	9.20								9.20	3.71	70.00	
8	L	0.60								0.60	0.24	1.00	
11	L	16.03	3.02	2.45						21.50	8.67	15.00	
11	M	9.65	11.10							20.75	8.37	45.00	
19	M	70.25								70.25	28.33	38.00	
19	H	17.90								17.90	7.22	45.00	



Fuente: elaboración propia

Tabla 07: Resumen de Fallas encontradas usando VANT a 35 metros

FALLAS IDENTIFICADAS USANDO VANT A UNA ALTURA DE 35 METROS				
ITEM	FALLAS IDENTIFICADAS	PROGRESIVA	CANTIDAD	AREA TOTAL
1	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	0+00 - 1 KM	42.00	1413.6 m ²
2	PARCHES	0+00 - 1 KM	38.00	1154.62 m ²
3	PIEL DE COCODRILO	0+00 - 1 KM	23.00	586.5 m ²
4	AGRIETAMIENTO POR BLOQUE	0+00 - 1 KM	6.00	284 m ²
5	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	0+00 - 1 KM	5.00	159.3 m ²
6	GRIETA	0+00 - 1 KM	12.00	327.6 m ²
7	BACHES	0+00 - 1 KM	9.00	48.2 m ²
8	AHUELLAMIENTO	0+00 - 1 KM	6.00	52.3 m ²

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados obtenido por cada unidad de muestras determinando su índice de condición del pavimento de cada una de ellas. Se logró obtener la condición del pavimento de la vía en estado Pobre.

Tabla 08: Resumen de evaluación del pavimento usando VANT altura de 35 m

CUADRO DE RESUMEN: EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL METODO VANT							
N°	ÁREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA (Km)		VDC	PCI	CLASIFICACIÓN
			INICIAL	FINAL			
1	248	UM-01	0+000	0+040	95	5	FALLADO
2	248	UM-02	0+040	0+080	94	6	FALLADO
3	248	UM-03	0+080	0+120	89	11	MUY POBRE
4	248	UM-04	0+120	0+160	85	15	MUY POBRE
5	248	UM-05	0+160	0+200	86	14	MUY POBRE
6	248	UM-06	0+200	0+240	75	25	MUY POBRE
7	248	UM-07	0+240	0+280	54	46	REGULAR
8	248	UM-08	0+280	0+320	88	12	MUY POBRE
9	248	UM-09	0+320	0+360	73	27	POBRE
10	248	UM-10	0+360	0+400	64	36	POBRE
11	248	UM-11	0+400	0+440	85	15	MUY POBRE
12	248	UM-12	0+440	0+480	79	21	MUY POBRE
13	248	UM-13	0+480	0+520	38	62	BUENO
14	248	UM-14	0+520	0+560	68	32	POBRE
15	248	UM-15	0+560	0+600	72	28	POBRE
16	248	UM-16	0+600	0+640	88	12	MUY POBRE
17	248	UM-17	0+640	0+680	69	31	POBRE
18	248	UM-18	0+680	0+720	73	27	POBRE
19	248	UM-19	0+720	0+760	5	95	EXCELENTE
20	248	UM-20	0+760	0+800	5	95	EXCELENTE
21	248	UM-21	0+800	0+840	85	15	MUY POBRE
22	248	UM-22	0+840	0+880	57	43	REGULAR
23	248	UM-23	0+880	0+920	91	9	FALLADO
24	248	UM-24	0+920	0+960	93	7	FALLADO
25	248	UM-25	0+960	1+000	49	51	REGULAR
PORCENTAJE						30	POBRE

Fuente: elaboración propia

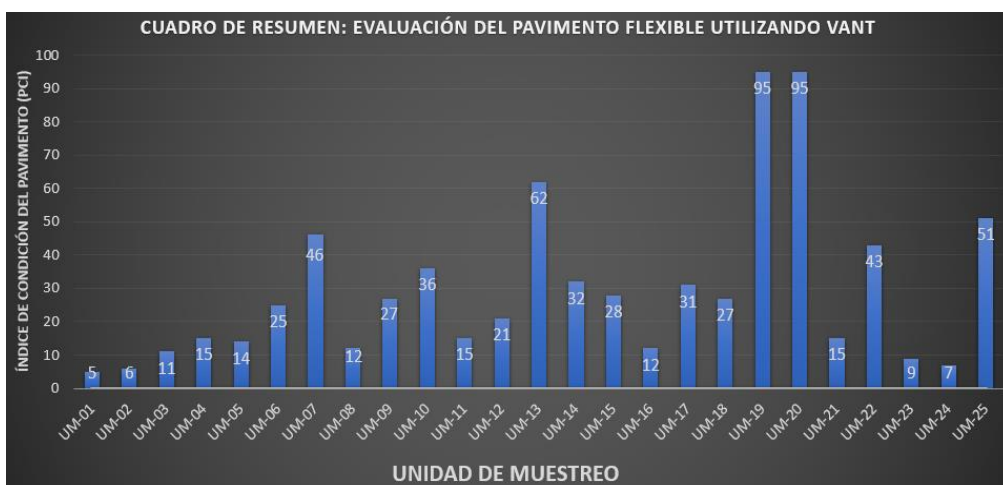


Figura 17: Resumen de evaluación del pavimento flexible utilizando VANT

Fuente: elaboración propia

Tabla 09: Resumen de Porcentaje de clasificación del PCI empleando VANT

CLASIFICACION	MUESTRA	
	CANTIDAD	PORCENTAJE %
EXCELENTE	2	8
MUY BUENO	0	0
BUENO	1	4
REGULAR	3	12
POBRE	6	24
MUY POBRE	9	36
FALLADO	4	16

Fuente: Elaboración Propia

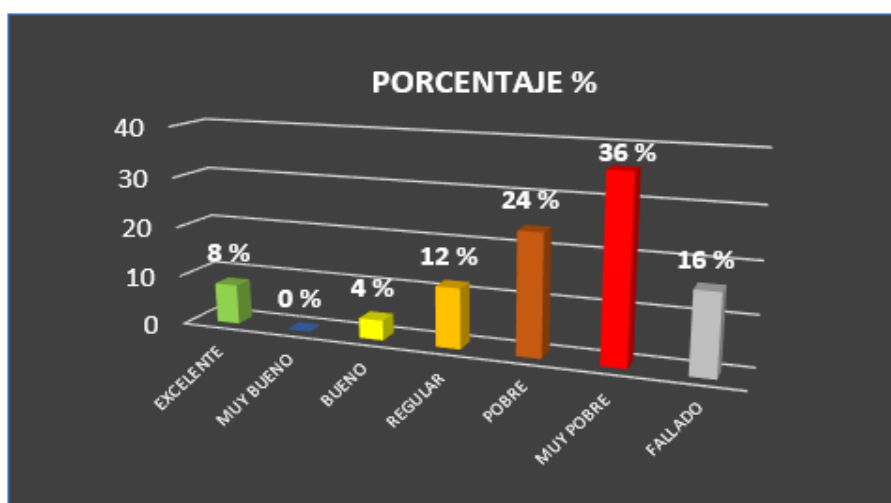


Figura 18: Clasificación de pavimento usando VANT a 35 metros de altura

Fuente: Elaboración propia

Empleando el VANT a una altura de 35 metros se logró determinar un estado excelente del 8% lo que indica que es el porcentaje de la vía que se encuentra en optimas condiciones, el 4% se encuentra en un estado bueno lo cual presentan desgastes, el 12% en un estado regular por la presencia de piel de cocodrilo de severidad leve, 24% de la vía se encuentra en un estado pobre lo que indica que presenta grietas y huecos, 36 % muy pobre por la presencia de desprendimiento de agregados media y 16% debido a los hundimientos de severidad alta.

Utilizando el VANT a una altura de 50 metros, se puedo identificar las distintas fallas en la Av. Tupac Amaru, para posteriormente determinar sus dimensiones y realizar el método PCI.

Las fallas encontradas en las 25 unidades de muestras fueron: piel de cocodrilo (23), agrietamiento en bloque (6), abultamiento y hundimiento (5), grieta (12), parches (38), baches (9), ahuellamiento (6), desprendimiento de agregados (42), como se muestra en la siguiente tabla de resumen donde indica el área total de cada falla encontrada.

Tabla 10: *Resumen de Fallas encontradas usando VANT a 50 metros*

FALLAS IDENTIFICADAS USANDO VANT A UNA ALTURA DE 50 METROS				
ITEM	FALLAS IDENTIFICADAS	PROGRESIVA	CANTIDAD	AREA TOTAL
1	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	0+00 - 1 KM	42.00	1410.6 m ²
2	PARCHES	0+00 - 1 KM	38.00	1151.62 m ²
3	PIEL DE COCODRILO	0+00 - 1 KM	23.00	580.5 m ²
4	AGRIETAMIENTO POR BLOQUE	0+00 - 1 KM	6.00	283 m ²
5	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	0+00 - 1 KM	5.00	158.2 m ²
6	GRIETA	0+00 - 1 KM	12.00	326.5 m ²
7	BACHES	0+00 - 1 KM	9.00	48.2 m ²
8	AHUELLAMIENTO	0+00 - 1 KM	6.00	52.1 m ²

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados obtenido por cada unidad de muestras determinando su índice de condición del pavimento de cada una de ellas. Se logró obtener la condición del pavimento de la vía con un porcentaje de 29.5 lo que determina que la vía se encuentra en un estado Pobre.

Tabla 11 : Resumen de evaluación del pavimento usando VANT altura de 50 m

CUADRO DE RESUMEN: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE USANDO EL MÉTODO VANT A 50 METROS DE ALTURA							
N°	ÁREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTRO	PROGRESIVA (Km)		VDC	PCI	CLASIFICACIÓN
			INICIAL	FINAL			
1	248	UM-01	0+000	0+040	96	4	FALLADO
2	248	UM-02	0+040	0+080	95	5	FALLADO
3	248	UM-03	0+080	0+120	88	12	MUY POBRE
4	248	UM-04	0+120	0+160	85	15	MUY POBRE
5	248	UM-05	0+160	0+200	86	14	MUY POBRE
6	248	UM-06	0+200	0+240	75	25	MUY POBRE
7	248	UM-07	0+240	0+280	51	49	REGULAR
8	248	UM-08	0+280	0+320	88	12	MUY POBRE
9	248	UM-09	0+320	0+360	71	29	POBRE
10	248	UM-10	0+360	0+400	64	36	POBRE
11	248	UM-11	0+400	0+440	83	17	MUY POBRE
12	248	UM-12	0+440	0+480	79	21	MUY POBRE
13	248	UM-13	0+480	0+520	36	64	BUENO
14	248	UM-14	0+520	0+560	68	32	POBRE
15	248	UM-15	0+560	0+600	70	30	POBRE
16	248	UM-16	0+600	0+640	89	11	MUY POBRE
17	248	UM-17	0+640	0+680	69	29	POBRE
18	248	UM-18	0+680	0+720	75	25	MUY POBRE
19	248	UM-19	0+720	0+760	5	95	EXCELENTE
20	248	UM-20	0+760	0+800	5	95	EXCELENTE
21	248	UM-21	0+800	0+840	86	14	MUY POBRE
22	248	UM-22	0+840	0+880	58	40	POBRE
23	248	UM-23	0+880	0+920	91	9	FALLADO
24	248	UM-24	0+920	0+960	93	7	FALLADO
25	248	UM-25	0+960	1+000	49	48	REGULAR
PORCENTAJE						29.5	POBRE

Fuente: elaboración propia



Figura 19: Resumen de evaluación del pavimento flexible utilizando VANT a 50 m

Fuente: elaboración propia

Objetivo 1: Identificar desprendimiento de agregados en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Tupac Amaru – Carabayllo.

En el método PCI usando VANT a una altura de 35 metros se pudo evaluar un total de 27 fallas denominado desprendimiento de agregados de diferentes dimensiones y severidad como indica la siguiente tabla.

Tabla 12: Dimensiones de la falla Desprendimiento de Agregados

UNIDAD DE MUESTREO	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m ²)		
	USANDO VANT		
	L	M	H
UM-01	33.66	19.48	8.56
UM-04	51.55	27.92	0.00
UM-07	0.00	52.00	0.00
UM-09	20.00	55.22	0.00
UM-10	0.00	126.40	0.00
UM-13	48.00	89.06	0.00
UM-16	0.00	70.16	17.95
UM-19	0.00	0.00	14.00
UM-22	36.80	0.00	1.20
UM-25	77.20	14.64	0.00

GRADO DE SEVERIDAD DE FALLAS	
L	Leve
M	Media
H	Alta

Fuente: elaboración propia

Haciendo una comparación con el Método PCI tradicional se pudo saber las diferencias en lo que son sus dimensiones de acuerdo a su severidad de cada una de ellas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13: Comparación de Dimensiones de la falla Desprendimiento de agregados

UNIDAD DE MUESTREO	FALLA TIPO DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS					
	MÉTODO PCI			MÉTODO VANT		
	L	M	H	L	M	H
UM-01	33.66	19.48	8.58	33.66	19.48	8.56
UM-04	51.55	27.93	0.00	51.55	27.92	0.00
UM-07	0.00	52.00	0.00	0.00	52.00	0.00
UM-09	20.00	55.24	0.00	20.00	55.22	0.00
UM-10	0.00	126.40	0.00	0.00	126.40	0.00
UM-13	48.00	89.06	0.00	48.00	89.06	0.00
UM-16	0.00	70.16	17.95	0.00	70.16	17.95
UM-19	0.00	0.00	14.00	0.00	0.00	14.00
UM-22	36.80	0.00	1.20	36.80	0.00	1.20
UM-25	77.20	14.64	0.00	77.20	14.64	0.00
TOTAL (m ²)	763.85			763.80		

Fuente: elaboración propia

Se pudo determinar que mediante el método PCI tradicional se obtuvo un metrado total de 763.85 m², en comparación con el uso del VANT se determinó un metrado de 763.80 m² lo cual determina que la relación de ambos métodos es lo mismo de acuerdo a diferenciar sus dimensiones de cada tipo de fallas.

Objetivo 2: Identificar parches en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo.

En el método PCI usando VANT se pudo evaluar un total de 28 fallas tipo parche de diferentes dimensiones y severidad como indica la siguiente tabla.

Tabla 14: Dimensiones de la falla tipo parche

UNIDAD DE MUESTREO	PARCHES (m ²)		
	USANDO VANT		
	L	M	H
UM-01	25.10	58.10	0.00
UM-04	34.86	0.84	0.00
UM-07	21.80	0.00	0.00
UM-09	18.40	15.28	0.00
UM-10	34.40	0.00	0.00
UM-13	72.24	0.00	0.00
UM-16	21.36	20.63	0.00
UM-19	0.00	0.00	0.00
UM-22	107.06	0.00	0.00
UM-25	100.13	0.00	0.00

GRADO DE SEVERIDAD DE FALLAS	
L	Leve
M	Media
H	Alta

Fuente: elaboración propia

Haciendo una comparación del uso del VANT con el Método PCI tradicional se pudo saber la diferencia en lo que son sus dimensiones de acuerdo a su severidad de cada una de ellas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 15: Comparación de metrado de la falla tipo parches

UNIDAD DE MUESTREO	FALLA TIPO PARCHES (m ²)					
	MÉTODO PCI			USANDO VANT		
	L	M	H	L	M	H
UM-01	25.11	58.13	0.00	25.10	58.10	0.00
UM-04	34.86	0.84	0.00	34.86	0.84	0.00
UM-07	21.80	0.00	0.00	21.80	0.00	0.00
UM-09	18.40	15.28	0.00	18.40	15.28	0.00
UM-10	34.40	0.00	0.00	34.40	0.00	0.00
UM-13	72.24	0.00	0.00	72.24	0.00	0.00
UM-16	21.36	20.64	0.00	21.36	20.63	0.00
UM-19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UM-22	107.08	36.00	0.00	107.06	36.00	0.00
UM-25	100.14	16.00	0.00	100.13	16.00	0.00
TOTAL(m ²)	582.27			582.20		

Fuente: Elaboración propia

Se pudo determinar que mediante el método PCI tradicional se obtuvo un metrado total de 582.27 m², en comparación con el uso del VANT se determinó un metrado de 582.20 m² lo cual indico que la relación de ambos métodos es lo mismo de acuerdo a diferenciar sus dimensiones de cada tipo de fallas encontradas.

Objetivo 3: Identificar piel de cocodrilo en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo.

Con el método PCI usando VANT se pudo evaluar un total de 6 fallas tipo piel de cocodrilo de diferentes dimensiones y severidad como indica la siguiente tabla.

Tabla 16: Dimensiones de la falla piel de cocodrilo

UNIDAD DE MUESTREO	PIEL DE COCODRILLO (m)		
	USANDO VANT		
	L	M	H
UM-01	17.65	0.00	0.00
UM-04	82.90	0.00	0.00
UM-07	0.00	5.00	0.00
UM-09	0.00	4.68	0.00
UM-10	0.00	0.00	0.00
UM-13	0.00	0.00	0.00
UM-16	0.00	0.00	0.00
UM-19	0.00	0.00	0.00
UM-22	0.00	0.00	0.00
UM-25	0.00	0.00	0.00

GRADO DE SEVERIDAD DE FALLAS	
L	Leve
M	Media
H	Alta

Fuente: elaboración propia

Haciendo una comparación del uso del VANT con el Método PCI tradicional se pudo saber las diferencias en lo que son sus dimensiones de acuerdo a su severidad de cada una de ellas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 17: Comparación de metrados de la falla tipo piel de cocodrilo

UNIDAD DE MUESTREO	FALLA TIPO PIEL DE COCODRILLO					
	MÉTODO PCI			MÉTODO VANT		
	L	M	H	L	M	H
UM-01	17.64	10.00	0.00	17.65	10.00	0.00
UM-04	82.92	0.00	0.00	82.90	0.00	0.00
UM-07	0.00	4.99	0.00	0.00	5.00	0.00
UM-09	0.00	4.68	0.00	0.00	4.68	0.00
UM-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UM-13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UM-16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UM-19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UM-22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UM-25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL (m ²)	110.23			110.23		

Fuente: Elaboración propia

Se pudo determinar que mediante el método PCI tradicional se obtuvo un metrado total de 110.23 m², en comparación con el uso del VANT se determinó un metrado de 110.23 m² lo cual indica que la relación de ambos métodos es lo mismo de acuerdo a diferenciar sus dimensiones de cada tipo de fallas.

V. DISCUSIÓN

En la evaluación de pavimento mediante el Método PCI se evaluó un total de 10 unidades de muestras del total de las 25 unidades que se evaluaron mediante el uso del VANT, la condición el pavimento flexible fue Pobre. Al momento de evaluar los distintos tipos de fallas mediante el Método PCI tradicional genero un mayor costo ya que se necesita contratar personal capacitado en el reconocimiento de las fallas y sobre todo el tiempo que se va necesitar para finalizar la evaluación, además si la vía es de alto tráfico se tendrá que restringir el paso de los vehículos.

Objetivo 1: Identificar desprendimiento de agregados en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabaylo.

Según Cruz (2018), en la tesis, Cálculo del índice de condición del pavimento con imágenes del vehículo aéreo no tripulado, determinó la condición del pavimento flexible de 510 m y obtuvo como resultado el estado del pavimento en una condición pobre. Mediante el vehículo aéreo no tripulado (Phantom 4 Pro) obtuvo valores similares a la evaluación convencional como se muestra en la tabla.

Tabla 18: *Resultado de Método PCI y VANT*

Unidad de muestra	Area (m2)	PCI convencional	VANT PCI	Diferencia
UM 01	240	54	54	0
UM 03	240	36	39	3
UM 05	240	18	18	0
UM 07	240	40	32	-8
UM 09	240	26	24	-2
UM 11	240	18	12	-6
UM 13	240	59	58	-1

Fuente: Jorge Cruz Toribio (2018)

Al evaluar el pavimento se pudo identificar los distintos tipos de fallas lo cual la falla denominada desprendimiento de agregados se pudo diferenciar a lo largo de casi toda la vía de evaluación, así como sus diferentes dimensiones. Con el Método PCI de las 10 unidades de muestras se pudo identificar 27 fallas tipo desprendimiento de agregados de diferentes dimensiones, lo cual 8 fueron de severidad leve, 15 de

severidad media y 4 de severidad alta, se obtuvo un total de 763.85 m² de este tipo de falla, en comparación con el VANT pudo identificar en las mismas unidades de muestras con un metrado total de 763.80 m².

En referencia a la tesis mencionada tiene concordancia con la evaluación del pavimento en la Av. Túpac Amaru, lo cual fue realizada con un VANT Mavic 2 Pro en comparación al del tesista Jorge Cruz Toribio lo evaluaron mediante el VANT Phantom 4 Pro, lo cual cumplen las mismas funciones y tienen similares características. Ambas investigaciones concluyeron en que el uso del VANT fue de manera eficaz y económica al momento de determinar los tipos de fallas, así como la rapidez que se pudo obtener el índice de condición del pavimento.

Se logró identificar con el VANT de manera eficaz y rápida el tipo de falla desprendimiento de agregados en la Av. Túpac Amaru lo cual fue una de las fallas con mayores dimensiones en la zona de evaluación.

Tabla 19: *Método PCI en comparación con VANT*

Unidad de Muestra	Area m ²	METODO PCI	VANT	DIFERENCIA
UM-01	248	6	5	1
UM-04	248	13	15	-2
UM-07	248	50	49	1
UM-09	248	30	27	3
UM-10	248	40	36	4
UM-13	248	64	64	0
UM-16	248	11	11	0
UM-19	248	96	95	1
UM-22	248	40	43	-3
UM-25	248	51	51	0

Fuente: Elaboración Propia

Objetivo 2: Identificar parches en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabaylo.

Según Leguia y Pacheco (2015), en su trayecto de investigación determinaron las características y el estado de las vías mediante el método del PCI, lo cual lo realizaron de manera física- visual identificando 14 clases de anomalías con sus

respectivas severidades, baja, media y alta. En la tabla se observa las fallas de la tesis con su respectivo grado de severidad y metrado.

Tabla 20: Resumen de fallas Av. Colon y Miguel Grau

Item	Tipo de Falla	Unidad	Nivel de Severidad	METRADO
1	PIEL DE COCODRILO	m ²	L	170.85
			M	75.18
			H	69.93
2	EXUDACIÓN	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²	L	25.31
			M	310.21
			H	45.00
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m ²	L	5.11
			M	1.36
			H	37.50
5	CORRUGACIÓN	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
6	DÉPRESIÓN	m	L	6.79
			M	2.75
			H	0.00
7	GRIETA DE BORDE	m	L	0.00
			M	67.09
			H	0.00
8	GRIETA DE REFLEXIÓN	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
9	DESNIVEL CARRIL BERMA	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	m	L	184.56
			M	222.51
			H	52.00
11	PARCHEO	m ²	L	254.58
			M	271.88
			H	21.04
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
13	HUECOS	und	L	11.00
			M	12.00
			H	2.00
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
15	AHUELLAMIENTO	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
16	DESPLAZAMIENTO	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
17	GRIETA PARABÓLICA	m ²	L	34.85
			M	0.00
			H	0.00
18	HINCHAMIENTO	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²	L	4237.50
			M	1302.45
			H	171.25

Fuente: Leguia y Pacheco

Al identificar la falla denominada parches se pudo diferenciar distintos grados de severidad y de dimensiones. Con el Método PCI de las 10 unidades de muestras se identifico 29 fallas tipo parches de diferentes dimensiones, lo cual 15 fueron de severidad leve, 9 de severidad media y 5 de severidad alta, se obtuvo un metrado total de 582.27 m² de este tipo de falla.

En comparación con el VANT pudo identificar la misma cantidad de fallas y su mismo grado de severidad, en las 10 unidades de muestras se obtuvo un metrado total de 582.20 m².

Objetivo 3: Identificar piel de cocodrilo en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo.

Según Fiestas y Merino (2020), indica que la falla más influyente en el área de muestra son la de piel de cocodrilo de nivel baja y media, siendo una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica) y que se presenta en casi toda la superficie analizada y de la misma forma el parchado por corte utilitario con severidad baja y media.

Además, se encontró baches con grado de severidad alta que influye significativamente en el área del pavimento inspeccionado, con un área de 13.05 m².

Al identificar la falla piel de cocodrilo se pudo diferenciar distintos grados de severidad y de dimensiones. Con el Método PCI de las 10 unidades de muestras se pudo identificar 6 fallas de diferentes dimensiones, lo cual 3 fueron de severidad leve, 2 de severidad media y 1 de severidad alta, se obtuvo un metrado total de 110.23 m² de este tipo de falla.

En comparación con el VANT pudo identificar la misma cantidad de fallas y su mismo grado de severidad, en las 10 unidades de muestras se obtuvo un metrado total de 110.23 m².

VI. CONCLUSIONES

Objetivo General. Se evaluó el Análisis Comparativo de fallas en Pavimento Flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo, observando la evaluación superficial de la vía encontrando 3 fallas con mayor metrado 1) al identificar la falla tipo desprendimiento de agregados los cual por el Método PCI tradicional se obtuvo un total de 763.85 m², en comparación con el VANT se encontró un metrado de 763.80 m² de las mismas unidades de muestras 2) al identificar la falla denominada parches se obtuvo un metrado de 582.27 m² mediante el Método PCI tradicional, en comparación con el VANT se obtuvo un metrado total de 582.20 m², 3) al identificar la falla piel de cocodrilo evaluando mediante el Método PCI se obtuvo un metrado total de 110.23 m², comparándolo con el VANT se obtuvo un total de 110.23 m². Lo cual se puede concluir que la comparación de ambos métodos da los mismos resultados en identificar las dimensiones de las fallas en la vía.

Objetivo 1. Se Identifico desprendimiento de agregados en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo. Lo cual con el Método PCI se identificaron de las 10 unidades de muestras evaluadas un total de 27 fallas de los cuales 8 fueron de severidad leve, 15 de severidad media y 4 de severidad alta. Utilizando el VANT de las 25 unidades de muestras evaluadas se pudo identificar un total de 42 fallas denominada desprendimiento de agregado de los cuales 11 fueron de severidad leve, 21 de severidad media y 10 de severidad alta, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 21: Resumen de grado de severidad de la falla Desprendimiento de Agregado

ITEM	TIPO DE FALLA	CANTIDAD DE MUESTRAS	CANTIDAD IDENTIFICADAS	SEVERIDAD	
METODO PCI	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	10	27	LEVE	8
				MEDIA	15
				ALTA	4
USANDO VANT	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	25	42	LEVE	11
				MEDIA	21
				ALTA	10

Fuente : elaboración propia

Por lo tanto, se determina que utilizando el VANT se logró identificar con exactitud las dimensiones de la falla denominada desprendimiento de agregados a una altura

de 35 metros, lo cual se determina que el uso del VANT puede reemplazar al método PCI tradicional.

Objetivo 2. Se Identifico parche en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo. Con el Método PCI se identificaron de las 10 muestras evaluadas un total de 29 de las cuales 15 fueron de severidad leve, 9 de severidad media y 5 de severidad alta. Utilizando el VANT se pudo identificar de las 25 unidades de muestras un total de 38 fallas tipo parche de los cuales 19 fueron de severidad leve, 11 de severidad media y 8 de severidad alta, como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 22: Resumen comparativo de grado de severidad de la falla parches.

ITEM	TIPO DE FALLA	CANTIDAD DE MUESTRAS	CANTIDAD IDENTIFICADAS	SEVERIDAD	
METODO PCI	PARCHES	10	29	LEVE	15
				MEDIA	9
				ALTA	5
USANDO VANT		25	38	LEVE	19
				MEDIA	11
				ALTA	8

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, utilizando el VANT se logró identificar con precisión las dimensiones de la falla tipo parche a una altura de 35 metros, lo cual se determina que el uso del VANT puede reemplazar al método PCI tradicional en diferenciar la falla denominada parche.

Objetivo 3. Se Identifico piel de cocodrilo en el pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Túpac Amaru – Carabayllo. Con el Método PCI se identificaron de las 10 muestras evaluadas un total de 6 fallas piel de cocodrilo de diferentes dimensiones, de las cuales 3 fueron de severidad leve, 2 de severidad media y 1 de severidad alta. Utilizando el VANT se pudo identificar de las 25 unidades de muestras un total de 23 fallas tipo piel de cocodrilo de los cuales 11 fueron de severidad leve, 7 de severidad media y 5 de severidad alta, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 23 : Resumen comparativo de grado de severidad de piel de cocodrilo

ITEM	TIPO DE FALLA	CANTIDAD DE MUESTRAS	CANTIDAD IDENTIFICADAS	SEVERIDAD		
METODO PCI	PIEL DE COCODRILO	10	6	LEVE	3	
				MEDIA	2	
				ALTA	1	
USANDO VANT		PIEL DE COCODRILO	25	23	LEVE	11
					MEDIA	7
					ALTA	5

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, utilizando el VANT se logró identificar con eficiencia las dimensiones de la falla piel de cocodrilo a una altura de 35 metros, lo cual se determina que el uso del VANT puede reemplazar al método PCI tradicional en evaluar los tipos de severidades de la falla piel de cocodrilo.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo 1. En la presente investigación se realizó 2 altura de vuelo distintos uno a 35 metros y 50 metros lo cuales ambos se Identificaron la falla desprendimiento de agregados en el pavimento flexible, pero la altura más cercana a la vía se pudo identificar con más detalle el nivel de severidad, para continuar la investigación recomendamos que el plan de vuelo se realice a una altura de 35 metros o menor para poder identificar con claridad el rango de severidad de la falla denominada desprendimiento de agregados.

Objetivo 2. En la presente investigación se realizó usando un VANT modelo Mavic 2 Pro lo cual se logró identificar con exactitud la falla denominada parche en el pavimento flexible, para continuar la investigación recomendamos que se realice utilizando el mismo modelo del VANT con características similares o mayores para obtener una buena resolución de la ortofoto.

Objetivo 3. En la presente investigación se realizó el plan de vuelo a las 10:30 am lo cual por el horario se podía tener la claridad del estado de la vía, para continuar la investigación recomendamos que se realice entre las 10 am hasta la 12pm ya que a esa hora el sol alumbra en dirección de la vía, para poder obtener una mayor claridad al momento que el VANT capture las imágenes de la zona de evaluación.

REFERENCIAS

1. Arévalo, Delgado y Vítor, (2019) “*Propuesta de negocio enfocado en la mejora de la productividad en la construcción de edificaciones haciendo uso de drones*”. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
<https://core.ac.uk/download/pdf/225538907.pdf>
2. Azim, asfak, saddamul, sajjad y nafis, (2020) “*Design and Development of Unmanned Aerial Vehicle (Drone) for Civil Applications*”. EEUU: University Brac.
<file:///D:/ANTECEDENTES%20UCV/ANTC.%20EN%20OTRAS%20IDIOMAS/EEUU1.-%20OTRAS%20IDIOMAS.pdf>
3. Abdallah, (2019) “*Approches de fiabilité dans les systèmes communicants - Application aux drones*”. Francia: L’Université de Technologie de Belfort-Montbéliard.
<file:///D:/ANTECEDENTES%20UCV/ANTC.%20EN%20OTRAS%20IDIOMAS/FRANC IA/3.-%20OTRAS%20IDIOMAS.pdf>
4. Ashlesha, D. y otros, (2017) “*Study of rigid pavements*”. EEUU: Klinga University, Raipur, Chhattisgarh, pg. 147
file:///D:/ARTICULOS%20EN%20INGLES/IJCIET_08_06_016.pdf
5. Ashlesha, D. y otros, (2017) “*Study of rigid pavements*”. EEUU: Klinga University, Raipur, Chhattisgarh. pg. 147.
file:///D:/ARTICULOS%20EN%20INGLES/IJCIET_08_06_016.pdf
6. Bart, C. y otros, (2016) “*Drone technology: Types, payloads, Applications, Frequency Spectrum Issues and future developments*”. Holanda: Universidad de Leiden. pg. 32
<file:///D:/ARTICULOS%20EN%20INGLES/tipos%20Dronesbook-Chapter2.pdf>
7. Bernal, C,(2017) Metodología de la investigación. pg. 161.
<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

8. Calderón, J., & Alzamora, A. (2019). *Metodología de la investigación científica en postgrado*. Lima: Editorial Macro.
9. Cristóbal, Ch.(2019). “*Metodología de inspección de caminos no pavimentados a través de un sistema de cámaras de bajo costo*”. Chile: de la Universidad Técnica Federico Santa María.
<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/3560900259624UTFSM.pdf>
10. Cárdenas, D. y otros (2019). “*Auscultación visual realizada mediante el drone DJI PHANTOM 4 pro, con implementación de Metodologías Vizir y PCI para pavimentos flexibles en la carretera 69 B sur entre la av. Primera de mayo y calle 9 a sur – barrio villa claudia*”. Bogota: Universidad Piloto de Colombia.
<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6515/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Carolina, A. (2014) “*Diagnóstico de vías de la red vial pavimentado del Cantón de Alajuela como parte de un sistema de gestión de pavimentos*”. Costa Rica: escuela Ingeniería en construcción Instituto tecnológico.
<https://core.ac.uk/download/pdf/61000767.pdf>
12. David, H. y Miguel, D. (2017). “*Guidelines for the design of semi-rigid long-life pavements*”. EEUU: University of Florida, pg. 122.
<file:///D:/ARTICULOS%20EN%20INGLES/pav.%20semi%20rigido.pdf>
13. Derek, T. y otros.(2015)“*Design and construction of sustainable pavements*”. EEUU: University of Illinois, Urbana – Champaign, pg. 75.
file:///D:/ARTICULOS%20EN%20INGLES/31_DesignandConstructionofSustainablePavements.en.es.pdf
14. Díaz, G. (2017). *Evaluación, análisis y planteo de alternativas para la conservación y rehabilitación del pavimento asfáltico en la carretera Puente Cunyac-Cusco desde el km 890+000 al km 895+000*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/8130>

15. DUARTE, Harold y VERGARA, (2017). Oscar William Generación de modelos digitales mediante fotogrametría, utilizando Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV's).
<http://revistas.sena.edu.co/index.php/rtyp/article/view/1560>
16. Espinosa, J. (2016). *Fundamentos básicos y guía en la construcción de carreteras*. República Dominicana: Impresora Conadex.
<https://isbn.cloud/9789945409369/fundamentos-basicos-y-guia-en-la-construccion-de-carreteras/>
17. FERREIRA, Marisa y AIRA, Víctor. (2015). Aplicaciones topográficas de los drones Departamento de Agrimensura, Facultad de Ingeniería, UBA. 11p.
<http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/otragr/index/assoc/HASH0159/314a3cb8.dir/doc.pdf>
18. Gonzales, Ucan, Sánchez, Medina, Arcega, Zetina y Casares. (2019). “*Drones aplicaciones en ingeniería civil y geociencias*”. México: Universidad Autónoma de Yucatán.
file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ArticuloDrones_Gonzalezetal.pdf
19. GÓMEZ Bastar, Sergio. (2012) *Metodología de la investigación*. México: Ma. Eugenia Buendía López, 2012. 978-607-733-149-0.
http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf
20. HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Maria del Pilar. (2014) *Metodología para la Investigación*. 5ta . Mexico : Mc Graw Hill. 978-607-15-0291-9.
https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
21. Hurtado, J. Metodología de la investigación Holística, pg. 281.
<https://ayudacontextos.files.wordpress.com/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>

22. Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- https://www.academia.edu/36750638/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_Hernandez_Fernandez_y_Babtista_5ta_Edicion
23. Ibáñez, J. (2017). *Métodos, técnicas e instrumentos de la investigación criminológica*. Madrid: Editorial DYKINSON.
- <https://www.dykinson.com/libros/metodos-tecnicas-e-instrumentos-de-la-investigacion-criminologica/9788491480624/>
24. José, C. (2020). “Análisis de la rugosidad superficial en carretera no pavimentada a partir de información derivada de método estático directo y sistema de aeronaves pilotadas a distancia phantom 4 rtk, carretera dv. isla Esteves – emp. pe 3s puno”. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14472/Callacondo_Per_ez_Jose_Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
25. Jorge, C.(2018) “Evaluación superficial de vías urbanas empleando vehículo aéreo no tripulado (VANT)”. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/view/34113/38081>
26. Kan Wu Development of PCI-based Pavement Performance Model for Management of Road Infrastructure System. Arizona State University, 2015. pp 8.
- file:///D:/ANTECEDENTES%20UCV/ANTC.%20EN%20OTRAS%20IDIOMAS/ARIZO_NA/2.-%20OTRAS%20IDIOMAS.pdf
27. Lozano, G. & Tabares, R. (2015). *Diagnóstico de la vía existente y diseño de pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio ciudadela del Café – Vía la Badea*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14824/3/2019_villanueva%20lara%20hernandez_%20dise%C3%B1o_estructura_pavimento_del_tramo_k%2B000_al_k0%2B100_barrio_ricaurte_ibagu%C3%A9.pdf

28. Montejo, A. (2018). *Ingeniería de pavimentos: Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías*. Colombia: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.
- <https://publicaciones.ucatolica.edu.co/gpd-ingenieria-de-pavimentos-tomo-ii-evaluacion-estructural-obras-de-mejoramiento-y-nuevas-tecnologias.html>
29. Moreno, G. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación educativa II*. México: Editorial Progreso.
30. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (2014). *Guía Metodológica para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial en Costa Rica*. Costa Rica: Área de Proyectos de Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social del Centro de Planificación de América Latina.
- https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42139/7/S1700693_es.pdf
31. Mohamed, S. y Jozef, H. (2014) “*Asphalt pavement material improvement*”. EEUU: Gdansk University of technology, pg. 444.
- file:///D:/ARTICULOS%20EN%20INGLES/Asphalt_Pavement_2.pdf
32. Megan, S. y otros. (2016) “*Descriptive fault tres for structural pavement failure Mechanisms*”. EEUU: University of Birmingham.
33. Moran, G. y Alvarado, D. Métodos de investigación, pg. 56
- <https://mitrabajodegrado.files.wordpress.com/2014/11/moran-y-alvarado-metodos-de-investigacion-1ra.pdf>
34. Portillo, G. (2015). Evaluación estructural de fallas del pavimento flexible por el método no destructivo en la carretera Puno – Ilave. Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/87>
35. Rolón, R. (2016). *Diseño Geométrico De Vías Urbanas*. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.

36. Rodríguez, A. (2019). *La ingeniería de suelos en las vías terrestres* (2 ed.). México: Editorial Limusa.
37. Suziedelyte, V. y otros. (2016) “*Vehículos aéreos no tripulados para fotogrametría: análisis de imágenes de ortofoto sobre el territorio de Lituania*”. EEUU: Lituania: Universidad técnica vilnius Gediminas, pg. 1.
<file:///D:/ARTICULOS%20EN%20INGLES/DRON.en.es.pdf>
38. VALAVANIS, Kimon y VACHTSEVANOS, George. (2015). *Handbook of Unmanned. Aerial Vehicles*. s.l. : Department of Electrical and Computer Engineering.
https://www.velosuav.com/v3newpic/?gclid=Cj0KCQjw6NmHBhD2ARIsAI3hrM0MEDQ41juh14tT7GdBOCacpg38qgTct-6wC1xIUIULPWglvO5jRiaAv9TEALw_wcB
39. Vargas, V. (2018) “*Análisis comparativo de la inspección visual de un pavimento flexible, por los métodos tradicionales y por sensores remotos en un kilómetro de la calle séptima en el municipio de Cajicá*”. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
<https://hdl.handle.net/10654/20509>
40. Yogesh Shah,. Shah Jainb, Devesh Tiwaric, M.K.Jaind,(2017). Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network. 2nd Conference of Transportation Research Group of India.
<https://www.iitr.ac.in/Main/uploads/File/Annual%20Report/Annual%20Report%20English%202017-18.pdf>
41. YUMIN, Tam y YUNXIN,(2019). Li UAV Photogrammetry-Based 3D Road Distress Detection. School of Transportation Science and Engineering, Beihang University, Beijing 100191, China
42. Zapata, O. (2015). *Herramientas para elaborar tesis de investigaciones socioeducativas*. México: Editorial Pax México.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Análisis comparativo de fallas en pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT, Av. Tupac Amaru- Carabayllo – Lima 2021

AUTOR: Jhonatan Martin Mayorca Niño

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿De que manera influye el Análisis Comparativo de fallas en Pavimento Flexible mediante el método PCI usando VANT en la Av. Tupac Amaru – Carabayllo?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Evaluar el Análisis Comparativo de fallas en Pavimento Flexible mediante el método PCI usando Dron en la Av. Tupac Amaru - Carabayllo.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: La aplicación del VANT se iguala al método PCI en el análisis del pavimento flexible de la Av. Tupac Amaru – Carabayllo.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE : ANÁLISIS COMPARATIVO DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES</p>	Tipos de fallas	Fisuras y Grietas	Ficha de recolección de datos	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Descriptivo – Explicativo</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Población: La avenida de la Tupac Amaru</p> <p>Muestra: Desde el km 16 al km 17.</p> <p>Técnica: Observación</p> <p>Instrumento: Hojas de registro</p>
					Deformaciones superficiales		
					Desprendimientos		
					Otros niveles de fallas		
				Cantidad de fallas	Metro Lineal	Ficha de recolección de datos	
					Metro Cuadrado		
					Unidad		
				Nivel de Severidad	Severidad Baja	Ficha de recolección de datos	
					Severidad Media		
					Severidad Alta		
Planeamiento	Plan de vuelo	Hoja de registro VANT					
			Procesamiento de imágenes	Ortofoto y nube de puntos			
				Cálculo del PCI	Determinación del PCI de la unidad de muestra		
Cálculo del PCI	Interpretación del PCI de la unidad de muestra	Método PCI					

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

TÍTULO: Análisis comparativo de fallas en pavimento flexible mediante el método PCI usando VANT, Av. Tupac Amaru- Carabayllo – Lima 2021

AUTOR: Jhonatan Martin Mayorca Niño

Análisis Comparativo de fallas en Pavimento Flexible mediante el método PCI usando VANT, Av. Túpac Amaru - Carabayllo - Lima 2021					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Análisis Comparativo de fallas en pavimentos flexibles	En la evaluación superficial del pavimento se debe considerar las fallas existentes y cuantificarla de acuerdo a su magnitud y severidad, para determinar la condición del pavimento, en consecuencia se dispone de varias metodologías, las mas completa es el índice de condición del pavimento PCI (Corros, 2009, p.175)	La variable Análisis Comparativo de fallas en pavimentos flexibles se analizará en función de sus dimensiones: Tipos de fallas, Cantidad de fallas y Niveles de Severidad, que a su vez cada uno de estos se dividirán de dos a cuatro indicadores.	Tipos de fallas	Fisuras y Grietas	Ficha de recolección de datos
				Deformaciones superficiales	
				Desprendimientos	
				Otros niveles de fallas	
			Cantidad de fallas	Metro Lineal	Ficha de recolección de datos
				Metro Cuadrado	
				Unidad	
			Nivel de Severidad	Severidad Baja	Ficha de recolección de datos
				Severidad Media	
Severidad Alta					
VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Método PCI usando VANT	Según Espinosa (2016, pág. 351), sostiene que el método Pavement Condition Index (PCI) se caracteriza por ser uno de los mejores métodos que identifica el índice de condición del pavimento. (Quirós, 2014, p.46) sostiene que el uso del VANT permite obtener información de gran exactitud que serán empleadas en la elaboración de plano catastral, mapas, etc.	La variable Método PCI usando VANT se analizará en función de sus dimensiones: Planeamiento, Procesamiento de imágenes y cálculo del PCI que a su vez cada uno de estos se dividirán de dos a tres indicadores.	Planeamiento	Plan de vuelo	Hoja de registro del VANT
			Procesamiento de imágenes	Ortofoto y nube de puntos	
			Cálculo del PCI	Determinación del PCI de la unidad de muestra	Método PCI
				Interpretación del PCI de la unidad de muestra	

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS CON EL MÉTODO PCI TRADICIONAL

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																					
LUGAR:	Av. San Felipe - Av. Chimpú Ocho			SECCIÓN:	0+000 a 0+040Km																
FECHA:	18/06/2019			UNIDAD DE MUESTREO:	UM-01																
REALIZADO POR:	Jhonatan Mayorca Niño			ÁREA DE LA UNIDAD:	248 M2																
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA													
1. Piel de cocodrillo	m2	8. Grieta	m	15. Ahullamiento	m2																
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	16. Desplazamiento	m2																
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	17. Grietas parabólicas	m2																
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	18. Hinchamiento	m2																
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	19. Desprendimiento de agregados	m2																
6. Depresión	m2	13. Baches	m2																		
7. Grieta de borde	m	14. Cruce de Vía férrea	m2																		
<table border="1"> <tr> <td>Low</td> <td>Baja</td> <td>L</td> <td rowspan="3"> $n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$ </td> <td rowspan="3"> $i = \frac{N}{n}$ </td> <td rowspan="3"> $m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ </td> </tr> <tr> <td>Medium</td> <td>Media</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>High</td> <td>Alta</td> <td>H</td> </tr> </table>				Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	Medium	Media	M	High	Alta	H						
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																
Medium	Media	M																			
High	Alta	H																			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																					
		1		8		11		13		19											
		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.										
		17.64	L	7.35	M	5.66	L	0.06	L	33.66	L										
		10.00	M	9.80	M	6.68	L	1.90	L	13.23	M										
						12.77	L	3.81	M	6.25	M										
						3.01	M	3.25	M	8.58	H										
						55.12	M														
TOTAL		Baja (L)		17.64		25.11		1.96		33.66											
		Media (M)		10.00		0.86		58.13		7.06											
		Alta (H)								8.58											
CÁLCULO DEL PCI																					
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 50 Número máximo de VD (m) = 5.59																
1	L	17.64	7.11%	29																	
1	M	10.00	4.03%	34																	
8	M	0.86	0.35%	2																	
11	L	25.11	10.13%	15																	
11	M	58.13	23.44%	42																	
13	L	1.96	0.79%	18																	
13	M	7.06	2.85%	50																	
19	L	33.66	13.57%	10																	
19	M	13.48	7.85%	16																	
19	H	8.58	3.46%	25																	
NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDI	q	VDC											
1	50	42	34	29	25	11	191	6	91												
2	50	42	34	29	25	2	182	5	94												
3	50	42	34	29	2	2	159	4	90												
4	50	42	34	2	2	2	132	3	86												
5	50	42	2	2	2	2	100	2	70												
6	50	2	2	2	2	2	60	1	59												
									Max. VDC	94											
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 6													
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								FALLADO													

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI



LUGAR:	Av. San Felipe - Av. Chimpú Ódlo	SECCIÓN:	0+120 a 0+160Km
FECHA:	18/06/2019	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-02
REALIZADO POR:	Jhonatan Mayorca Niño	ÁREA DE LA UNIDAD:	248 M2

TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA
1. Piel de cocodrillo	m2	8. Grieta	m	15. Ahullamiento	m2	
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	16. Desplazamiento	m2	
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	17. Grietas parabólicas	m2	
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	18. Hinchamiento	m2	
5. Corrugación	m2	12. Pulimento de agregados	m2	19. Desprendimiento de agregados	m2	
6. Depresión	m2	13. Baches	m2			
7. Grieta de borde	m	14. Cruce de Vía férrea	m2			

NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE MUESTRA	NUMERO MÁXIMO DE VD
Low	Baja	L	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Media	M		
High	Alta	H		

NIVEL DE SEVERIDAD		VALORES	INDICADOR
86 - 100	EXCELENTE		
71 - 85	MUY BUENO		
56 - 70	BUENO		
41 - 55	REGULAR		
26 - 40	POBRE		
11 - 25	MUY POBRE		
0 - 10	FALLADO		

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		1		11		19					
		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
TOTAL		82.92		34.86		0.84		51.55		27.93	

CÁLCULO DEL PCI					
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido	
1	L	82.92	33.44%	59	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 59 Número máximo de VD (m) = 4.77
11	L	34.86	14.05%	20	
11	M	0.84	0.34%	5	
19	M	51.55	20.79%	26	
19	H	27.93	11.26%	43	

NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	59	43	26	15		143	5	79
2	59	43	26	15		143	4	84
3	59	43	26	5		133	3	87
4	59	43	5	5		112	2	76
5	59	5	5	5		74	1	72

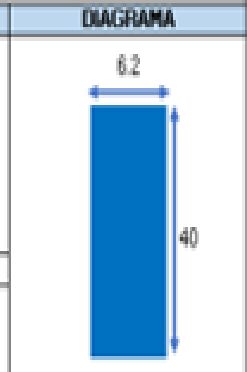
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 13
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	MUY POBRE

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI



LUGAR:	Av. San Felipe - Av. Chimpú Ocho	SECCIÓN:	0+240 a 0+280Km
FECHA:	18/06/2019	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-03
REALIZADO POR:	Jhonatan Mayorca Nifo	ÁREA DE LA UNIDAD:	248 M2

TIPOS DE FALLAS			
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta	m
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berna	m
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parchas	m2
5. Comugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2
6. Depresión	m2	13. Baches	m2
7. Grieta de borde	m	14. Cruce de Vía férrea	m2
		15. Ahullamiento	m2
		16. Desplazamiento	m2
		17. Grietas parabólicas	m2
		18. Hinchamiento	m2
		19. Desprendimiento de agregados	m2



NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE MUESTRA	NÚMERO MÁXIMO DE VD
Low	Baja	L	$s = \frac{N \times s^2}{\sum x^2 \times (N-1) + s^2}$	$i = \frac{N}{s}$	$m_1 = 100 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$
Medium	Medio	M			
High	Alta	H			

86 - 100	EXCELENTE	
71 - 85	MUY BUENO	
56 - 70	BUENO	
41 - 55	REGULAR	
26 - 40	POBRE	
11 - 25	MUY POBRE	
0 - 10	FALLADO	

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
1		3		4		11		19	
Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
4.99	M	14.88	L	0.88	H	5.80	L	52.00	M
						16.00	L		
TOTAL		Baja (L)		14.88		21.80			
		Medio (M)		4.99				52.00	
		Alta (H)		0.88					

CÁLCULO DEL PCI					
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido	
1	M	4.99	2.01%	28	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 28 Número máximo de VD (m) = 7.61
3	L	14.88	6.00%	6	
4	H	0.88	0.36%	20	
11	L	21.80	8.79%	14	
19	M	52.00	20.97%	25	

NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDI	q	VDC
1	28	25	20	9		62	8	-
2	28	25	20	9		62	7	39
3	28	25	20	9		62	6	40
4	28	25	20	9		62	5	41
5	28	25	20	9		62	4	47
6	28	25	20	6		75	3	50
7	28	25	6	6		65	2	48
8	28	6	6	6		48	1	45
							Max. VDC	50

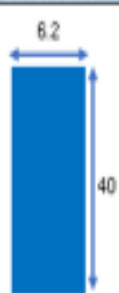
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 50
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	REGULAR

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI



LUGAR:	Av. San Felipe - Av. Chimpú Ocho	SECCIÓN:	0+320 a 0+360Km
FECHA:	18/06/2019	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-04
REALIZADO POR:	Jhonatan Mayorca Niño	ÁREA DE LA UNIDAD:	248 M ²

TIPOS DE FALLAS				DIAGRAMA	
1. Pel de cocodrillo	m ²	8. Grieta	m	15. Ahullamiento	m ²
2. Exudación	m ²	9. Desnivel Carril/Berna	m	16. Desplazamiento	m ²
3. Agrietamiento en bloque	m ²	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m ²	17. Grietas parabólicas	m ²
4. Abultamientos y hundimientos	m ²	11. Parches	m ²	18. Hinchamiento	m ²
5. Comugación	m ²	12. Pulimiento de agregados	m ²	19. Desprendimiento de agregados	m ²
6. Depresión	m ²	13. Baches	m ²		
7. Grieta de borde	m	14. Cruce de Vía férrea	m ²		



NIVEL DE SEVERIDAD	UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE MUESTRA	NÚMERO MÁXIMO DE VD
Low	Baja L	$I = \frac{N}{n}$	$n_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Media M		
High	Alta H		

86 - 100	EXCELENTE	
71 - 85	MUY BUENO	
56 - 70	BUENO	
41 - 55	REGULAR	
26 - 40	POBRE	
11 - 25	MUY POBRE	
0 - 10	FALLADO	

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
1		3		4		11		19	
Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
4.68	M	11.28	L	34.00	M	18.40	L	20.00	L
						15.28	M	52.00	M
								3.24	M
TOTAL									
		Baja (L)		11.28		18.40		20.00	
		Media (M)		4.68		34.00		55.24	
		Alta (H)							

CÁLCULO DEL PCI

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 44 Número máximo de VD (n) = 6.14
1	M	4.68	1.89%	27	
3	L	11.28	4.55%	5	
4	M	34.00	13.71%	44	
11	L	18.40	7.42%	12	
11	M	15.28	6.16%	23	
19	L	20.00	8.06%	5	
19	M	55.24	22.27%	25	

NºD	VALORES DEDUCIDOS					VDI	q	VDC
	44	27	25	23	10			
1	44	27	25	23	10	129	7	62
2	44	27	25	23	10	129	6	62
3	44	27	25	23	10	129	5	66
4	44	27	25	23	5	124	4	70
5	44	27	25	5	5	106	3	67
6	44	27	5	5	5	86	2	61
7	44	5	5	5	5	64	1	64
							Max VDC	70

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$ PCI = 30
---	---

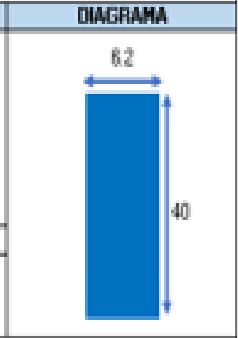
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	POBRE
-------------------------	--------------

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI



LUGAR:	Av. San Felipe - Av. Chimpó Dollo	SECCIÓN:	0+300 a 0+400Km
FECHA:	18/08/2019	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-05
REALIZADO POR:	Jhonatan Majorca Niño	ÁREA DE LA UNIDAD:	248 M ²

TIPOS DE FALLAS			
1. Pel de cocoñillo	m ²	8. Grieta	m
2. Exudación	m ²	9. Desnivel Carril/Barras	m
3. Agrietamiento en bloque	m ²	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m ²
4. Abultamientos y hundimientos	m ²	11. Parchas	c m ²
5. Comugación	m ²	12. Pulimiento de agregados	m ²
6. Depresión	m ²	13. Baches	m ²
7. Grietas de borde	m	14. Cruce de Vía férrea	m ²
		15. Abultamiento	m ²
		16. Desplazamiento	m ²
		17. Grietas parabólicas	m ²
		18. Hinchamiento	m ²
		19. Desprendimiento de agregados	m ²



NIVEL DE SEVERIDAD	UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE MUESTRA	NÚMERO MÁXIMO DE VD
Low	Baja L	$I = \frac{N}{n}$	$n_0 = 1.00 + \frac{9}{10}(100 - RDV)$
Medium	Media M		
High	Alta H		

88 - 100	EXCELENTE	
71 - 85	MUY BUENO	
58 - 70	BUENO	
41 - 55	REGULAR	
26 - 40	POBRE	
11 - 25	MUY POBRE	
0 - 10	FALLADO	

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
3		8		11		15		19	
Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
48.00	M	0.23	M	16.00	L	2.18	M	126.40	M
		0.61	H	18.40	L				

TOTAL	Baja (L)					34.40
	Media (M)	48.00	0.23	2.18	126.40	
	Alta (H)		0.61			

CÁLCULO DEL PCI

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido	
3	M	48.00	19.35%	22	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 35 Número máximo de VD (n) = 6.97
8	M	0.23	0.09%	1	
8	H	0.61	0.25%	2	
11	L	34.40	13.87%	33	
15	M	2.18	0.88%	18	
19	M	126.40	50.57%	35	

NPD	VALORES DEDUCIDOS					VDI	q	VDC
1	35	33	22	17		107	7	52
2	35	33	22	17		107	6	52
3	35	33	22	17		107	5	55
4	35	33	22	17		107	4	60
5	35	33	22	1		91	3	58
6	35	33	1	1		70	2	50
7	35	1	1	1		38	1	38
							Max VDC	60

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - Máx.VDC PCI = 40
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	POBRE

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI



LUGAR:	Av. San Felipe - Av. Chimpú Ocho	SECCIÓN:	0+480 a 0+520Km
FECHA:	18/06/2019	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-06
REALIZADO POR:	Jhonatan Mayorca Niño	ÁREA DE LA UNIDAD:	248 M ²

TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA
1. Pel de cocodrilo	m ²	8. Grieta	m	15. Ahujamiento	m ²	
2. Exudación	m ²	9. Desnivel Camil/Berna	m	16. Desplazamiento	m ²	
3. Agrietamiento en bloque	m ²	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m ²	17. Grietas parabólicas	m ²	
4. Abultamientos y hundimientos	m ²	11. Parches	m ²	18. Hinchamiento	m ²	
5. Corugación	m ²	12. Pulimiento de agregados	m ²	19. Desprendimiento de agregados	m ²	
6. Depresión	m ²	13. Baches	m ²			
7. Grieta de borde	m	14. Cruce de Vía férrea	m ²			

NIVEL DE SEVERIDAD	UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE MUESTRA	NÚMERO MÁXIMO DE VD
Low	Baja L	$i = \frac{N}{n}$	$n_i = 1.00 + \frac{9}{36} (100 - HD\%)$
Medium	Media M		
High	Alta H		

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>86 - 100</td><td>EXCELENTE</td><td style="background-color: #008000;"></td></tr> <tr><td>71 - 85</td><td>MUY BUENO</td><td style="background-color: #90EE90;"></td></tr> <tr><td>56 - 70</td><td>BUENO</td><td style="background-color: #FFD700;"></td></tr> <tr><td>41 - 55</td><td>REGULAR</td><td style="background-color: #FF8C00;"></td></tr> <tr><td>26 - 40</td><td>POBRE</td><td style="background-color: #FF0000;"></td></tr> <tr><td>11 - 25</td><td>MUY POBRE</td><td style="background-color: #800000;"></td></tr> <tr><td>0 - 10</td><td>FALLADO</td><td style="background-color: #404040;"></td></tr> </table>	86 - 100	EXCELENTE		71 - 85	MUY BUENO		56 - 70	BUENO		41 - 55	REGULAR		26 - 40	POBRE		11 - 25	MUY POBRE		0 - 10	FALLADO		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
	86 - 100	EXCELENTE																													
	71 - 85	MUY BUENO																													
56 - 70	BUENO																														
41 - 55	REGULAR																														
26 - 40	POBRE																														
11 - 25	MUY POBRE																														
0 - 10	FALLADO																														
		8		11		19																									
		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.																				
TOTAL		Baja (L)		72.24		48.00																									
		Media (M)		0.10		89.06																									
		Alta (H)																													

CÁLCULO DEL PCI					Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 30 Número máximo de VD (m) = 7.43
Tpo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido	
8	M	0.10	0.04%	1	
11	L	72.24	29.13%	27	
19	L	48.00	19.36%	6	
19	M	89.06	35.91%	30	

NRO	VALORES DEDUCIDOS				VDI	q	VDC
1	30	27	3		60	8	-
2	30	27	3		60	7	26
3	30	27	3		60	6	26
4	30	27	3		60	5	28
5	30	27	3		60	4	32
6	30	27	1		58	3	36
7	30	27	1		58	2	36
8	30	1	1		32	1	32
						Max. VDC	36

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 64
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	BUENO

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI



LUGAR	Av. San Felipe - Av. Chimu Ocho	SECCIÓN:	0+600 a 0+640Km
FECHA	18/06/2019	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-07
REALIZADO POR:	Jhonatan Mayorca Niño	ÁREA DE LA UNIDAD:	248 M2

TIPOS DE FALLAS				DIAGRAMA
1. Piel de cocodrilo m2	8. Grieta m	15. Abultamiento m2		
2. Exudación m2	9. Desnivel Carri/Berma m	16. Desplazamiento m2		
3. Agrietamiento en bloque m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales m2	17. Grietas parabólicas m2		
4. Abultamientos y hundimientos m2	11. Parches m2	18. Hinchamiento m2		
5. Corugación m2	12. Pulimiento de agregados m2	19. Desprendimiento de agregados m2		
6. Depresión m2	13. Baches m2			
7. Grieta de borde m	14. Cruce de Vía férrea m2			

NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE MUESTRA	NÚMERO MÁXIMO DE VD
Low	Baja	L	$i = \frac{N}{a}$	$a_i = 1.00 + \frac{9}{50}(100 - H2\%)$
Medium	Media	M		
High	Alta	H		

86 - 100	EXCELENTE	
71 - 85	MUY BUENO	
56 - 70	BUENO	
41 - 55	REGULAR	
26 - 40	POBRE	
11 - 25	MUY POBRE	
0 - 10	FALLADO	

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
4		8		11		19			
Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
9.17	H	0.59	L	16.00	L	40.16	M		
				2.96	L	30.00	M		
				2.40	L	17.95	H		
				9.60	M				
				11.04	M				
TOTAL		Baja (L)		0.59		21.36			
		Media (M)				20.64		70.16	
		Alta (H)		9.17				17.95	

CÁLCULO DEL PCI				
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido
4	H	9.17	3.70%	70
8	L	0.59	0.24%	1
11	L	21.36	8.61%	15
11	M	20.64	8.32%	45
19	M	70.16	28.29%	38
19	H	17.95	7.24%	45

Número de valores deducidos > 2(q)

Valor deducido más alto = 70

Número máximo de VD (m) = 3.76

NRO	VALORES DEDUCIDOS				VDI	q	VDC
1	70	45	38	11	164	4	85
2	70	45	38	1	154	3	89
3	70	45	1	1	117	2	79
4	70	1	1	1	73	1	73

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 11
---	----------------------------------

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	MUY POBRE
-------------------------	-----------

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI



LUGAR:	Av. San Felipe - Av. Chimpó Ocío	SECCIÓN:	0+720 a 0+760Km
FECHA:	18/06/2019	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-08
REALIZADO POR:	Jhonatan Mayorca Niño	ÁREA DE LA UNIDAD:	248 M2

TIPOS DE FALLAS				DIAGRAMA
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta	m	
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carri/llerma	m	
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	
5. Corugación	m2	12. Pulimento de agregados	m2	
6. Depresión	m2	13. Baches	m2	
7. Grieta de borde	m	14. Cruce de Vía férrea	m2	
15. Ahullamiento	m2	16. Desplazamiento	m2	
17. Grietas parabólicas	m2	18. Hinchamiento	m2	
19. Desprendimiento de agregados	m2			

NIVEL DE SEVERIDAD	UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE MUESTRA	NÚMERO MÁXIMO DE VD
Low Baja L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$	$t = \frac{N}{n}$	$m_s = 1.00 + \frac{9}{98} (1.00 - HDV_s)$
Medium Media M			
High Alta H			

85 - 100	EXCELENTE	
71 - 85	MUY BUENO	
56 - 70	BUENO	
41 - 55	REGULAR	
26 - 40	POBRE	
11 - 25	MUY POBRE	
0 - 10	FALLADO	

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		19									
		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
		8.00	L								
		6.00	L								
TOTAL	Baja (L)	14.00									
	Media (M)										
	Alta (H)										

CÁLCULO DEL PCI					Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 4 Número máximo de VD (m) = 9.82
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido	
19	L	14.00	5.65%	4	

NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	3					3	10	-
2	3					3	9	-
3	3					3	8	-
4	3					3	7	0
5	3					3	6	0
6	3					3	5	0
7	3					3	4	0
8	3					3	3	0
9	3					3	2	1
10	3					3	1	4
							Max. VDC	4

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 96
---	----------------------------------

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	EXCELENTE
-------------------------	------------------

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI



LUGAR:	Av. San Felipe - Av. Chimpú Ocio	SECCIÓN:	0+840 a 0+880Km
FECHA:	18/06/2019	UNIDAD DE MUESTREO:	UM-09
REALIZADO POR:	Jhonatan Mayora Iñfo	ÁREA DE LA UNIDAD:	248 M2

TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta	m	15. Abultamiento	m2	
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berna	m	16. Desplazamiento	m2	
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	17. Grietas parabólicas	m2	
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	18. Hinchamiento	m2	
5. Comogación	m2	12. Pulimento de agregados	m2	19. Desprendimiento de agregados	m2	
6. Depresión	m2	13. Baches	m2			
7. Grieta de borde	m	14. Cruce de Vía férrea	m2			
NIVEL DE SEVERIDAD	UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE MUESTRA	NÚMERO MÁXIMO DE VD			
Low	Baja L	$I = \frac{N}{n}$	$m_0 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HD\%)$			
Medium	Meda M					
High	Alta H					

86 - 100	EXCELENTE	
71 - 85	MUY BUENO	
56 - 70	BUENO	
41 - 55	REGULAR	
26 - 40	POBRE	
11 - 25	MUY POBRE	
0 - 10	FALLADO	

TIPOS DE FALLAS EXISTENTES

	8		11		15		19		Cant.	Sev.
	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.		
	0.27	L	59.20	L	2.40	M	36.80	L		
			47.88	L			1.20	H		
			36.00	M						
TOTAL										
	Baja (L)		0.27	107.08			36.80			
	Meda (M)			36.00		2.40				
	Alta (H)						1.20			

CÁLCULO DEL PCI

Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 34 Número máximo de VD (m) = 7.06
8	L	0.27	0.11%	1	
11	L	107.08	43.18%	30	
11	M	36.00	14.52%	34	
15	M	2.40	0.97%	19	
19	L	36.80	14.84%	7	
19	H	1.20	0.48%	12	

NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	34	30	19	12	7		102	-	
2	34	30	19	12	7		102	48	
3	34	30	19	12	7		102	48	
4	34	30	19	12	7		102	52	
5	34	30	19	12	1		96	54	
6	34	30	19	1	1		85	55	
7	34	30	1	1	1		67	56	
8	34	1	1	1	1		38	56	
							Max. VDC	55	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$ PCI = 45
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	REGULAR

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI



LUGAR	Av. San Felipe - Av. Chimpi Ocho	SECCIÓN	0+960 a 1+000Km
FECHA	18/06/2019	UNIDAD DE MUESTREO	UM-10
REALIZADO POR	Jhonatan Mayorca Info	ÁREA DE LA UNIDAD	248 M2

TIPOS DE FALLAS					DIAGRAMA
1. Pel de cocodrilo m2	8. Grieta m	15. Ahujamiento m2			
2. Exudación m2	9. Desnivel Carri/Berna m	16. Desplazamiento m2			
3. Agritamiento en bloque m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales m2	17. Grietas parabólicas m2			
4. Ahujamientos y hundimientos m2	11. Parches m2	18. Hinchamiento m2			
5. Corugación m2	12. Pulimento de agregados m2	19. Desprendimiento de agregados m2			
6. Depresión m2	13. Baches m2				
7. Grieta de borde m	14. Cruce de Vía Ancha m2				

NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE MUESTRA	NÚMERO MÁXIMO DE VO
Low	Baja	L	$i = \frac{N}{a}$	$n_0 = 1.00 + \frac{9}{100} (100 - ND\%)$
Medium	Meda	M		
High	Alta	H		

		TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
		11		19							
		Cont.	Sev.	Cont.	Sev.	Cont.	Sev.	Cont.	Sev.	Cont.	Sev.
56 - 100	EXCELENTE										
71 - 85	MUY BUENO										
56 - 70	BUENO										
41 - 55	REGULAR										
26 - 40	POBRE										
11 - 25	MUY POBRE										
0 - 10	FALLADO										
TOTAL		Baja (L)		100.14		77.20					
		Meda (M)		16.00		14.64					
		Alta (H)									

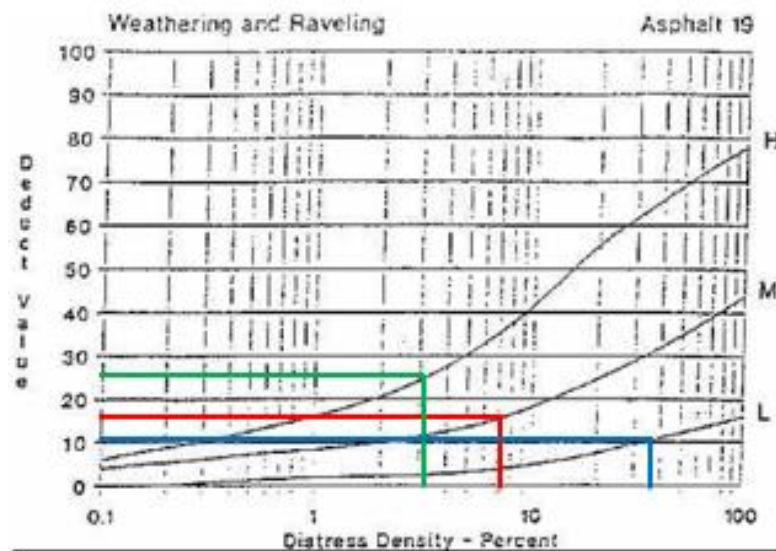
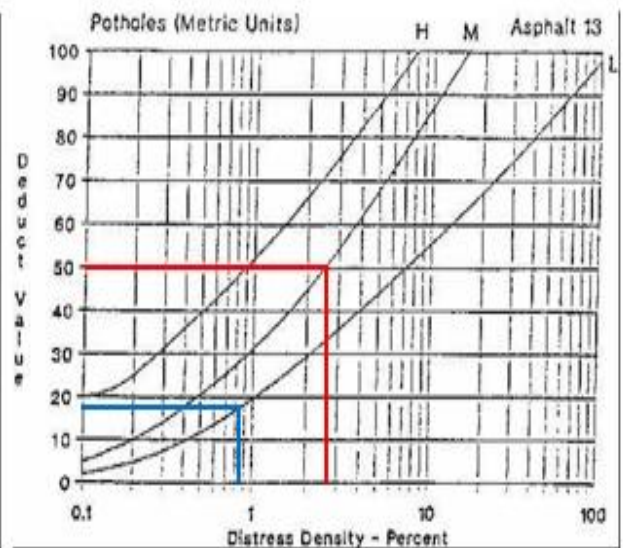
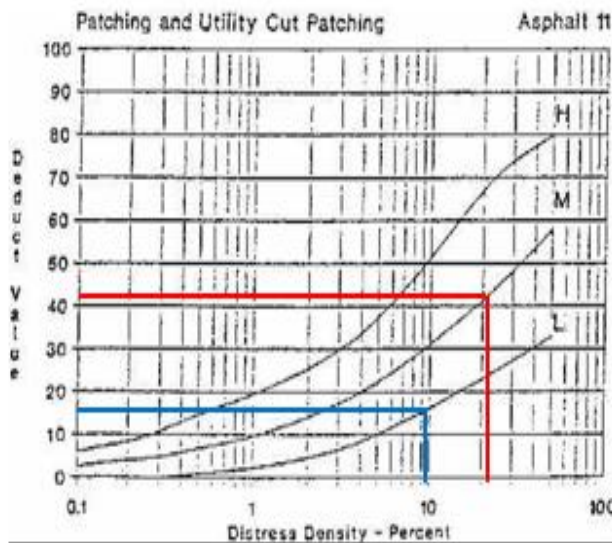
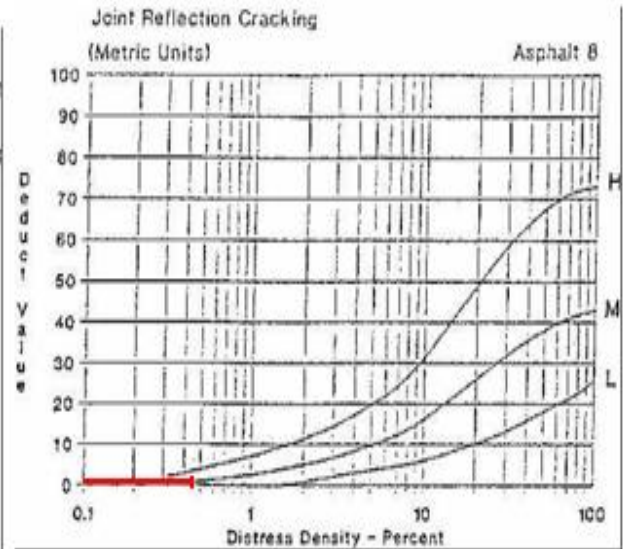
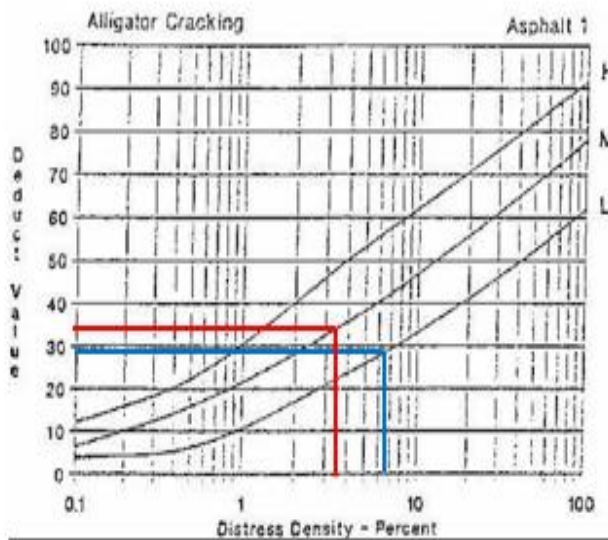
CÁLCULO DEL PCI				
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido
11	L	100.14	40.38%	30
11	M	16.00	6.45%	25
19	L	77.20	31.13%	10
19	M	14.64	5.90%	15

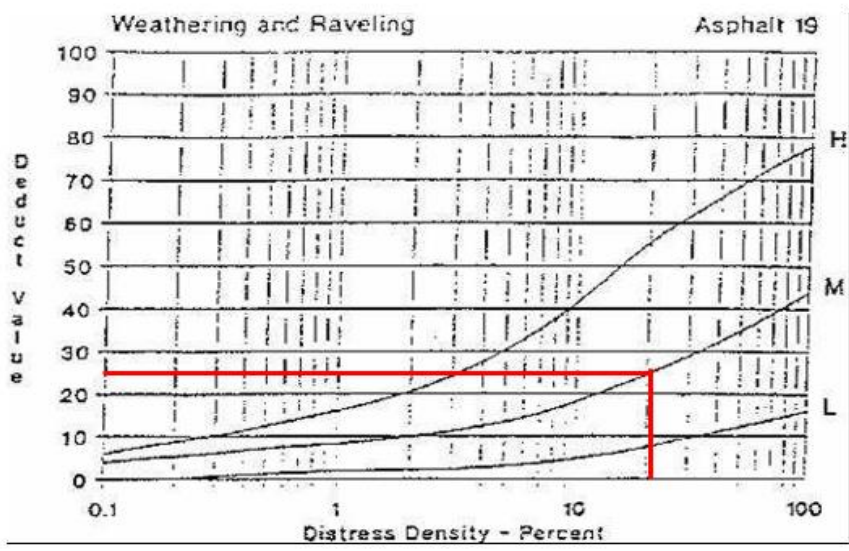
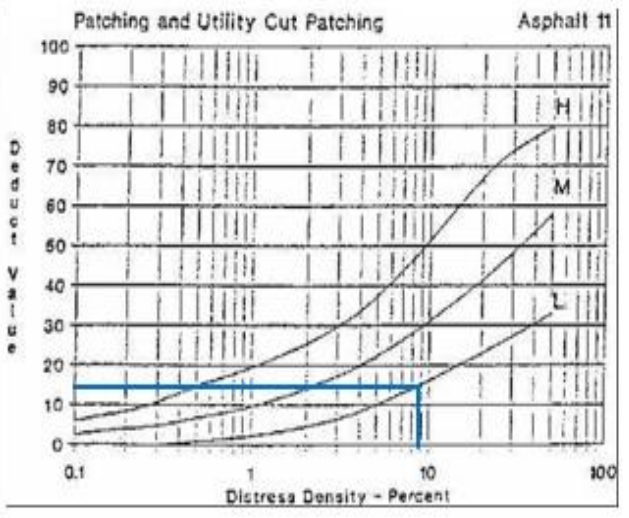
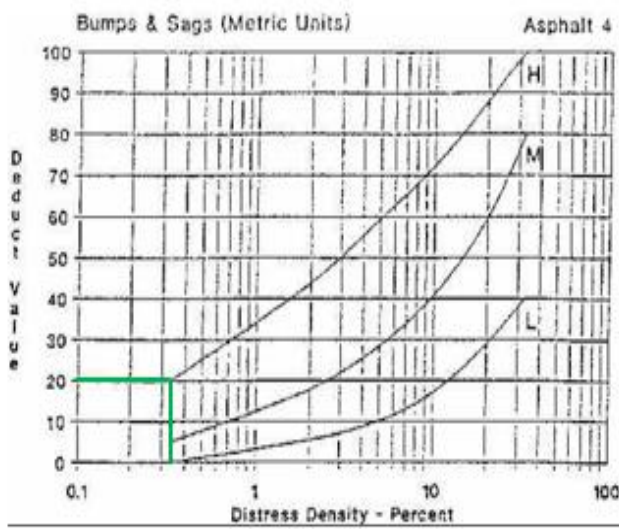
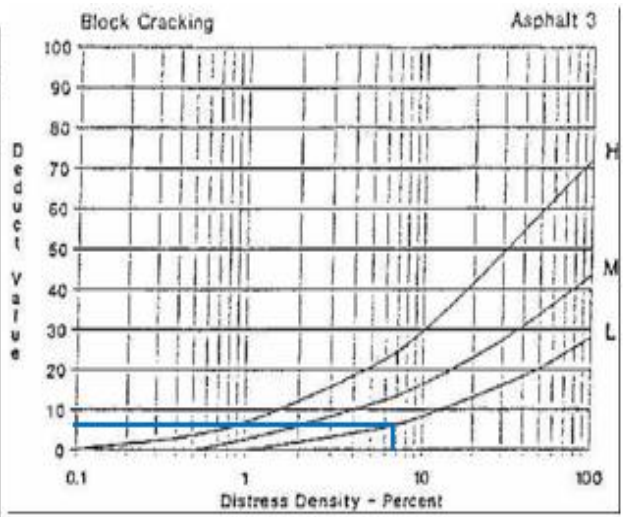
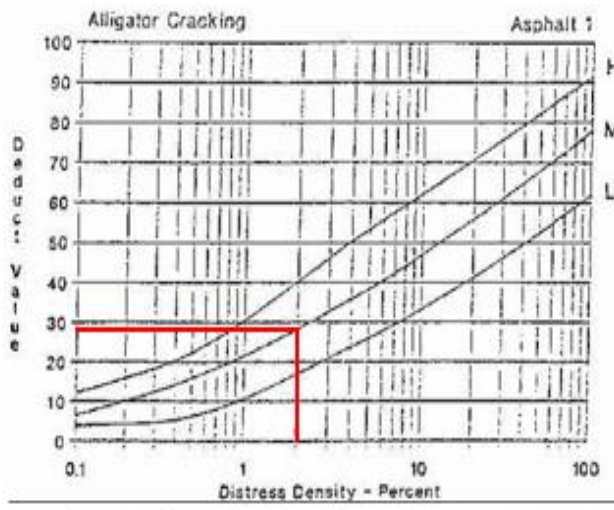
Número de valores deducidos > 2(q)
Valor deducido más alto = 30
Número máximo de VO (m) = 7.43

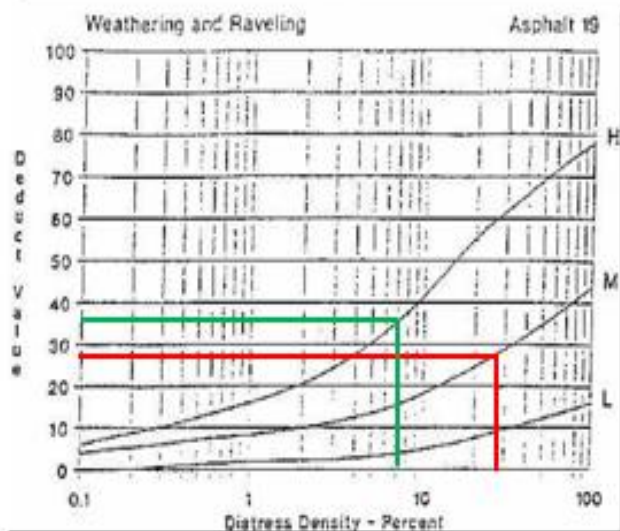
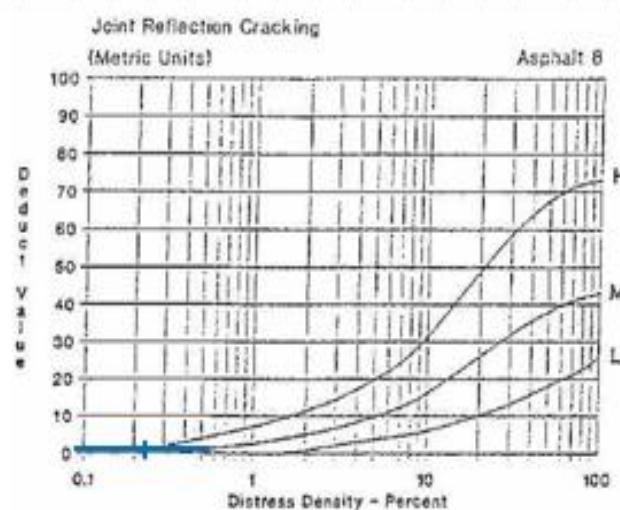
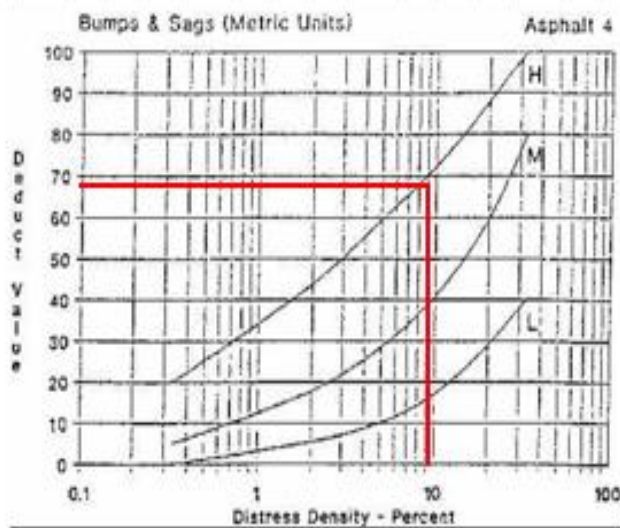
NRO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	30	25	15		70	8	-
2	30	25	15		70	7	32
3	30	25	15		70	6	32
4	30	25	15		70	5	35
5	30	25	15		70	4	38
6	30	25	15		70	3	43
7	30	25	10		65	2	47
8	30	10	10		50	1	50
						Máx. VDC	50

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 50
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	REGULAR

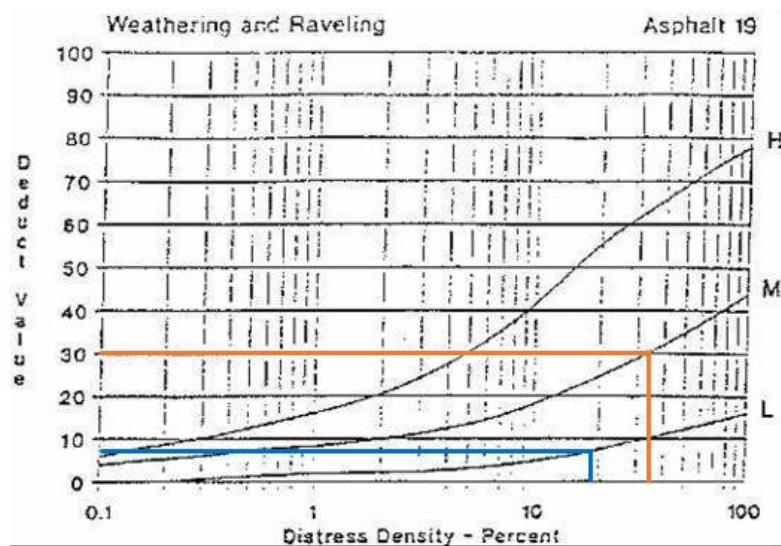
ANEXO 4: ÁBACOS DE CADA FALLA EVALUADA

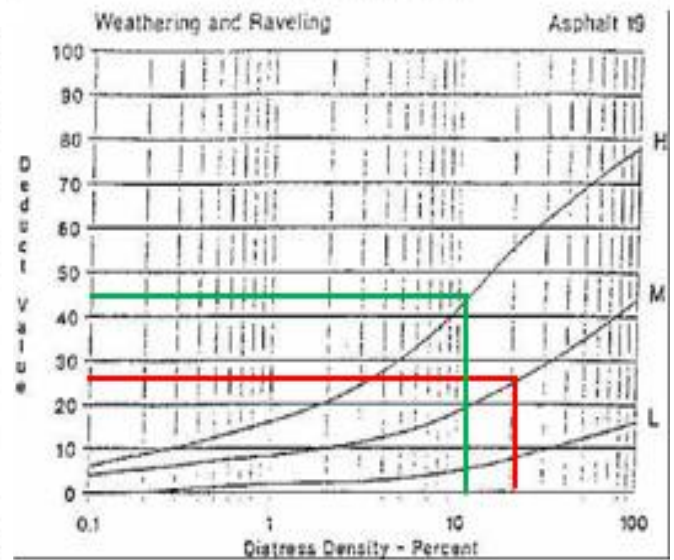
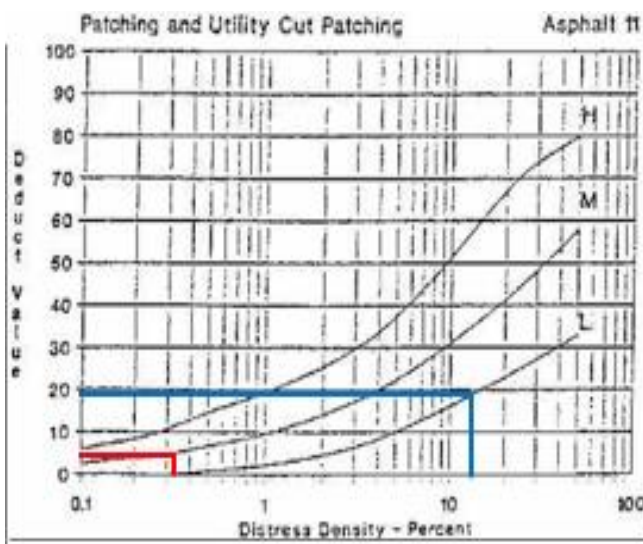
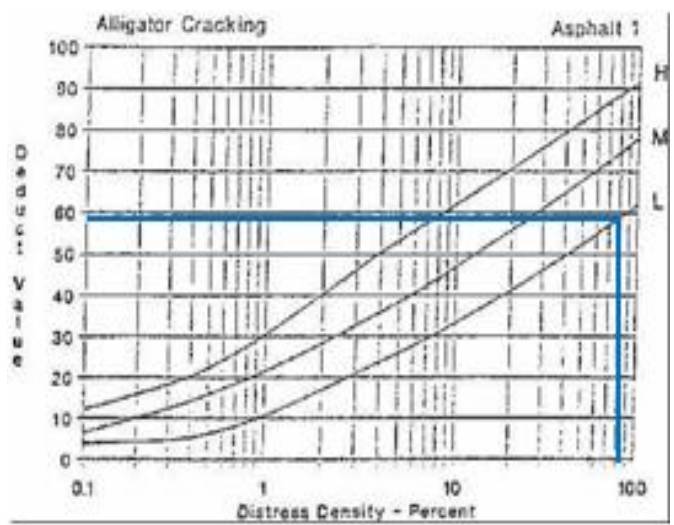
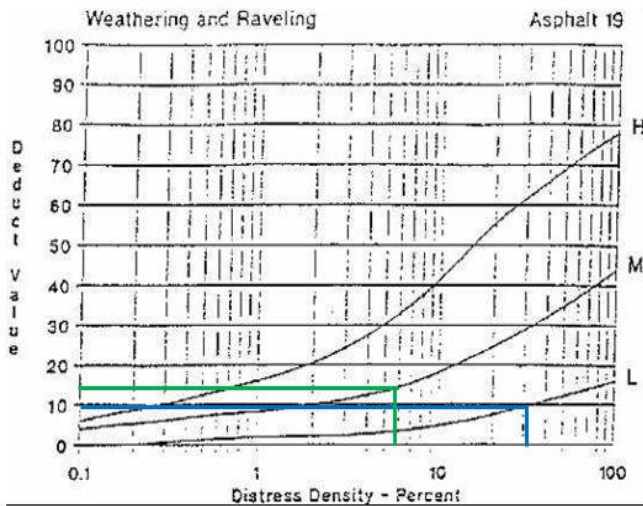




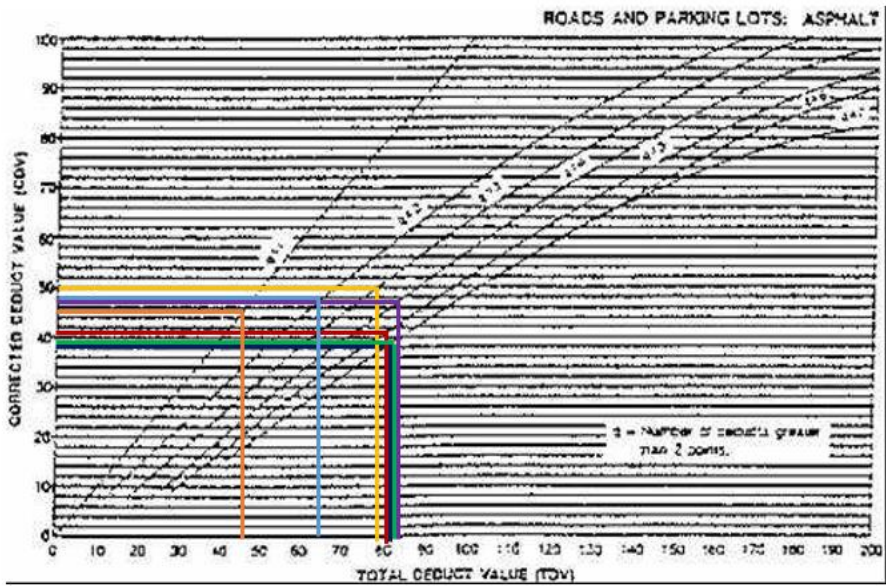
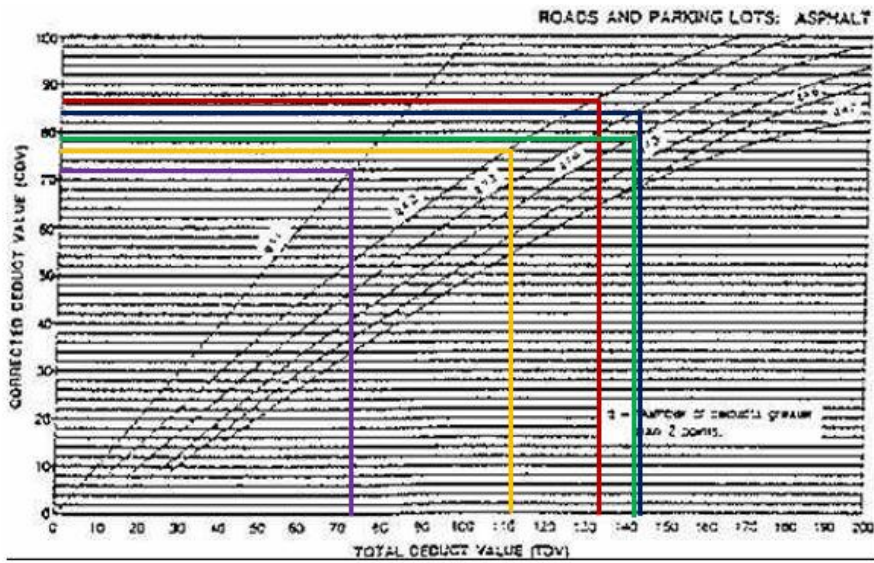
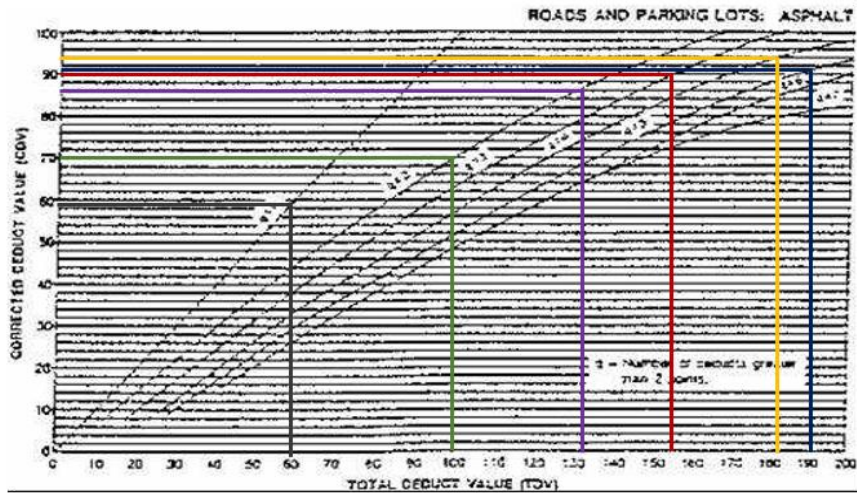


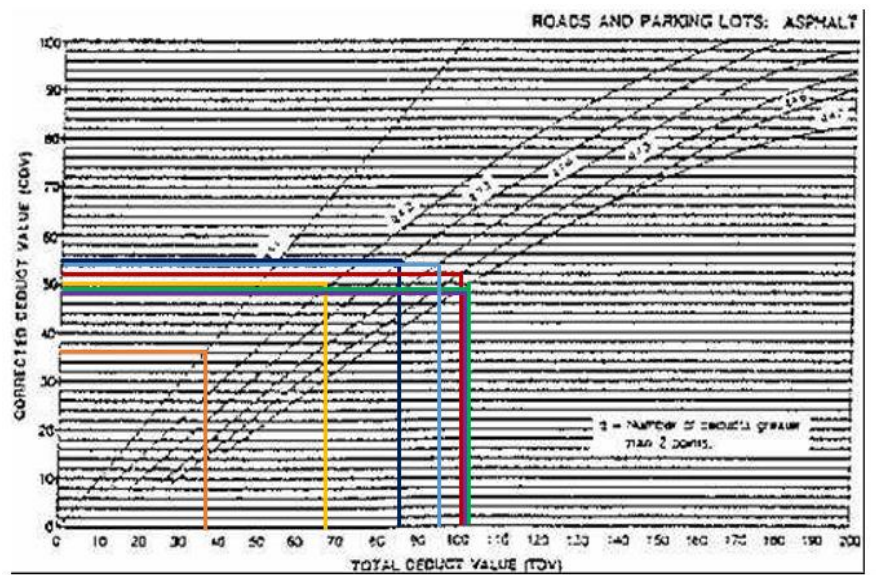
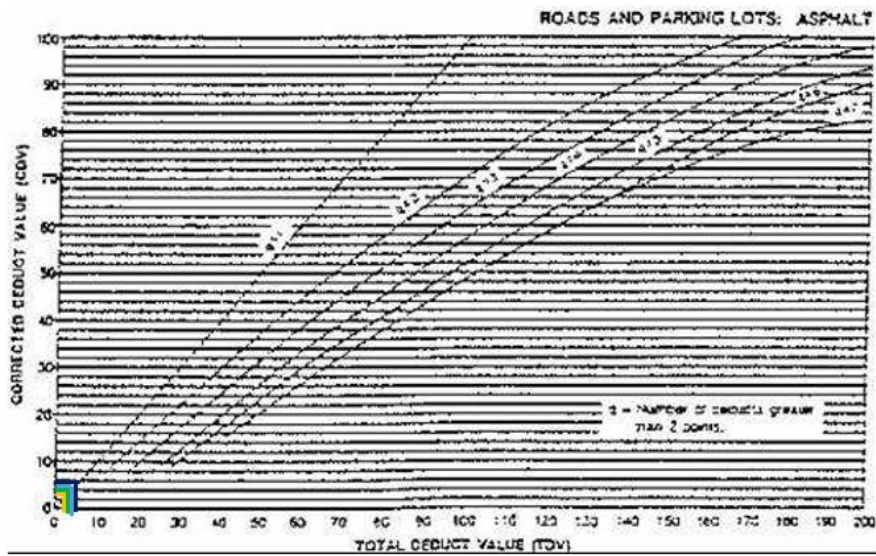
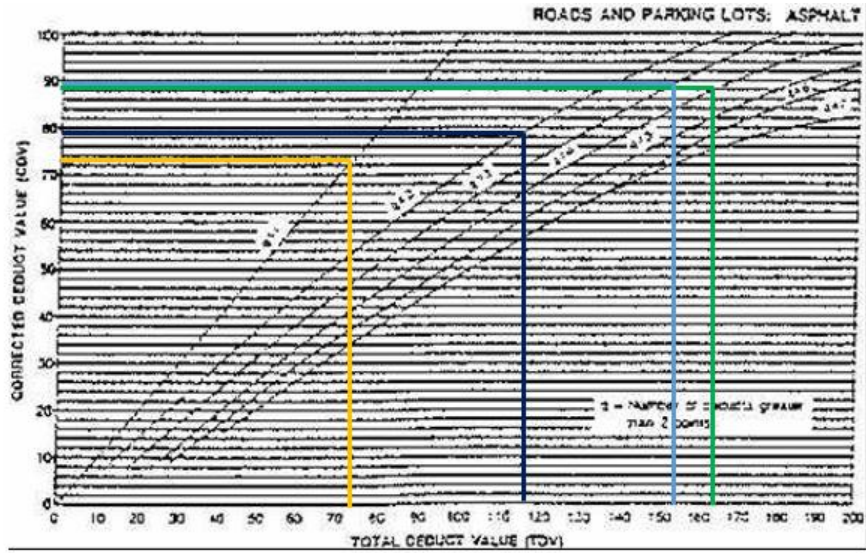
Distress Density - Percent



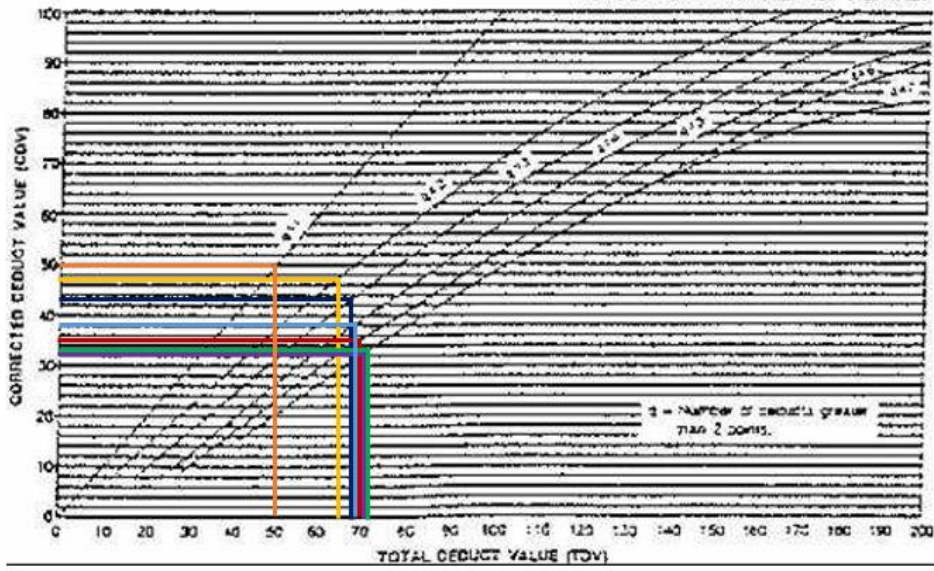


ANEXO 5: CURVAS DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO







ROADS AND PARKING LOTS: ASPHALT



ANEXO 6 : HOJA DE REGISTRO UTILIZANDO VANT

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO UTILIZANDO VANT														
SECCIÓN		PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO				 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				
00+000 KM a 01+000 KM		km 00+000				01								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL				ÁREA DE MUESTREO								
CALZADA		km 00+040				248 m ²								
INSPECCIONADO POR						FECHA								
MAYORCA NINO JHONATAN MARTIN						30-Jun-21								
DANOS														
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Huecos						
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía férrea						
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril / berma				15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento						
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Grieta parabólica (slippage)						
6. Depresión				12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento						
								19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	L	17.88										17.88	7.21	29.00
1	M	10.15										10.15	4.09	34.00
8	M	0.91										0.91	0.37	2.00
11	L	5.68	6.70	12.81								25.19	10.16	15.00
11	M	3.07	55.57									58.64	23.65	42.00
13	L	0.11	0.91									1.02	0.41	18.00
13	M	3.85	3.27									7.12	2.87	50.00
19	L	33.91										33.91	13.67	10.00
19	M	13.36	6.31									19.67	7.93	16.00
19	H	6.67										6.67	2.69	25.00
														

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO UTILIZANDO VANT

SECCIÓN

00+000 KM a 01+000 KM

PROGRESIVA INICIAL

km 00+120

UNIDAD DE MUESTREO

04

CARRIL

CALZADA

PROGRESIVA FINAL

km 00+160

ÁREA DE MUESTREO

248 m²

INSPECCIONADO POR

MAYORCA NIÑO JHONATAN MARTÍN

FECHA

30-Jun-21

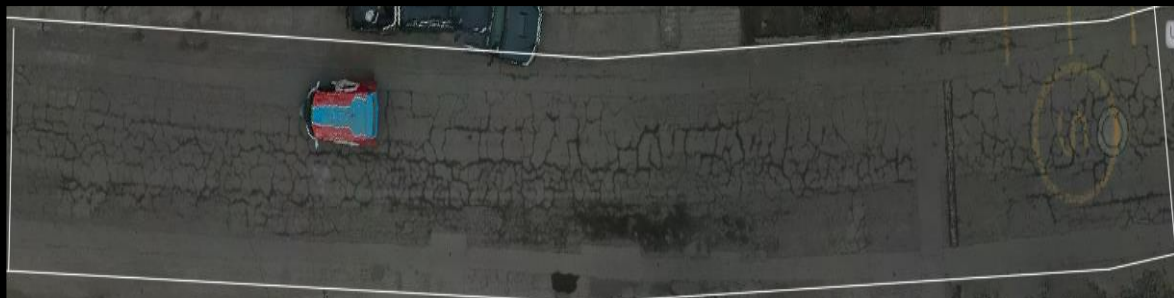


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DAÑOS

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

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
		1	11	11	19	19						
1	L	58.66	24.50							83.16	33.53	59.00
11	L	32.06	2.93							34.99	14.11	20.00
11	M	0.90								0.90	0.36	5.00
19	M	33.34	18.35							51.69	20.84	26.00
19	H	27.85								27.85	11.23	43.00



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO UTILIZANDO VANT

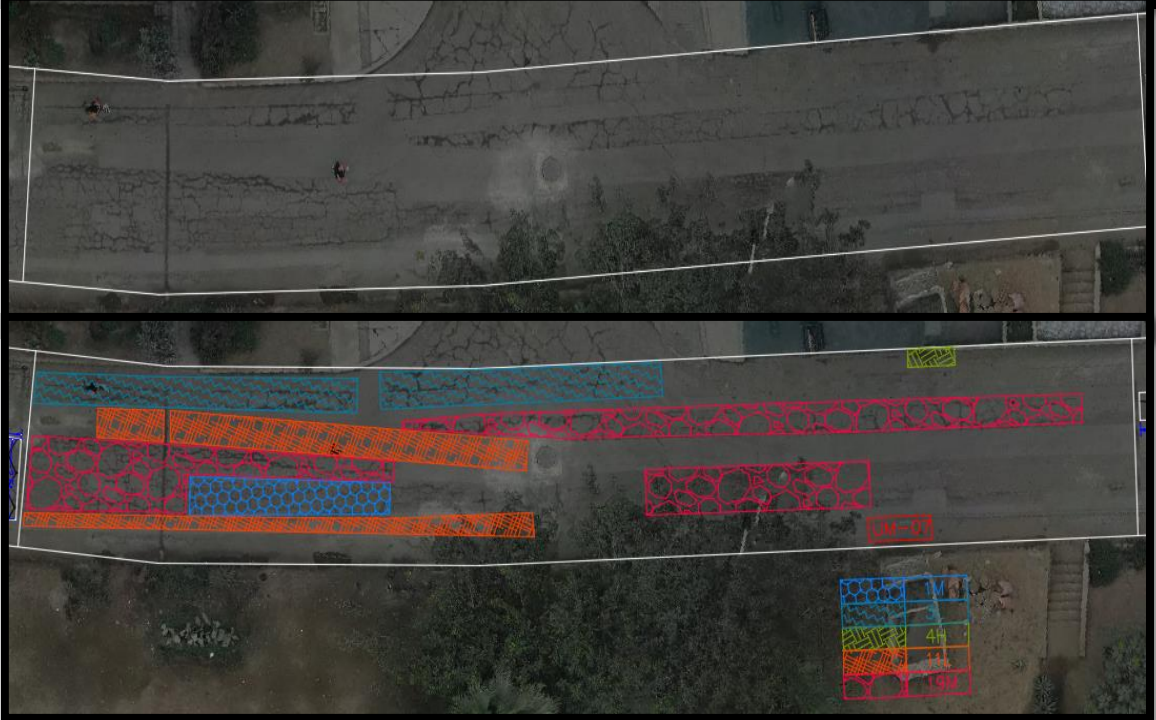
SECCIÓN 00+000 KM a 01+000 KM	PROGRESIVA INICIAL km 00+240	UNIDAD DE MUESTREO 07
CARRIL CALZADA	PROGRESIVA FINAL km 00+280	ÁREA DE MUESTREO 248 m ²
INSPECCIONADO POR MAYORCA NIÑO JHONATAN MARTIN		FECHA 30-Jun-21



DANOS

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

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	M	5.08								5.08	2.05	28.00
3	L	14.75								14.75	5.95	6.00
4	H	0.97								0.97	0.39	20.00
11	L	5.78	15.97							21.75	8.77	14.00
19	M	51.89								51.89	20.92	25.00



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO UTILIZANDO VANT

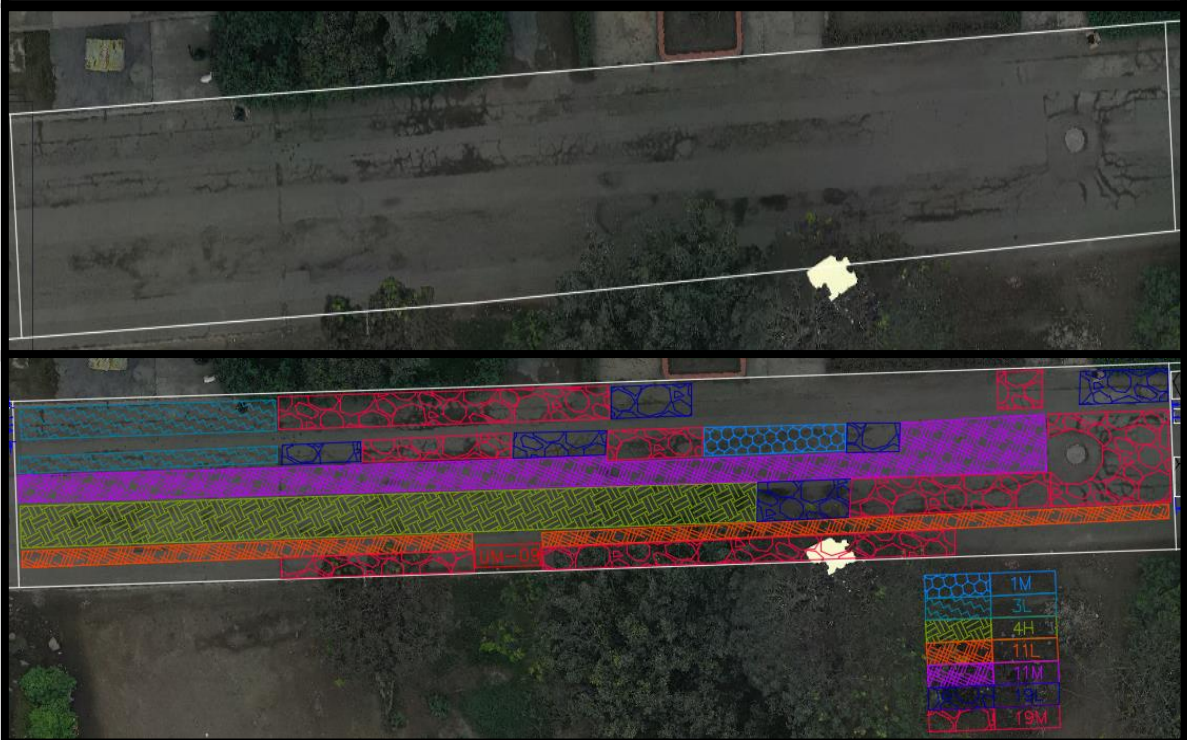
SECCIÓN 00+000 KM a 01+000 KM	PROGRESIVA INICIAL km 00+320	UNIDAD DE MUESTREO 09
CARRIL CALZADA	PROGRESIVA FINAL km 00+360	ÁREA DE MUESTREO 248 m ²
INSPECCIONADO POR MAYORCA NIÑO JHONATAN MARTIN		FECHA 30-Jun-21



DANOS

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

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11
1	M	4.70											4.70	1.90	27.00
3	L	11.30											11.30	4.56	5.00
4	M	34.05											34.05	13.73	44.00
11	L	18.41											18.41	7.42	12.00
11	M	15.25											15.25	6.15	23.00
19	L	20.06											20.06	8.09	5.00
19	M	52.04	3.26										55.30	22.30	25.00



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO UTILIZANDO VANT

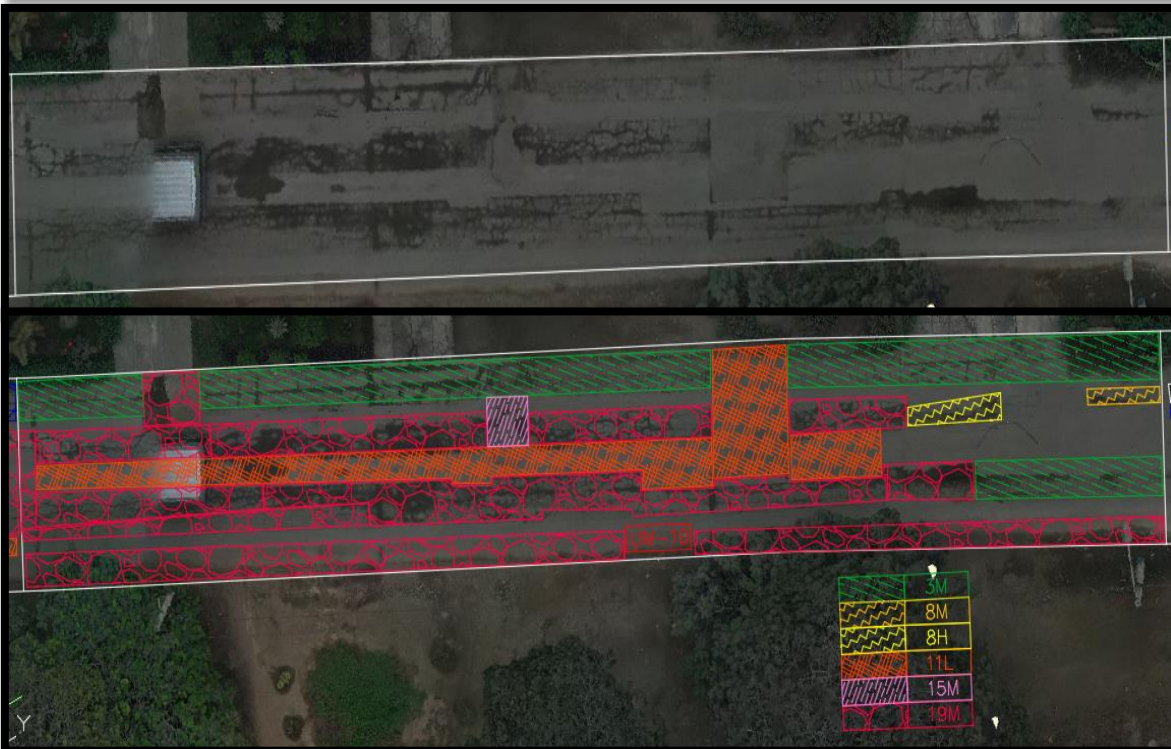
SECCIÓN 00+000 KM a 01+000 KM	PROGRESIVA INICIAL km 00+360	UNIDAD DE MUESTREO 10
CARRIL CALZADA	PROGRESIVA FINAL km 00+400	ÁREA DE MUESTREO 248 m ²
INSPECCIONADO POR MAYORCA NIÑO JHONATAN MARTÍN		FECHA 30-Jun-21



DANOS

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

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
3	M	48.08								48.08	19.39	22.00
8	M	0.25								0.25	0.10	1.00
8	H	0.60								0.60	0.24	2.00
11	L	16.03	18.45							34.48	13.90	33.00
15	M	2.20								2.20	0.89	18.00
19	M	126.45								126.45	50.99	35.00



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO UTILIZANDO VANT

SECCIÓN 00+000 KM a 01+000 KM	PROGRESIVA INICIAL km 00+480	UNIDAD DE MUESTREO 13
CARRIL CALZADA	PROGRESIVA FINAL km 00+520	ÁREA DE MUESTREO 248 m ²
INSPECCIONADO POR MAYORCA NIÑO JHONATAN MARTÍN		FECHA 30-Jun-21



DAÑOS

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

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
		1	2	3	4	5	6	7	8			
8	M	0.15								0.15	0.06	1.00
11	L	11.23	46.25	14.90						72.38	29.19	27.00
19	L	48.08								48.08	19.39	8.00
19	M	48.05	26.27	14.85						89.17	35.96	30.00



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO UTILIZANDO VANT

SECCIÓN

00+000 KM a 01+000 KM

PROGRESIVA INICIAL

km 00+600

UNIDAD DE MUESTREO

16

CARRIL

CALZADA

PROGRESIVA FINAL

km 00+640

ÁREA DE MUESTREO

248 m²

INSPECCIONADO POR

MAYORCA NIÑO JHONATAN MARTIN

FECHA

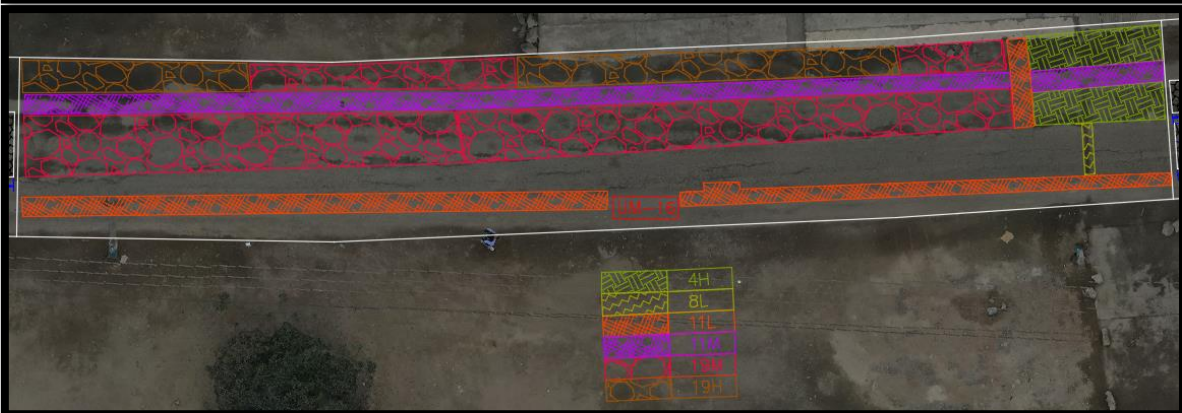
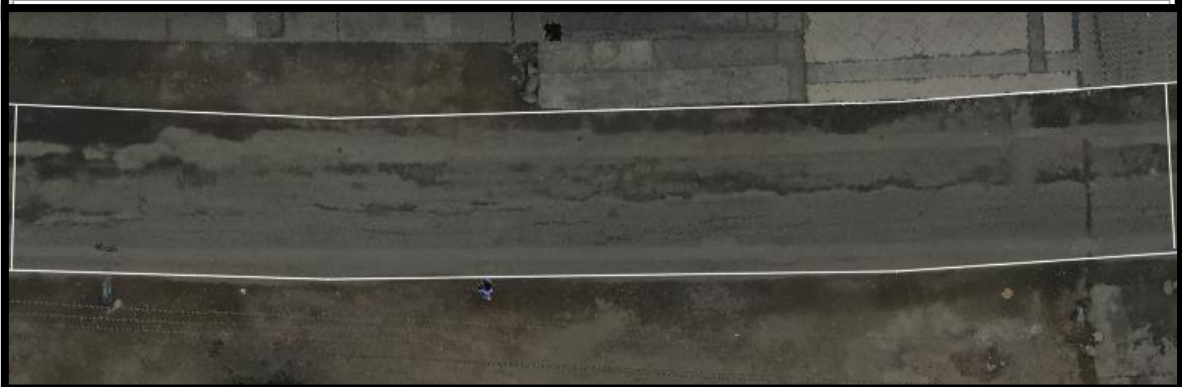
30-Jun-21



DANOS

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

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
4	H	9.20										9.20	3.71	70.00
8	L	0.60										0.60	0.24	1.00
11	L	16.03	3.02	2.45								21.50	8.67	15.00
11	M	9.65	11.10									20.75	8.37	45.00
19	M	70.25										70.25	28.33	38.00
19	H	17.90										17.90	7.22	45.00



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO UTILIZANDO VANT

SECCIÓN

00+000 KM a 01+000 KM

PROGRESIVA INICIAL

km 00+720

UNIDAD DE MUESTREO

19

CARRIL

CALZADA

PROGRESIVA FINAL

km 00+760

ÁREA DE MUESTREO

248 m²

INSPECCIONADO POR

MAYORCA NIÑO JHONATAN MARTIN

FECHA

30-Jun-21



DAÑOS

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

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
19	L	8.05	6.05							14.10	5.69	4.00



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO UTILIZANDO VANT

SECCIÓN

00+000 KM a 01+000 KM

PROGRESIVA INICIAL

km 00+840

UNIDAD DE MUESTREO

22

CARRIL

CALZADA

PROGRESIVA FINAL

km 00+880

ÁREA DE MUESTREO

 248 m²
INSPECCIONADO POR

MAYORCA NIÑO JHONATAN MARTIN

FECHA

30-Jun-21

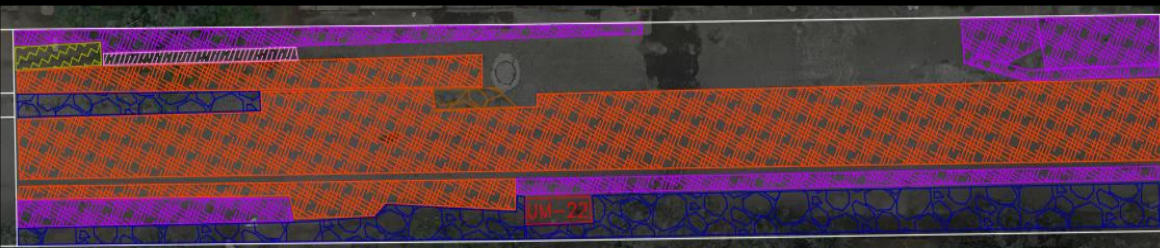


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DANOS

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

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11
8	L	0.27											0.27	0.11	1.00
11	L	59.25	47.92										107.17	43.21	30.00
11	M	36.05											36.05	14.54	34.00
15	M	2.45											2.45	0.99	19.00
19	L	36.75											36.75	14.82	7.00
19	H	1.15											1.15	0.46	12.00



8L
11L
11M
15M
19L
19H

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO UTILIZANDO VANT

SECCIÓN

00+000 KM a 01+000 KM

PROGRESIVA INICIAL

km 00+960

UNIDAD DE MUESTREO

25

CARRIL

CALZADA

PROGRESIVA FINAL

km 01+000

ÁREA DE MUESTREO

248 m²

INSPECCIONADO POR

MAYORCA NIÑO JHONATAN MARTÍN

FECHA

30-Jun-21



DAÑOS

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

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	L	52.10	47.95							100.05	40.34	30.00
11	M	16.05								16.05	6.47	25.00
19	L	16.05	61.25							77.30	31.17	10.00
19	M	2.67	12.05							14.72	5.94	15.00



ANEXO 7: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Análisis comparativo de fallas en pavimento flexible y Método PCI usando VANT

"Análisis Comparativo de fallas en pavimento flexible mediante el Método PCI usando VANT, Av. Tupac Amaru – Carabayllo - Lima2021

Parte A: Datos generales

Tesista: Mayorca Niño Jhonatan Martin

Fecha: Lima, 19 Julio 2021

VARIABLE INDEPENDIENTE: Método PCI usando VANT

	Planeamiento
	Procesamiento de imágenes
	Calculo del PCI

Tesis: Jorge, C. (2018). Evaluación superficial de vías urbanas empleando VANT

VARIABLE DEPENDIENTE: Análisis comparativo de fallas en pavimento flexible

	Tipos de fallas
	Cantidad de fallas
	Nivel de severidad

Tesis: Gonzales, U (2019). Drones aplicaciones en ingeniería civil y geociencias.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Inoñan Lontop

Nombres: Juan Prospero


Título: Ingeniero Civil

Grado: Titulado

N° Reg. CIP: 75505

Observaciones:
.....

Firma / CIP


.....
Juan Prospero Inoñan Lontop
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 75505

Apellidos: Caycho Palomino

Nombres: Alejandro Ricardo


Título: Ingeniero Civil

Grado: Titulado

N° Reg. CIP: 175043

Observaciones:
.....

Firma / CIP


.....
ALEJANDRO RICARDO
CAYCHO PALOMINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 175043

Apellidos: Caballero Claudio

Nombres: Santos Pablo


Título: Ingeniero Civil

Grado: Titulado

N° Reg. CIP: 95634

Observaciones:
.....

Firma / CIP


.....
SANTOS PABLO
CABALLERO CLAUDIO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 95634

ANEXO 8: CONTRATO DE ALQUILER DEL VANT

INNOTECPERU



INNOVACION TECNOLOGICA PERU S.A.C.

ESTUDIO Y CONSULTORIA DE INGENIERIA, CONSTRUCCION
DE EDIFICIOS COMPLETOS, ALQUILER, VENTA POR MAYOR Y
MENOR DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS.

INNOTECPERU



CONTRATO N°011-2021-INNOTECP/SLLA-GG.

CONTRATO PRIVADO DE SERVICIOS DE LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRIA CON DRON MAVIC 2 PRO

INNOVACION TECNOLOGICA PERU S.A.C.
RUC 20451823630

Susy Lactahuaman Astoray
GERENTE GENERAL

Conste por el presente documento el **Contrato privado de servicios de levantamiento fotogrametría con dron mavic 2 pro en la localidad del distrito de Carabaylo-provincia de Lima departamento Lima**, que celebran de una parte el Sr. Mayorca Niño Jhonatan Martin, con DNI N° 72406506 y domicilio en la Av. Tupac Amaru 401 Urb. Santa Isabel Carabaylo, en adelante **EL CLIENTE**; y de la otra parte **Innovación Tecnológica Perú SAC**, con RUC N°20451823630, con domicilio en la Av. Independencia Mza. G Lote 14 Distrito de Ayacucho Provincia Huamanga Departamento Ayacucho, debidamente representada por la Sra. Susy Lactahuaman Astoray identificado con DNI 28298037, a quien en adelante se le denominará **LA EMPRESA**, en los términos y condiciones siguientes:

CLAUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES

- 1.1 En virtud del Contrato se le han encargado la actividad al **Ciente**, dentro de las cuales están previstas como prestaciones de cargo de La **Empresa** ejecutar los servicios de **Contrato privado de servicios de levantamiento fotogrametría con dron mavic 2 pro en la localidad del distrito de Carabaylo-provincia de Lima departamento Lima** Los trabajos a realizar son los siguientes:
- Topográfico (fotogrametría)
 - Curvas de nivel MDE
- 1.2 Dichos ítems deben ser ejecutados de acuerdo al presente contrato, cumpliendo estrictamente con los términos, contenido y condiciones de las bases, a satisfacción del **EL CLIENTE**.
- 1.3 **EL CLIENTE** ha proporcionado a **La Empresa**, para su estudio y evaluación, toda la información necesaria para la prestación de **EL SERVICIO**. Por lo que, **La Empresa** luego de haber analizado y estudiado la referida información, declara que cuenta con la capacidad técnica, económica y financiera, experiencia, personal propio calificado, maquinaria y equipos adecuados, para la prestación de **EL SERVICIO** de conformidad con lo señalado en ese documento.
- 1.4 **LA EMPRESA** declara que: (i) se encuentra calificado para realizar **EL SERVICIO**; (ii) cuenta con la experiencia y pericia suficiente, los recursos necesarios y el personal calificado para la ejecución de **DEL SERVICIO**; (iii) su propuesta técnica económica se ajusta a las condiciones y características propias del lugar de ejecución de **EL SERVICIO**, el mismo que declara haber inspeccionado; (iv) cuenta con la capacidad financiera suficiente para ejecutar cabalmente **EL SERVICIO**; y, (v) se encuentra al día en todas sus obligaciones.

CLAUSULA SEGUNDA: OBJETO

- 2.1 Considerando los antecedentes previstos en la cláusula precedente, **EL CLIENTE** contrata a **LA EMPRESA** y éste se obliga a ejecutar los trabajos necesarios para cumplir de manera total, completa y correcta con **EL SERVICIO** para los cuales ha sido contratado.

URBANIZACIÓN LAS VIOLETAS MZ: "Z" LOTE 9 SAN JUAN DE LURIGANCHO-LIMA
MOVISTAR: 966559902 RPM: #0199902
SUCURSAL ABANCA Y - APURIMAC: JR CUSCO 546 / - FIJO: 083324714
SUCURSAL HUAMANGA - AYACUCHO AV. INDEPENDENCIA Mz: "G" Lote: 16 / RPM: #942652251 FIJO: 066327862
CORREO: innotecpe@gmail.com

**CLAUSULA TERCERA: FORMA DE PAGO:**

3.1. La forma de pago de LOS SERVICIOS, se realizará de la siguiente manera:

EL monto pactado por el servicio es la suma de S/ 1,500.00 nuevos soles, el cliente asumirá todos los gastos del personal.

- a. Pago Anticipado del 50% a la firma del contrato.
- b. Segundo pago del 50% será al entregar de Fotogrametría y curvas de nivel.

LA EMPRESA, entregará a **EL CLIENTE** el avance de **LOS SERVICIOS**, incluyendo un resumen del mismo, el cual permitirá a **EL CLIENTE** manifestar su conformidad del avance con el Cronograma de Ejecución.

EL CLIENTE hará cualquier observación que tuviese a la misma, dentro de los tres (3) días siguientes a su presentación; en caso de no haberlas, dará su conformidad.

- 3.2. Luego de dar su conformidad al avance de **LOS SERVICIOS**, **LA EMPRESA** presentará a **EL CLIENTE** en sus oficinas, EL respectivo Comprobante con de acuerdo a la Ley y Reglamentos de Comprobantes de pago.
- 3.3. Asimismo y sin perjuicio de otras obligaciones derivadas del presente contrato, previo al pago final y como requisito para el mismo, **LA EMPRESA** deberá entregar a **EL CLIENTE**, debidamente firmado por su representante legal, el FINIQUITO de contrato, legalizado notarialmente y según formato que proporcione **EL CLIENTE**.

CLAUSULA CUARTA: VIGENCIA / PLAZO REFERENCIAL Y CRONOGRAMA DE EJECUCION

- 4.1 El presente contrato se encuentra vigente desde su suscripción, hasta la entrega de **LOS SERVICIOS** ejecutados a satisfacción de **EL CLIENTE** y **LA EMPRESA** y la aprobación de la respectiva liquidación de este contrato.
- 4.2 Sin perjuicio de lo previsto en el párrafo precedente, las partes acuerdan que **LOS SERVICIOS** se realizarán en un plazo de 06 días calendarios hábiles. Conformidad con lo previsto en el "Cronograma de Ejecución". En consecuencia la fecha de inicio del servicio es el 29 de Junio de 2021, siendo la fecha de término el 29 de Junio del 2021.
- 4.3 El plazo previsto en el "Cronograma de Ejecución" **incluye** el plazo de movilización de los **EQUIPOS** y comenzará a computarse desde el día de emisión de la Orden de Proceder por parte de **EL CLIENTE**.

CLAUSULA QUINTA: ENTREGA DE LOS SERVICIOS Y LIQUIDACION FINAL DE CONTRATO

- 5.1 En la fecha de entrega de **EL SERVICIO** ejecutado, **LA EMPRESA** y **EL CLIENTE** levantarán un acta por escrito y en duplicado, la cual será suscrita por personas facultadas especialmente para dicho acto. En la referida acta se dejara constancia al detalle de la verificación de las partes de lo ejecutado por **LA EMPRESA**, el plazo transcurrido, y la conformidad respecto de lo señalado en el contrato con **EL CLIENTE** y las condiciones del presente subcontrato, así como de las observaciones que podrían formularse y plazo de subsanación de las mismas, sin perjuicio de posteriores observaciones de **EL CLIENTE**, las cuales, en los términos pactados en este contrato, serán trasladadas a **EL CLIENTE**, para su absolución.
- 5.2 El plazo requerido por **EL CLIENTE** para el levantamiento de las observaciones no



se encuentra incluido dentro del plazo contractual, por lo tanto son de cargo de **EL CLIENTE** todos los costos que involucre el levantamiento de las observaciones computados hasta la fecha de recepción final de **EL SERVICIO**.

- 5.3 La recepción final de **EL SERVICIO** se llevará a cabo una vez subsanadas todas las observaciones y con la conformidad de **EL CLIENTE**.
- 5.4 Los entregables e Informe Final, deberán ser presentados en versión impresa y medio digital en archivos nativos
- 5.5 Luego de la recepción final de **EL SERVICIO** y en un plazo no mayor de dos (2) días hábiles, **EL CLIENTE** formulará la respectiva liquidación del contrato, la cual, una vez presentada por escrito y documentadamente a **EL CLIENTE**, será sometida a revisión y en su caso, aprobada.

CLAUSULA SEXTA: OBLIGACIONES DE LA EMPRESA

Además de las obligaciones específicamente establecidas en el presente contrato, **LA EMPRESA** deberá:

- 6.1 Ejecutar el presente contrato de forma diligente y profesional con sus equipos, personal y recursos, en concordancia con lo requerido.
- 6.2 Planificar y programar, en coordinación con **EL CLIENTE** la prestación de **EL SERVICIO**.
- 6.3 Otorgar obligatoriamente a sus trabajadores, a su costo, y bajo su responsabilidad, todos los implementos de seguridad necesarios para la ejecución del presente contrato, tales como: cascos, zapatos de seguridad, guantes, lentes de seguridad, chalecos reflectivos, etc., de acuerdo a las normas de seguridad exigidas por la Leyes Laborales vigentes.
- 6.4 Ejecutar el presente contrato, mediante personal calificado, de su exclusiva y total dependencia de acuerdo a la Legislación Laboral vigente, relevando de todo tipo de responsabilidad laboral a **EL CLIENTE** y respondiendo ante ella, por el cumplimiento de tales obligaciones.
- 6.5 **LA EMPRESA**, empleará mano de obra calificada y asumirá todos los gastos por concepto de remuneraciones al operador.
- 6.6 Liberar y dejar indemne a **EL CLIENTE** y **LA EMPRESA** de cualquier reclamo arbitral, judicial o extrajudicial efectuado por cualquiera de la persona que **LA EMPRESA** tiene a su cargo, dado que no existe vínculo laboral entre **EL CLIENTE** y el trabajador de **LA EMPRESA**, asumiendo todos los gastos y costos que tales reclamos generen.
- 6.7 Almacenar y vigilar los materiales, equipos e instrumentos de su propiedad en el lugar de ejecución de **DEL SERVICIO**.
- 6.8 Cualquier comunicación o coordinación con **EL CLIENTE**, obligatoriamente deberá ser canalizada a través de **LA EMPRESA**, debiendo ésta tramitarla en el menor plazo posible.
- 6.9 **EL CLIENTE** se obliga a obtener y mantener vigente durante la duración del presente contrato, todas las autorizaciones, registros, licencias, permisos, etc. que sean

URBANIZACIÓN LAS VIOLETAS MZ: "Z" LOTE 9 SAN JUAN DE LURIGANCHO-LIMA

MOVISTAR: 966559902 RPM: #0199902

SUCURSAL ABANCAY - APURIMAC: JR CUSCO 546 / - FIJO: 083324714

SUCURSAL HUAMANGA - AYACUCHO AV. INDEPENDENCIA Mz: "G" Lote: 16 / RPM: #942652251 FIJO: 066327862

CORREO: innotecpe@gmail.com

INNOVACION TECNOLOGICA PERU S.A.C.
RUC 20457829830
Susy Llaactahuamán Astoray
GERENTE GENERAL

INNOTECPERU



INNOVACION TECNOLOGICA PERU S.A.C.

ESTUDIO Y CONSULTORIA DE INGENIERIA, CONSTRUCCION
DE EDIFICIOS COMPLETOS, ALQUILER, VENTA POR MAYOR Y
MENOR DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS.

INNOTECPERU



exigibles de acuerdo a la legislación peruana aplicable según la naturaleza del subcontrato.

6.10 **LA EMPRESA** en caso de superar los 40 días hábiles se procederá a la devolución al **CLIENTE** del 50% del monto pactado.

CLAUSULA SEPTIMA: OBLIGACIONES DE EL CLIENTE

Además de las obligaciones específicamente establecidas en el presente contrato, **EL CLIENTE** deberá:

- 7.1 Pagar conforme a lo pactado en el presente contrato y asumirá todos los gastos que concierne al personal y al topógrafo.
- 7.2 Autorizar por escrito el inicio de la ejecución de **EL SERVICIO**, mediante la Orden de Proceder.
- 7.3 Dar a conocer a **LA EMPRESA** cualquier modificación que sufra el contrato.
- 7.4 Suministrar oportunamente cualquier información que necesite **LA EMPRESA** para ejecutar el objeto de este subcontrato.
- 7.5 **EL CLIENTE** será responsable de proporcionar toda la información necesaria que corresponda a **LA EMPRESA** para la ejecución de **EL SERVICIO**.
- 7.6 Los gastos y cualquier costo directo o indirecto relacionado con los Viáticos, el transporte, movilización y desmovilización del personal, equipos y materiales de **LA EMPRESA** requeridos para la ejecución de **EL SERVICIO**, serán por cuenta del **CLIENTE**.

CLÁUSULA OCTAVA: INFORMACION CONFIDENCIAL

LA EMPRESA reconoce que, en la ejecución de los servicios para las cuales ha sido contratada, podrá tener acceso voluntaria o involuntariamente, a información exclusiva/o confidencial de **EL CLIENTE**. Por lo que la **EMPRESA**, se compromete a cumplir y respetar las políticas de confidencialidad de **EL CLIENTE**.

Suscrito por las partes en dos ejemplares idénticos en la ciudad de Ayacucho, a los 24 días, del mes de Junio del 2021.

INNOVACION TECNOLOGICA PERU S.A.C.
RUC: 20451823830

Susy Lactahuamán Asesor
GERENTE GENERAL

LA EMPRESA



EL CLIENTE

ANEXO 8: PANEL FOTOGRÁFICO



