



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA – 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Bach. Jhanely Esther Cubas Fernandez

Asesor:

Ing. Marko Anibal Torres Flores

Lima - Perú

2021

## DEDICATORIA

A mis padres, Danny y Jaime, por ser el pilar fundamental en mi formación personal y académica.

A mis hermanos, Meylin y Alexis, por su motivación y amor.

A mis abuelitas, Adela y Clariza, por su cariño y apoyo.

A mi abuelito Miguel, un beso al cielo.

A todas aquellas personas que contribuyeron para culminar esta etapa académica.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme salud, fuerzas y una vida llena de aprendizajes.

A mis padres y hermanos, por su esfuerzo, apoyo y motivación en todo este largo camino.

A mis amigos, Bryan y Vladimir, por su apoyo incondicional.

A mi asesor de tesis, por su guía en el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Privada del Norte y a los docentes que formaron parte de mi formación  
académica.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Antecedentes .....	13
1.3. Justificación.....	18
1.4. Bases Teóricas.....	19
1.5. Definiciones de Términos .....	76
1.6. Formulación del problema .....	80
1.7. Objetivos .....	81
1.8. Hipótesis.....	82
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>83</b>
2.1. Tipo de investigación .....	83
2.2. Población y muestra .....	84
2.3. Operacionalización de variables.....	88
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección .....	89
2.5. Procedimiento de tratamiento y análisis de datos .....	96
2.6. Aspectos éticos.....	97
2.7. Métodos.....	98
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>126</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>150</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>154</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>160</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Rango y clasificación del estado superficial del pavimento .....	19
Tabla 2	Tipos de fallas en el pavimento flexible .....	20
Tabla 3	Niveles de Severidad de una falla .....	21
Tabla 4	Niveles de Severidad de la falla Piel de Cocodrilo .....	22
Tabla 5	Opciones de reparación de la falla Piel de Cocodrilo .....	22
Tabla 6	Nivel de Severidad de la falla Exudación .....	25
Tabla 7	Opciones de reparación de la falla Exudación .....	25
Tabla 8	Nivel de severidad de la falla Agrietamiento en bloque .....	28
Tabla 9	Opciones de reparación de la falla Agrietamiento en bloque .....	28
Tabla 10	Nivel de severidad de la falla Abultamientos y Hundimientos.....	31
Tabla 11	Opciones de reparación de la falla Abultamientos y Hundimientos .....	31
Tabla 12	Nivel de severidad de la falla Corrugación.....	34
Tabla 13	Opciones de reparación de la falla Corrugación .....	34
Tabla 14	Nivel de severidad de la falla Depresión .....	37
Tabla 15	Opciones de reparación de la falla Depresión.....	37
Tabla 16	Nivel de severidad de la falla Grieta de Borde .....	39
Tabla 17	Opciones de reparación de la falla Grieta de Borde.....	39
Tabla 18	Nivel de severidad de la falla Grieta de reflexión de junta .....	42
Tabla 19	Opciones de reparación de la falla Grieta de reflexión de junta .....	42
Tabla 20	Nivel de severidad de la falla Desnivel carril o berma .....	45
Tabla 21	Opciones de reparación de la falla Desnivel carril o berma.....	45
Tabla 22	Nivel de severidad de la falla Grietas Longitudinales y Transversales .....	47
Tabla 23	Opciones de reparación de la falla Grietas Longitudinales y Transversales.....	48
Tabla 24	Nivel de severidad de la falla Parchados y acometidas de servicios públicos .....	50
Tabla 25	Opciones de reparación de la falla Parchados y acometidas de servicios públicos .....	50
Tabla 26	Opciones de reparación de la falla Pulimiento de agregados.....	53
Tabla 27	Nivel de severidad de la falla Huecos .....	54
Tabla 28	Opciones de reparación de la falla Huecos .....	54
Tabla 29	Nivel de severidad de la falla Cruce de Vías Férrea .....	57
Tabla 30	Opciones de reparación de la falla Cruce de Vías Férrea .....	57
Tabla 31	Nivel de severidad de la falla Ahuellamiento .....	59
Tabla 32	Opciones de reparación de la falla Ahuellamiento .....	60
Tabla 33	Nivel de severidad de la falla Desplazamiento .....	62
Tabla 34	Opciones de reparación de la falla Desplazamiento .....	62
Tabla 35	Nivel de severidad de la falla Grietas Parabólicas o por Deslizamiento.....	65
Tabla 36	Opciones de reparación de la falla Grietas Parabólicas o por Deslizamiento .....	65
Tabla 37	Nivel de severidad de la falla Hinchamiento .....	68
Tabla 38	Opciones de reparación de la falla Hinchamiento .....	68
Tabla 39	Nivel de severidad de la falla Meteorización/Desprendimiento de agregados .....	70
Tabla 40	Opciones de reparación de la falla Meteorización/Desprendimiento de agregados.....	70
Tabla 41	Ventaja y desventaja del VANT de ala fija.....	73
Tabla 42	Ventaja y desventaja del VANT de ala rotatoria .....	75
Tabla 43	Longitudes de unidades de muestras asfálticas según el ancho de calzada .....	86
Tabla 44	Características de las Unidades de Muestra.....	87
Tabla 45	Operacionalización de variables .....	88

Tabla 46 Equipos, herramientas y materiales utilizadas para la recolección de datos.....	90
Tabla 47 Características del Drone DJI Phantom PRO V2.0.....	92
Tabla 48 Tipos de falla y metrado obtenido por el Método PCI Convencional.....	126
Tabla 49 Cantidad de fallas según el nivel de severidad por el Método PCI convencional .....	127
Tabla 50 Número PCI obtenido en cada unidad de muestra por el Método PCI Convencional .....	129
Tabla 51 Cantidad de UM por cada clasificación según número PCI, método convencional .....	130
Tabla 52 Metrado de fallas en cada unidad de muestra según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0.....	132
Tabla 53 Cantidad de fallas según el nivel de severidad según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0.....	133
Tabla 54 Número PCI obtenido en cada unidad de muestra según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0.....	135
Tabla 55 Cantidad de UM por cada clasificación según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0.....	136
Tabla 56 Diferencia en valor absoluto del PCI por el Método convencional y usando un dron.....	138
Tabla 57 Clasificación del estado superficial por el Método PCI in convencional y usando un dron.....	139
Tabla 58 Tiempo requerido para las evaluaciones en campo .....	141
Tabla 59 Tiempo requerido para las evaluaciones en gabinete.....	141
Tabla 60 Tiempo requerido para las evaluaciones en trabajo en campo y gabinete .....	142
Tabla 61 Reducción de tiempo usando un dron con respecto al método convencional.....	142
Tabla 62 Costo horario del Odómetro.....	143
Tabla 63 Costo horario del Nivel de mano .....	144
Tabla 64 Costo horario de la wincha .....	145
Tabla 65 Costo total de los materiales utilizados en el método convencional.....	146
Tabla 66 Costo unitario del personal evaluador.....	146
Tabla 67 Costo total de la evaluación convencional.....	146
Tabla 68 Costo horario del dron DJI Phantom 4 PRO V2.0.....	147
Tabla 69 Costo horario del iPad 5 min .....	148
Tabla 70 Costo total de la evaluación con un dron.....	149
Tabla 71 Comparación de costos .....	149

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Falla por piel de cocodrilo de severidad baja .....	23
Figura 2	Falla por piel de cocodrilo de severidad media .....	23
Figura 3	Falla por piel de cocodrilo de severidad alta .....	24
Figura 4	Falla por exudación de severidad baja.....	26
Figura 5	Falla por exudación de severidad media.....	26
Figura 6	Falla por exudación de severidad alta.....	27
Figura 7	Falla por agrietamiento en bloque de severidad baja.....	29
Figura 8	Falla por agrietamiento en bloque de severidad media. ....	29
Figura 9	Falla por agrietamiento en bloque de severidad alta .....	30
Figura 10	Falla por abultamientos y hundimientos de severidad baja. ....	32
Figura 11	Falla por abultamientos y hundimientos de severidad media .....	32
Figura 12	Falla por abultamientos y hundimientos de severidad alta .....	33
Figura 13	Falla por corrugación de severidad baja. ....	35
Figura 14	Falla por corrugación de severidad media .....	35
Figura 15	Falla por corrugación de severidad alta .....	36
Figura 16	Falla por depresión de severidad baja.....	37
Figura 17	Falla por depresión de severidad media.....	38
Figura 18	Falla por depresión de severidad alta .....	38
Figura 19	Falla por grieta de borde de severidad baja .....	40
Figura 20	Falla por grieta de borde de severidad media .....	40
Figura 21	Falla por grieta de borde de severidad alta .....	41
Figura 22	Falla por grieta de reflexión de severidad baja .....	43
Figura 23	Falla por grieta de reflexión de severidad media.....	43
Figura 24	Falla por grieta de reflexión de severidad alta .....	44
Figura 25	Falla por desnivel carril o berma de severidad baja.....	45
Figura 26	Falla por desnivel carril o berma de severidad media .....	46
Figura 27	Falla por desnivel carril o berma de severidad alta .....	46
Figura 28	Falla por grietas longitudinales y transversales de severidad baja .....	48
Figura 29	Falla por grietas longitudinales y transversales de severidad media .....	49
Figura 30	Falla por grietas longitudinales y transversales de severidad alta .....	49
Figura 31	Falla por parchado y acometidas de servicios públicos de severidad baja .....	51
Figura 32	Falla por parchado y acometidas de servicios públicos de severidad media .....	51
Figura 33	Falla por parchado y acometidas de servicios públicos de severidad alta .....	52
Figura 34	Falla por pulimiento de agregados.....	53
Figura 35	Falla por huecos de severidad baja .....	55
Figura 36	Falla por huecos de severidad media .....	55
Figura 37	Falla por huecos de severidad alta.....	56
Figura 38	Falla por cruce de vía férrea de severidad baja.....	58
Figura 39	Falla por cruce de vía férrea de severidad media .....	58
Figura 40	Falla por cruce de vía férrea de severidad alta .....	59
Figura 41	Falla por ahuellamiento de severidad baja.....	60
Figura 42	Falla por ahuellamiento de severidad media .....	61
Figura 43	Falla por ahuellamiento de severidad alta .....	61
Figura 44	Falla por desplazamiento de severidad baja .....	63
Figura 45	Falla por desplazamiento de severidad media .....	63

Figura 46	Falla por desplazamiento de severidad alta .....	64
Figura 47	Falla por grietas parabólicas o por deslizamiento de severidad baja.....	66
Figura 48	Falla por grietas parabólicas o por deslizamiento de severidad media.....	66
Figura 49	Falla por grietas parabólicas o por deslizamiento de severidad alta.....	67
Figura 50	Falla por hinchamiento .....	69
Figura 51	Falla por desprendimiento de agregados de severidad baja.....	71
Figura 52	Falla por desprendimiento de agregados de severidad media.....	71
Figura 53	Falla por desprendimiento de agregados de severidad alta.....	72
Figura 54	VANT de ala fija .....	74
Figura 55	VANT de ala fija .....	75
Figura 56	Sección típica de un pavimento .....	78
Figura 57	Sección típica de un pavimento rígido.....	79
Figura 58	Ubicación de la muestra de la Av. Los Conquistadores, comprendido entre las Calles Esquilache e Ignacio Merino conformada por 6 cuadras (cuadras 2, 3, 4, 5, 6 y 7).....	85
Figura 59	Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 y iPad 5 mini .....	92
Figura 60	Formato de registro de fallas, Método PCI convencional .....	94
Figura 61	Formato de procesamiento de datos para el Método PCI convencional y usando un dron .....	95
Figura 62	Características de la computadora utilizada para el procesamiento de datos .....	95
Figura 63	Procedimiento de trabajo en la investigación .....	96
Figura 64	Diagrama de flujo para el proceso del Método PCI convencional .....	98
Figura 65	Marcación del número de unidades de muestras .....	99
Figura 66	Marcación de unidades de muestra.....	99
Figura 67	Medición de las fallas .....	100
Figura 68	Anotación de las medidas de las fallas .....	100
Figura 69	Suma total de las cantidades parciales de cada tipo de falla.....	101
Figura 70	Cálculo de la densidad de cada tipo de falla.....	102
Figura 71	Valor Deducido de la falla Piel de Cocodrilo .....	102
Figura 72	Valor Deducido total .....	103
Figura 73	Curva de Valores Deducidos Corregidos .....	104
Figura 74	Cálculo del Valor Deducido Corregido .....	105
Figura 75	Obtención del PCI en la UM 001 .....	106
Figura 76	Diagrama de flujo para el proceso del Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 .....	107
Figura 77	Drone DJI Phantom 4 PRO V2.0.....	107
Figura 78	Delimitación del área de la Avenida Los Conquistadores en la aplicación DJI GS Pro .....	108
Figura 79	Parámetros establecidos en el plan de vuelo en la aplicación DJI GS Pro .....	110
Figura 80	Calibración horizontal y vertical del dron DJI Phantom 4 PRO V2.0.....	111
Figura 81	Despegue del dron DJI Phantom 4 PRO V2.0.....	111
Figura 82	Creación de proyecto nuevo en el software Pix 4D Mapper .....	112
Figura 83	Importación de imágenes obtenidas en el vuelo al proyecto nuevo creado en Pix4D Mapper	113
Figura 84	Configuración del procesamiento inicial.....	113
Figura 85	Configuración de nube de puntos y malla .....	114
Figura 86	Configuración del MDS, ortomosaico e índices.....	114
Figura 87	Recursos y notificaciones .....	115
Figura 88	Creación de nube de puntos en el software Pix4D Mapper.....	116
Figura 89	Creación de malla de triangulación en el software Pix4D Mapper .....	116
Figura 90	Ortofoto georreferenciada en el software Pix4D Mapper.....	117
Figura 91	Generación del Modelo Digital de Superficie (MDS) en el software Pix4D Mapper .....	118

Figura 92 Limpieza de obstáculos en la vía en el software Pix4D Mapper .....	119
Figura 93 Limpieza de obstáculos en la vía en el software Pix4D Mapper .....	119
Figura 94 Importación de ortofoto al programa Civil 3D .....	120
Figura 95 Identificación de los parámetros de la vía en el programa Civil 3D.....	121
Figura 96 Registro de fallas obtenidas por el Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 en el formato de Excel .....	122
Figura 97 Carga de datos al software SPSS .....	124
Figura 98 Prueba de normalidad en el software SPSS .....	124
Figura 99 Prueba t en el software SPSS.....	125
Figura 100 Porcentaje de fallas según su nivel de severidad en la Av. Los Conquistadores por el Método PCI convencional .....	128
Figura 101 Valores PCI por unidad de muestra según método PCI convencional .....	130
Figura 102 Porcentaje del estado superficial del pavimento flexible en la Av. Los Conquistadores según método PCI convencional .....	131
Figura 103 Porcentaje de fallas según su nivel de severidad en la Av. Los Conquistadores según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0.....	134
Figura 104 Valores PCI por unidad de muestra según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0.....	136
Figura 105 Porcentaje del estado superficial del pavimento flexible en la Av. Los Conquistadores según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 .....	137
Figura 106 Comparación de valores PCI en cada unidad de muestra.....	139
Figura 107 Prueba de muestras relacionadas en el software SPSS .....	140

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1, Cálculo de Número Máximo Admisible de VD.....	103
Ecuación 2, Cálculo de Número Máximo Admisible de VD.....	105

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar en qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 optimizará la evaluación superficial del pavimento flexible por el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021. El estudio tiene un enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental, utilizando una muestra no probabilística de tipo intencional conformada por 678m de la Av. Los Conquistadores, tramo Ca. Esquilache – Ca. Ignacio Merino, los cuales se dividieron en 18 unidades de muestra. Los resultados que se obtuvieron mediante la evaluación tradicional y usando el dron DJI Phantom 4 Pro V2.0, no presentaron diferencias significativas, pues se obtuvo un valor PCI promedio de 59 en la inspección convencional y de 61 usando un dron, lo que indicó que la superficie del pavimento de la vía en estudio en ambas evaluaciones se clasifica como estado Bueno. Se evidencia ventajas que usar el dron es adecuado para evaluar las fallas superficiales de un pavimento ya que evita poner en riesgo la vida del personal evaluador y no obstaculiza el tránsito vehicular dado que no se necesita cerrar parcialmente la vía para la recolección de datos. Se concluye que el uso del dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 optimiza el tiempo en 35% y los costos de la evaluación en 28%.

**Palabras clave:** Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0, evaluación superficial, pavimento flexible, PCI.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad, las vías urbanas se encuentran en mal estado de conservación, debido a la implementación de inadecuados planes de mantenimiento puesto que se evalúa incorrectamente las fallas en la superficie de rodadura de los pavimentos, generando una inadecuada transitabilidad vehicular. El deficiente levantamiento de fallas en las vías incrementa los costos en el presupuesto del mantenimiento dado que los fondos se emplean en actividades de intervención erróneas. Según señalan (Dotto Bueno, Pivoto Specht, Da Silva Pereira, & Ribas, 2016) las vías se encuentran expuestas a diversos agentes que perjudican el estado superficial de los pavimentos, por ello, se requiere invertir en mantenimiento regular para mejorar la transitabilidad vehicular que ocasiona insatisfacción en los usuarios, inseguridad y pérdidas económicas.

En el Perú, los pavimentos en las vías urbanas se encuentran en un atroz estado de conservación, debido al inadecuado y escaso mantenimiento que se realiza, además, no se cuenta con un plan de gestión vial que pueda evaluar periódicamente el estado de la vía. Implementar un plan de mantenimiento requiere una evaluación previa del estado funcional y/o estructural de la vía aplicando un método de inspección. Según señala (Zumrawi, 2015) el inventario de fallas se realiza inadecuadamente a pesar de que gran parte del presupuesto se utiliza para evaluar las vías, por ello, es importante encontrar un método que requiera pocos fondos, es decir, optimice costos y garantice la correcta evaluación de la vía, de esta manera, permitirá aplicar acertadas medidas de intervención.

Uno de los métodos más usados para la evaluación de fallas en los pavimentos es el Método Índice de Condición del Pavimento (PCI), establecido por la norma ASTM D6433, el cual cuenta

con un catálogo de 19 fallas, con tres niveles de severidad y opciones de reparación para cada una de ellas, permitiendo determinar en qué estado superficial se encuentran los pavimentos flexibles o rígidos, por medio de la inspección visual in-situ de las mismas. Sin embargo, inspeccionar una vía urbana principal in-situ es un procedimiento engorroso debido al alto flujo vehicular que circula en estas, exponiendo al personal evaluador a riesgos. Con el avance de la tecnología, se ha ido implementando el uso de drones en diversos ámbitos de la ingeniería, especialmente para recopilar información, evitando así exponer al personal evaluador a diversos riesgos, y, además, agilizando el levantamiento de fallas.

## **1.2. Antecedentes**

### *Antecedentes Internacionales*

(Vasconcelos Fernandes, y otros, 2021) en su artículo de investigación “Mapping of pathological manifestations in asphalt pavement through the use of drones” inspeccionaron 0.5 km de la vía de acceso al campus de la UFERSA en Río Grande, Brasil; utilizaron el Dron DJI Phantom 4 Pro manifiestan que el uso de drones obtuvo un 94.4% de acierto con respecto al método tradicional, además de reducir el tiempo de inspección en 40%. Concluyeron que el uso de drones permite mejorar la aplicación de los recursos públicos disponibles y ofrece transitar de forma segura por la carretera.

(Pucha & Zárate, 2020) en su artículo de investigación “Evaluación superficial de pavimentos rígidos en carreteras mediante orto imágenes obtenidas mediante un vehículo aéreo no tripulado” indican que el método PCI utilizando un VANT es más óptimo, ya que reduce el tiempo para recolectar datos, requiere menor número de personal evaluador, brinda mayor seguridad

durante la inspección dado que no es necesario obstruir el tránsito, además, se obtienen resultados más precisos. Compararon los datos obtenidos por el método tradicional y usando un dron, encontrándose resultados semejantes con variaciones a nivel de centímetro. Concluyen que usar un dron para la evaluación permite levantar información en menor tiempo y ofrece mayor seguridad ya que las personas no están expuestas a riesgos.

(Cardoso Parente, Carvalho Felix, & Pessoa Picanço, 2017) presentaron el artículo científico “Utilização de veículo aéreo não tripulado (VANT) na identificação de patologia superficial em pavimento asfáltico” donde utilizaron un dron para identificar las patologías superficiales en la carretera estatal TO-050, en Las Palmas, Brasil. Se compararon los resultados obtenidos in situ y con el dron obteniendo diferencias mínimas, por lo que se comprueba que este método sí es confiable. Manifiestan que con el uso del dron se pudo identificar adecuadamente los tipos de falla que existen en la carretera, puesto que se tiene una mejor visión de las mismas, además de ser más rápido.

(Vargas Buitrago, 2018) en su investigación “Análisis comparativo de la inspección visual de un pavimento flexible, por los métodos tradicional y por sensores remotos en un kilómetro de la calle séptima en el municipio de Cajica Cundinamarca” indican que el método tradicional conlleva gran demanda de tiempo, desgaste personal a quienes que realizan esta tarea, también implica gastos económicos en la obtención de materiales para la toma de muestras e identificación de fallas.

(Grandsaert, 2015) en su tesis de investigación “Integrating Pavement Crack Detection and Analysis Using Autonomous Unmanned Aerial Vehicle Imagery” nos indica que el uso de la tecnología UAV (drones) es viable para avanzar en recopilar información de las fallas presentes

en el pavimento, pues es más rápido que los métodos actuales y necesita menor cantidad de personal por lo que existe un ahorro significativo en los costos laborales, extendiendo la vida de los activos viales existentes de manera óptima.

### ***Antecedentes Nacionales***

(Lanado, 2021) en su tesis “Determinación del Índice de Serviciabilidad e Índice de Condición del Pavimento de la ruta CU-100 tramo Izcuchaca-Huarocondo, utilizando el Rugosímetro de Merlín y dron” nos indica que el PCI usando un dron presenta ventajas en cuanto a rendimientos y seguridad, ya que no se pone en riesgo la vida de los inspectores ni genera tráfico. Los datos que obtuvo con el uso del dron fueron cercanos a los obtenidos por el método tradicional por lo que se valida esta metodología. Recomienda realizar el plan de vuelo anticipadamente tomando en cuenta la geometría y topografía de la vía en estudio para establecer la altura de vuelo apropiadamente.

(Fiestas & Merino, 2020) en su tesis “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible a la Av. Don Bosco. Piura usando drones” emplearon el Método PCI utilizando un dron para evaluar fallas. Indican que inspeccionar 2km de vía tomó 40 min de vuelo, permitiendo reducir considerablemente el tiempo de recolección de datos. Recomiendan que el personal que realizará la evaluación esté debidamente capacitado tanto en el software del vuelo como en el software de procesamiento de datos.

(Yauri & Mamani, 2019) en la tesis “Elaboración de un plan de gestión de pavimentos con el método del PCI mediante el uso del UAV en la Urbanización Ingeniería Larapa Grande San Jerónimo – Cusco 2019” nos indican que el uso de un dron para la recolección de datos permitió

optimizar tiempo y recursos. Con el uso del dron necesitó 23 días calendario para realizar la inspección y dos personas. En cambio, el método tradicional requirió 56 días calendario y 4 personas. Concluyen que con el uso integral del UAV se obtienen resultados más precisos, no interrumpe el tráfico, optimiza tiempos y recursos en la etapa de inspección y contribuye a mejorar la toma de decisiones.

(Yanarico & Kalinowski, 2018) en la tesis “Propuesta de un plan de gestión anual basado en la metodología del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para la superficie del pavimento en las avenidas: Jorge Chávez y Costanera - Wanchaq – Cusco” se evaluaron fallas mediante inspección visual utilizando el Método Pavement Condition Index (PCI) y el uso de un dron para la toma de imágenes. Señalan que el uso del dron para la toma de datos permitió optimizar el tiempo, recursos y seguridad. La mayor ventaja de su uso es que no hubo necesidad de interrumpir el tránsito en la vía, por ende, no expone al personal evaluador ni a los usuarios a peligros vehiculares.

(Cornejo & Valle, 2018) en su tesis de investigación “Metodología para el Uso de Imágenes de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) para la Evaluación de la Condición del Pavimento en la Carretera tramo Huancayo - Izcuchaca Km 162+000 al Km 163+000” utilizaron una cámara de 24 Megapíxeles para la toma de imágenes en la vía en estudio, permitiendo identificar las fallas superficiales presentes con mayor precisión. Concluyen que usar un dron como instrumento de recolección de datos es de gran apoyo por su versatilidad y tamaño, además permite identificar las fallas superficiales como piel de cocodrilo y grietas longitudinales y transversales.

### *Antecedentes Locales*

(Cruz, 2018) presentó la tesis “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento con imágenes del vehículo aéreo no tripulado” donde empleó las imágenes obtenidas mediante un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) para evaluar las fallas presentes en el pavimento flexible de la Av. Separadora Industrial, distrito de Ate, Lima. En esta investigación los valores obtenidos por el método VANT y PCI in-situ son similares y tienen la misma clasificación, pero por el método VANT se obtuvo los resultados en 7 minutos y solo se necesitó una persona para realizar el estudio, en cambio, en el método PCI in-situ, se necesitaron 5 horas y 3 personas para evaluar todas las muestras. El autor concluye que usar el método VANT es conveniente puesto que es más rápido y adecuado para gestionar actividades de mantenimiento y/o reparación.

(Quispe, 2020) en su investigación “Evaluación de confiabilidad del dron Phantom 4 Pro V2.0 para calcular el Índice de Condición del pavimento flexible en Av. Miraflores del distrito de Comas, Lima -2020” nos indica que el dron Phantom 4 Pro V2.0 es confiable para evaluar el estado en el que se encuentra un pavimento puesto que concluye que el valor PCI en la evaluación directa e indirecta de la vía varía por 1, teniendo ambas la misma clasificación. Afirma con un 95% de confiabilidad que los resultados obtenidos con el dron no presentan diferencias relevantes respecto a los obtenidos de manera directa.

(Peña & Peña, 2020) en su tesis “Propuesta de levantamiento de tipos de fallas asistido por el Sistema de Aeronaves Pilotadas Remotamente (RPAS) para intervenir en carreteras de bajo volumen en Lima provincias” utilizaron el dron DJI Phantom 4 Pro para el levantamiento de fallas en una vía de bajo volumen, reduciendo el tiempo en 70% y minimizando los costos ya que requiere menor cantidad de personal de campo respecto al método tradicional.

### 1.3. Justificación

Para implementar un plan de mantenimiento es fundamental realizar previamente una evaluación del estado actual de la vía, de esta manera, se aplicarán correctamente las medidas de intervención. Sin embargo, se requiere demasiado tiempo para inspeccionar las patologías existentes en la superficie de rodadura del pavimento, ya que se realiza utilizando métodos tradicionales de inspección visual. Uno de los métodos de inspección visual más usados es el Índice de Condición del Pavimento (PCI), que mediante la observación in-situ se identifican las fallas presentes en las vías. Sin embargo, el constante flujo vehicular impide realizar un correcto inventario de fallas, esto conlleva a cerrar parcialmente la vía, incrementando la congestión vehicular, aumentando el tiempo de viaje, y a su vez, generando un alto grado de incomodidad en los usuarios que transitan por la vía. Además, expone al personal evaluador a riesgos de accidentes de tránsito y a contraer enfermedades por exposición al sol y/o frío.

El sistema convencional de recolección de datos es un procedimiento engorroso que requiere alta demanda de tiempo, lo cual incrementa la cantidad de personal y materiales para la inspección, incrementando el presupuesto de la evaluación. En los últimos años se ha ido incorporando el uso de la tecnología en la ingeniería, el uso de drones ha demostrado ser eficaz y beneficioso para recolectar datos espaciales de alta precisión al evaluar pavimentos, los datos obtenidos mediante esta metodología permiten analizarse las veces que sean necesarias sin ejecutar más planes de vuelos. (Pucha & Zárate, 2020).

Por ello, se propone utilizar el dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 para la recolección de datos en la evaluación superficial de pavimentos por el Método PCI.

## 1.4. Bases Teóricas

### 1.4.1. Método Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) es el método más completo para evaluar y calificar la condición funcional de un pavimento flexible o rígido mediante una inspección visual, por ende, no requiere de herramientas especializadas (Vásquez, 2002).

La escala numérica del PCI varía desde 0, para pavimentos en muy mal estado, hasta 100 para pavimentos en excelente estado. (Vásquez, 2002).

En la tabla 1 se observa la clasificación del pavimento según el rango del valor PCI.

**Tabla 1**

*Rango y clasificación del estado superficial del pavimento*

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Adaptado de la norma (ASTM D6433, 2018).

La norma ASTM D 6433-03, que detalla la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), para carreteras de pavimento flexible incluye los 19 tipos de fallas, las cuales se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Tipos de fallas en el pavimento flexible*

N°	Nombre de falla	Medida
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>
2	Exudación	m <sup>2</sup>
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m <sup>2</sup>
6	Depresión	m <sup>2</sup>
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel carril/berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parchado y acometidas de servicios públicos	m <sup>2</sup>
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>
13	Huecos	und
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>
17	Grietas parabólicas o por deslizamiento	m <sup>2</sup>
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>
19	Desprendimiento de agregados	m <sup>2</sup>

Fuente: Adaptado de la norma (ASTM D6433, 2018).

**Niveles de Severidad de Fallas.** Se encuentran 3 niveles de severidad las cuales están descritas en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Niveles de Severidad de una falla*

Nivel de Severidad	Descripción
L (Low: Bajo)	Se perciben las vibraciones en el vehículo como por ejemplo las corrugaciones, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad, así como los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote en el vehículo, pero con poca incomodidad de los usuarios (Vásquez, 2002).
M (Medium: Medio)	Aquí las vibraciones en los vehículos aumentan volviéndose significativas y se requiere alguna reducción de velocidad por seguridad o comodidad además aquí los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo y causan incomodidad en los usuarios (Vásquez, 2002).
H (High: Alto)	En este nivel las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debemos reducir la velocidad de forma considerable por seguridad o comodidad además los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote causando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro a los usuarios y daño severo al vehículo (Vásquez, 2002).

Fuente: Adaptado de (Vásquez, 2002).

**1) Piel de Cocodrilo.** Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura bajo repetidas acciones de las cargas de tránsito. Inicialmente las grietas se extienden a la superficie de la capa de rodadura como una serie de grietas longitudinales y paralelas hasta conectarse formando polígonos de ángulos agudos que explican un patrón que se asemeja a la piel de un cocodrilo (ASTM D6433, 2018).

“Se miden en metros cuadrados de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente” (Vásquez, 2002, pág. 10).

**Tabla 4**

*Niveles de Severidad de la falla Piel de Cocodrilo*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.
M (Medium: Medio)	Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.
H (High: Alto)	Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

Fuente: Adaptado de (Vásquez, 2002).

**Tabla 5**

*Opciones de reparación de la falla Piel de Cocodrilo*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	No se hace nada, sello superficial. Sobre carpeta.
M (Medium: Medio)	Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobre carpeta. Reconstrucción.
H (High: Alto)	Parcheo parcial o Full Depth. Sobre carpeta. Reconstrucción.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

### **Figura 1**

*Falla por piel de cocodrilo de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### **Figura 2**

*Falla por piel de cocodrilo de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018)

### Figura 3

*Falla por piel de cocodrilo de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**2) Exudación.** La exudación es una película de material bituminoso en superficie del pavimento y se muestra formando una superficie brillante, cristalina, reflectante y pegajosa que se origina por exceso de asfalto en la mezcla y de sellante asfáltico o bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos en medio de altas temperaturas ambientales y se expande en la superficie debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío acumulándose el asfalto en la superficie (ASTM D6433, 2018).

“Se mide en metros cuadrados (o pies cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados” (Vásquez, 2002).

**Tabla 6**

*Nivel de Severidad de la falla Exudación*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.
M (Medium: Medio)	La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.
H (High: Alto)	La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 7**

*Opciones de reparación de la falla Exudación*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	No se hace nada.
M (Medium: Medio)	Se aplica arena / agregados y cilindrado.
H (High: Alto)	Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).

Fuente: Adaptado de (Vásquez, 2002).

#### **Figura 4**

*Falla por exudación de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

#### **Figura 5**

*Falla por exudación de severidad media.*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

## Figura 6

*Falla por exudación de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**3) Agrietamiento En Bloque.** El agrietamiento en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos. La falla tipo grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los cambios de temperatura diaria. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños ya que las fallas de agrietamiento en bloque varían en tamaño de 0.30m x 0.30m a 3.0m x 3.0m (ASTM D6433, 2018)

“Se mide en metros cuadrados de área afectada. Generalmente, se presenta un sólo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente” (Vásquez, 2002, pág. 14).

**Tabla 8**

*Nivel de severidad de la falla Agrietamiento en bloque*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.
M (Medium: Medio)	Bloques definidos por grietas de severidad media.
H (High: Alto)	Bloques definidos por grietas de alta severidad.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 9**

*Opciones de reparación de la falla Agrietamiento en bloque*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.
M (Medium: Medio)	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta.
H (High: Alto)	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

### Figura 7

*Falla por agrietamiento en bloque de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018)

### Figura 8

*Falla por agrietamiento en bloque de severidad media.*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

## Figura 9

Falla por agrietamiento en bloque de severidad alta



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**4) Abultamientos y Hundimientos:** Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento flexible. Los abultamientos pueden ser causados por una sobre carpeta de concreto asfáltico, expansión por congelación y la infiltración y elevación de material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (ASTM D6433, 2018).

“Se miden en metros lineales Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra” (Vásquez, 2002, pág. 16).

**Tabla 10**

*Nivel de severidad de la falla Abultamientos y Hundimientos*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.
M (Medium: Medio)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 11**

*Opciones de reparación de la falla Abultamientos y Hundimientos*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	No se hace nada.
M (Medium: Medio)	Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.
H (High: Alto)	Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobre carpeta.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

### Figura 10

*Falla por abultamientos y hundimientos de severidad baja.*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018)

### Figura 11

*Falla por abultamientos y hundimientos de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

## Figura 12

*Falla por abultamientos y hundimientos de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**5) Corrugación:** La falla corrugación o también llamada “lavadero” es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastantes regulares a menos de 3.0m. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestable. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0m de separación entre ellos sea cual sea la causa el daño se denomina corrugación y ambos se miden con metros cuadrados de área afectada. Se mide en metros cuadrados de área afectada (ASTM D6433, 2018).

**Tabla 12**

*Nivel de severidad de la falla Corrugación*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.
M (Medium: Medio)	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.
H (High: Alto)	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 13**

*Opciones de reparación de la falla Corrugación*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	No se hace nada.
M (Medium: Medio)	Reconstrucción.
H (High: Alto)	Reconstrucción.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

### Figura 13

*Falla por corrugación de severidad baja.*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### Figura 14

*Falla por corrugación de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

## Figura 15

*Falla por corrugación de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018)

**6) Depresión:** Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor, las depresiones suaves son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaro”. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidropneumático (ASTM D6433, 2018).

Se mide en metros cuadrados del área afectada (Vásquez, 2002).

**Tabla 14**

*Nivel de severidad de la falla Depresión*

Nivel de Severidad	Descripción
L (Low: Bajo)	13.0 a 25.0 mm.
M (Medium: Medio)	25.0 a 51.0 mm.
H (High: Alto)	Más de 51.0 mm.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 15**

*Opciones de reparación de la falla Depresión*

Opciones de reparación	Descripción
L (Low: Bajo)	No se hace nada.
M (Medium: Medio)	Parqueo superficial o profundo.
H (High: Alto)	Parqueo superficial o profundo.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Figura 16**

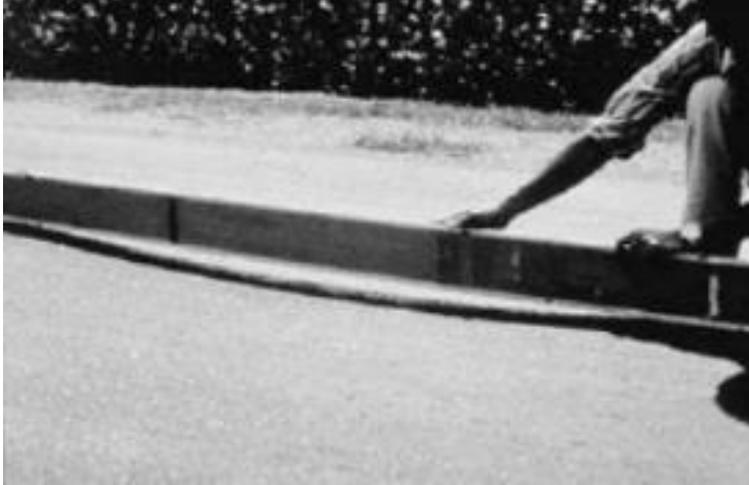
*Falla por depresión de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### **Figura 17**

*Falla por depresión de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### **Figura 18**

*Falla por depresión de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**7) Grieta De Borde:** Las fallas de grietas de borde son paralelas y están generalmente a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Esta falla puede originarse por debilitamiento debido a condiciones climáticas de la base o subrasante y acelerarse debido a las cargas de tránsito. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (ASTM D6433, 2018).

La grieta de borde se mide en metros lineales (Vásquez, 2002).

**Tabla 16**

*Nivel de severidad de la falla Grieta de Borde*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.
M (Medium: Medio)	Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.
H (High: Alto)	Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 17**

*Opciones de reparación de la falla Grieta de Borde*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.
M (Medium: Medio)	Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.
H (High: Alto)	Parcheo parcial – profundo.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

### **Figura 19**

*Falla por grieta de borde de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### **Figura 20**

*Falla por grieta de borde de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

## Figura 21

*Falla por grieta de borde de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**8) Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto):** “La falla tipo grieta de reflexión de junta ocurre solamente en pavimentos de superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland y son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico” (Vásquez, 2002, pág. 28).

“La grieta de reflexión de junta se mide en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado” (Vásquez, 2002, pág. 24).

**Tabla 18**

*Nivel de severidad de la falla Grieta de reflexión de junta*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm o grieta rellena de cualquier ancho.
M (Medium: Medio)	Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm y grieta rellena de cualquier ancho rodeada de ligeros agrietamientos.
H (High: Alto)	Grietas sin relleno de más de 76.0 mm o cualquier grieta rellena o no.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 19**

*Opciones de reparación de la falla Grieta de reflexión de junta*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.
M (Medium: Medio)	Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.
H (High: Alto)	Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

## Figura 22

*Falla por grieta de reflexión de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

## Figura 23

*Falla por grieta de reflexión de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

## Figura 24

*Falla por grieta de reflexión de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**9) Desnivel Carril o Berma:** “El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobre carpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.” (Vásquez, 2002, pág. 26).

El desnivel carril o berma se miden en metros lineales”. (Vásquez, 2002, pág. 26).

**Tabla 20**

*Nivel de severidad de la falla Desnivel carril o berma*

Nivel de Severidad	Descripción
L (Low: Bajo)	La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.
M (Medium: Medio)	La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.
H (High: Alto)	La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 21**

*Opciones de reparación de la falla Desnivel carril o berma*

Opciones de reparación	Descripción
L, M, H	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Figura 25**

*Falla por desnivel carril o berma de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### Figura 26

*Falla por desnivel carril o berma de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### Figura 27

*Falla por desnivel carril o berma de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**10) Grietas Longitudinales y Transversales:** “Las fallas tipo grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento y pueden ser causadas por una junta de carril del pavimento pobremente construida, contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base” (Vásquez, 2002).

“Las grietas longitudinales y transversales se miden en metros lineales. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado” (Vásquez, 2002, pág. 28).

## Tabla 22

*Nivel de severidad de la falla Grietas Longitudinales y Transversales*

Nivel de Severidad	Descripción
L (Low: Bajo)	Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm y grieta rellena de cualquier ancho.
M (Medium: Medio)	Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm y grieta rellena de cualquier ancho rodeada de grietas pequeñas.
H (High: Alto)	Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho o cualquier grieta rellena o no rodeada de grietas alótariás pequeñas.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 23**

*Opciones de reparación de la falla Grietas Longitudinales y Transversales*

Opciones de reparación	Descripción
L (Low: Bajo)	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
M (Medium: Medio)	Sellado de grietas.
H (High: Alto)	Sellado de grietas. Parche parcial.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Figura 28**

*Falla por grietas longitudinales y transversales de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**Figura 29**

*Falla por grietas longitudinales y transversales de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**Figura 30**

*Falla por grietas longitudinales y transversales de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**11) Parchado y acometidas de servicios públicos:** Un parche es un área de pavimento la cual ha sido sustituida con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche comúnmente no se comporta tan bien como la sección original del pavimento, se considera un defecto. Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño (Vásquez, 2002). “Los parches se miden en metros cuadrados de área afectada. Sin embargo, si un sólo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada” (Vásquez, 2002, pág. 30).

**Tabla 24**

*Nivel de severidad de la falla Parchados y acometidas de servicios públicos*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	El parche está en buena condición buena y es satisfactorio.
M (Medium: Medio)	El parche está moderadamente deteriorado.
H (High: Alto)	El parche está muy deteriorado. Requiere pronta sustitución.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 25**

*Opciones de reparación de la falla Parchados y acometidas de servicios públicos*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	No se hace nada.
M (Medium: Medio)	Sustitución del parche.
H (High: Alto)	Sustitución del parche.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

### Figura 31

*Falla por parchado y acometidas de servicios públicos de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### Figura 32

*Falla por parchado y acometidas de servicios públicos de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### Figura 33

*Falla por parchado y acometidas de servicios públicos de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**12) Pulimento de Agregados:** La falla tipo pulimento de agregados es provocado por cargas de tránsito repetitivas haciendo que el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto cuya consecuencia trae que la adherencia de las llantas del vehículo se reduce considerablemente con respecto a la capa de rodadura. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa (ASTM D6433, 2018).

“Se mide en metros cuadrados de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados” (Vásquez, 2002, pág. 32).

En esta falla, no se define ningún nivel de severidad.

**Tabla 26**

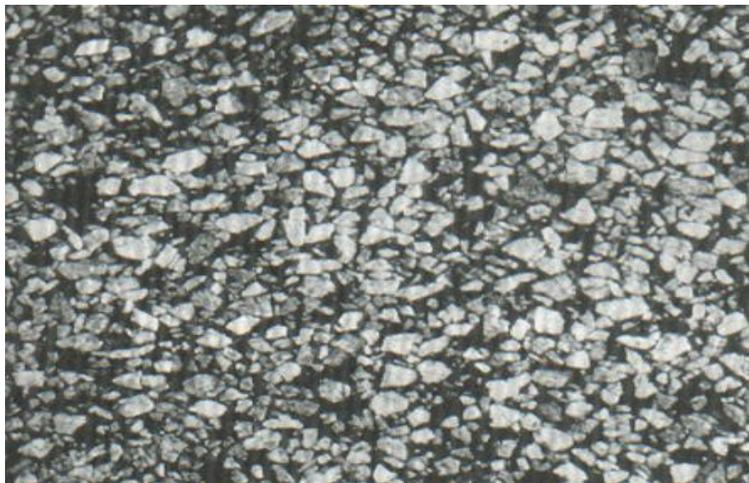
*Opciones de reparación de la falla Pulimiento de agregados*

Opciones de reparación	Descripción
L, M, H	Tratamiento superficial, fresado y sobre carpeta.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Figura 34**

*Falla por pulimiento de agregados*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**13) Huecos:** La falla tipo huecos son depresiones pequeñas en la capa de rodadura, normalmente presentan forma de tazón, bordes aguzados y lados verticales y con diámetros menores que 0.90 m. La falla tipo huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento y su crecimiento se acelera por la acumulación de agua en ellos. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización (ASTM D6433, 2018).

“Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente” (Vásquez, 2002, pág. 33)

*Nivel de severidad de la falla Huecos*

**Tabla 27**

*Nivel de severidad de la falla Huecos*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en metros cuadrados (o pies cuadrados) y dividirla entre 0.47 m <sup>2</sup> (5 pies <sup>2</sup> ) para hallar el número de huecos equivalentes.
M (Medium: Medio)	La profundidad de los huecos es menor o igual que 25.0 mm
H (High: Alto)	La profundidad de los huecos es mayor que 25.0 mm

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 28**

*Opciones de reparación de la falla Huecos*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	No se hace nada. Parche parcial o profundo.
M (Medium: Medio)	Parche parcial o profundo.
H (High: Alto)	Parche profundo.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

### Figura 35

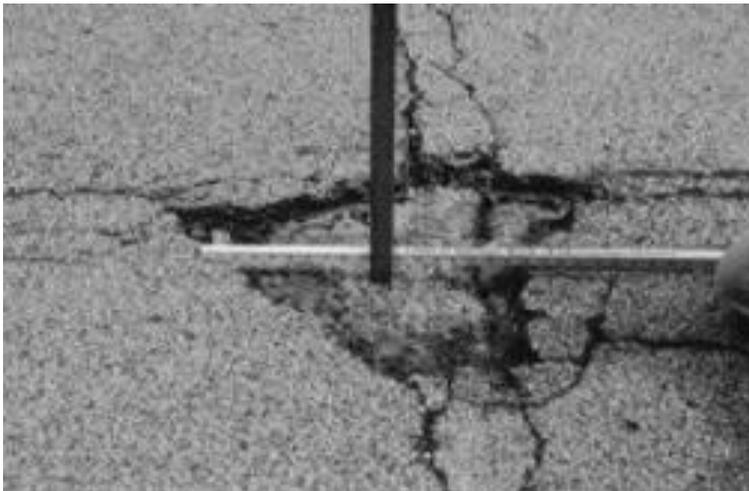
*Falla por huecos de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### Figura 36

*Falla por huecos de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### Figura 37

*Falla por huecos de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**14) Cruce de Vías Férrea.** “Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles” (Vásquez, 2002, pág. 35).

“El área del cruce se mide en metros cuadrados de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce” (Vásquez, 2002, pág. 35).

**Tabla 29**

*Nivel de severidad de la falla Cruce de Vías Férrea*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
M (Medium: Medio)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
H (High: Alto)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 30**

*Opciones de reparación de la falla Cruce de Vías Férrea*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	No se hace nada.
M (Medium: Medio)	Parches superficiales o reconstrucción del cruce de vías.
H (High: Alto)	Parche superficial o reconstrucción del cruce de vías.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

### **Figura 38**

*Falla por cruce de vía férrea de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### **Figura 39**

*Falla por cruce de vía férrea de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

## Figura 40

*Falla por cruce de vía férrea de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**15) Ahuellamiento:** La falla de tipo ahuellamiento es una depresión en la superficie de rodadura producida por las llantas de los vehículos, en muchos casos solo es visible después de lluvias cuando las huellas se llenan de agua. Una falla de ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento (Vásquez, 2002).

La falla por ahuellamiento se mide en metros cuadrados de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella (Vásquez, 2002).

### Tabla 31

*Nivel de severidad de la falla Ahuellamiento*

Nivel de Severidad	Descripción
L (Low: Bajo)	6.0 a 13.0 mm
M (Medium: Medio)	>13.0 mm a 25.0 mm
H (High: Alto)	> 25.0 mm

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 32**

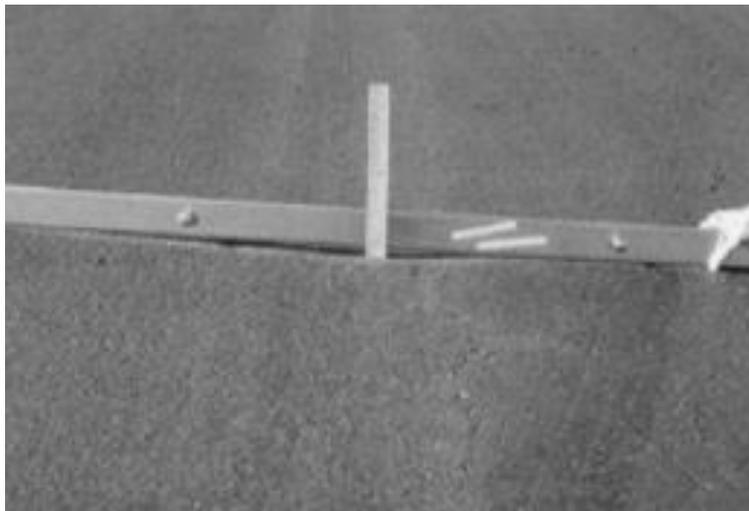
*Opciones de reparación de la falla Ahuellamiento*

Opciones de reparación	Descripción
L (Low: Bajo)	No se hace nada. Fresado y sobre carpeta.
M (Medium: Medio)	Parche superficial o profundo. Fresado y sobre carpeta.
H (High: Alto)	Parche superficial o profundo. Fresado y sobre carpeta.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Figura 41**

*Falla por ahuellamiento de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**Figura 42**

*Falla por ahuellamiento de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**Figura 43**

*Falla por ahuellamiento de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**16) Desplazamiento:** La falla por desplazamiento es un corrimiento longitudinal permanente de un área localizada de la carpeta de rodadura producida por las cargas del tránsito, normalmente esta falla ocurre en pavimentos con mezcla asfáltica líquida e inestable (Vásquez, 2002).

Las fallas por desplazamiento se miden en metros cuadrados de área afectada. Las fallas por desplazamiento que ocurren en parches se consideran para el inventario de falla por parches (Vásquez, 2002).

**Tabla 33**

*Nivel de severidad de la falla Desplazamiento*

Nivel de Severidad	Descripción
L (Low: Bajo)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.
M (Medium: Medio)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
H (High: Alto)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 34**

*Opciones de reparación de la falla Desplazamiento*

Opciones de reparación	Descripción
L (Low: Bajo)	No se hace nada.
M (Medium: Medio)	Parche parcial o profundo.
H (High: Alto)	Parcheo parcial o profundo.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Figura 44**

*Falla por desplazamiento de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**Figura 45**

*Falla por desplazamiento de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

## Figura 46

*Falla por desplazamiento de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**17) Grietas Parabólicas o por Deslizamiento:** Las fallas tipo grietas parabólicas o por deslizamiento son grietas en forma de media luna. Son producidas por el giro o frenado de los vehículos induciendo el deslizamiento o la deformación de la capa de rodadura. Normalmente este daño se presenta cuando la mezcla asfáltica es de baja resistencia o de la liga pobre entre la capa de rodadura y la base (Vásquez, 2002).

“El área asociada con una grieta parabólica se mide en metros cuadrados y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma” (Vásquez, 2002, pág. 41).

**Tabla 35**

*Nivel de severidad de la falla Grietas Parabólicas o por Deslizamiento*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm
M (Medium: Medio)	Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm y el área alrededor de la grieta esta fracturada en pequeños pedazos.
H (High: Alto)	Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm y el área alrededor de la grieta esta fracturada en pedazos pequeños.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 36**

*Opciones de reparación de la falla Grietas Parabólicas o por Deslizamiento*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	No se hace nada.
M (Medium: Medio)	Parche parcial o profundo.
H (High: Alto)	Parcheo parcial o profundo.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Figura 47**

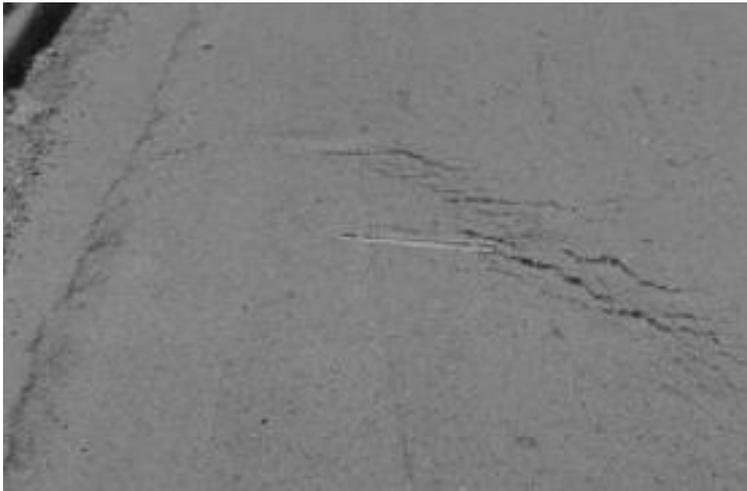
*Falla por grietas parabólicas o por deslizamiento de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**Figura 48**

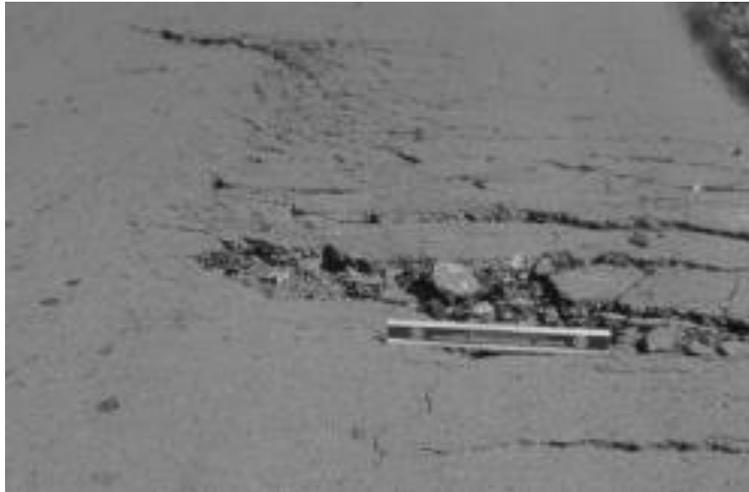
*Falla por grietas parabólicas o por deslizamiento de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

## Figura 49

*Falla por grietas parabólicas o por deslizamiento de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**18) Hinchamiento:** La falla por Hinchamiento se caracteriza por una pequeña curvatura hacia arriba producida en la capa de rodadura del pavimento, es una onda larga y gradual con una longitud mayor a 3m, además esta falla puede presentar agrietamientos superficiales (Vásquez, 2002).

El hinchamiento se mide en metros cuadrados de área afectada (Vásquez, 2002).

**Tabla 37**

*Nivel de severidad de la falla Hinchamiento*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.
M (Medium: Medio)	El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
H (High: Alto)	El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 38**

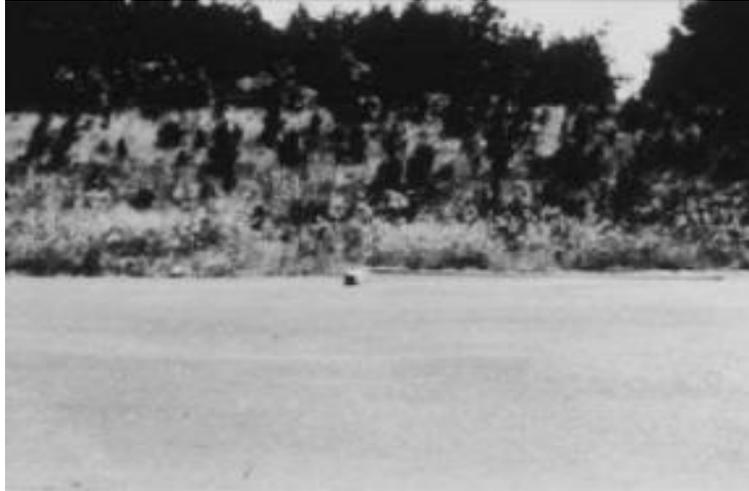
*Opciones de reparación de la falla Hinchamiento*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	No se hace nada.
M (Medium: Medio)	No se hace nada. Reconstrucción.
H (High: Alto)	Reconstrucción.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

## Figura 50

*Falla por hinchamiento*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

**19) Meteorización/Desprendimiento de Agregados:** La falla por desprendimiento de agregado se origina por deterioro de la capa de rodadura debido a la pérdida del ligante asfáltico dejando suelto las partículas del agregado. Esta falla nos muestra que el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable o que la calidad de mezcla asfáltica es pobre (Vásquez, 2002). La meteorización y el desprendimiento se miden en metros cuadrados de área afectada (Vásquez, 2002).

**Tabla 39**

*Nivel de severidad de la falla Meteorización/Desprendimiento de agregados*

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse.
M (Medium: Medio)	Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada.
H (High: Alto)	Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

**Tabla 40**

*Opciones de reparación de la falla Meteorización/Desprendimiento de agregados*

<b>Opciones de reparación</b>	<b>Descripción</b>
L (Low: Bajo)	No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.
M (Medium: Medio)	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobre carpeta.
H (High: Alto)	Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

### **Figura 51**

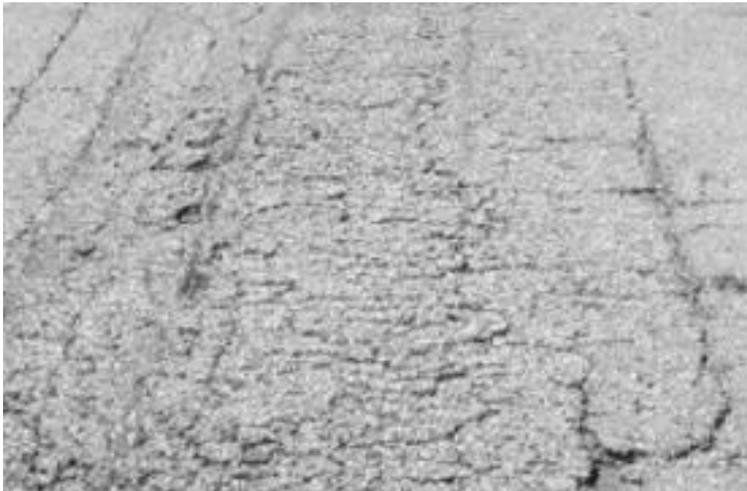
*Falla por desprendimiento de agregados de severidad baja*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### **Figura 52**

*Falla por desprendimiento de agregados de severidad media*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

### Figura 53

*Falla por desprendimiento de agregados de severidad alta*



Fuente: Obtenido de (ASTM D6433, 2018).

#### **1.4.2. Dron (Vehículo Aéreo No Tripulado)**

Un Vehículo Aéreo No Tripulado, como define (Benito Carrasco, 2015, pág. 5) “es un sistema de vuelo que no requiere de un piloto a bordo, ya que, a través de una serie de unidades de procesado, sensores incorporados y un enlace de comunicación, es guiado autónomamente basado en misiones pre-programadas, o bien, controlado de forma remota por un operador en tierra”. También se le como UAV que corresponde a sus siglas en inglés (Unmanned Aerial Vehicle).

#### **Clasificación de los Vehículos Aéreos No Tripulados Según su Tipo de Estructura.**

- **VANT de ala fija.** “Son vehículos capaces de volar gracias a la acción del viento, generado por la velocidad adquirida, al interactuar con las alas que lo forman. La velocidad la alcanzan gracias a turbinas propulsoras. No obstante, el vuelo es debido al impulso que genera el viento al atravesar las alas que están fijas en el vehículo.” (Benito Carrasco, 2015, pág. 5)

Entre sus características se encuentran:

- Posee una estructura simple.
- Tiempos de vuelos más largos a una velocidad elevada debido a su eficiencia aerodinámica alta.
- Capacidad de cubrir grandes extensiones de terreno ya que puede alcanzar velocidades de hasta 100 km/h y vuelos de una hora, permitiendo capturar imágenes georreferenciales a gran escala.
- Transporte de cargas adicionales elevadas.

(Benito Carrasco, 2015)

#### Tabla 41

*Ventaja y desventaja del VANT de ala fija*

<b>Ventaja</b>	<b>Desventaja</b>
Mayor autonomía y la posibilidad de una mayor velocidad de desplazamiento comparada con los otros tipos ya que son ideales para capturar grandes superficies de terreno.	Incapacidad para el vuelo estacionario puesto que no posee la capacidad de mantenerse en el aire, limitando su desplazamiento a un solo sentido, por lo que requiere un área grande y sin obstáculos para su despegue y aterrizaje.

Fuente: Información obtenida de (Cruz, 2018).

## Figura 54

*VANT de ala fija*



Fuente: Obtenida de (Addati & Pérez Lance, 2014).

- ***VANT de ala rotatoria.*** “Este tipo de vehículos se caracterizan por disponer de una o varias hélices que rotan impulsadas por un motor, a cuyo conjunto se denomina rotor Este sistema es el encargado de proveer el impulso necesario para el despegue y maniobrabilidad de la aeronave.” (Benito Carrasco, 2015, pág. 6)

Entre sus características se encuentran:

- Complejidad estructural mayor, son lentos y tienen un rango de vuelo más limitado que los de ala fija.
- Poseen autonomía máxima, de unos 30 minutos y son capaces de volar a una velocidad media de 60 km/h.

**Tabla 42**

*Ventaja y desventaja del VANT de ala rotatoria*

<b>Ventaja</b>	<b>Desventaja</b>
<p>Capacidad de mantenerse en vuelo estacionario y desplazarse a lo largo de tres ejes, teniendo total libertad de sus movimientos.</p> <p>Proporcionan gran versatilidad y eficacia en las operaciones por su simpleza a la hora de ser pilotados y por la velocidad de montaje.</p> <p>Admite instalar diferentes tipos de sensores (cámaras RGB, multiespectrales, termográficas) que permiten realizar diferentes tipos de trabajos.</p>	<p>Menor autonomía, puesto que la duración máxima de los multirrotores no suelen superar los 40 minutos de vuelo.</p>

Fuente: Información obtenida de (Cruz, 2018).

**Figura 55**

*VANT de ala fija*



Fuente: Obtenida de (Addati & Pérez Lance, 2014).

Los vehículos de ala rotatoria se clasifican en función al número de rotores que dispone para despegar y mantener el vuelo, varían entre una hélice como los helicópteros hasta los multicópteros con un número de hasta ocho rotores. (Benito Carrasco, 2015)

El Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 se clasifica como una VANT de ala rotatoria, consta de 4 hélices por lo que considera como un cuadricóptero.

## **1.5. Definiciones de Términos**

### ***Pavimentos***

Es una estructura conformada por varias capas: base, subbase y capa de rodadura, que están construidas sobre la sub rasante del terreno con la finalidad de resistir y distribuir los esfuerzos originados por las cargas de los vehículos, brindar comodidad y seguridad para el tránsito vehicular (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013). Los pavimentos se clasifican en, según (Montejo, Ingeniería de Pavimentos, 2002): “En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos semirrígidos, pavimentos rígidos y pavimentos articulados” (pág. 2).

Montejo (2002) en su teoría afirma:

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construye técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. (pág. 2)

### *Características de los Pavimentos*

Los pavimentos tienen características funcionales y estructurales. Según (Rivas & Vargas, 2017) las características funcionales de un pavimento son:

a) Resistencia al derrapamiento. Esta es obtenida a través de una adecuada textura en la superficie de rodamiento, esta textura debe estar adaptada para las velocidades de circulación previstas en el diseño.

b) Regularidad transversal y longitudinal en la superficie de rodamiento. Esta característica afecta directamente la comodidad del usuario y en la medida de la severidad de las deformaciones presentes en el pavimento, se podrá o no alcanzar la velocidad considerada en el proyecto.

c) Drenaje superficial rápido. Esta característica evita que el espesor de la película de agua se escurra sobre la superficie de rodamiento sea considerable y con esto impide el efecto conocido como acuaplaneo.

### *Clasificación de los pavimentos*

Los pavimentos pueden ser:

**Pavimentos Flexibles.** “Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra” (Montejo, 2002, pág. 2).

**Figura 56**

*Sección típica de un pavimento*



Fuente: Elaboración propia.

**Pavimentos Semirrígidos.** Los pavimentos semirrígidos tienen estructura similar a los pavimentos flexibles, a diferencia de la primera capa que se rigidiza artificialmente con la adición de aditivos como asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos, para corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no cumplen con la calidad adecuada para la construcción de las capas del pavimento. (Montejo, 2002)

**Pavimentos Rígidos.** “Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido” (Montejo, 2002, pág. 4).

Según el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013), dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías:

- Pavimento de concreto simple con juntas.
- Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas.

- Pavimentos de concreto con refuerzo continuo.

### Figura 57

*Sección típica de un pavimento rígido*



Fuente: Elaboración propia.

**Pavimentos Articulados.** Montejo (2002) en su teoría afirma:

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularán por dicho pavimento. (pág. 7)

### **Fotogrametría**

Según indica (Quirós, 2014) se define como:

“Es la técnica que tiene como objeto estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías. Etimológicamente, la palabra fotogrametría significa la métrica de lo

escrito con luz. Es, en esencia, la ciencia que utiliza la fotografía para hacer medidas, y su aplicación es extensiva a numerosas áreas de conocimiento. La fotogrametría no interpreta fenómenos si no que, mediante mediciones en las fotografías, genera planos y mapas de gran exactitud” (Quirós, 2014, pág. 46).

## **1.6. Formulación del problema**

### ***Problema general***

¿En qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 optimizará la evaluación superficial del pavimento flexible por el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021?

### ***Problemas específicos***

- ¿Cuál es el nivel de confiabilidad de los datos obtenidos por el Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 respecto a los datos obtenidos mediante el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021?
- ¿En qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reducirá el tiempo de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021?
- ¿En qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reducirá los costos de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021?

## 1.7. Objetivos

### *Objetivo general*

Determinar en qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 optimizará la evaluación superficial del pavimento flexible por el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021.

### *Objetivos específicos*

- Determinar el nivel de confiabilidad de los datos obtenidos por el Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 PRO V2.0 respecto a los datos obtenidos mediante el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021.
- Determinar en qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reducirá el tiempo de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021.
- Determinar en qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reducirá los costos de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021.

## 1.8. Hipótesis

### *Hipótesis general*

El uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 optimiza la evaluación superficial del pavimento flexible por el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021.

### *Hipótesis específicas*

- Los datos obtenidos por el Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 PRO V2.0 son confiables respecto a los datos obtenidos mediante el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021.
- El uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reduce el tiempo de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021.
- El uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reduce los costos de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima – 2021.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, puesto que utiliza la recolección de datos, basados en medición numérica y analizados estadísticamente, que nos permitirán confirmar o negar la hipótesis planteada, con el propósito de determinar la conducta de la población estudiada (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Según el alcance de una investigación, este estudio es correlacional dado que se busca averiguar y explicar la vinculación entre dos variables (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). En esta pesquisa, se busca optimizar la evaluación de la superficie de un pavimento por el método PCI mediante el uso de un dron.

En cuanto al diseño de la investigación, esta se considera cuasi-experimental puesto que “el diseño cuasi-experimental casi alcanza el nivel de experimental en cual los sujetos o grupos de sujetos de estudio ya están integrados por lo que las unidades de análisis no están asignadas aleatoriamente. La estructura de los diseños cuasi-experimentales implica usar un diseño con pre prueba – pos prueba” (Cornetero & Rojas, 2015, pág. 24). En un estudio cuasi-experimental se compara la situación antes de la aplicación de la variable independiente y la situación después de la aplicación de esta variable, para observar qué efectos tiene sobre la variable dependiente.

En este estudio se va a comparar el número PCI, tiempo y costos antes de la aplicación de la variable independiente, en este caso el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0, y la situación después de la aplicación de esta variable, para observar qué optimiza en la evaluación superficial por Método Índice de Condición del Pavimento (PCI) convencional.

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1. Población**

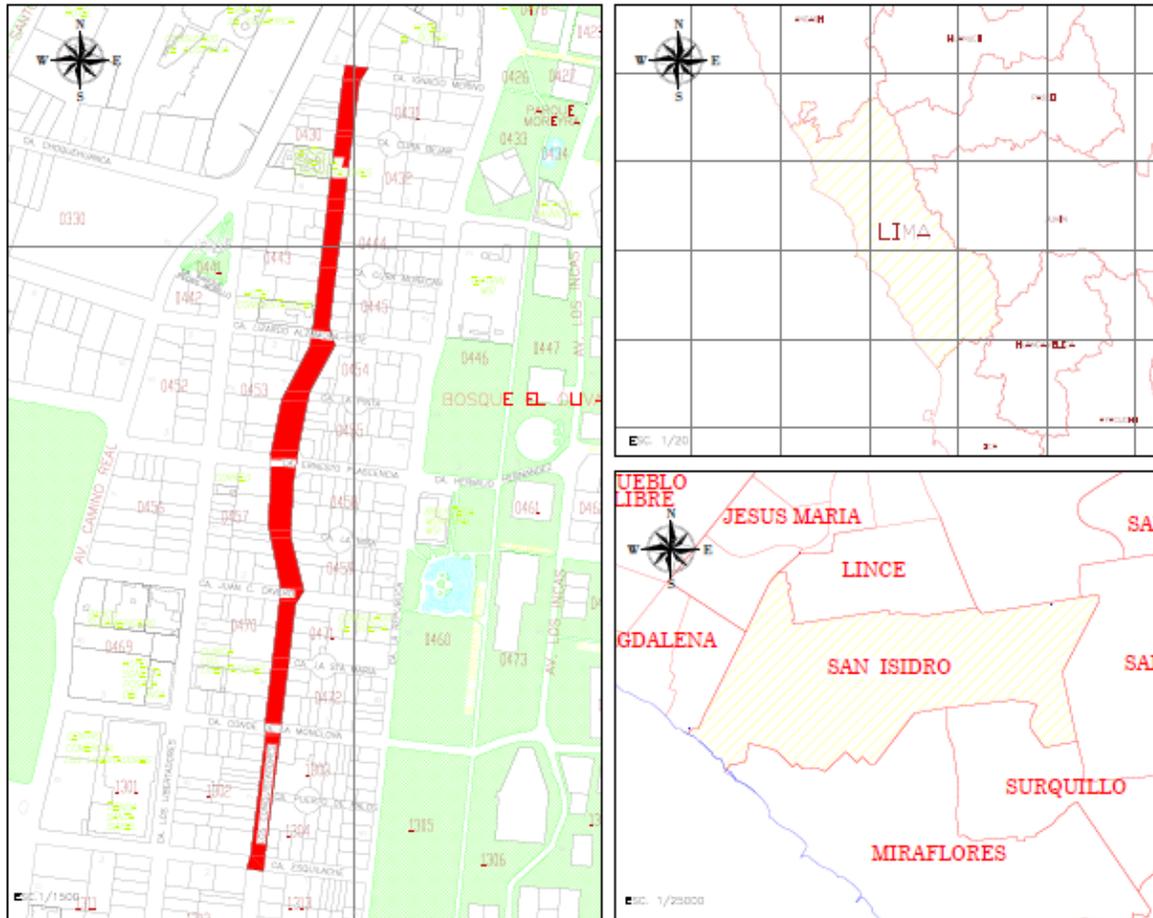
La población de la investigación es la Av. Los Conquistadores, ubicada en el distrito de San Isidro, Lima. Consta de 12 cuadras (1.5 km de longitud) con un único sentido de circulación (de Sur a Norte), cuenta con dos carriles, a excepción de las cuadras 11 y 12 que son de 3 carriles. Es conocida como una avenida emblemática dentro del distrito de San Isidro debido a que consta de atractivos gastronómicos, artísticos y fashionistas. (Reto, 2019). Asimismo, es denominada como la avenida de lujo de Lima, puesto que ahí están ubicados los restaurantes y boutiques más reconocidos del Perú. (Villalobos, 2016). Además, une dos Óvalos principales que son los más transitados en el distrito: Óvalo Gutiérrez y Óvalo Paz Soldán. Por lo tanto, de acuerdo a lo descrito es una de las avenidas más transitadas en San Isidro.

### **2.2.2. Muestra**

Se utiliza como técnica un muestreo no probabilístico, considerando un muestreo intencional. La muestra de la investigación es el tramo de la Av. Los Conquistadores que se encuentra entre las Calles Esquilache e Ignacio Merino, conformada por 6 cuadras (cuadras 2, 3, 4, 5, 6 y 7), que componen 678 m de longitud. Se seleccionó este tramo ya que se considera como el más representativo de la avenida debido a los establecimientos ubicados en este, tales como boutiques, galerías, salones de belleza, restaurantes, pastelerías, heladerías, farmacias, ópticas, consultorios médicos, oficinas, ferreterías, estaciones de autobuses, entre otros. Asimismo, en esta área se encuentran árboles no frondosos, resultando propicio para recolectar los datos con el dron. Además, al ser el tramo más concurrido es el que más afectado se encuentra.

**Figura 58**

*Ubicación de la muestra de la Av. Los Conquistadores, comprendido entre las Calles Esquilache e Ignacio Merino conformada por 6 cuadras (cuadras 2, 3, 4, 5, 6 y 7)*



Fuente: Elaboración Propia.

### 2.2.3. Unidades de Muestra

Para distribuir los 678 m (Tramo Ca. Esquilache - Ca. Ignacio Merino, conformada por las cuadras 2, 3, 4, 5, 6 y 7) de muestra de la Av. Los Conquistadores, se tiene en cuenta el ancho de calzada, siendo esta de 6 m. La norma (ASTM D6433, 2018) nos indica que, para anchos menores que 7.3 m, cada Unidad de Muestra (UM) debe tener un área comprendida en el rango  $230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2$ . Para determinar la longitud de la UM, se consideran las siguientes relaciones longitud - ancho de calzada:

**Tabla 43**

*Longitudes de unidades de muestras asfálticas según el ancho de calzada*

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Información obtenida de (Vásquez, 2002).

Al ser el ancho de calzada 6 m, para las UM se considera una longitud de 38 m, teniendo como área  $228 \text{ m}^2$ , el cual se encuentra dentro del rango establecido por la norma. Se divide los 678 m de longitud de la muestra entre 38 m y se obtienen 18 unidades de muestra, siendo 17 de 38 m y 1 de 32 m.

**Tabla 44**

*Características de las Unidades de Muestra*

UM	Ancho (m)	Longitud (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Progresiva	
				Inicial	Final
001	6.00	38.00	228	00+000	00+038
002	6.00	38.00	228	00+038	00+076
003	6.00	38.00	228	00+076	00+114
004	6.00	38.00	228	00+114	00+152
005	6.00	38.00	228	00+152	00+190
006	6.00	38.00	228	00+190	00+228
007	6.00	38.00	228	00+228	00+266
008	6.00	38.00	228	00+266	00+304
009	6.00	38.00	228	00+304	00+342
010	6.00	38.00	228	00+342	00+380
011	6.00	38.00	228	00+380	00+418
012	6.00	38.00	228	00+418	00+456
013	6.00	38.00	228	00+456	00+494
014	6.00	38.00	228	00+494	00+532
015	6.00	38.00	228	00+532	00+570
016	6.00	38.00	228	00+570	00+608
017	6.00	38.00	228	00+608	00+646
018	6.00	32.00	192	00+646	00+678

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.3. Operacionalización de variables

**Tabla 45**

*Operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Unidad</b>
<b>Variable independiente:</b>				
Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0	Sistema de vuelo que no requiere de un piloto a bordo, ya que, por los sensores incorporados y un enlace de comunicación, es controlado de forma remota por un operador en tierra.	Plan de vuelo	IPad 5 Mini DJI GS Pro	Und
		Ejecución del vuelo	Dron DJI Phantom 4 Pro v2.0	Und
		Procesamiento de datos	Software Pix 4D Mapper	Und
		Inspección de fallas	Software Pix 4D Mapper Civil 3D	m2, m
<b>Variable dependiente:</b>				
Método Índice de Condición del Pavimento (PCI)	Método de inspección visual para el levantamiento de fallas superficiales en pavimentos flexibles y rígidos, establecido por la norma ASTM D 6433.	Dimensionamiento de fallas	Formato de inspección	m2, m
		Nivel de Severidad	Formato de inspección	Alto Medio Bajo
		Valor PCI	Hojas de cálculo	0 - 100
		Estado del pavimento	Norma ASTM D6433	Muy pobre Pobre Regula Bueno Muy bueno Excelente

Fuente: Elaboración Propia.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección**

### ***2.4.1. Técnicas de recolección de datos***

Como técnica de recolección de datos se usará la observación, puesto que es el “este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 252). El Método Índice de Condición del Pavimento (PCI) empleado en esta investigación, se basa en la observación para identificar y registrar el tipo de falla presente en las unidades de muestras del pavimento en estudio.

Para la recolección de datos por el Método PCI tradicional se usará como técnica la observación directa, que tiene la definición “cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar” (Díaz, 2011, pág. 7), ya que la toma de datos se realizará in situ en la vía en estudio.

Se usa la observación indirecta “cuando el investigador entra en conocimiento del hecho o fenómeno observado a través de las observaciones realizadas anteriormente por otra persona o medio” (Díaz, 2011, pág. 7), para la recolección de datos usando el Dron DJI Phantom 4 PRO V2.0, la medición de las fallas se realizará a través de la fotogrametría, por lo tanto, se utiliza la técnica de observación indirecta.

#### 2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos que se usarán en la presente investigación son el Dron DJI Phantom 4 PRO V2.0, así como el odómetro la medición de fallas, para el registro de estas se usarán formatos adaptados de la norma ASTM D6433. Posteriormente, los datos recolectados serán procesados en el software Microsoft Excel. Asimismo, los datos recolectados con el dron se procesarán en el software Pix 4D Mapper para el análisis de las imágenes obtenidas en el vuelo y el software Civil 3D para la inspección de fallas.

**Tabla 46**

*Equipos, herramientas y materiales utilizadas para la recolección de datos*

Método PCI Tradicional	Método PCI utilizando un dron
- Odómetro	- Drone DJI Phantom 4 PRO V2.0
- Wincha	- iPad 5 mini
- Nivel de mano	- Computadora
- Tiza	- DJI GS Pro
- Pizarra	- Pix 4D Mapper
- Plumones	- Civil 3D
- Conos de seguridad	- Excel
- Computadora	
- Excel	

Fuente: Elaboración propia.

**Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0.** El Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 es un equipo multirrotor ya que cuenta con 4 hélices. Este tipo de dron es de lo más usados para levantamientos topográficos y evaluación de pavimentos debido a las características que posee como la cámara con Sensor CMOS de 1” con resolución de 20 Mega píxeles. Además, cuenta con el sistema OcuSync 2.0 HD que garantiza conectividad estable y cinco direcciones de detección de obstáculos que garantizan seguridad.

(Vasconcelos Fernandes, y otros, 2021) en su artículo de investigación “Mapping of pathological manifestations in asphalt pavement through the use of drones” utilizaron el Dron DJI Phantom 4 Pro para inspeccionar 0.5 km de la vía de acceso al campus de la UFERSA en Río Grande, Brasil; donde los datos que obtuvieron con el uso de drones lograron un 94.4% de similitud con respecto a los datos del método tradicional.

(Lanado, 2021) en su tesis “Determinación del Índice de Serviciabilidad e Índice de Condición del Pavimento de la ruta CU-100 tramo Izcuchaca-Huarocondo, utilizando el Rugosímetro de Merlín y dron” empleó el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro para inspeccionar 8+250 km en medio día, evidenciando ventajas en el rendimiento.

(Peña & Peña, 2020) en su tesis “Propuesta de levantamiento de tipos de fallas asistido por el Sistema de Aeronaves Pilotadas Remotamente (RPAS) para intervenir en carreteras de bajo volumen en Lima provincias” elaboraron una comparación de seis drones en cuanto a sus características donde obtuvieron que el dron DJI Phantom 4 Pro es el más recomendado por las especificaciones técnicas que posee.

(Quispe, 2020) en su investigación “Evaluación de confiabilidad del dron Phantom 4 Pro V2.0 para calcular el Índice de Condición del pavimento flexible en Av. Miraflores del distrito de Comas, Lima -2020” afirmó con un 95% de confiabilidad que el dron DJI Phantom 4 Pro es fidedigno para realizar la medición de fallas superficiales presentes en un pavimento.

(Cruz, 2018) presentó la tesis “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento con imágenes del vehículo aéreo no tripulado” donde indicó que con el uso del dron DJI Phantom 4 Pro obtuvo valores PCI similares a los obtenidos por el método tradicional.

A partir de las investigaciones mencionadas se puede constatar que el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 es válido y el más recomendable como instrumento de recolección de datos.

**Tabla 47**

*Características del Drone DJI Phantom PRO V2.0*

Descripción	Característica
Cámara	Sensor CMOS de 1” y resolución de 20 MP
Sistema de transmisión	OcuSync 2.0 HD
Tiempo de vuelo	30 minutos
Peso de despegue	1375 g
Velocidad máxima de ascenso	6 m/s
Velocidad máxima	72 km/h
Ángulo máximo de inclinación	42°

Fuente: Elaboración Propia. Información obtenida de DJI San Isidro – Corporación Segurimax.

**Figura 59**

*Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 y iPad 5 mini*



Fuente: Propia

**Software Pix 4D Mapper.** Es un software donde se realiza el proceso fotogramétrico de un conjunto de imágenes para obtener productos cartográficos con gran resolución que permitan efectuar mediciones lineales y volumétricas con alta precisión. (Peña & Peña, 2020)

(Becker, Galayda, & MacLaughlin, 2018) elaboraron un artículo científico donde compararon softwares de fotogrametría digital (Bentley ContextCapture, Pix4Dmapper y Agisoft PhotoScan) llegando a la conclusión que el software Pix 4D Mapper fue el que tuvo el mínimo error en los puntos de control y fue el segundo software en tener la resolución más alta.

(Cruz, 2018) en su tesis titulada “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento con imágenes del vehículo aéreo no tripulado” utilizó el software Pix 4D Mapper para procesar las imágenes obtenidas en el vuelo y obtener el modelo 3D, permitiendo inspeccionar las fallas presentes en la vía.

(Fiestas & Merino, 2020) en su tesis titulada “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible a la Av. Don Bosco. Piura usando drones” obtuvieron el modelo 3D de la vía que inspeccionaron mediante el procesamiento de imágenes en el software Pix 4D Mapper, permitiendo borrar los obstáculos presentes en la vía.

A partir de las investigaciones mencionadas se puede verificar que la aplicación del software Pix 4D Mapper es válida como instrumento para procesar las imágenes obtenidas mediante el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0.

**Formatos de inspección.** Los formatos utilizados tanto para la recolección de datos como para el procesamiento de este fueron adaptados de la norma ASTM D6433. En la figura 60 se muestra el formato utilizado para recolectar los datos por el Método PCI convencional, y en la figura 61 se muestra el formato de procesamiento de datos utilizado en ambos métodos.



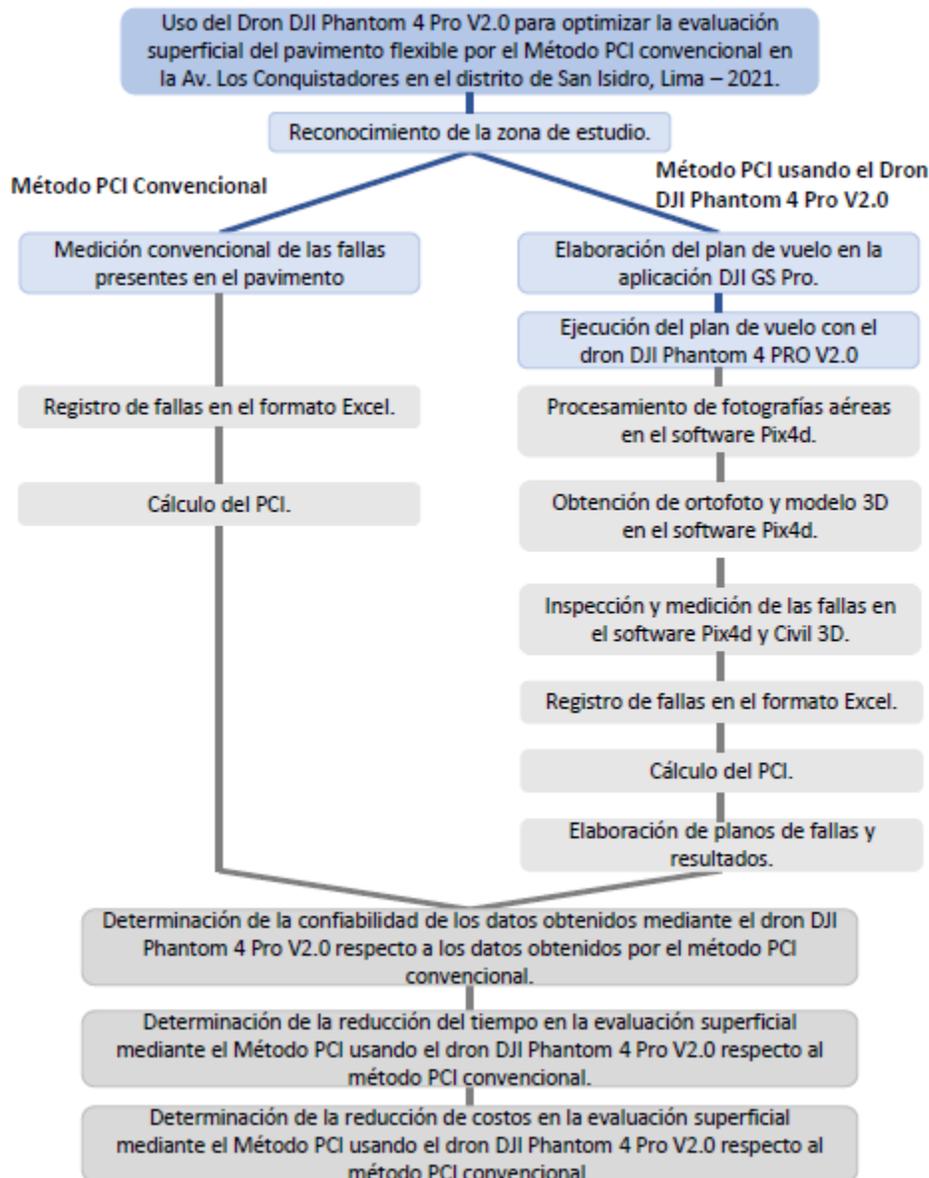


## 2.5. Procedimiento de tratamiento y análisis de datos

El procedimiento de tratamiento de datos se divide en los dos métodos donde ambos requieren trabajo tanto en campo (azul) como en gabinete (gris).

**Figura 63**

*Procedimiento de trabajo en la investigación*



Fuente: Elaboración propia.

Al ser una investigación cuantitativa, los datos numéricos se analizan mediante tablas y gráficos, obtenidos de la evaluación de fallas por el Método PCI in situ y usando un dron, para posteriormente, identificar los recursos optimizados con el uso de este, y a la vez, determinar en qué nivel de deterioro se encuentra el pavimento flexible de la Av. Los Conquistadores.

## **2.6. Aspectos éticos**

El investigador de esta tesis, respeta la confiabilidad de los datos del método empleado en la investigación. Asimismo, se compromete a brindar veracidad en todos datos obtenidos con la finalidad de lograr los objetivos planteados.

El uso de un dron puede ser invasivo a la privacidad al momento de captar imágenes con fines de investigación, por ello el autor de esta tesis se compromete a respetar y proteger la privacidad de los datos en los siguientes aspectos:

- Limitándose a usar y mostrar las imágenes que enfocan tan solo a la vía de estudio.
- No recopilar datos sobre terceros, y si en caso sucediese sin intención, proteger esta información.
- No divulgar información confidencial como las placas de los autos que circulan por la vía.
- No invadir la propiedad privada, procurando no volar el dron sobre ellas sin permiso.
- No compartir ni divulgar las imágenes que enfoquen a terceros recolectadas en el vuelo a fin de conservar la discreción y respetar la intimidad de las personas.
- No sobrevolar el dron en zonas restringidas.

## 2.7. Métodos

### 2.7.1. Método PCI Convencional

La evaluación de un pavimento consta de dos etapas: una de campo y otra de cálculos. En la de campo se inspecciona la vía in-situ, se identifican las fallas y se procede a medirlas, para luego registrarlas en el formato de inspección. En gabinete se procesarán los datos utilizando el software Excel. Se muestra el siguiente flujograma con imágenes de las actividades principales que se realizan para llegar a obtener resultados mediante este método.

#### Figura 64

*Diagrama de flujo para el proceso del Método PCI convencional*



Fuente: Elaboración propia.

#### A) Trabajo en campo

- Primero, se reconoce la vía en estudio, identificando sus características para establecer el número de unidades de muestra. Luego, se procede a marcarlas en campo para poder identificarlas durante la recolección de datos.

### Figura 65

*Marcación del número de unidades de muestras*



Fuente: Propia.

### Figura 66

*Marcación de unidades de muestra*



Fuente: Propia.

- Se inspecciona individualmente cada unidad de muestra, identificando el tipo de falla y su nivel de severidad, se toman las medidas con un odómetro, wincha y/o nivel de mano, según corresponda. Se anota la información obtenida en el formato de registro.

### **Figura 67**

#### *Medición de las fallas*



Fuente: Propia.

### **Figura 68**

#### *Anotación de las medidas de las fallas*



Fuente: Propia.

- Al terminar la inspección en campo, se procesa la información obtenida en Excel para determinar el valor del PCI.

## B) Trabajo en gabinete

Registramos las fallas en nuestro formato digital. Para obtener el número PCI, según (Vásquez, 2002) se divide en 4 etapas:

### Etapa 1: Cálculo de los valores deducidos

- En el formato de cálculo, insertamos el tipo de falla, su nivel de severidad y el área o longitud de cada una, según corresponda.
- Se suman las cantidades parciales de cada tipo de falla insertada, según su nivel de severidad, para obtener la cantidad total. Se insertan las fallas registradas en la UM 001.

### Figura 69

*Suma total de las cantidades parciales de cada tipo de falla*

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL
1	L	0.72	1.14									1.86
10	M	1.70	11.80									13.50
11	L	1.3	12.88									14.18
11	M	1.17										1.17

Fuente: Propia.

- Se obtiene la densidad del tipo de falla, según su nivel de severidad, dividiendo la cantidad total de cada una entre el área total de la unidad de muestra (228 m<sup>2</sup> en las UM 001 a 017, y 192 m<sup>2</sup> en la UM 18). El resultado debe encontrarse en porcentaje.

## Figura 70

*Cálculo de la densidad de cada tipo de falla*

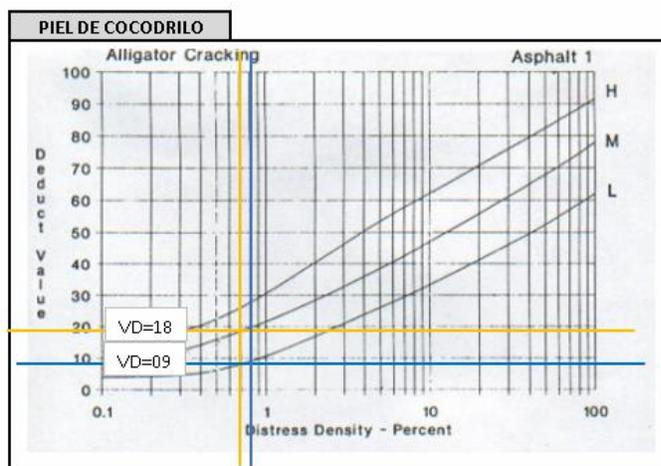
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)
1	M	1.26	0.35			1.61	0.71
1	L	0.72	1.14			1.86	0.82
10	M	1.70	11.80			13.50	5.92
10	H	2.50				2.50	1.10
11	L	1.3	12.88			14.18	6.22
11	M	1.17				1.17	0.51

Fuente: Propia.

- Se determina el Valor Deducido para cada tipo de falla, según su nivel de severidad, a través de las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” establecidas por la norma (ASTM D6433, 2018). Por ejemplo, en la UM 001, para el tipo de falla 1 (piel de cocodrilo), se ubica en el eje X el valor de densidad obtenido (0.71 para severidad Media y 0.82 para severidad Baja), se interceptan con la curva de su respectiva severidad, obtenido el Valor Deducido en el eje Y, siendo 18 para severidad Media y 9 para severidad Baja.

## Figura 71

*Valor Deducido de la falla Piel de Cocodrilo*



Fuente: Norma (ASTM D6433, 2018).

- Se suman todos los valores deducidos, obteniéndose el valor deducido total.

## Figura 72

*Valor Deducido total*

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	M	1.26	0.35				1.61	0.71	18.39
1	L	0.72	1.14				1.86	0.82	8.51
10	M	1.70	11.80				13.50	5.92	12.88
10	H	2.50					2.50	1.10	8.23
11	L	1.3	12.88				14.18	6.22	12.03
11	M	1.17					1.17	0.51	6.81
<b>TOTAL DE VALOR DEDUCIDO</b>									<b>66.85</b>

Fuente: Propia.

### **Etapla 2: Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)**

- Se usa el Valor Deducido Total cuando solo uno o ninguno de los valores deducidos es mayor que 2. Caso contrario, se determina el Valor Deducido Corregido.
- Para determinar el Valor Deducido Corregido, se ordenan los Valores Deducidos individuales de mayor a menor.
- Se determina el Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m), utilizando la siguiente ecuación:

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

*Ecuación 1.* Cálculo de Número Máximo Admisible de VD.

Donde:

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

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

En la UM 001, el mayor valor deducido es 18, aplicamos la Ecuación 1, obteniendo:

$$m_{001} = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 18) = 8.50$$

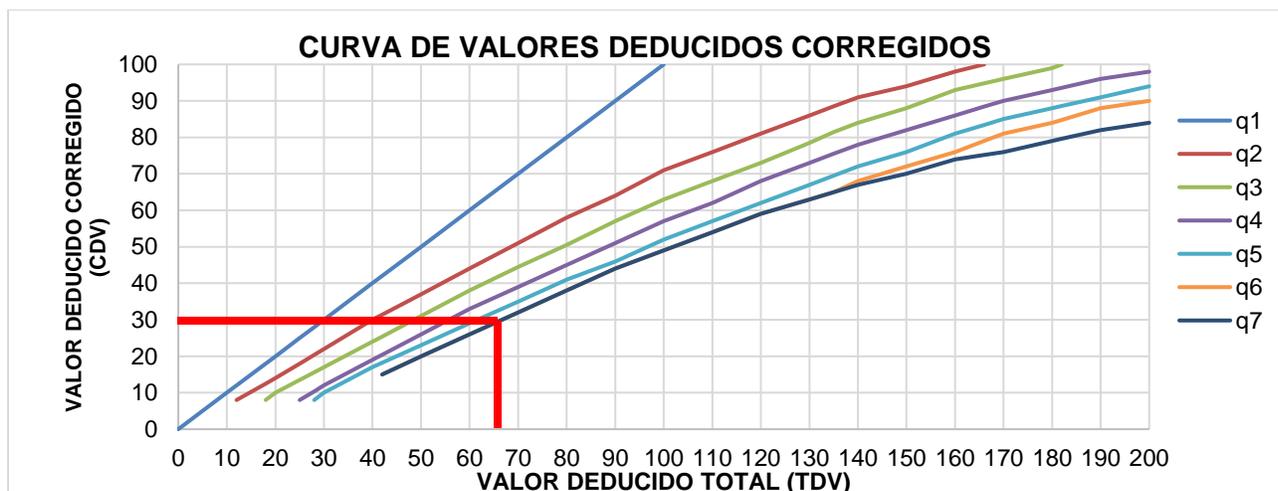
- Si se tiene valores deducidos menores que  $m$ , se usan todos. Por lo contrario, se reduce a  $m$ , incluyendo la parte fraccionaria. En la UM 001, se tienen 6 valores deducidos, siendo menor que 8.50, por lo tanto, se utilizan todos los valores.

### Etapa 3: Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido” (CDV).

- Se determina el número de valores deducidos, denominado “ $q$ ”, se considera todos los mayores que 2.
- Se determina el Valor Deducido Total sumando todos los valores deducidos individuales.
- Se utiliza la curva de corrección de acuerdo al tipo de pavimento, para determinar el Máximo Valor Deducido Corregido (CDV) con  $q$  y el Valor Deducido Total. Para  $q = 6$  y  $VD_{TOTAL} = 67$ , se obtiene un  $CDV = 30$ .

### Figura 73

Curva de Valores Deducidos Corregidos



Fuente: Elaboración propia, adaptado de (ASTM D6433, 2018).

- Al último valor deducido mayor que 2, se le reemplaza por este número. Se repite el proceso anterior hasta obtener  $q = 1$ .
- De todos los Valores Deducidos Corregidos, se elige el máximo.

### Figura 74

*Cálculo del Valor Deducido Corregido*

N°	VALORES DEDUCIDOS VD							m = 10.18	TOTAL	q	CDV
1	18.39	12.88	12.03	8.51	8.23	6.81		66.85	6	30	
2	18.39	12.88	12.03	8.51	8.23	2.00		62.04	5	30	
3	18.39	12.88	12.03	8.51	2.00	2.00		55.81	4	30	
4	18.39	12.88	12.03	2.00	2.00	2.00		49.30	3	31	
5	18.39	12.88	2.00	2.00	2.00	2.00		39.27	2	29	
6	18.39	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		28.39	1	28	
								0.00	0	0	
								0.00	0	0	
<b>MAX. CDV</b>										31	

Fuente: Propia.

### Etapa 4: Cálculo del PCI.

- Se resta 100 menos el máximo CDV para obtener el número PCI de la UM.

$$PCI = 100 - CDV$$

*Ecuación 2. Cálculo del valor PCI.*

En la UM 001, el máximo CDV es 31, obteniéndose un valor PCI de 69, lo que significa que se clasifica en estado bueno.

## Figura 75

*Obtención del PCI en la UM 001*

N°	VALORES DEDUCIDOS VD						m = 10.18	TOTAL	q	CDV
1	18.39	12.88	12.03	8.51	8.23	6.81		66.85	6	30
2	18.39	12.88	12.03	8.51	8.23	2.00		62.04	5	30
3	18.39	12.88	12.03	8.51	2.00	2.00		55.81	4	30
4	18.39	12.88	12.03	2.00	2.00	2.00		49.30	3	31
5	18.39	12.88	2.00	2.00	2.00	2.00		39.27	2	29
6	18.39	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		28.39	1	28
								0.00	0	0
								0.00	0	0
									<b>MAX. CDV</b>	31
									<b>PCI</b>	69
									<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>Bueno</b>

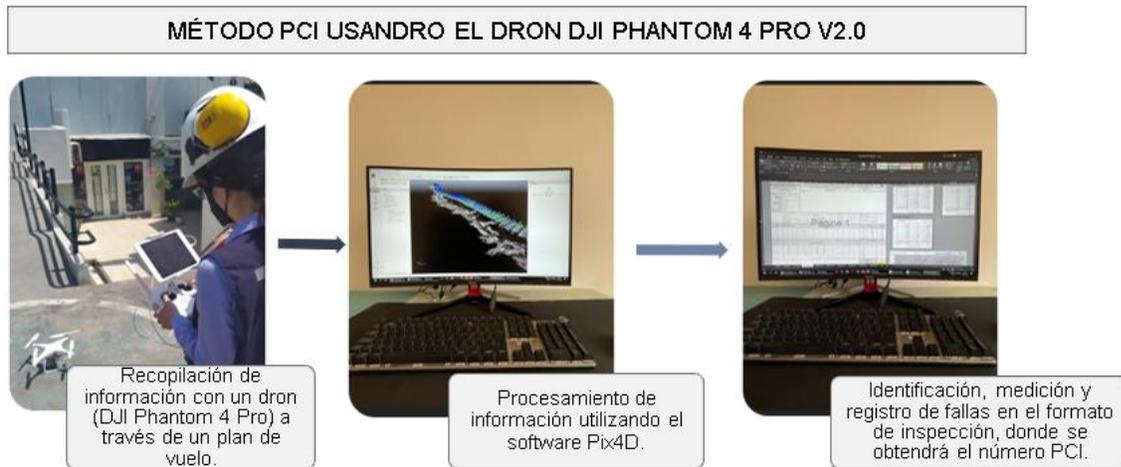
Fuente: Propia.

### 2.7.2. Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0

Al igual que el método PCI tradicional, este también se desarrolla en dos etapas: en campo y gabinete. La etapa en campo se basa en inspeccionar el estado de la avenida en estudio a través de un vuelo para la toma de imágenes. La etapa en gabinete consiste en procesar las imágenes recopiladas en el vuelo, de ello se obtendrá un modelo digital en 3D que nos permitirá inspeccionar el pavimento por el método PCI. En el siguiente flujograma se muestra los pasos principales del procedimiento para obtener los resultados.

**Figura 76**

*Diagrama de flujo para el proceso del Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0*



Fuente: Elaboración propia.

**A) Recopilación de información con un dron a través de un vuelo fotogramétrico**

La recopilación de información se realizó utilizando el dron DJI Phantom 4 Pro V2.0.

Asimismo, se requirió un iPad para poder programar el vuelo.

**Figura 77**

*Drone DJI Phantom 4 PRO V2.0*

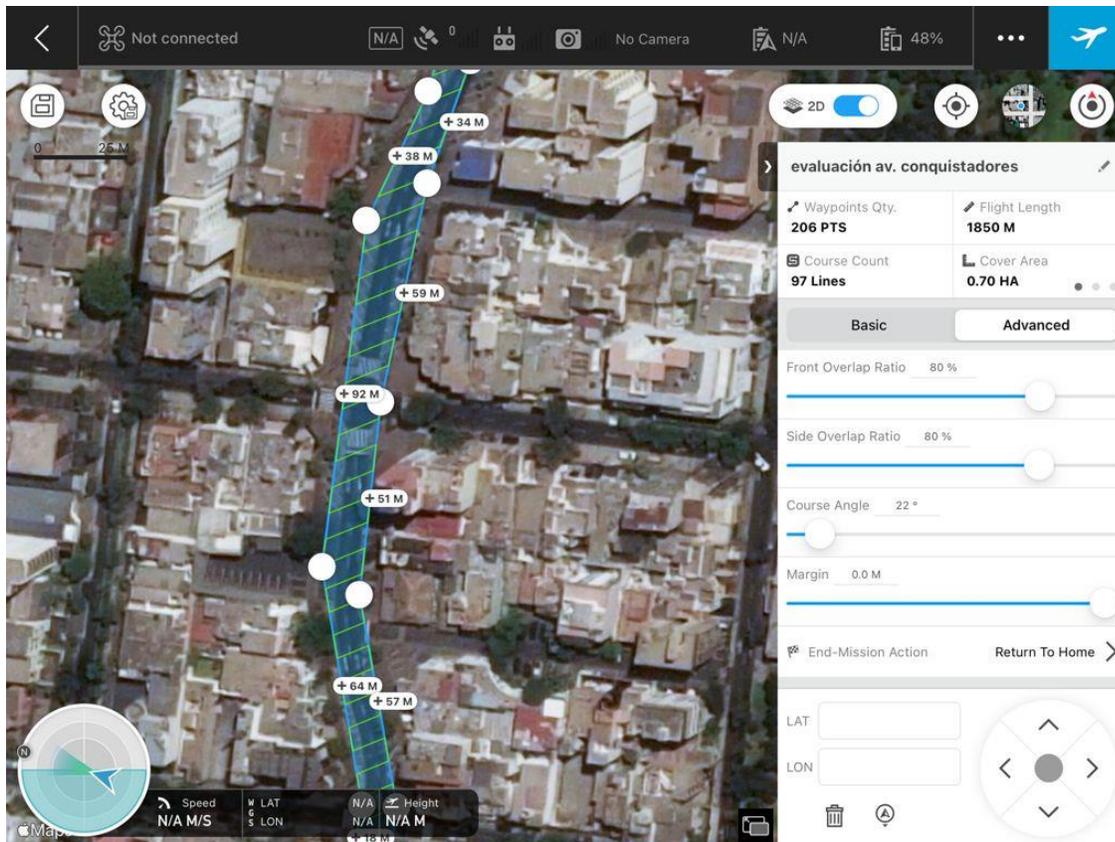


Fuente: Propia.

- En gabinete, se elabora un plan de vuelo en la aplicación DJI GS Pro, donde se delimita el área que corresponde a la vía en estudio para que capture las imágenes.

## Figura 78

*Delimitación del área de la Avenida Los Conquistadores en la aplicación DJI GS Pro*



Fuente: Elaboración propia.

- Una vez delimitada el área, se establecen los parámetros. Para ello se tiene en cuenta lo establecido en la Norma Técnica Complementaria NTC 001 – 2015 emitida por DCA/DGAC, “Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia”. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015). Ninguna persona podrá operar un RPAS:
  - Si la masa del RPA excede los 25 kg.

- En proximidad de personas u obstáculos, debiendo mantener una separación vertical del RPA mayor a 20 metros y horizontal mayor a 30 metros, en relación a cualquier obstáculo. Dichos márgenes se aplican al despegue/lanzamiento, aterrizaje/recuperación y durante todas las fases del vuelo y en adición a las restricciones operacionales propias de cada modelo RPA establecidas en el correspondiente manual.
- Por encima de 500 ft (152. 4m) de altura sobre el terreno.
- A más de 100 mph (87 Kt) de velocidad aérea.
- En condiciones nocturnas (después de la puesta o antes de la salida del sol).
- Durante más de 1 hora continuada.

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2015, pág. 6)

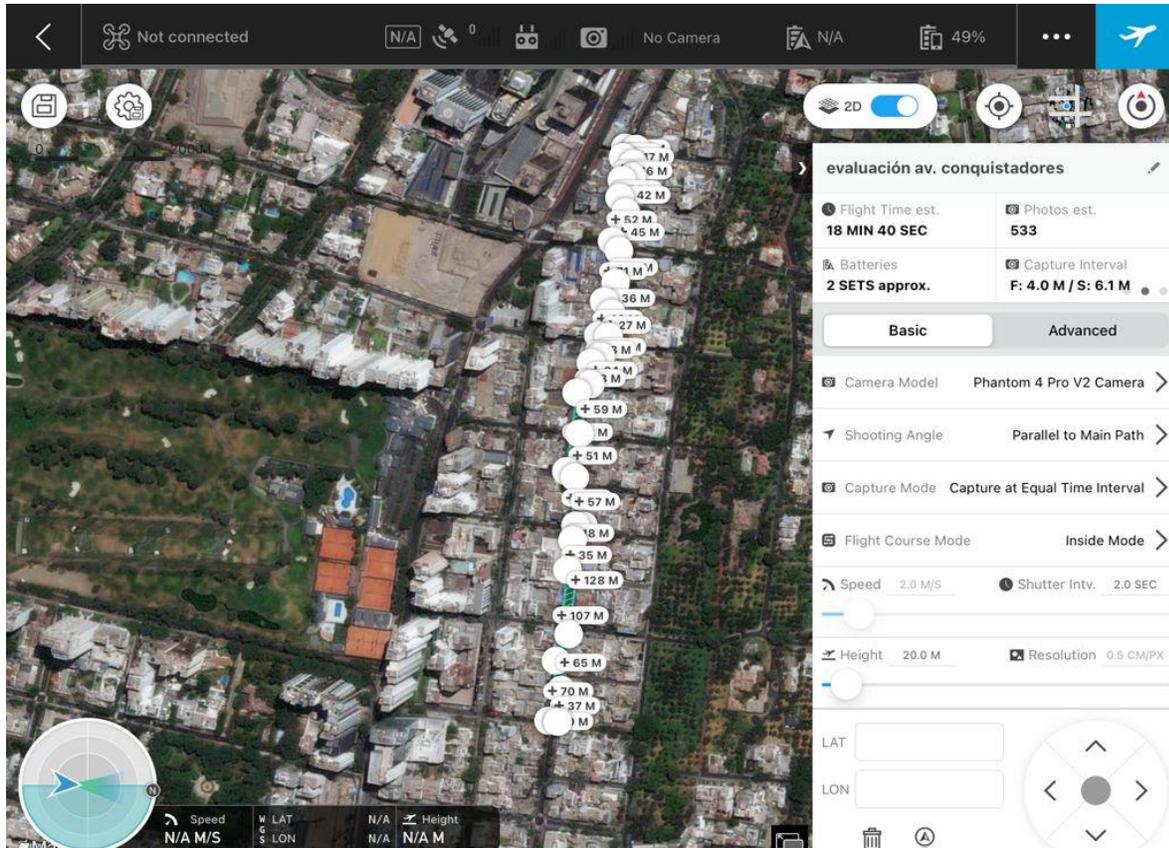
Tomando en cuenta estos lineamientos se realizó el vuelo a las 7 a.m. Asimismo, se establecen los siguientes parámetros:

- Altura de vuelo: Se establece 20m para obtener una mejor resolución en las imágenes, esta es la separación vertical mínima que establece la NTC 001 – 2015. Las condiciones de la vía no presentan interferencias para volar a esta altura, ya que no hay presencia de edificios de gran altura en esta zona.
- Captura de fotografías: cada 2 segundos.
- Inclinación: 22°.
- Traslapes transversales y longitudinales: Se considera 80% con el fin de conseguir un mayor número de puntos homólogos entre foto y foto.

El programa calcula el número de puntos, fotografías proyectadas y el tiempo de vuelo automáticamente a partir de los parámetros establecidos.

**Figura 79**

*Parámetros establecidos en el plan de vuelo en la aplicación DJI GS Pro*



Fuente: Elaboración propia.

- Una vez diseñado el plan de vuelo, se procede ir a la zona de estudio para ejecutarlo. Se inspecciona el área a evaluar y se identifica una zona adecuada para el despegue ya que debe realizarse en una zona donde no existan obstáculos que impidan elevarse. Previamente, se tiene que calibrar el Dron con una referenciación horizontal y vertical. Asimismo, el iPad debe tener acceso a conexión wifi para que a través de la aplicación DJI GS Pro podamos iniciar el vuelo fotogramétrico. Una vez iniciado el vuelo, el dron seguirá la ruta previamente programada. Regresará al punto de despegue cuando requiera cambio de batería, es por ello que, se deben tener baterías extras para garantizar un vuelo continuo.

**Figura 80**

*Calibración horizontal y vertical del dron DJI Phantom 4 PRO V2.0*



Fuente: Propia.

**Figura 81**

*Despegue del dron DJI Phantom 4 PRO V2.0*



Fuente: Propia.

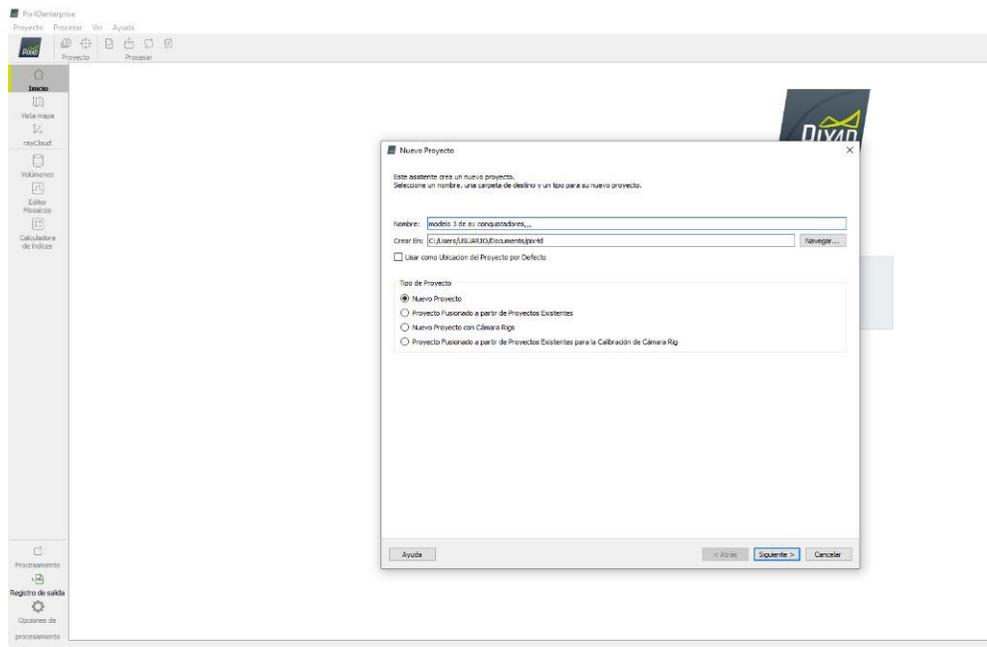
- Cuando el vuelo termine, el equipo retorna automáticamente al punto de despegue. Toda la información recolectada, se encuentra registrada en la memoria externa del equipo. Se descarga esa información para ser procesada en gabinete utilizando el software Pix4D Mapper.

## B) Procesamiento de información utilizando el software Pix4D Mapper

- Las imágenes obtenidas se procesan utilizando el Software Pix4D Mapper. Se ingresan las imágenes al nuevo proyecto creado y automáticamente reconoce las características de las mismas. Se extrae las coordenadas de cada fotografía, resolución e inclinación de la cámara, la ubicación y orientación de cada imagen.

### Figura 82

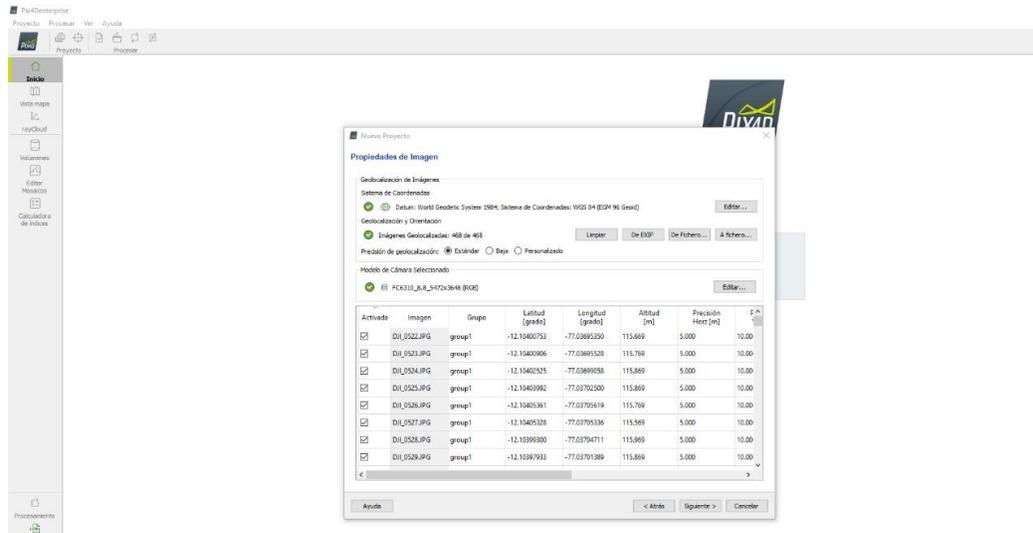
#### Creación de proyecto nuevo en el software Pix 4D Mapper



Fuente: Propia.

**Figura 83**

*Importación de imágenes obtenidas en el vuelo al proyecto nuevo creado en Pix4D Mapper*

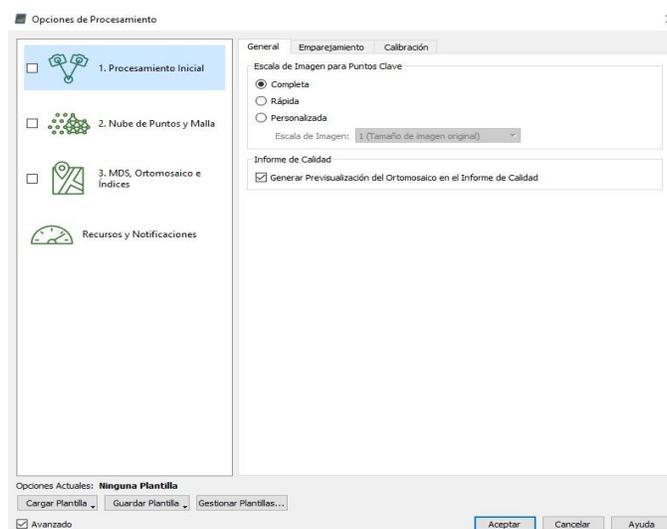


Fuente: Propia.

- Después, se configuran las nuevas opciones del procesamiento para obtener la nube de puntos, la malla, la ortofoto y el modelo digital de superficie de toda la zona en estudio.

**Figura 84**

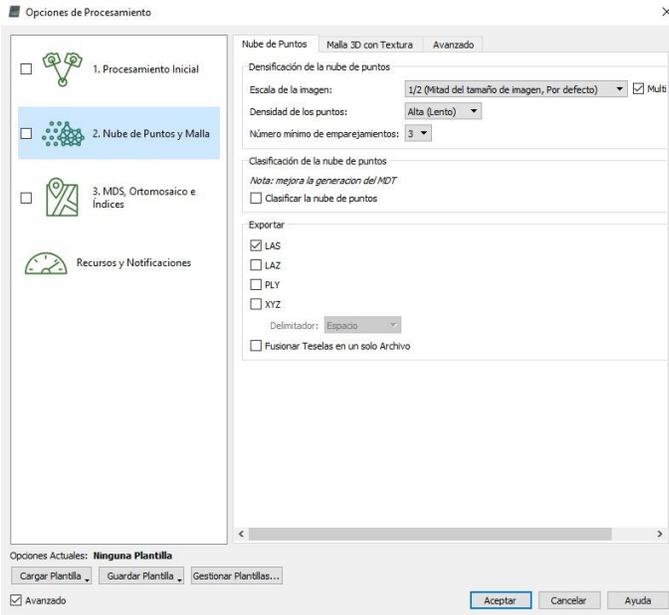
*Configuración del procesamiento inicial*



Fuente: Propia.

**Figura 85**

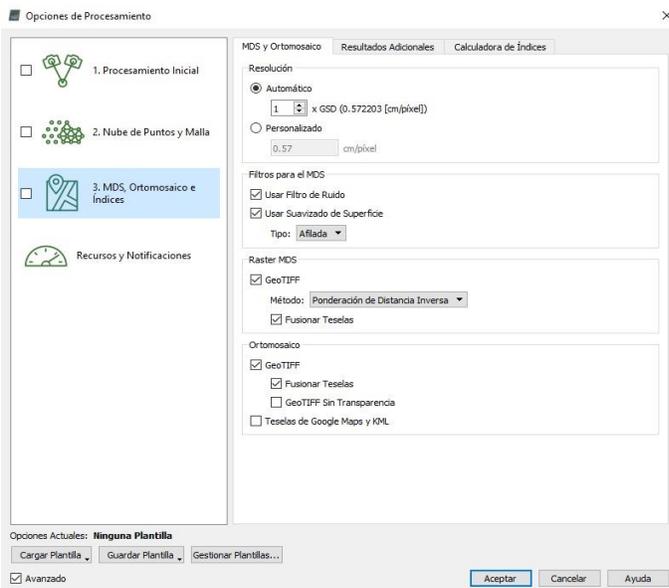
*Configuración de nube de puntos y malla*



Fuente: Propia.

**Figura 86**

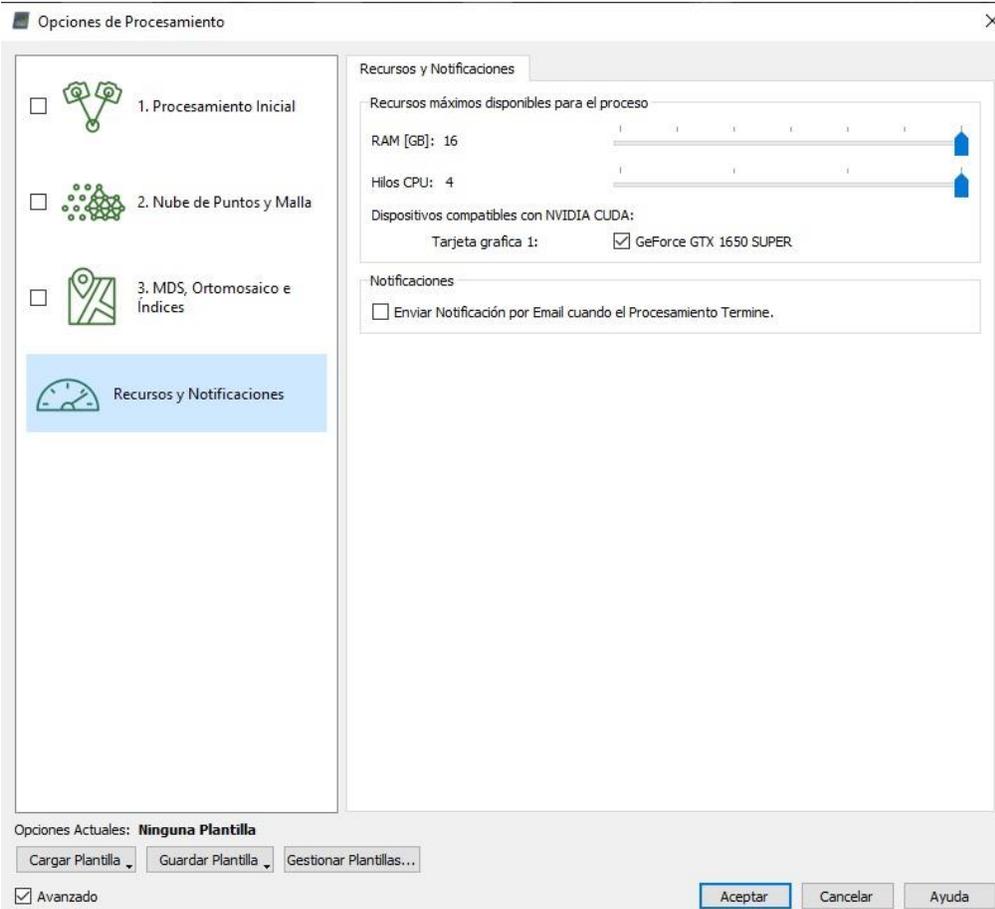
*Configuración del MDS, ortomosaico e índices*



Fuente: Propia.

**Figura 87**

*Recursos y notificaciones*

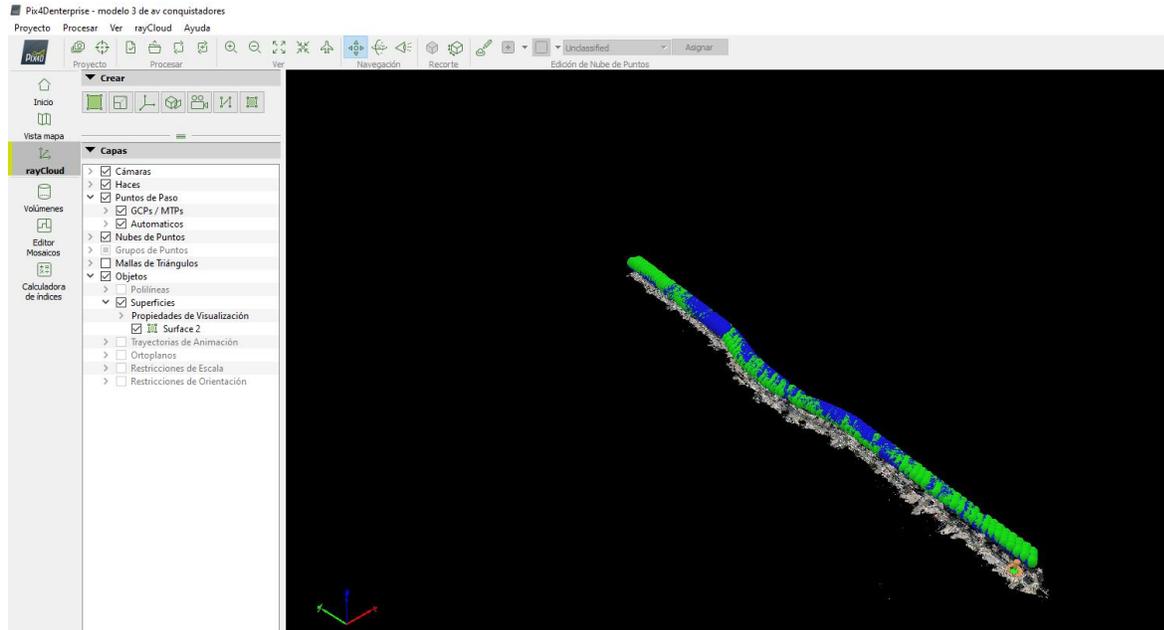


Fuente: Propia.

- Luego de realizar la configuración inicial del procesamiento, se carga la nube de puntos, que otorga una resolución visual del modelo 3D. Posteriormente, se genera una malla de triangulación mejorando el acabado final del mismo.

**Figura 88**

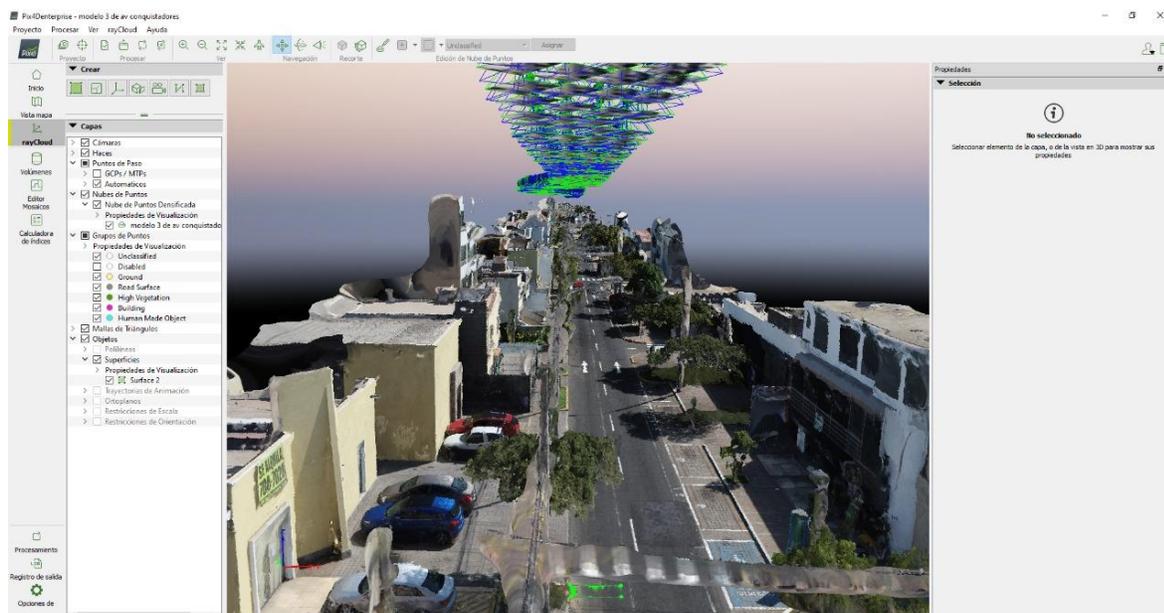
*Creación de nube de puntos en el software Pix4D Mapper*



Fuente: Propia.

**Figura 89**

*Creación de malla de triangulación en el software Pix4D Mapper*

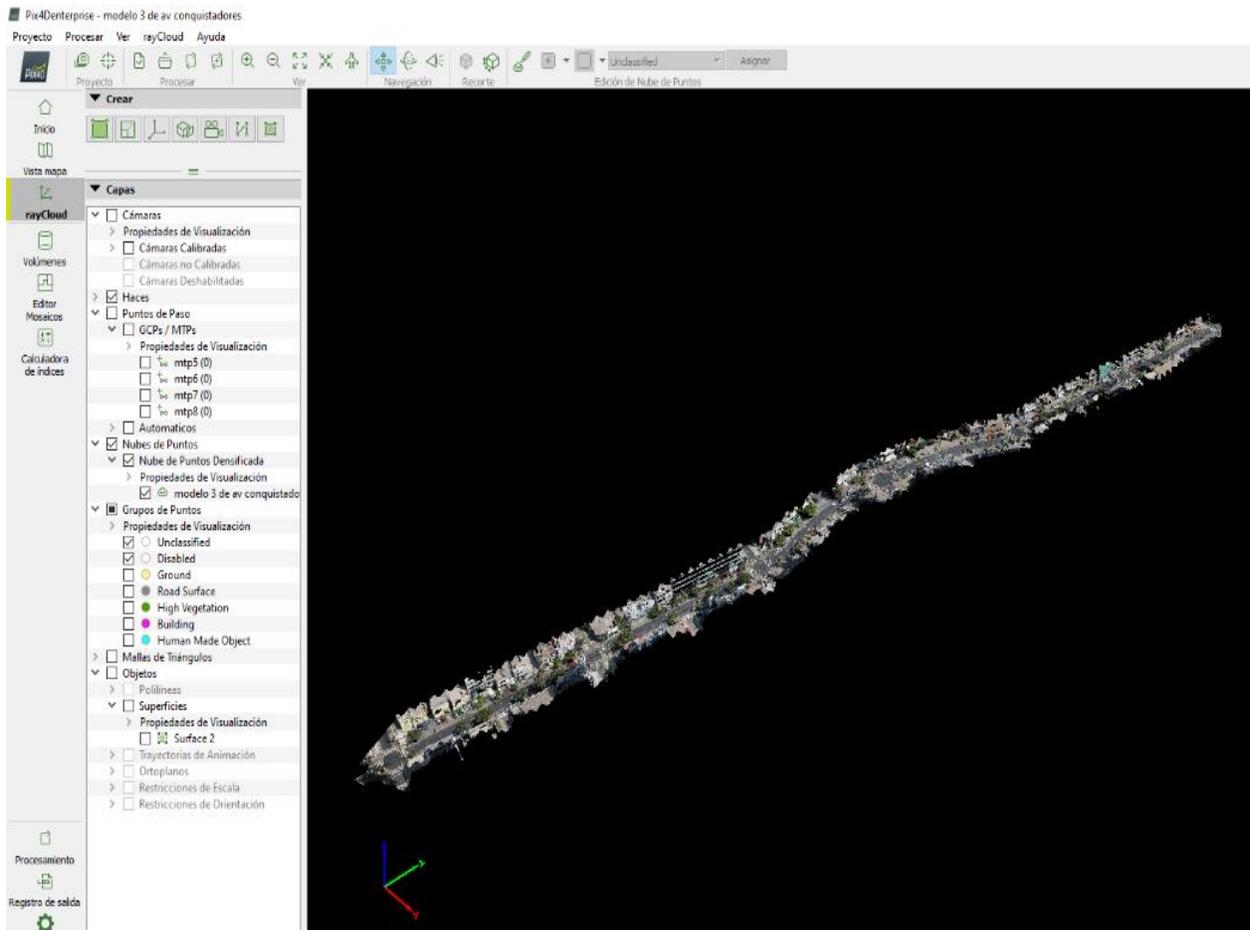


Fuente: Propia.

- A continuación, se obtiene la ortofoto del modelo de la vía en estudio, que se encuentra georreferenciada y con una alta resolución.

## Figura 90

*Ortofoto georreferenciada en el software Pix4D Mapper*

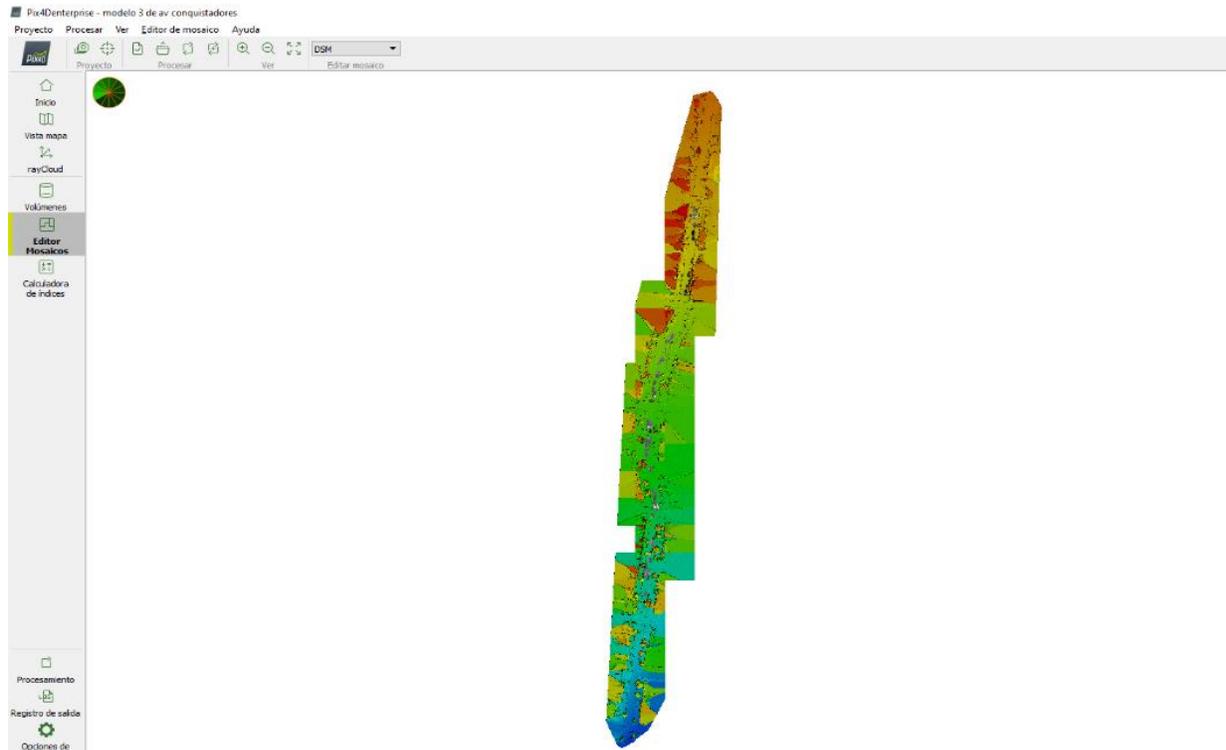


Fuente: Propia.

- Asimismo, se origina el modelo digital de superficie (MDS), que nos muestra las diferentes alturas del terreno asignándole un color distinto de acuerdo a su ubicación en el espacio.

## Figura 91

*Generación del Modelo Digital de Superficie (MDS) en el software Pix4D Mapper*



Fuente: Elaboración propia.

- Una vez obtenido el modelo digital en 3D de la vía en estudio, se procede a limpiar todos los obstáculos que se encuentran en la vía debido al tránsito concurrido reemplazando las regiones donde se muestran obstáculos por otras regiones que se encuentren libre de estos. Se reemplazaron 106 regiones que contenían obstáculos.

**Figura 92**

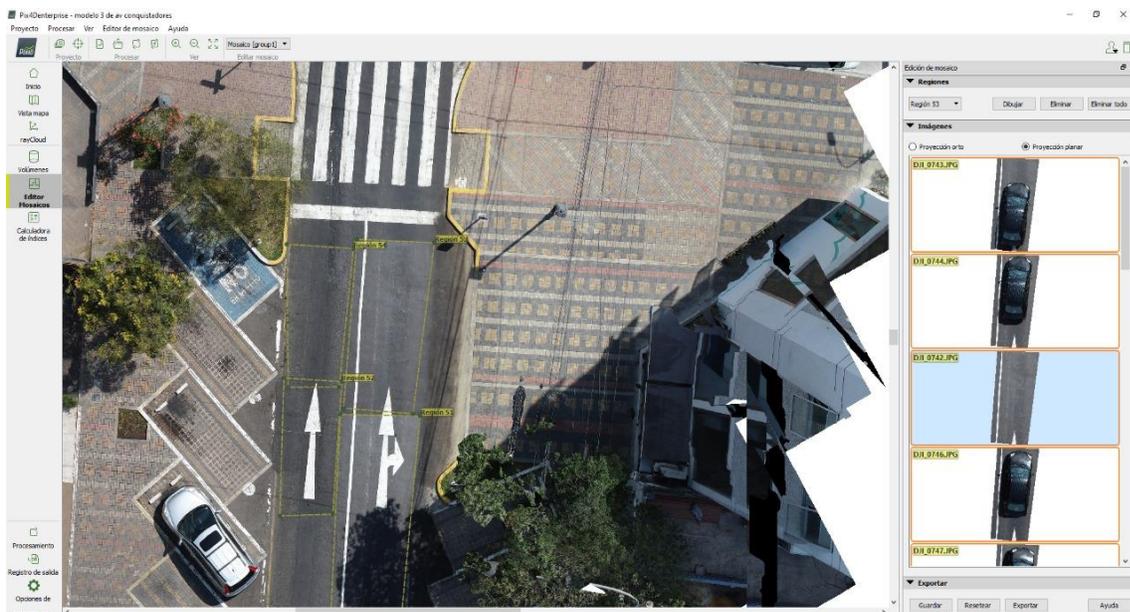
*Limpieza de obstáculos en la vía en el software Pix4D Mapper*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 93**

*Limpieza de obstáculos en la vía en el software Pix4D Mapper*



Fuente: Propia.

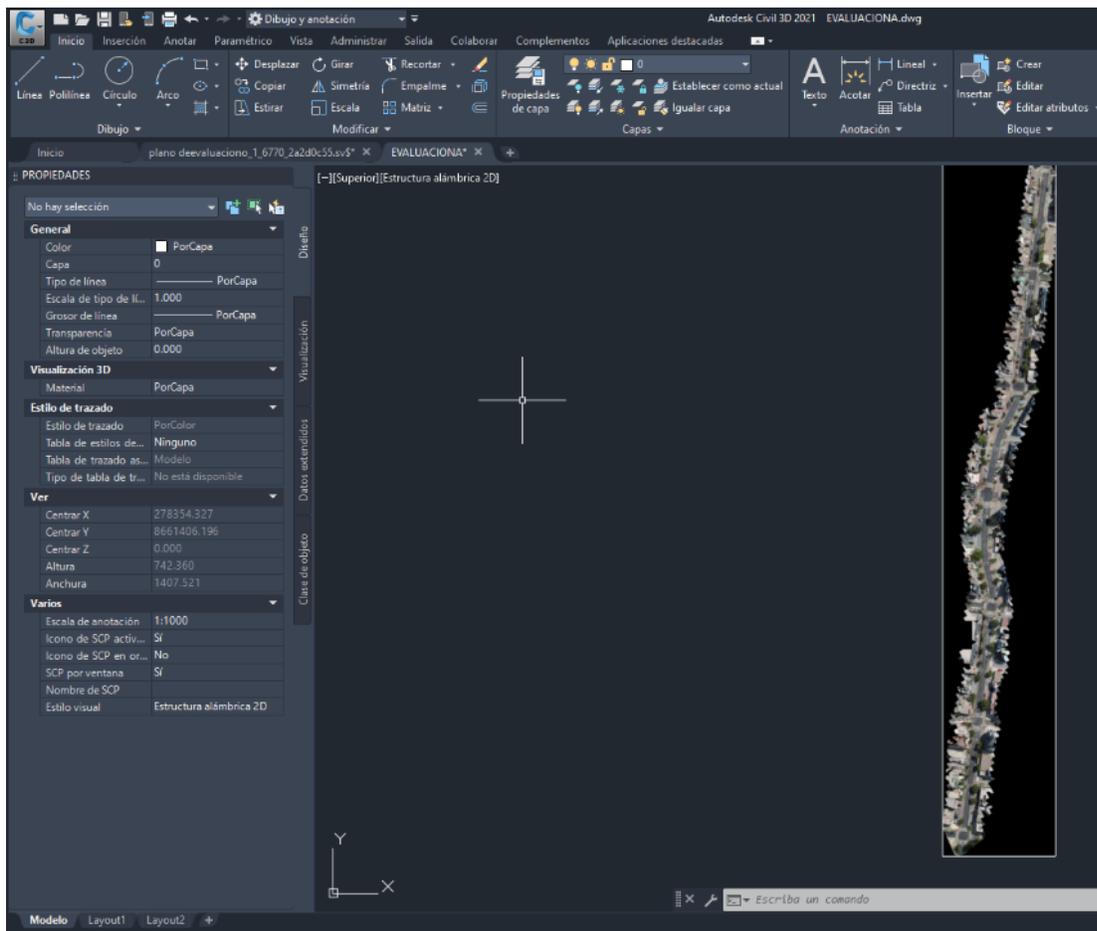
Cubas Fernandez, Jhanely Esther.

### C) Identificación, medición y registro de fallas por el método PCI

- Cuando la vía ya ese encontrada despejada, se procede a exportar la ortofoto para ser importada al programada Civil 3D donde se realizará la inspección.

#### Figura 94

##### Importación de ortofoto al programa Civil 3D

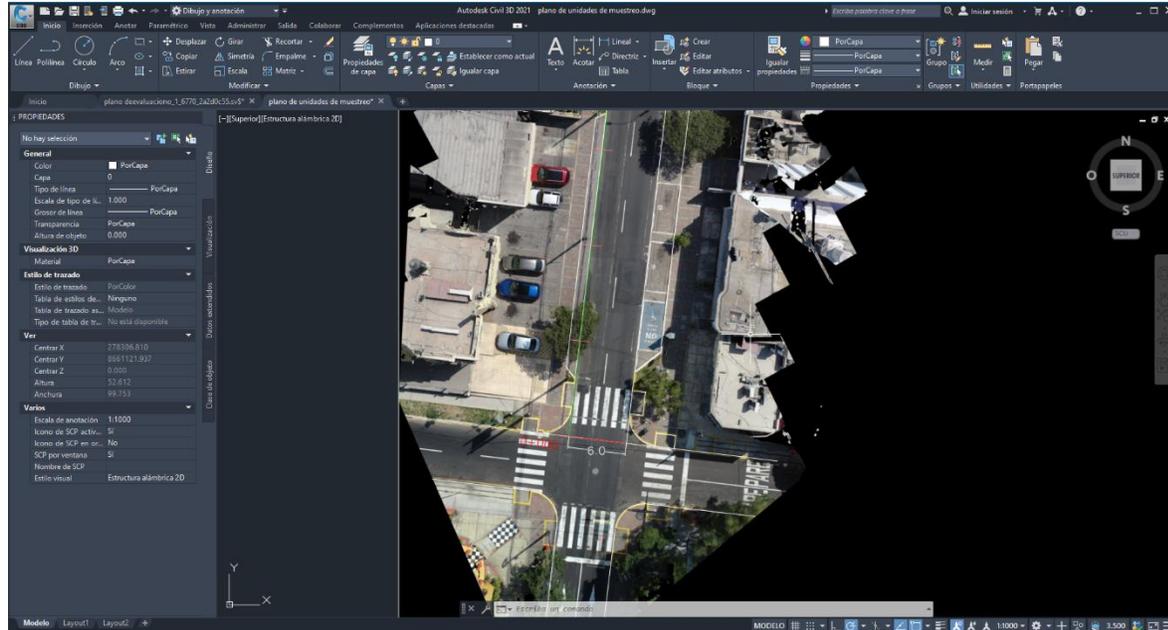


Fuente: Elaboración Propia.

- Se identifican los parámetros de la vía en estudio.

## Figura 95

### Identificación de los parámetros de la vía en el programa Civil 3D



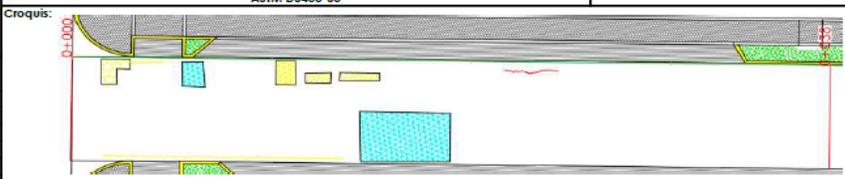
Fuente: Elaboración Propia.

- Luego, se prosigue a delimitar la unidad de muestra, siguiendo la forma de esta. La inspección se realiza conjuntamente con el software Pix4D Mapper para observar las profundidades de algunas fallas.
- Las fallas encontradas se van registrando en el formato de inspección mostrado en la sección instrumentos (figura 61). Se siguen los pasos mencionados en la sección Trabajo en gabinete del Método PCI convencional, para obtener como resultando el número PCI, y, por ende, la clasificación de cada unidad de muestra.

**Figura 96**

Registro de fallas obtenidas por el Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 en el formato de

Excel

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		"COMPARACIÓN DEL MÉTODO PCI UTILIZANDO VANT CON RESPECTO AL MÉTODO TRADICIONAL PARA EVALUAR EL ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS CONQUISTADORES - SAN ISIDRO - LIMA - 2021"										N
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D4433-03								EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		Croquis:										
UNIDAD DE MUESTRA:	001											
FECHA:	12/04/2021											
PROG. INICIAL:	00+000											
PROG. FINAL:	00+038											
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>											
LONG. MUESTRA:	38.00 m											
ANCHO DE VÍA:	6.00 m											
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	4	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>	
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (sippage).	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur	m	13	Huecos.	m <sup>2</sup>	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>	
4	Abuttamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carril/ berna.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>	
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Anuelamiento.	m <sup>2</sup>				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	M	1.56								1.56	0.68	18.03
10	M	1.75	12.37							14.13	6.20	13.25
11	L	1.58	12.79							14.37	6.30	12.15
11	M	1.41								1.41	0.62	7.62
1	L	0.75	0.90							1.65	0.72	7.78
10	H	2.95								2.95	1.29	9.13
										<b>TOTAL DE VALOR DEDUCIDO</b>		<b>67.94</b>
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD								m = 8.53	TOTAL	q	CDV
1	18.03	13.25	12.15	9.13	7.78	7.78			68.13	6	31	
2	18.03	13.25	12.15	9.13	7.78	2.00			62.35	5	30	
3	18.03	13.25	12.15	9.13	2.00	2.00			56.57	4	31	
4	18.03	13.25	12.15	2.00	2.00	2.00			49.44	3	31	
5	18.03	13.25	2.00	2.00	2.00	2.00			39.29	2	29	
6	18.03	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			28.03	1	28	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
											MAX. CDV	31
											PCI	69
											CLASIFICACIÓN	Bueno

Fuente: Elaboración propia.

### 2.7.3. Confiabilidad de los Datos por Prueba de Muestras Emparejadas

Se comparan los datos a través de tablas y gráficos utilizando el software Excel. Así mismo, se evalúa la confiabilidad de los datos obtenidos en ambas evaluaciones, mediante la Prueba de Hipótesis, utilizando el programa IBM SPSS Statistics 21. Para ello, se plantean las siguientes hipótesis.

### **Planteamiento de las hipótesis.**

#### ***Hipótesis Nula ( $H_0$ )***

$H_0$ : No existe diferencia relevante entre las medias de los datos obtenidos por el Método PCI in situ y el Método PCI usando un dron.

#### ***Hipótesis Alternativa ( $H_1$ )***

$H_1$ : Existe diferencia relevante entre las medias de los datos obtenidos por el Método PCI in situ y el Método PCI usando un dron.

### **Alfa estadística.**

Intervalo de confianza del 95% ( $\alpha = 5\%=0.05$ ).

### **Tipo de análisis estadístico.**

Dado que nuestras hipótesis se basan en verificar si existe diferencias significativas entre las medias de los resultados, se realizará un análisis paramétrico que debe cumplir con el supuesto de: “La distribución poblacional de la variable dependiente es normal: el universo tiene una distribución normal”. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 304)

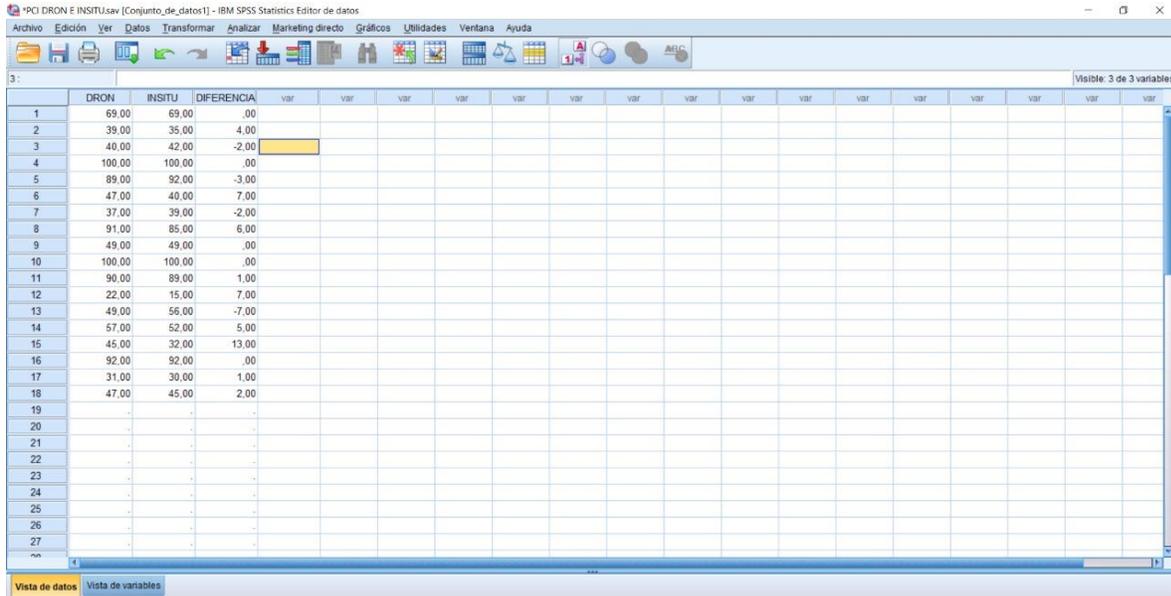
### **Prueba de normalidad**

Se carga los resultados obtenidos por el dron, PCI in situ al software IBM SPSS Statistics

2. Se utiliza el 100% de los datos cargados para obtener la prueba de normalidad.

**Figura 97**

*Carga de datos al software SPSS*



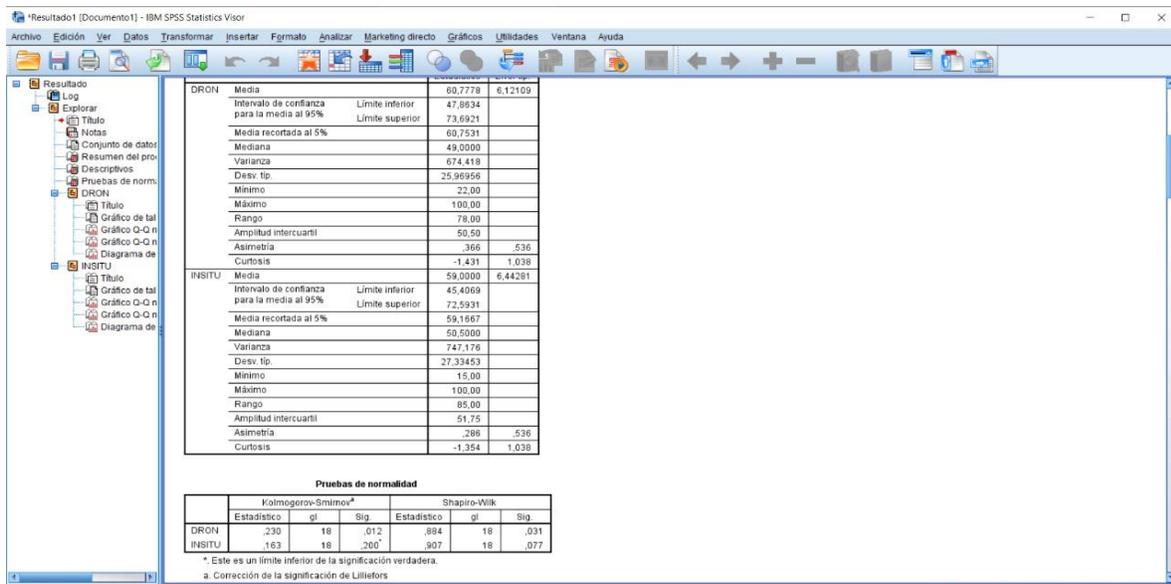
3: Visible: 3 de 3 variables

	DRON	INSITU	DIFERENCIA	var															
1	69.00	69.00	.00																
2	39.00	35.00	4.00																
3	40.00	42.00	-2.00																
4	100.00	100.00	.00																
5	89.00	92.00	-3.00																
6	47.00	40.00	7.00																
7	37.00	39.00	-2.00																
8	91.00	85.00	6.00																
9	49.00	49.00	.00																
10	100.00	100.00	.00																
11	90.00	89.00	1.00																
12	22.00	15.00	7.00																
13	49.00	56.00	-7.00																
14	57.00	52.00	5.00																
15	45.00	32.00	13.00																
16	92.00	92.00	.00																
17	31.00	30.00	1.00																
18	47.00	45.00	2.00																
19	.	.	.																
20	.	.	.																
21	.	.	.																
22	.	.	.																
23	.	.	.																
24	.	.	.																
25	.	.	.																
26	.	.	.																
27	.	.	.																

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 98**

*Prueba de normalidad en el software SPSS*



Resultado1 [Documento1] - IBM SPSS Statistics Viewer

Variable	Media	Desviación estándar	Skewness	Kurtosis
DRON	60,7778	6,12109	-1,431	1,038
INSITU	59,0000	6,44281	-1,354	1,038

Pruebas de normalidad					
Variable	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk		Sig.
	Estadístico	gl	Estadístico	gl	
DRON	,230	18	,012	,984	,031
INSITU	,163	18	,200	,907	,077

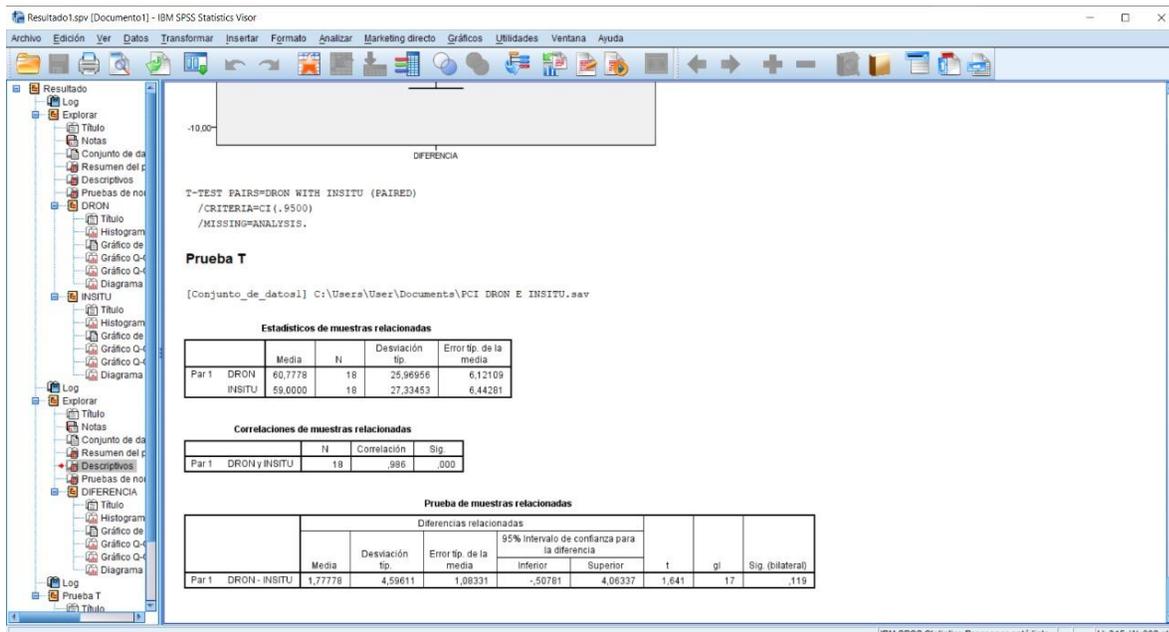
<sup>a</sup>. Este es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Al tener una muestra menor a 30, se utiliza los datos obtenidos por Shapiro-Wilk. La variable dependiente (PCI) tiene un  $\alpha = 0.077 > \alpha = 0.05$ , por lo que cumple por lo expuesto por (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), y se realiza el análisis paramétrico por la prueba t.

## Figura 99

### Prueba t en el software SPSS



Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Resultados del Objetivo N° 1

#### 3.1.1. Método PCI Convencional

En la siguiente tabla se indica cuales, de los 19 tipos de fallas, según la clasificación del Método PCI, predominan en la Av. Los Conquistadores y se cuantifica el metrado de estas según el nivel de severidad.

**Tabla 48**

*Tipos de falla y metrado obtenido por el Método PCI Convencional*

Cód.	Tipo de falla	Und	Severidad	Metrado	Total
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	L	30.35	217.66
			M	31.05	
			H	156.27	
2	Exudación	m <sup>2</sup>	L	4.99	4.99
			M	0.00	
			H	0.00	
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	L	18.00	62.53
			M	36.50	
			H	8.03	
10	Grieta longitudinal y transversal	ml	L	34.50	69.35
			M	32.35	
			H	2.50	
11	Parcheo	m <sup>2</sup>	L	39.60	53.70
			M	2.55	
			H	11.55	
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>		92.43	92.43
13	Huecos	und	L	3.00	7.00
			M	3.00	
			H	1.00	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 48 se observa que la falla que más destaca es Piel de cocodrilo con un total de 217.66 m<sup>2</sup>. Por otro lado, la exudación es la falla de menor cantidad con 4.99 m<sup>2</sup>.

En la tabla 49 se presenta la cantidad de fallas encontradas según su nivel de severidad y la cantidad total de fallas encontradas en la Av. Los Conquistadores.

**Tabla 49**

*Cantidad de fallas según el nivel de severidad por el Método PCI convencional*

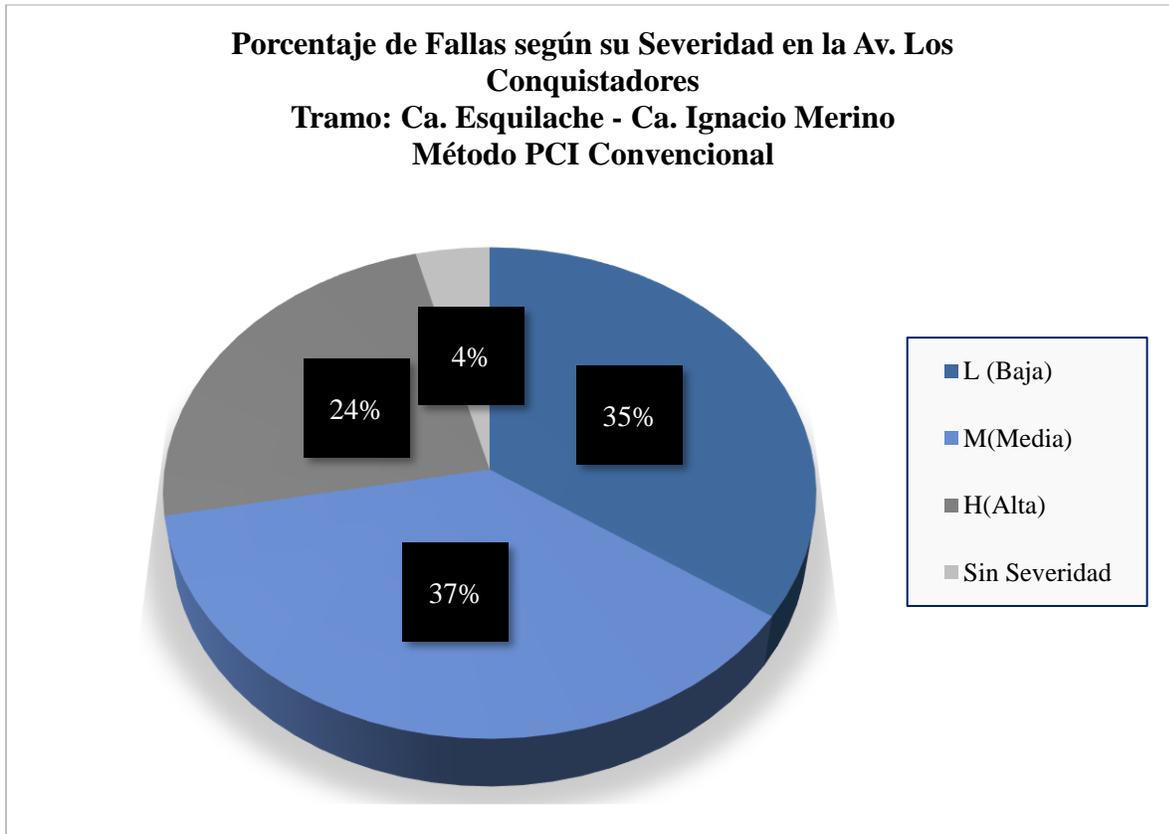
<b>Severidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
L (Baja)	26	35%
M(Media)	28	37%
H(Alta)	18	24%
Sin Severidad	3	4%
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 100 se evidencia que el mayor porcentaje de nivel de severidad en la avenida en estudio es la severidad media con un 37%, seguido por la severidad baja con un 35%, y, por último, la severidad alta con un 24%. Asimismo, hay un 4% de fallas que no cuentan con clasificación para el nivel de severidad.

**Figura 100**

*Porcentaje de fallas según su nivel de severidad en la Av. Los Conquistadores por el Método PCI convencional*



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 50 se muestra el Índice de Condición del Pavimento (PCI) obtenido en cada unidad de muestra y el estado superficial en el que se encuentra cada UM, según la clasificación brindada por la norma (ASTM D6433, 2018).

**Tabla 50**

*Número PCI obtenido en cada unidad de muestra por el Método PCI Convencional*

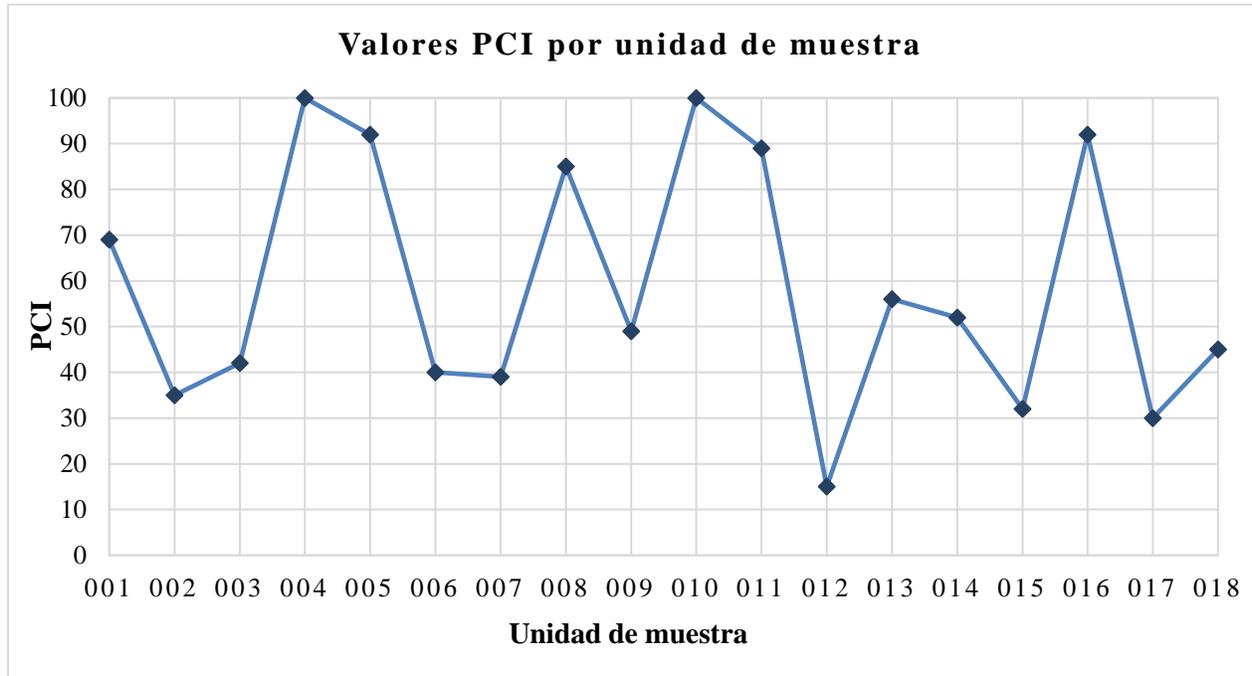
UM	Área (m <sup>2</sup> )	Progresiva		m	VDC	PCI	Clasificación
		Inicial	Final				
001	228	00+000	00+038	8.50	31	69	Bueno
002	228	00+038	00+076	6.80	65	35	Pobre
003	228	00+076	00+114	5.25	58	42	Regular
004	228	00+114	00+152	10.18	0	100	Excelente
005	228	00+152	00+190	9.78	8	92	Excelente
006	228	00+190	00+228	5.51	60	40	Regular
007	228	00+228	00+266	4.77	61	39	Pobre
008	228	00+266	00+304	9.18	15	85	Excelente
009	228	00+304	00+342	6.06	51	49	Regular
010	228	00+342	00+380	10.18	0	100	Excelente
011	228	00+380	00+418	9.21	11	89	Excelente
012	228	00+418	00+456	4.11	85	15	Muy Pobre
013	228	00+456	00+494	6.78	44	56	Bueno
014	228	00+494	00+532	7.21	48	52	Regular
015	228	00+532	00+570	4.52	68	32	Pobre
016	228	00+570	00+608	9.41	8	92	Excelente
017	228	00+608	00+646	4.27	70	30	Pobre
018	228	00+646	00+678	5.87	55	45	Regular

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 101 se muestra los valores PCI obtenidos en cada unidad de muestra. Asimismo, en la tabla 51 se muestra la cantidad de UM según la clasificación en la que se encuentran, se expresa en porcentaje el valor que representa según el valor total de UM.

**Figura 101**

*Valores PCI por unidad de muestra según método PCI convencional*



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 51**

*Cantidad de UM por cada clasificación según número PCI, método convencional*

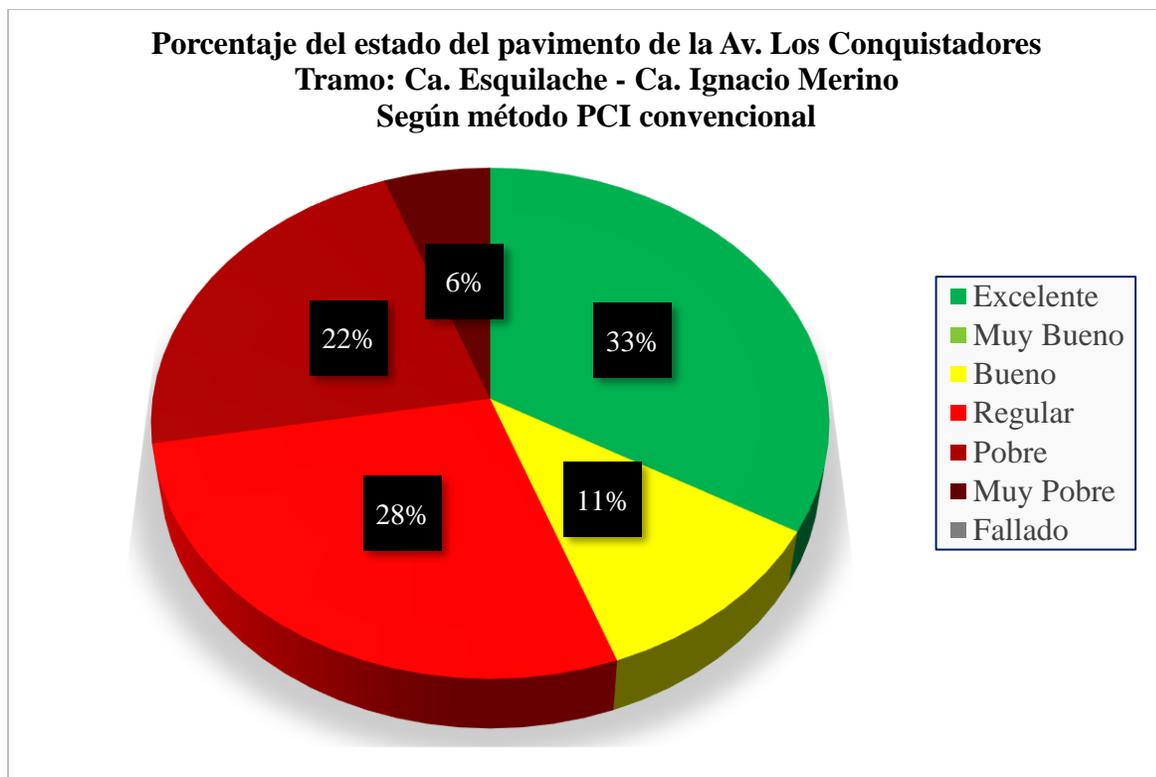
Rango	Clasificación	Cantidad	%
100-85	Excelente	6	33%
85-70	Muy Bueno	0	0%
70-55	Bueno	2	11%
55-40	Regular	5	28%
40-25	Pobre	4	22%
25-10	Muy Pobre	1	6%
10-0	Fallado	0	0%
<b>Total</b>		<b>18</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 102 se observa que el 33% de las UM se encuentran en estado Excelente, el 11% en estado Bueno, el 28% en estado Regular, el 22% en estado Pobre y el 6% en estado Muy Pobre.

### Figura 102

*Porcentaje del estado superficial del pavimento flexible en la Av. Los Conquistadores según método PCI convencional*



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2. Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0

En la siguiente tabla se indica cuales, de los 19 tipos de fallas, según la clasificación del Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 predominan en la Av. Los Conquistadores. Se realiza el Metrado de cada tipo falla, según su nivel de severidad, presentes en cada unidad de muestra. Se obtiene el total de cada una.

**Tabla 52**

*Metrado de fallas en cada unidad de muestra según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0*

Cód.	Tipo de falla	Und	Severidad	Metrado	Total
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	L	22.28	182.06
			M	17.14	
			H	142.64	
2	Exudación	m <sup>2</sup>	L	3.50	3.50
			M	0.00	
			H	0.00	
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	L	14.02	40.54
			M	18.56	
			H	7.96	
10	Grieta longitudinal y transversal	ml	L	30.40	58.89
			M	25.54	
			H	2.95	
11	Parcheo	m <sup>2</sup>	L	22.09	35.14
			M	3.35	
			H	9.70	
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>		84.22	84.22
13	Huecos	und	L	2.00	7.00
			M	4.00	
			H	1.00	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 52 se observa que la falla que más destaca es Piel de cocodrilo con un total de 182.06 m<sup>2</sup>. Por otro lado, la exudación es la falla de menor cantidad con 3.50 m<sup>2</sup>.

En la tabla 53 se presenta la cantidad de fallas encontradas según su nivel de severidad y la cantidad total de fallas encontradas en la Av. Los Conquistadores.

*Cantidad de fallas según el nivel de severidad*

### **Tabla 53**

*Cantidad de fallas según el nivel de severidad según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0*

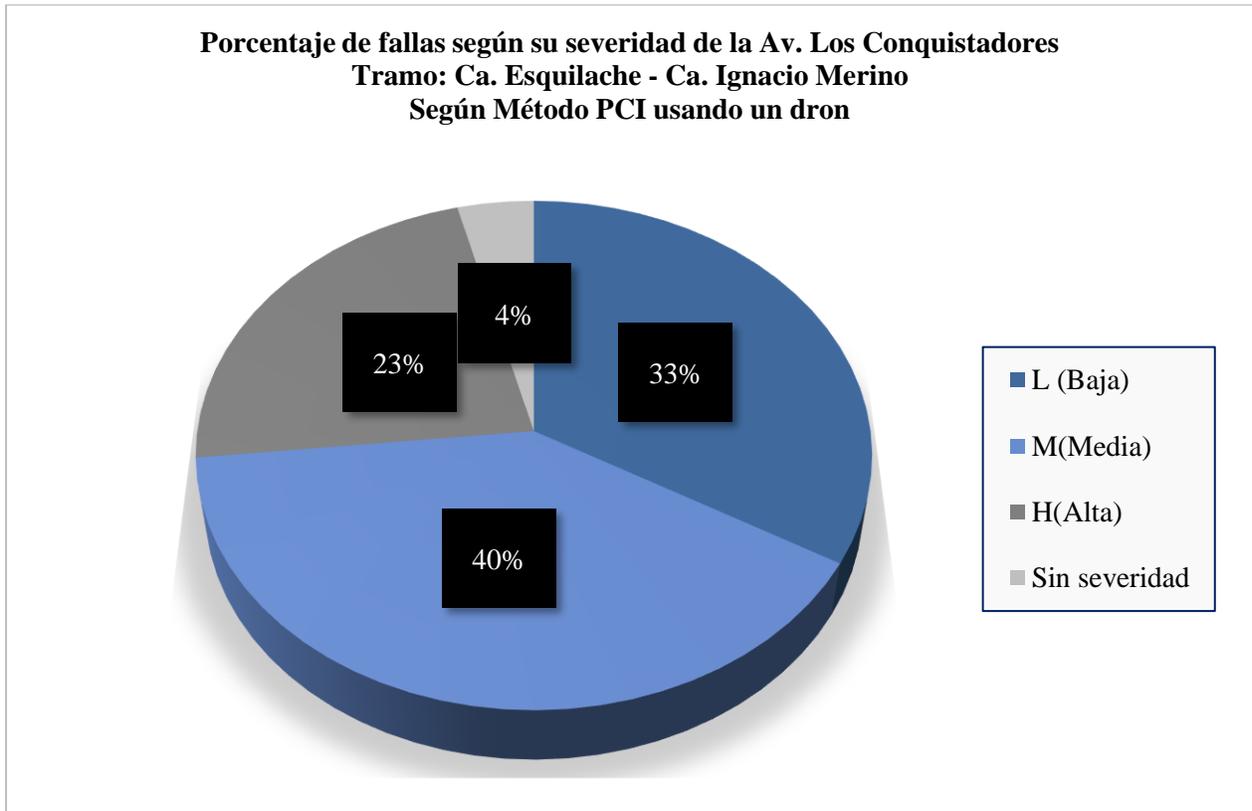
<b>Severidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
L (Baja)	25	33%
M(Media)	30	40%
H(Alta)	17	23%
Sin severidad	3	4%
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 103 se evidencia que el mayor porcentaje de nivel de severidad en la avenida en estudio es la severidad media con un 40%, seguido por la severidad baja con un 33%, y, por último, la severidad alta con un 23%. Asimismo, sin severidad un 4%.

**Figura 103**

*Porcentaje de fallas según su nivel de severidad en la Av. Los Conquistadores según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0*



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 54 se muestra el Índice de Condición del Pavimento (PCI) obtenido en cada unidad de muestra y el estado superficial en el que se encuentra cada UM, según la clasificación brindada por la norma (ASTM D6433, 2018).

**Tabla 54**

*Número PCI obtenido en cada unidad de muestra según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0*

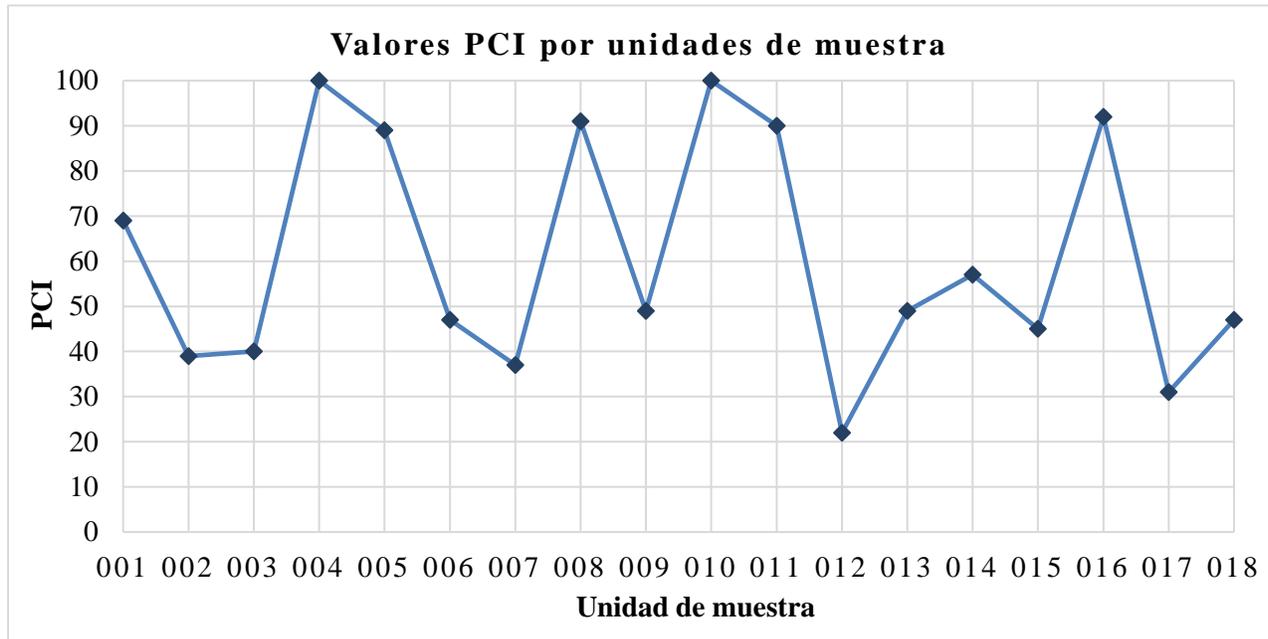
UM	Área (m <sup>2</sup> )	Progresiva		m	VDC	PCI	Clasificación
		Inicial	Final				
001	228	00+000	00+038	8.53	31	69	Bueno
002	228	00+038	00+076	6.87	61	39	Pobre
003	228	00+076	00+114	5.01	60	40	Regular
004	228	00+114	00+152	10.18	0	100	Excelente
005	228	00+152	00+190	9.53	11	89	Excelente
006	228	00+190	00+228	5.73	53	47	Regular
007	228	00+228	00+266	4.58	63	37	Pobre
008	228	00+266	00+304	9.71	9	91	Excelente
009	228	00+304	00+342	6.08	51	49	Regular
010	228	00+342	00+380	10.18	0	100	Excelente
011	228	00+380	00+418	9.31	10	90	Excelente
012	228	00+418	00+456	4.10	78	22	Muy Pobre
013	228	00+456	00+494	6.27	51	49	Regular
014	228	00+494	00+532	7.53	43	57	Bueno
015	228	00+532	00+570	5.48	55	45	Regular
016	228	00+570	00+608	9.44	8	92	Excelente
017	228	00+608	00+646	4.42	69	31	Pobre
018	192	00+646	00+678	6.23	53	47	Regular

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 104 se muestra los valores PCI obtenidos en cada unidad de muestra. Asimismo, en la tabla 55 se muestra la cantidad de UM según la clasificación en la que se encuentran, se expresa en porcentaje el valor que representa según el valor total de UM.

**Figura 104**

Valores PCI por unidad de muestra según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 55**

Cantidad de UM por cada clasificación según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0

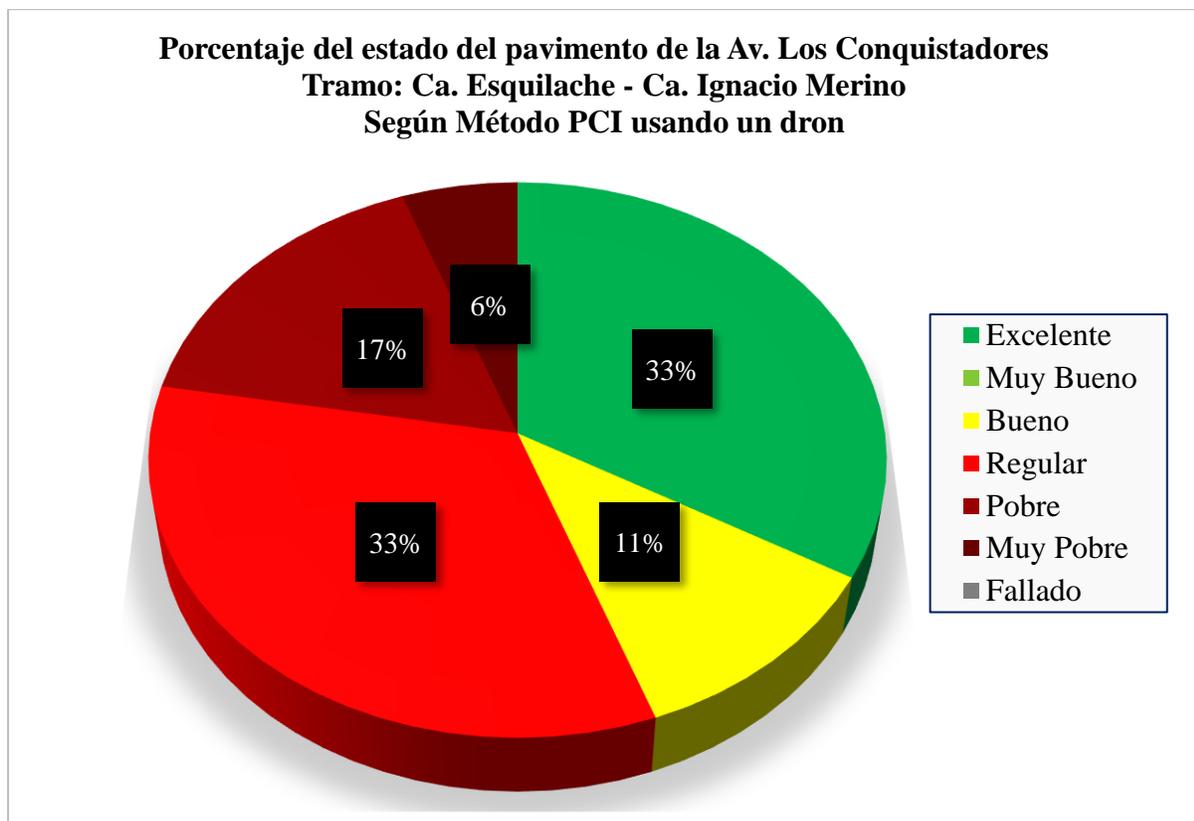
Rango	Clasificación	Cantidad	%
100-85	Excelente	6	33%
85-70	Muy Bueno	0	0%
70-55	Bueno	2	11%
55-40	Regular	6	33%
40-25	Pobre	3	17%
25-10	Muy Pobre	1	6%
10-0	Fallado	0	0%
<b>Total</b>		<b>18</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 105 se observa que el 33% de las UM se encuentran en estado Excelente, el 11% en estado Bueno, el 33% en estado Regular, el 17% en estado Pobre y el 6% en estado Muy Pobre.

### Figura 105

*Porcentaje del estado superficial del pavimento flexible en la Av. Los Conquistadores según Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0*



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3. Confiabilidad de los datos

En la tabla 56 se observa los datos obtenidos por el Método PCI convencional y usando un dron, los cuales se comparan y se obtiene el valor absoluto de la diferencia del PCI.

**Tabla 56**

*Diferencia en valor absoluto del PCI por el Método convencional y usando un dron*

UM	Área (m <sup>2</sup> )	Progresiva		Método PCI convencional		Método usando dron		Diferencia en valor absoluto
		Inicial	Final	PCI	Clasificación	PCI	Clasificación	
001	228	00+000	00+038	69	Bueno	69	Bueno	0
002	228	00+038	00+076	35	Pobre	39	Pobre	4
003	228	00+076	00+114	42	Regular	40	Regular	2
004	228	00+114	00+152	100	Excelente	100	Excelente	0
005	228	00+152	00+190	92	Excelente	89	Excelente	3
006	228	00+190	00+228	40	Regular	47	Regular	7
007	228	00+228	00+266	39	Pobre	37	Pobre	2
008	228	00+266	00+304	85	Excelente	91	Excelente	6
009	228	00+304	00+342	49	Regular	49	Regular	0
010	228	00+342	00+380	100	Excelente	100	Excelente	0
011	228	00+380	00+418	89	Excelente	90	Excelente	1
012	228	00+418	00+456	15	Muy Pobre	22	Muy Pobre	7
013	228	00+456	00+494	56	Bueno	49	Regular	7
014	228	00+494	00+532	52	Regular	57	Bueno	5
015	228	00+532	00+570	32	Pobre	45	Regular	13
016	228	00+570	00+608	92	Excelente	92	Excelente	0
017	228	00+608	00+646	30	Pobre	31	Pobre	1
018	192	00+646	00+678	45	Regular	47	Regular	2

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se saca el promedio PCI de ambas evaluaciones y su respectiva clasificación.

En la tabla 57 se observa el valor PCI promedio según el tipo de evaluación, se evidencia que la diferencia es de 2. Sin embargo, la clasificación para ambas evaluaciones es la misma, presentando un estado superficial bueno.

**Tabla 57**

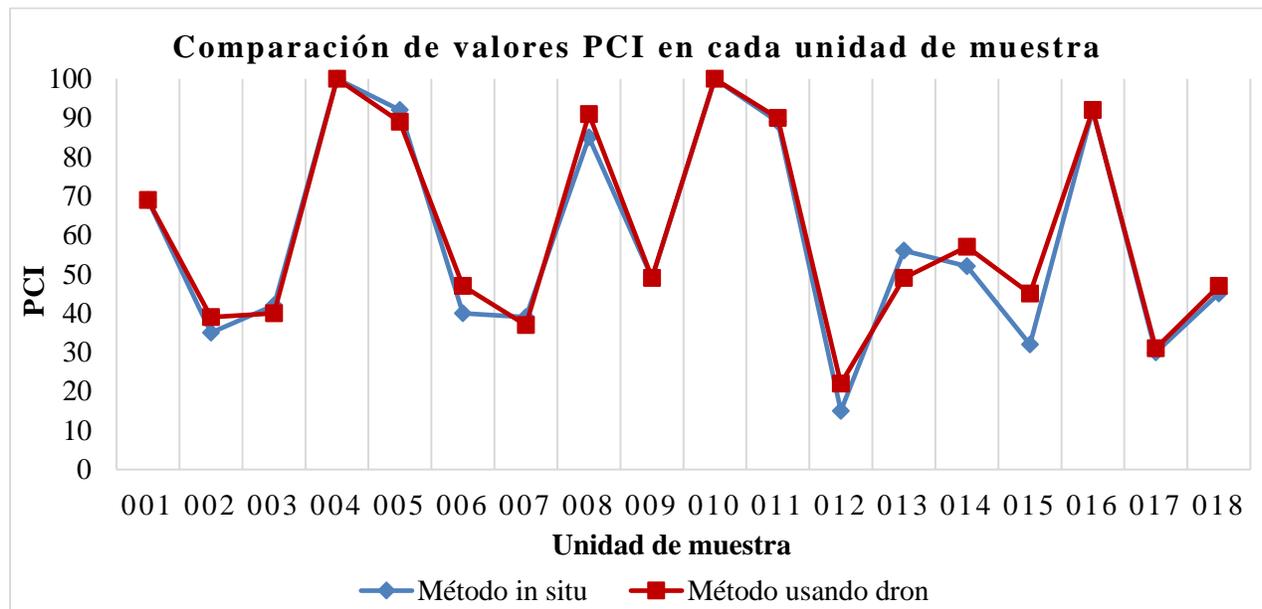
*Clasificación del estado superficial por el Método PCI in convencional y usando un dron*

Tipo de evaluación	Valor PCI	Clasificación
Método PCI convencional	59	<b>Bueno</b>
Método PCI usando un dron	61	<b>Bueno</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 106**

*Comparación de valores PCI en cada unidad de muestra*



Fuente: Elaboración propia.

En el software IBM SPSS Statistics 21, en la prueba de muestras relacionadas, se obtuvo el siguiente cuadro:

## Figura 107

### Prueba de muestras relacionadas en el software SPSS

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	DRON-INSITU	1.77778	4.59611	1.08331	- .50781	4.06337	1.641	17	<b>.119</b>

Fuente: Elaboración propia.

El p-valor obtenido es de 0.119, el cual es mayor que el alfa considerada  $\alpha = 0.05$ .

p-valor = 0.119 >  $\alpha = 0.05$ , se afirma que no existe diferencia relevante entre las medias de los dos métodos.

### 3.2. Resultados del Objetivo N° 2

En el siguiente cuadro se muestra el tiempo empleado para la recolección de datos en campo y la cantidad de personal requerido para ello.

**Tabla 58**

*Tiempo requerido para las evaluaciones en campo*

<b>Tipo de evaluación</b>	<b>Cant. de personal</b>	<b>Días</b>	<b>Cant. Horas (h)</b>	<b>Cant. Horas hombre (hh)</b>	<b>Cant. UM</b>	<b>Ratio</b>
Método PCI convencional	3	2	14.00	42.00	18	2.33
Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0	2	1	0.31	0.61	18	0.03

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se tiene el siguiente cuadro donde se muestra el tiempo requerido para el procesamiento de datos en gabinete.

**Tabla 59**

*Tiempo requerido para las evaluaciones en gabinete*

<b>Tipo de evaluación</b>	<b>Cant. de personal</b>	<b>Días</b>	<b>Cant. Horas (h)</b>	<b>Cant. Horas hombre (hh)</b>	<b>Cant. UM</b>	<b>Ratio</b>
Método PCI convencional	1	1	8.00	8.00	18	0.44
Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0	1	4	32.00	32.00	18	1.78

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro se totaliza las horas hombre de cada tipo de evaluación para obtener el ratio final de cada una.

**Tabla 60**

*Tiempo requerido para las evaluaciones en trabajo en campo y gabinete*

Tipo de evaluación	Horas Hombre (hh)		Total (hh)	Cantidad de UM	Ratio
	En campo	En gabinete			
Método PCI convencional	42.00	8.00	50.00	18	2.78
Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0	0.61	32.00	32.61	18	1.81

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 61 se calcula el rendimiento de cada evaluación, se divide el total de horas hombres requeridas para cada una entre el área total de pavimento evaluado (4 068 m<sup>2</sup>), se observa que el método PCI usando el dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reduce los tiempos de inspección en 35% con respecto al método PCI convencional.

**Tabla 61**

*Reducción de tiempo usando un dron con respecto al método convencional*

Tipo de evaluación	Rendimiento	Reducción
Método PCI convencional	0.012 hh/m <sup>2</sup>	35%
Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0	0.008 hh/m <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Resultados del Objetivo N° 3

#### *Método PCI convencional*

En los siguientes cuadros se muestra el costo de los equipos utilizados en el Método PCI in situ: Odómetro, nivel de mano y wincha. Para estos equipos no se considera Valor de Salvataje puesto que una vez que cumplen su vida útil, no se puede vender.

**Tabla 62**

*Costo horario del Odómetro*

<b>Datos Generales</b>		
Equipo:	Odómetro mecánico	
Vida económica (N):	2	meses
Vida económica en horas (Ve):	384	horas
<b>Condiciones Económicas</b>		
Valor del equipo:	390	soles
<b>Valor de Adquisición</b>		
Valor del equipo (Va):	390	soles
Valor de salvataje (Vr=0% Va):	0	soles
<b>Cálculo del costo horario del equipo sin operar</b>		
Depreciación (D):	1.02	soles/hora
<b>Cálculo del costo horario del equipo operado</b>		
Depreciación (D):	1.02	soles/hora
Mantenimiento y rep. (MR=%MRVa/Ve):	0.41	
Costo horario del equipo operado:	1.42	soles/hora

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 63**

*Costo horario del Nivel de mano*

<b>Datos Generales</b>		
Equipo:	Nivel de mano de 36”	
Vida económica (N):	2	Meses
Vida económica en horas (Ve):	384	Horas
<b>Condiciones Económicas</b>		
Valor del equipo:	67	soles
<b>Valor de Adquisición</b>		
Valor del equipo (Va):	67	soles
Valor de salvataje ( $V_r=0\%V_a$ ):	0	soles
<b>Cálculo del costo horario del equipo sin operar</b>		
Depreciación (D):	0.17	soles/hora
<b>Cálculo del costo horario del equipo operado</b>		
Depreciación (D):	0.17	soles/hora
Mantenimiento y rep. ( $MR=\%MRVa/Ve$ ):	0.07	
Costo horario del equipo operado:	0.24	soles/hora

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 64**

*Costo horario de la wincha*

<b>Datos Generales</b>		
Equipo:	Wincha de 8m	
Vida económica (N):	0.5	Años
Vida económica en horas (Ve):	1152	Horas
<b>Condiciones Económicas</b>		
Valor del equipo:	42	Soles
<b>Valor de Adquisición</b>		
Valor del equipo (Va):	42	soles
Valor de salvataje (Vr=0% Va):	0	soles
<b>Cálculo del costo horario del equipo sin operar</b>		
Depreciación (D):	0.04	soles/hora
<b>Cálculo del costo horario del equipo operado</b>		
Depreciación (D):	0.04	soles/hora
Mantenimiento y rep. (MR=%MRVa/Ve):	0.01	
Costo horario del equipo operado:	0.05	soles/hora

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 65**

*Costo total de los materiales utilizados en el método convencional*

Descripción	P.U. (S/)	Cantidad	Subtotal (S/)
Caja de tizas blanca x 50	5.30	2	10.60
Pizarra laminada 0.60m x 0.80m	52.10	1	52.10
Plumones de pizarra	3.60	2	7.20
Conos de seguridad de 28”	29.50	3	88.50
Hojas bond	0.03	20	0.60
Tablero	9.60	1	9.60
Lápiz 2B x 2	3.80	1	3.80
<b>Total</b>			<b>172.40</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 66**

*Costo unitario del personal evaluador*

Descripción	Cant.	P.U. (S/)	P.U. x hora (S/)
Especialista	1	4000	20.83
Asistentes	2	2000	10.42

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 67**

*Costo total de la evaluación convencional*

Descripción	Cant.	Costo horario (S/)	N° de horas	Subtotal (S/)
<b>Costo de equipos</b>				
Odómetro mecánico	1	1.42	14	19.91
Nivel de mano de 36”	1	0.24	14	3.42
Wincha de 8m	1	0.05	14	0.71
<b>Costo de materiales</b>	1			172.40
<b>Costo de mano de obra</b>				
Especialista	1	20.83	22	458.33
Asistentes	2	10.42	14	291.67
<b>Total</b>				<b>946.44</b>

Fuente: Elaboración propia.

### ***Método PCI usando el dron DJI Phantom 4 PRO V2.0***

En las siguientes tablas se muestra el costo horario de los equipos utilizados en el Método PCI usando un dron.

**Tabla 68**

*Costo horario del dron DJI Phantom 4 PRO V2.0*

<b>Datos Generales</b>			
	Equipo:	DJI Phantom 4 PRO V2.0	
	Vida económica (N):	2	años
	Vida económica en horas (Ve):	4608	horas
	Jornal básico de operario:	4000	soles
<b>Condiciones Económicas</b>			
	Valor del equipo:	2234	dólares
	Tipo de cambio (S/):	3.65	soles
<b>Costos Variables</b>			
	* Electricidad		
	Consumo en carga de batería:	0.09	kWh
	Costo por kWh (S/):	0.72	soles
<b>Valor de Adquisición</b>			
	Valor del equipo (Va):	8154.10	soles
	Valor de salvataje (Vr=15% Va):	1223.12	soles
<b>Cálculo del costo horario del equipo sin operar</b>			
	Depreciación (D):	1.50	soles/hora
<b>Cálculo del costo horario del equipo operado</b>			
	Depreciación (D):	1.50	soles/hora
	Mantenimiento y rep. (MR=%MRVa/Ve):	0.71	
	Electricidad:	0.06	
	Jornal de operador:	20.83	
	Costo horario del equipo operado:	23.11	soles/hora

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 69**

*Costo horario del iPad 5 min*

<b>Datos Generales</b>		
	Equipo: iPad mini 5	
Vida económica (N):	2	años
Vida económica en horas (Ve):	4608	horas
<b>Condiciones Económicas</b>		
Valor del equipo:	2099	soles
<b>Costos Variables</b>		
* Electricidad		
Consumo en carga de batería:	0.02	kWh
Costo por kWh (S/):	0.72	soles
<b>Valor de Adquisición</b>		
Valor del equipo (Va):	2099	soles
Valor de salvataje (Vr=15% Va):	314.85	soles
<b>Cálculo del costo horario del equipo sin operar</b>		
Depreciación (D):	0.39	soles/hora
<b>Cálculo del costo horario del equipo operado</b>		
Depreciación (D):	0.39	soles/hora
Mantenimiento y rep. (MR=%MRVa/Ve):	0.18	
Electricidad:	0.01	
Costo horario del equipo operado:	0.58	soles/hora

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70

*Costo total de la evaluación con un dron*

<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo horario (S/)</b>	<b>N° de horas</b>	<b>Subtotal (S/)</b>
<b>Costo de equipos</b>				
Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0	1	23.11	0.31	7.16
iPad mini 5	1	0.58	0.31	0.18
<b>Costo de mano de obra</b>				
Especialista	1	20.83	32.00	666.67
Asistentes	1	10.42	0.31	3.23
<b>Total</b>				<b>677.24</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 71 se observa los costos de cada evaluación, se observa que el método PCI usando el dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reduce los costos de inspección en 28% con respecto al método PCI convencional.

**Tabla 71**

*Comparación de costos*

<b>Tipo de evaluación</b>	<b>Costo (S/)</b>	<b>Diferencia (S/)</b>	<b>Reducción</b>
Método PCI in convencional	946.44		
Método PCI usando un dron	677.24	269.20	28%

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusiones

En cuanto a **limitaciones**, la presencia de árboles frondosos, no permitió evaluar toda la vía en estudio, puesto que impiden la visión aérea del pavimento, lo cual limita realizar el estudio usando un dron solo en lugares donde no haya presencia de estos árboles.

Para realizar un vuelo con dron, también se tiene en cuenta las condiciones climáticas, ya que en las especificaciones técnicas del dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 nos indica que posee una resistencia máxima a la velocidad del viento de 10 m/s y un rango de temperatura de funcionamiento entre 0° a 40° C. Las condiciones climáticas de Lima permitieron realizar el estudio sin complicaciones ya que cumple con las especificaciones mencionadas. No obstante, en otras ciudades con temperaturas menores o mayores al rango especificado, se tendrá que tomar estas condiciones climáticas para ejecutar el vuelo.

Respecto a la **interpretación comparativa de los hallazgos con estudios previos**, teniendo en cuenta los antecedentes considerados, (Cruz, 2018) nos indica que en el vuelo para evaluar 510m le tomó 7 minutos y con el método convencional empleó 5 horas y media para la evaluación de 7 unidades de muestra. En esta investigación, el vuelo para evaluar 678m nos tomó 18.40 minutos dado que la vía en estudio no es recta lo cual requiere emplear más tiempo. Para la evaluación por el método PCI convencional se necesitó 14 horas ya que se evaluaron 18 unidades de muestra. Esta comparación nos indica que el tiempo de vuelo con el dron depende de las condiciones geométricas de la vía. En cuanto al tiempo de evaluación por el método tradicional, en ambas investigaciones se obtuvo 1.3h para evaluar una unidad de muestra.

Por otro lado, (Quispe, 2020) obtuvo en su investigación una diferencia de valores PCI con medición directa e indirecta (uso de un dron) entre 1 y 13 en 33 unidades de muestra. En este estudio, se obtuvo una diferencia entre 0 y 13 en 18 unidades de muestra. Esto indica que en los dos estudios la clasificación de los tipos de fallas y su nivel de severidad fueron similares en el Método PCI convencional y en la inspección en gabinete usando los datos obtenidos en el dron.

Por otra parte, (Pucha & Zárate, 2020) en su artículo científico emplearon 15 horas y 2 personas para la evaluación de 17 unidades de muestra por el método convencional, obteniendo un rendimiento de 5 minutos por falla y para la recolección de datos usando el dron solo necesitó de una persona. En esta investigación se necesitaron 3 personas para evaluar 18 unidades de muestra y 14 horas para la recolección de fallas. Para la toma de datos con dron, se requirió de dos personas.

Con respecto a las **implicancias de los resultados obtenidos**, para desarrollar el objetivo N° 1, se realizó la medición de fallas de manera directa con el método convencional e indirecta con el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0, la variación de los promedios de valores PCI (59 en la evaluación in situ y 61 en la evaluación con dron) es de 2, clasificándose ambas como estado Bueno. No obstante, en la evaluación in situ se obtuvo resultados entre 15-100, y en la evaluación con dron entre 22-100. Al evaluar la confiabilidad de los datos en el software SPSS, en la prueba  $t$  se obtuvo que  $p\text{-valor} = 0.119$  el cual es mayor que  $\alpha = 0.05$ , por lo que se afirma con un 95% de confiabilidad que no existe diferencia significativa entre las medias de los resultados obtenidos en ambas evaluaciones.

En cuanto al desarrollo del objetivo N° 2, la medición de fallas de manera directa en la vía en estudio presenta desventajas por la demora en la toma de datos ya que requirió dos días de

evaluación, poniendo en riesgo la vida de las personas evaluadoras, pues pueden contraer enfermedades por la exposición prolongada a las condiciones climáticas. Además, incrementan los accidentes de tránsito puesto que se deben desplazar a lo largo de toda la vía para la medición de las fallas. Asimismo, el cierre parcial de la vía conlleva a la obstaculización del tránsito, originando que la congestión vehicular incremente, esto genera alto grado de incomodidad en los usuarios de las vías. En cambio, la toma de datos usando el dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 a través de un plan de vuelo utilizando el software DJI GS Pro, requirió 18.4 minutos. La ventaja de su uso es que no se expone al personal evaluador ya que no se tiene que transitar por la vía puesto que el dron retorna automáticamente al punto de despegue. Sumado a ello, no se necesita cerrar parcialmente la calzada y, por ende, no interrumpe el tránsito ni genera incomodidad en los usuarios de la vía.

En referente al objetivo N° 3, para la inspección por el método convencional se requieren más equipos que si bien tienen menor costo y es más accesible, su tiempo de vida útil es menor. En cambio, el dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 y el iPad 5 Mini tienen hasta 10 veces más vida útil que los equipos utilizados en la otra evaluación. El costo total de la evaluación convencional es de S/946.44 y de la evaluación usando un dron es de S/677.24. Con el uso del dron, los costos se reducen en un 28% respecto a la evaluación convencional.

## 4.2. Conclusiones

- Se evaluó la confiabilidad de los resultados obtenidos por el método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 respecto a los resultados del método PCI convencional, usando el software SPSS donde se obtuvo un p-valor mayor a  $\alpha$ . Se infiere con un 95% de confiabilidad que no hay diferencia relevante entre las medias de las dos evaluaciones. Por lo tanto, usar el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 es confiable para obtener el Índice de Condición del Pavimento (PCI). En ambos métodos se obtuvo que el pavimento flexible se encuentra en estado bueno (PCI promedio de 59 para el método convencional y 51 para el método usando el dron).
- El uso del dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 para determinar el estado superficial de la Av. Los Conquistadores por el Método PCI, logró reducir el tiempo de inspección en un 35% con respecto al método PCI convencional. Además, brinda mayor seguridad ya que no pone en riesgo la vida de los evaluadores, no requiere el cierre parcial de las vías para la medición de datos y la ortofoto obtenida permite elaborar planos de fallas donde se podrá observar la ubicación y tamaño de estas, quedando un registro para monitorear la evolución de las fallas en cada evaluación.
- El uso del dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 para determinar el estado superficial de la Av. Los Conquistadores por el Método PCI, logró reducir los costos de inspección en un 28% con respecto al método PCI convencional. Si bien los equipos utilizados en el método convencional son más accesibles, tienen menor vida útil. Los equipos utilizados por el método PCI usando dron son de mayor costo, pero de mayor durabilidad, y no se requiere utilizar materiales adicionales para las evaluaciones.

## REFERENCIAS

- Addati, G., & Pérez Lance, G. (2014). Introducción a los UAV's, Drones o VANTs de uso civil. *ECONSTOR*(551), 1-12.
- ASTM D6433. (2018). *Standard Practice for Roads and Parking. Lots Pavement Condition Index Surveys*.
- Becker, R., Galayda, L., & MacLaughlin, M. (2018). Digital Photogrammetry Software Comparison for Rock Mass Characterization. *American Rock Mechanics Association*, 18(1211).
- Benito Carrasco, J. A. (2015). *Integración de un UAV (vehículo aéreo no tripulado) en la plataforma robótica ARGOS*. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid . Obtenido de [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/665076/Benito\\_Carrasco\\_JuanAlberto\\_pfc.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/665076/Benito_Carrasco_JuanAlberto_pfc.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cardoso Parente, Carvalho Felix, & Pessoa Picanço. (2017). Utilização de veículo aéreo não tripulado (VANT) na identificação de patologia superficial em pavimento asfáltico. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción (ALCONPAT)*, 7(2), 160-171. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427651116003>
- Cornejo, E., & Valle, A. (2018). *Metodología para el Uso de Imágenes de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) para la Evaluación de la Condición del Pavimento en la*

*Carretera tramo Huancayo - Izcuchaca Km 162+000 al Km 163+000.* Tesis de pregrado,

Universidad Ricardo Palma, Lima. Obtenido de

<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3411>

Cornetero, M., & Rojas, K. (2015). *Sistema colaborativo para mejorar el proceso de planificación*

*operativa de eventos.* Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de

Mogrovejo, Chiclayo. Obtenido de <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/758>

Cruz, J. (2018). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento con imágenes del vehículo aéreo*

*no tripulado.* Tesis de titulación, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Obtenido de

<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/17218>

Díaz, L. (2011). *La Observación.* Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de

Psicología . Ciudad de México : Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de

[psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La\\_observacion\\_Lidia\\_Diaz\\_Sanjuan\\_Texto\\_Apoyo\\_Didactico\\_Metodo\\_Clinico\\_3\\_Sem.pdf](http://psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf)

Dotto Bueno, L., Pivoto Specht, L., Da Silva Pereira, D., & Ribas, J. (2016). Cost-benefit analysis

of the construction of different flexible pavement structures considering the axle load and

type of binder. *Revista Científica Acta Scientiarum. Technology*, 38(4), 445-453. Obtenido

de <http://www.redalyc.org/pdf/3032/303246813008.pdf>

Fiestas, C., & Merino, F. (2020). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible a la Av.*

*Don Bosco . Piura usando drones.* Universidad de Piura. Piura: Universidad de Piura.

Grandsaert, P. (2015). *Integrating Pavement Crack Detection and Analysis Using Autonomous Unmanned Aerial Vehicle Imagery*. Tesis de maestría, Air Force Institute of Technology.

Obtenido de <https://scholar.afit.edu/etd/147/>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: Mc Graw Hill .

Lanado, L. (2021). *Determinación del Índice de Serviciabilidad e Índice de Condición del Pavimento de la ruta CU-100 tramo Izcuchaca-Huarocondo, utilizando el Rugosímetro de Merlín y dron*. Tesis de pregrado , Universidad Andina del Cusco, Cusco. Obtenido de <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4084>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2015). *Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia*. Norma Técnica Complementaria 001, Lima. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/390602/NTC\\_\\_RPAS\\_\\_texto\\_.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/390602/NTC__RPAS__texto_.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras Conservacion Vial*. Lima: MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Sección: Suelos y Pavimentos. En *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos* (pág. 18). Lima: Editorial MACRO.

Montejo, A. (2002). Ingeniería de Pavimentos. En A. Montejo, *Ingeniería de Pavimentos*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

- Montejo, A. (2002). Ingeniería de Pavimentos. En A. Montejo, *Ingeniería de Pavimentos*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Peña, E., & Peña, L. (2020). *Propuesta de levantamiento de tipos de fallas asistido por el Sistema de Aeronaves Pilotadas Remotamente (RPAS) para intervenir en carreteras de bajo volumen en Lima provincias*. Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3899>
- Pucha, P., & Zárate, B. (2020). Evaluación superficial de pavimentos rígidos en carreteras mediante ortoimágenes obtenidas mediante un vehículo aéreo no tripulado. *Avances: Investigación En Ingeniería*, 2, 1-14. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6599/6276>
- Quirós, E. (2014). *Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicadas a la Ingeniería Civil*. Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Quispe, O. (2020). *Evaluación de confiabilidad del drone Phantom 4 Pro V2.0 para calcular el Índice de Condición del pavimento flexible en Av. Miraflores del distrito de Comas, Lima -2020*. Universidad Privada del Norte, Lima.
- Reto, C. (09 de Mayo de 2019). San Isidro: un paseo por la emblemática avenida Conquistadores. *Diario El Comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/vamos/consejos-de-viajes/san-isidro-paseo-emblematica-avenida-conquistadores-fotos-noticia-633872-noticia/?ref=ecr>
- Rivas, A., & Vargas, C. (2017). *Aplicación de la metodología PCI para la evaluación minimizar costos y tiempo en la rehabilitación del pavimento de la avenida Domingo Orué Suquillo*

- Lima. Tesis de titulación, Universidad de San Martín de Porres, Lima. Obtenido de <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/4164>

Vargas Buitrago, C. (2018). *Análisis comparativo de la inspección visual de un pavimento flexible, por los métodos tradicional y por sensores remotos en un kilómetro de la calle séptima en el municipio de Cajica Cundinamarca*. Tesis de titulación, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/20509/VargasBuitragoCamila2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vasconcelos Fernandes, R., Fonseca Cabral, A., Batista Dantas, G., Varela Tinoco, V., Azevedo da Silveira, B., & Sousa Junior, A. (2021). Mapping of pathological manifestations in asphalt pavement through the use of drones. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*, 11(1), 61-72. doi:<https://doi.org/10.21041/ra.v11i1.521>

Vásquez, L. (2002). *Paviment Condition Index (PCI)*. Bogotá: INGEPAV.

Villalobos, M. (09 de Julio de 2016). San Isidro: Centro ejecutivo de Lima moderna. *Diario El Comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/peru/san-isidro-centro-ejecutivo-lima-moderna-220487-noticia/?ref=ecr>

Yanarico, Y., & Kalinowski, M. (2018). *Propuesta de un plan de gestión anual basado en la metodología del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para la superficie del pavimento en las avenidas: Jorge Chávez y Costanera - Wanchaq - Cusco*. Tesis de

titulación, Universidad Andina del Cuzco, Cuzco. Obtenido de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1603>

Yauri, Z., & Mamani, M. (2019). *Elaboración de un plan de gestión de pavimentos con el método del Pci mediante el uso del UAV en la Urbanización Ingeniería Larapa Grande San Jerónimo – Cusco 2019*. Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco. Obtenido de <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3113>

Zumrawi, M. (2015). Survey and Evaluation of flexible Pavement Failures. *International Journal of Science and Research*, 4(1), 1602-1607. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/271014925\\_Survey\\_and\\_Evaluation\\_of\\_flexible\\_Pavement\\_Failures](https://www.researchgate.net/publication/271014925_Survey_and_Evaluation_of_flexible_Pavement_Failures)

## ANEXOS

## **Anexo 1:**

### **Matriz de Consistencia.**

TITULO					
USO DEL DRON DJI PHANTOM 4 PRO V2.0 PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL METODO PCI CONVENCIONAL EN LA AV. LOS CONQUISTADORES EN EL DISTRITO DE SAN ISIDRO - 2021					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICION	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE		TIPO DE INVESTIGACION
¿En qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 optimizará la evaluación superficial del pavimento flexible por el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021?	Determinar en qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 optimizará la evaluación superficial del pavimento flexible por el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021.	El uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 optimiza la evaluación superficial del pavimento flexible por el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021.	DRON DJI PHANTOM 4 PRO V2.0	Sistema de vuelo que no requiere de un piloto a bordo, ya que, por los sensores incorporados y un enlace de comunicación, es controlado de forma remota por un operador en tierra.	El enfoque de esta investigación es cuantitativo, según el alcance de una investigación y el diseño de la investigación es cuasi experimental.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE		POBLACION Y MUESTRA
¿Cuál es el nivel de confiabilidad de los datos obtenidos por el Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 respecto a los datos obtenidos mediante el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021?	Determinar el nivel de confiabilidad de los datos obtenidos por el Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 PRO V2.0 respecto a los datos obtenidos mediante el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021.	Los datos obtenidos por el Método PCI usando el Dron DJI Phantom 4 PRO V2.0 son confiables respecto a los datos obtenidos mediante el Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021.			POBLACION: Pavimento flexible de la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima.
¿En qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reducirá el tiempo de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021?	Determinar en qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reducirá el tiempo de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021.	El uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reduce el tiempo de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021.	Método Índice de Condición del Pavimento (PCI)	Método de inspección visual para el levantamiento de fallas superficiales en pavimentos flexibles y rígidos, establecido por la norma ASTM D 6433.	MUESTRA: No probabilística de tipo intencional, 678 metros del pavimento flexible de la Av. Los Conquistadores.
¿En qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reducirá los costos de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021?	Determinar en qué medida el uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reducirá los costos de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021.	El uso del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 reduce los costos de la evaluación superficial del pavimento flexible con respecto al Método PCI convencional en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima - 2021.			

## **Anexo 2:**

Fichas de inspección de fallas por el Método PCI convencional.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03										EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	001													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+000													
PROG. FINAL:	00+038													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agregado.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carri/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	M	1.26	0.35									1.61	0.71	18.39
1	L	0.72	1.14									1.86	0.82	8.51
10	M	1.70	11.80									13.50	5.92	12.88
10	H	2.50										2.50	1.10	8.23
11	L	1.3	12.88									14.18	6.22	12.03
11	M	1.17										1.17	0.51	6.81
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		66.85
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 8.50	TOTAL	q	CDV
1	18.39	12.88	12.03	8.51	8.23	6.81						66.85	6	30
2	18.39	12.88	12.03	8.51	8.23	2.00						62.04	5	30
3	18.39	12.88	12.03	8.51	2.00	2.00						55.81	4	30
4	18.39	12.88	12.03	2.00	2.00	2.00						49.30	3	31
5	18.39	12.88	2.00	2.00	2.00	2.00						39.27	2	29
6	18.39	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00						28.39	1	28
												0.00	0	0
												0.00	0	0
MAX. CDV														31
PCI														69
CLASIFICACIÓN														Bueno

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	002													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+038													
PROG. FINAL:	00+076													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel caril/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
11	H	0.98	2.20	7.20								10.38	4.55	36.68
1	M	1.60										1.60	0.70	18.32
13	L	1.00										1.00	0.44	9.79
13	M	1.00										1.00	0.44	18.47
1	L	1.60										1.60	0.70	7.61
1	H	0.88	0.49	1.04	0.60	0.84						3.85	1.69	36.89
2	L	4.03										4.03	1.77	0.25
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		127.78
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 6.80	TOTAL	q	CDV
1	36.89	36.68	18.47	18.32	9.79	7.61						127.78	6	62
2	36.89	36.68	18.47	18.32	9.79	2.00						122.16	5	63
3	36.89	36.68	18.47	18.32	2.00	2.00						114.37	4	65
4	36.89	36.68	18.47	2.00	2.00	2.00						98.04	3	62
5	36.89	36.68	2.00	2.00	2.00	2.00						81.57	2	59
6	36.89	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00						46.89	1	47
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												MAX. CDV		65
												PCI		35
												CLASIFICACION		Pobre

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								EVALUADO POR:				
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03								JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ				
UNIDAD DE MUESTRA:	003													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+076													
PROG. FINAL:	00+114													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agregado.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (sippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carril/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	H	0.36	1.20	0.32	1.10	1.26	6.30	2.34				12.88	5.65	53.76
1	M	0.60	1.26	1.32								3.18	1.39	24.45
3	M	0.48	0.42	1.36								2.26	0.99	1.68
13	L	1.00										1.00	0.44	9.79
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		89.68
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 5.25	TOTAL	q	CDV
1	53.76	24.45	9.79									88.00	3	56
2	53.76	24.45	2.00									80.21	2	58
3	53.76	2.00	2.00									57.76	1	58
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
MAX. CDV														58
PCI														42
CLASIFICACIÓN														Regular

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA – 2021"										N		
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	004													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+114													
PROG. FINAL:	00+152													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agregado.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de junta.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carri/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		0.00
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 10.18	TOTAL	q	CDV
											0	0	0	
											0	0	0	
											0	0	0	
											0	0	0	
											0	0	0	
											0	0	0	
											0	0	0	
											0	0	0	
												MAX. CDV		0
												PCI		100
												CLASIFICACIÓN		Excelente

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA – 2021"							UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ			MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							EVALUADO POR:			
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino			ASTM D6433-03							JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ			
UNIDAD DE MUESTRA:	005												
FECHA:	Abril - 2021												
PROG. INICIAL:	00+152												
PROG. FINAL:	00+190												
ÁREA:	228.00	m <sup>2</sup>											
LONG. MUESTRA:	38.00	m											
ANCHO DE VÍA:	6.00	m											
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>		
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (sippage).	m <sup>2</sup>		
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>		
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carri/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>		
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES									TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	H	1.50									1.50	0.66	4.36
11	L	1.20									1.20	0.53	1.25
10	L	2.40	1.10	5.10	1.20						9.80	4.30	3.60
10	M	2.70									2.70	1.18	2.81
											0.00	0.00	0.00
											0.00	0.00	0.00
											TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		12.02
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD									m = 9.78	TOTAL	q	CDV
1	4.36	3.60	2.81								10.77	3	0
2	4.36	3.60	2.00								9.96	2	0
3	4.36	2.00	2.00								8.36	1	8
											0.00	0	0
											0.00	0	0
											0.00	0	0
											0.00	0	0
											0.00	0	0
											MAX. CDV		8
											PCI		92
											CLASIFICACIÓN		Excelente

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA – 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
FACULTAD DE INGENIERÍA															
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL															
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:			
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ			
UNIDAD DE MUESTRA:	006														
FECHA:	Abril - 2021														
PROG. INICIAL:	00+190														
PROG. FINAL:	00+228														
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>														
LONG. MUESTRA:	38.00 m														
ANCHO DE VÍA:	6.00 m														
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>				
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agregad	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>				
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>				
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carril/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>				
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
3	M	0.12	3.15	0.90								4.17	1.83	5.10	
1	M	2.50										2.50	1.10	22.60	
2	L	0.96										0.96	0.42	0.00	
1	H	6.00	4.40									10.40	4.56	50.93	
1	L	6.15										6.15	2.70	19.49	
												0.00	0.00	0.00	
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		98.11	
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m =	5.51	TOTAL	q	CDV
1	50.93	22.60	19.49	5.10								98.11	4	56	
2	50.93	22.60	19.49	2.00								95.02	3	60	
3	50.93	22.60	2.00	2.00								77.53	2	56	
4	50.93	2.00	2.00	2.00								56.93	1	57	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
														MAX. CDV	60
														PCI	40
														CLASIFICACIÓN	Regular

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA – 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	007													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+228													
PROG. FINAL:	00+266													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agregado.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de junta.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carril/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta longitudinal y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	M	1.70										1.70	0.74	18.91
1	H	4.09	1.13	1.41	2.26	4.69	3.68	1.71				18.97	8.32	58.91
3	M	1.67										1.67	0.73	0.93
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		78.75
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 4.77	TOTAL	q	CDV
1	58.91	18.91										77.82	2	56
2	58.91	2.00										60.91	1	61
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												MAX. CDV		61
												PCI		39
												CLASIFICACIÓN		Fobre

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA – 2021"												
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	008													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+266													
PROG. FINAL:	00+304													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agreg	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camil/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	M	1.28	0.70	1.16	7.56							10.70	4.69	10.90
10	M	4.20										4.20	1.84	4.25
11	M	0.60										0.60	0.26	4.94
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
													TOTAL DE VALOR DEDUCIDO	20.10
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 9.18	TOTAL	q	CDV
1	10.90	4.94	4.25									20.10	3	10
2	10.90	4.94	2.00									17.84	2	12
3	10.90	2.00	2.00									14.90	1	15
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
													MAX. CDV	15
													PCI	85
													CLASIFICACIÓN	Excelente

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		<b>MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>										EVALUADO POR:		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	009													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+304													
PROG. FINAL:	00+342													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agregado.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camil/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	H	2.31	2.90	1.40								6.61	2.90	44.95
10	L	4.50										4.50	1.97	0.10
1	L	1.81	1.86									3.67	1.61	14.05
1	M	1.04										1.04	0.46	14.51
11	L	2.48	6.30									8.78	3.85	7.79
												0.00	0.00	0.00
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		81.39
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 6.06	TOTAL	q	CDV
1	44.95	14.51	14.05	7.79								81.30	4	46
2	44.95	14.51	14.05	2.00								75.51	3	48
3	44.95	14.51	2.00	2.00								63.46	2	46
4	44.95	2.00	2.00	2.00								50.95	1	51
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												MAX. CDV		51
												PCI		49
												CLASIFICACION		Regular

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"								N		
FACULTAD DE INGENIERIA													
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											EVALUADO POR:		
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ			MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino			ASTM D6433-03										
UNIDAD DE MUESTRA:	010												
FECHA:	Abril - 2021												
PROG. INICIAL:	00+342												
PROG. FINAL:	00+380												
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>												
LONG. MUESTRA:	38.00 m												
ANCHO DE VÍA:	6.00 m												
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>		
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>		
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>		
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carri/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>		
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES									TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
											0.00	0.00	0.00
											0.00	0.00	0.00
											0.00	0.00	0.00
											0.00	0.00	0.00
											0.00	0.00	0.00
											0.00	0.00	0.00
											TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		0.00
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD									m = 10.18	TOTAL	q	CDV
											0	0	0
											0	0	0
											0	0	0
											0	0	0
											0	0	0
											0	0	0
											0	0	0
											0	0	0
											MAX. CDV		0
											PCI		100
											CLASIFICACIÓN		Excelente

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA – 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		<b>MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>										EVALUADO POR:		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	011													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+380													
PROG. FINAL:	00+418													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carril/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	L	2.52										2.52	1.11	10.62
3	L	0.39	0.23	2.79								3.41	1.80	0.64
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL DE VALOR DEDUCIDO</b>													<b>11.26</b>	
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 9.21	TOTAL	q	CDV
1	10.62											10.62	1	11
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
<b>MAX. CDV</b>													<b>11</b>	
<b>PCI</b>													<b>89</b>	
<b>CLASIFICACIÓN</b>													<b>Excelente</b>	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:		
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino														
UNIDAD DE MUESTRA:	012													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+418													
PROG. FINAL:	00+456													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel caril/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	L	5.58										5.58	2.45	2.02
3	M	1.50										1.50	0.66	0.63
10	L	1.45	5.85									7.30	3.20	2.26
10	M	0.70	2.60									3.30	1.45	3.38
1	H	8.30	18.08	2.52	6.15							35.05	15.37	66.19
1	M	7.99	3.42									11.41	5.00	38.01
3	H	5.27										5.27	2.31	12.10
13	H	1.00										1.00	0.44	37.19
											TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		161.78	
N°	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 4.11	TOTAL	q	CDV
1	66.19	38.01	37.19	12.10								153.48	4	83
2	66.19	38.01	37.19	2.00								143.39	3	85
3	66.19	38.01	2.00	2.00								108.20	2	75
4	66.19	2.00	2.00	2.00								72.19	1	72
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
											MAX. CDV		85	
											PCI		15	
											CLASIFICACIÓN		Muy Pobre	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								EVALUADO POR:		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03								JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	013											
FECHA:	Abril - 2021											
PROG. INICIAL:	00+456											
PROG. FINAL:	00+494											
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>											
LONG. MUESTRA:	38.00 m											
ANCHO DE VÍA:	6.00 m											
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>	
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>	
3	Agristamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>	
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camil/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>	
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
10	M	0.55	0.85							1.40	0.61	1.44
3	H	1.26								1.26	0.55	3.57
3	M	1.60								1.60	0.70	0.81
1	H	1.19	1.10	1.60						3.89	1.71	37.07
11	M	1.95								1.95	0.86	9.39
1	M	0.38	1.25							1.63	0.71	18.51
12		10.00								10.00	4.39	0.77
										TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		70.78
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD								m = 6.78	TOTAL	q	CDV
1	37.07	18.51	9.39	3.57					68.53	4	38	
2	37.07	18.51	9.39	2.00					66.96	3	43	
3	37.07	18.51	2.00	2.00					59.58	2	44	
4	37.07	2.00	2.00	2.00					43.07	1	43	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
											MAX. CDV	44
											PCI	56
											CLASIFICACIÓN	Bueno

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA – 2021"										N		
FACULTAD DE INGENIERIA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								EVALUADO POR:				
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03								JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ				
UNIDAD DE MUESTRA:	014													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+494													
PROG. FINAL:	00+532													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (sippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carril/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	H	2.83										2.83	1.24	32.35
1	M	0.60	0.47	0.81	4.50							6.38	2.80	31.63
10	L	1.60										1.60	0.70	0.00
11	L	3.20										3.20	1.40	3.15
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		67.13
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 7.21	TOTAL	q	CDV
1	32.35	31.63	3.15									67.13	3	43
2	32.35	31.63	2.00									65.98	2	48
3	32.35	2.00	2.00									36.35	1	36
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												MAX. CDV		48
												PCI		52
												CLASIFICACION		Regular

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:			
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ			
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino															
UNIDAD DE MUESTRA:	015														
FECHA:	Abril - 2021														
PROG. INICIAL:	00+532														
PROG. FINAL:	00+570														
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>														
LONG. MUESTRA:	38.00 m														
ANCHO DE VÍA:	6.00 m														
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>				
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>				
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>				
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camil/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>				
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
10	L	6.00										6.00	2.63	1.30	
11	L	10.56	1.68									12.24	5.37	10.56	
3	M	0.65	2.53									3.18	1.39	3.32	
1	H	6.38	16.22	1.01								23.61	10.36	61.62	
12		12.48										12.48	5.47	1.48	
10	L	5.30										5.30	2.32	0.72	
13	M	1.00										1.00	0.44	18.47	
10	M	1.25	6.00									7.25	3.18	7.31	
											TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		79.01		
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 4.52	TOTAL	q	CDV	
1	61.62	18.47	10.56	7.31								97.97	4	56	
2	61.62	18.47	10.56	2.00								92.66	3	59	
3	61.62	18.47	2.00	2.00								84.10	2	60	
4	61.62	2.00	2.00	2.00								67.62	1	68	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
													MAX. CDV		68
													PCI		32
													CLASIFICACIÓN		Pobre

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA – 2021"										N		
FACULTAD DE INGENIERIA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	016													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+570													
PROG. FINAL:	00+608													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agregado.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de junta.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carri/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12		20.93	49.02									69.95	30.68	8.42
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		8.42
N°	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 9.41	TOTAL	q	CDV
1	8.42											8.42	1	8
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												MAX. CDV		8
												PCI		92
												CLASIFICACIÓN		Excelente

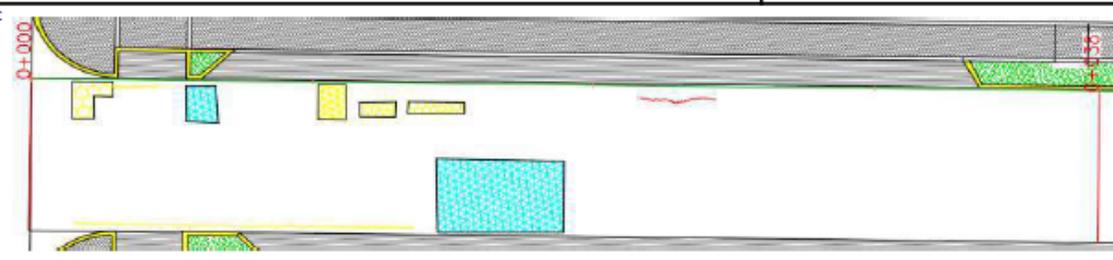
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA – 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
FACULTAD DE INGENIERIA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:		
TRAMO: Ca. Esquilache - Ca. Ignacio Merino		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	017													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+608													
PROG. FINAL:	00+646													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abuitamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carri/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	L	4.23	2.97	1.81								9.01	3.95	4.04
1	H	21.60	4.31	4.53								30.44	13.35	64.35
1	L	4.29										4.29	1.88	15.89
13	M	1.00										1.00	0.44	18.47
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		102.76
N°	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 4.27	TOTAL	q	CDV
1	64.35	18.47	15.89	4.04								102.76	4	58
2	64.35	18.47	15.89	2.00								100.72	3	63
3	64.35	18.47	2.00	2.00								86.82	2	62
4	64.35	2.00	2.00	2.00								70.35	1	70
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												MAX. CDV		70
												PCI		30
												CLASIFICACIÓN		Pobre

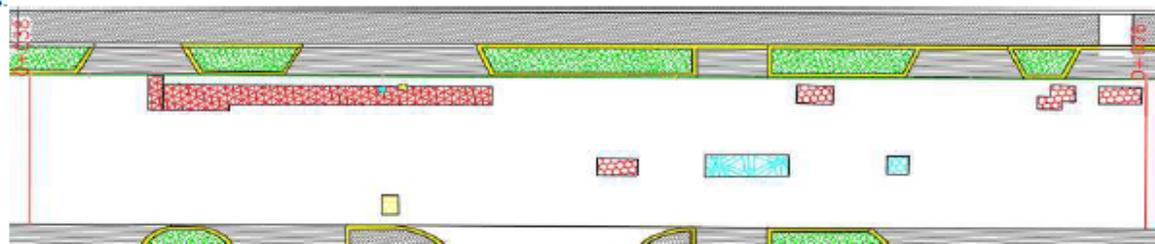
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
FACULTAD DE INGENIERIA															
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL															
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores in situ			MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino			ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	018														
FECHA:	Abril - 2021														
PROG. INICIAL:	00+646														
PROG. FINAL:	00+678														
ÁREA:	228.00	m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	32.00	m													
ANCHO DE VÍA:	6.00	m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>				
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agregado.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (sippage).	m <sup>2</sup>				
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de junta.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>				
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carril/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>				
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
1	L	1.56	3.66	5.04								10.26	4.50	24.70	
13	L	1.00										1.00	0.44	9.79	
3	M	3.19	8.23									11.42	5.01	11.31	
1	H	7.74										7.74	3.39	47.00	
												0.00	0.00	0.00	
												0.00	0.00	0.00	
													TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		92.81
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 5.87	TOTAL	q	CDV	
1	47.00	24.70	11.31	9.79								92.81	4	53	
2	47.00	24.70	11.31	2.00								85.01	3	54	
3	47.00	24.70	2.00	2.00								75.70	2	55	
4	47.00	2.00	2.00	2.00								53.00	1	53	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
													MAX. CDV		55
													PCI		45
													CLASIFICACIÓN		Regular

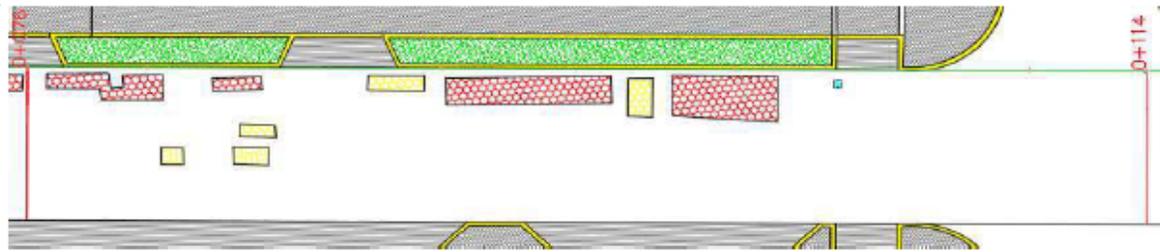
## **Anexo 3:**

Fichas de inspección de fallas por el Método PCI usando el Dron

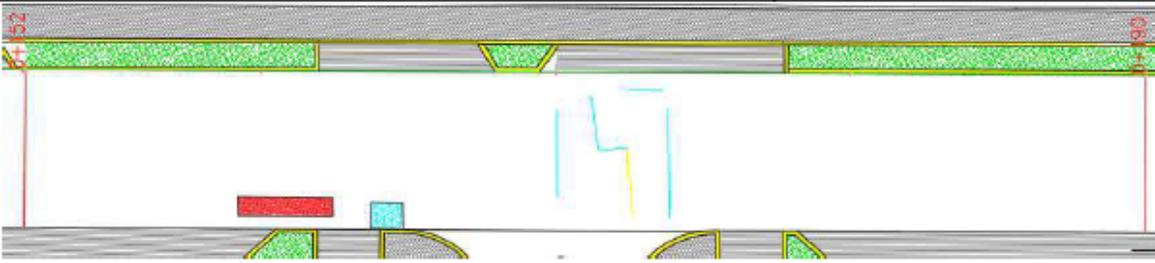
DJI Phantom 4 Pro V2.0.

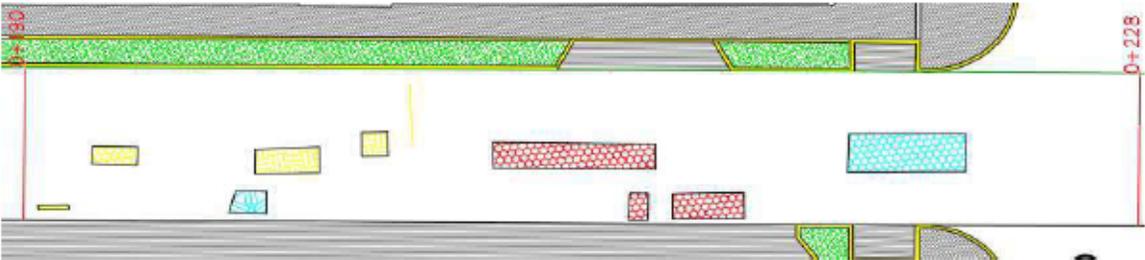
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03								EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		Croquis:										
UNIDAD DE MUESTRA:	001											
FECHA:	Abril - 2021											
PROG. INICIAL:	00+000											
PROG. FINAL:	00+038											
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>											
LONG. MUESTRA:	38.00 m											
ANCHO DE VÍA:	6.00 m											
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>	
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agregado.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (sippage).	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de junta.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>	
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel cam/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>	
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	M	1.56								1.56	0.68	18.03
10	M	1.75	12.37							14.13	6.20	13.25
11	L	1.58	12.79							14.37	6.30	12.15
11	M	1.41								1.41	0.62	7.62
1	L	0.75	0.90							1.65	0.72	7.78
10	H	2.95								2.95	1.29	9.13
										TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		67.96
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD								m = 8.53	TOTAL	q	CDV
1	18.03	13.25	12.15	9.13	7.78	7.62			67.96	6	31	
2	18.03	13.25	12.15	9.13	7.78	2.00			62.35	5	30	
3	18.03	13.25	12.15	9.13	2.00	2.00			56.57	4	31	
4	18.03	13.25	12.15	2.00	2.00	2.00			49.44	3	31	
5	18.03	13.25	2.00	2.00	2.00	2.00			39.29	2	29	
6	18.03	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			28.03	1	28	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
											MAX. CDV	31
											PCI	69
											CLASIFICACIÓN	Buena

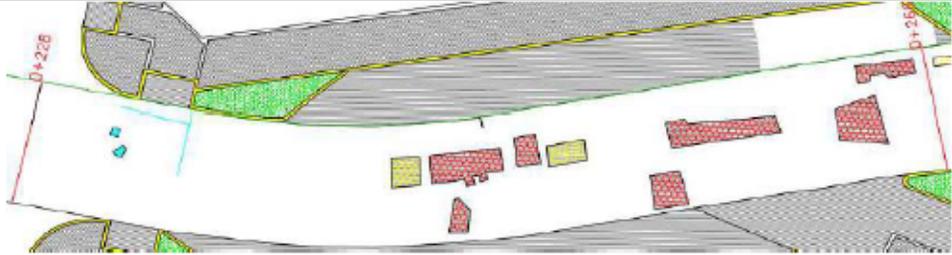
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03								EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ					
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		Croquis:													
TRAMO: Ca. Esquilache - Ca. Ignacio Merino															
UNIDAD DE MUESTRA:	002														
FECHA:	Abril - 2021														
PROG. INICIAL:	00+038														
PROG. FINAL:	00+076														
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>														
LONG. MUESTRA:	38.00 m														
ANCHO DE VÍA:	6.00 m														
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>				
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>				
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>				
4	Abuitamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carli/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>				
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
11	H	0.67	9.03									9.70	4.25	35.66	
1	M	0.45										0.45	0.20	9.20	
13	L	1.00										1.00	0.44	9.79	
13	M	1.00										1.00	0.44	18.47	
1	L	0.52										0.52	0.23	4.04	
1	H	0.95	0.88	0.95	0.88							3.66	1.60	36.03	
2	L	2.52										2.52	1.10	0.12	
											TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		113.20		
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 6.87	TOTAL	q	CDV	
1	36.03	35.66	18.47	9.79	9.20	4.04						113.20	6	56	
2	36.03	35.66	18.47	9.79	9.20	2.00						111.16	5	58	
3	36.03	35.66	18.47	9.79	2.00	2.00						103.97	4	59	
4	36.03	35.66	18.47	2.00	2.00	2.00						96.17	3	61	
5	36.03	35.66	2.00	2.00	2.00	2.00						79.70	2	58	
6	36.03	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00						46.03	1	46	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
													MAX. CDV		61
													PCI		39
													CLASIFICACIÓN		Pobre

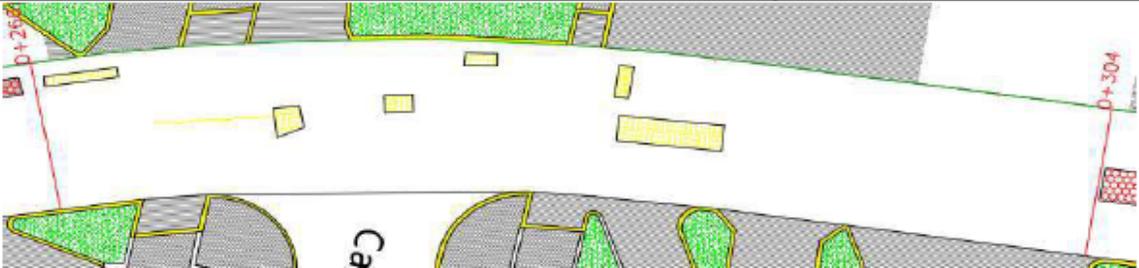
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron  TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D4433-03								EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	003	Croquis: 										
FECHA:	Abril - 2021											
PROG. INICIAL:	00+076											
PROG. FINAL:	00+114											
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>											
LONG. MUESTRA:	38.00 m											
ANCHO DE VÍA:	6.00 m											
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>	
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (sippage).	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>	
4	Abuitamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camí/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>	
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	H	2.87	0.85	5.88	6.02					15.61	6.85	56.38
1	M	1.13	1.25	0.60						2.98	1.31	23.91
3	M	0.49	0.81							1.30	0.57	0.27
13	L	1.00								1.00	0.44	9.79
										0.00	0.00	0.00
										0.00	0.00	0.00
										TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		90.36
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD								m = 5.01	TOTAL	q	CDV
1	56.38	23.91	9.79						90.09	3	57	
2	56.38	23.91	2.00						82.29	2	59	
3	56.38	2.00	2.00						60.38	1	60	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
											MAX. CDV	60
											PCI	40
											CLASIFICACIÓN	Regular

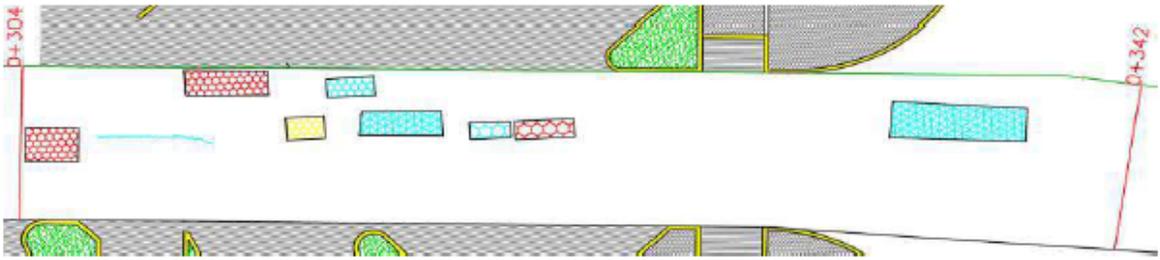


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N
FACULTAD DE INGENIERIA		MÉTODO ESTANDAR DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		Croquis:										
TRAMO: Ca. Esquilache - Ca. Ignacio Merino												
UNIDAD DE MUESTRA:	005											
FECHA:	Abril - 2021											
PROG. INICIAL:	00+152											
PROG. FINAL:	00+190											
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>											
LONG. MUESTRA:	38.00 m											
ANCHO DE VÍA:	6.00 m											
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>	
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (sippage).	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>	
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camí/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>	
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
3	H	2.33						2.33	1.02	7.09		
11	L	1.11						1.11	0.49	1.02		
10	L	3.34	2.13	1.03	1.19	4.24		11.93	5.23	4.48		
10	M	2.60						2.60	1.14	2.71		
								0.00	0.00	0.00		
								0.00	0.00	0.00		
TOTAL DE VALOR DEDUCIDO										15.30		
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD							m = 9.53	TOTAL	q	CDV	
1	7.09	4.48	2.71					14.28	3	3		
2	7.09	4.48	2.00					13.57	2	9		
3	7.09	2.00	2.00					11.09	1	11		
								0.00	0	0		
								0.00	0	0		
								0.00	0	0		
								0.00	0	0		
								0.00	0	0		
								0.00	0	0		
MAX. CDV										11		
PCI										89		
CLASIFICACIÓN										Excelente		

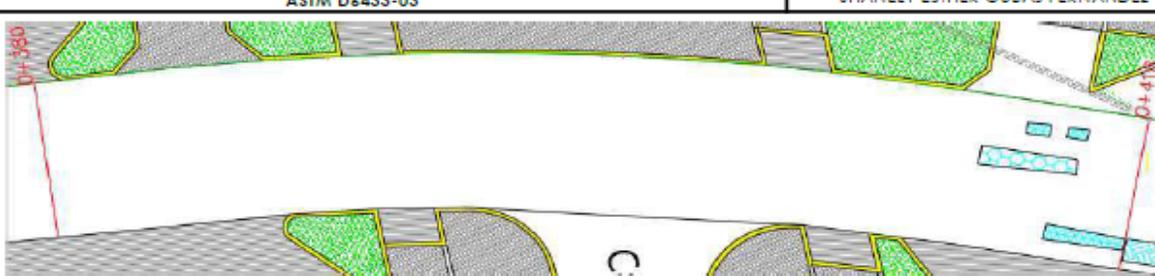
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N		
FACULTAD DE INGENIERÍA		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		Croquis:										D+228		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino												D+228		
UNIDAD DE MUESTRA:	006													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+190													
PROG. FINAL:	00+228													
ÁREA:	228,00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38,00 m													
ANCHO DE VÍA:	6,00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carril/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	M	0,17	2,18									2,35	1,03	1,82
1	M	1,12										1,12	0,49	15,17
2	L	0,99										0,99	0,43	0,00
1	H	5,50	0,69	2,47								8,66	3,80	48,53
1	L	6,03										6,03	2,64	19,27
												0,00	0,00	0,00
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		84,79
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 5,73	TOTAL	q	CDV
1	48,53	19,27	15,17									82,97	3	52
2	48,53	19,27	2,00									69,80	2	51
3	48,53	2,00	2,00									52,53	1	53
												0,00	0	0
												0,00	0	0
												0,00	0	0
												0,00	0	0
												0,00	0	0
MAX. CDV														53
PCI														47
CLASIFICACIÓN														Regular

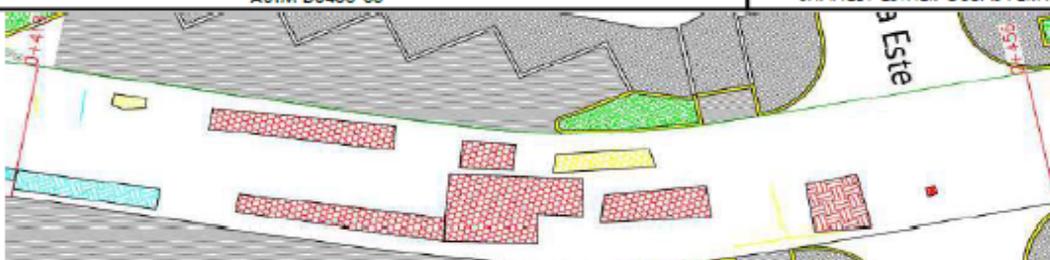
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N		
FACULTAD DE INGENIERIA		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		ASTM D6453-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
Estudio de la Condición del Pavimento Astáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		Croquis:												
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino														
UNIDAD DE MUESTRA:	007													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+228													
PROG. FINAL:	00+266													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (sippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camil/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	M	1.88										1.88	0.82	19.99
1	H	4.80	1.87	1.47	2.59	5.58	2.00	3.96				22.27	9.77	61.00
3	M	0.96										0.96	0.42	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		80.99
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 4.58	TOTAL	q	CDV
1	61.00	19.99										80.99	2	58
2	61.00	2.00										63.00	1	63
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												MAX. CDV		63
												PCI		37
												CLASIFICACIÓN		Pobre

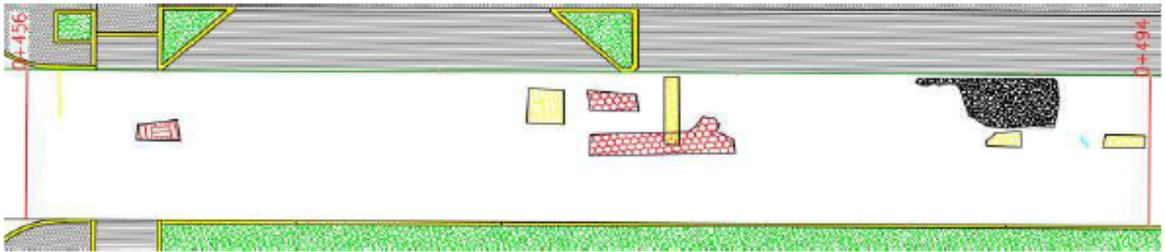
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N			
FACULTAD DE INGENIERÍA		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ			
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		Croquis:										D+266			
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino												D+304			
UNIDAD DE MUESTRA:	008														
FECHA:	Abril - 2021														
PROG. INICIAL:	00+266														
PROG. FINAL:	00+304														
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>														
LONG. MUESTRA:	38.00 m														
ANCHO DE VÍA:	6.00 m														
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>				
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>				
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>				
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carni/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>				
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
3	M	1.05	0.99	0.71	0.57							3.31	1.45	3.56	
10	M	4.87										4.87	2.14	4.92	
11	M	0.66										0.66	0.29	5.13	
												0.00	0.00	0.00	
												0.00	0.00	0.00	
												0.00	0.00	0.00	
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		13.60	
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 9.71	TOTAL	q	CDV	
1	5.13	4.92	3.56									13.60	3	2	
2	5.13	4.92	2.00									12.04	2	3	
3	5.13	2.00	2.00									9.13	1	9	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
														MAX. CDV	9
														PCI	91
														CLASIFICACIÓN	Excelente

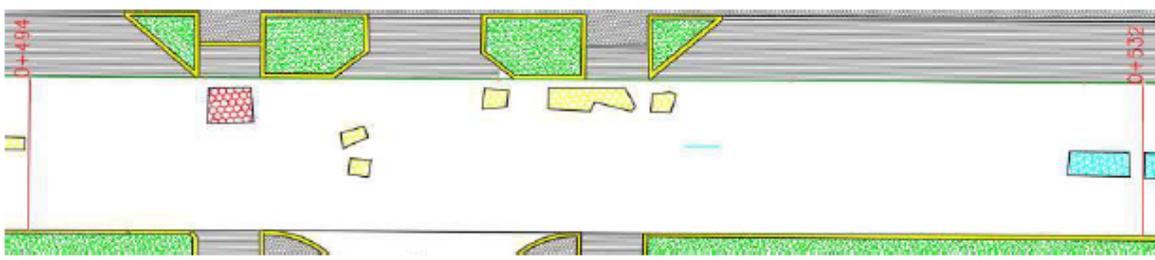
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N		
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03								EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ				
TRAMO: Ca. Esquilache - Ca. Ignacio Merino		Croquis:												
UNIDAD DE MUESTRA:	009													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+304													
PROG. FINAL:	00+342													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agregado.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de junta.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carril/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	H	2.37	2.72	1.43								6.52	2.86	44.73
10	L	4.40										4.40	1.93	0.09
1	L	1.20	0.88									2.08	0.91	9.21
1	M	1.13										1.13	0.50	15.22
11	L	2.61										2.61	1.14	2.60
												0.00	0.00	0.00
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		71.85
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 6.08	TOTAL	q	CDV
1	44.73	15.22	9.21	2.60								71.76	4	40
2	44.73	15.22	9.21	2.00								71.16	3	45
3	44.73	15.22	2.00	2.00								63.95	2	47
4	44.73	2.00	2.00	2.00								50.73	1	51
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
MAX. CDV														51
PCI														49
CLASIFICACIÓN														Regular

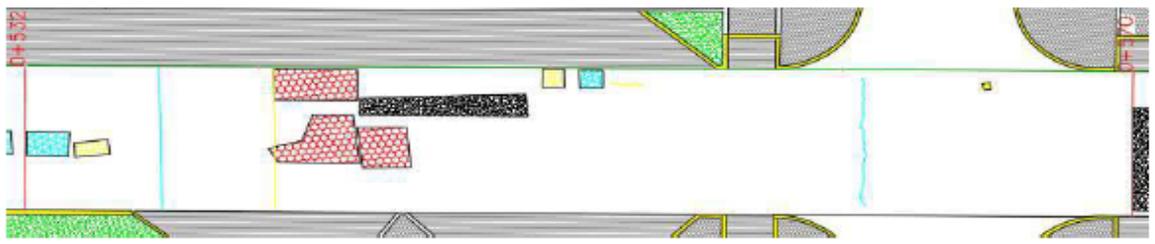
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N
FACULTAD DE INGENIERÍA		MÉTODO ESTANDAR DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										EVALUADO POR:
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		ASTM D6433-03										JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		Croquis:										
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino												
UNIDAD DE MUESTRA:	010											
FECHA:	Abril - 2021											
PROG. INICIAL:	00+342											
PROG. FINAL:	00+380											
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>											
LONG. MUESTRA:	38.00 m											
ANCHO DE VÍA:	6.00 m											
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>	
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>	
4	Abuitamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camli/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>	
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
										0.00	0.00	0.00
										0.00	0.00	0.00
										0.00	0.00	0.00
										0.00	0.00	0.00
										0.00	0.00	0.00
										0.00	0.00	0.00
										TOTAL DE VALOR DEDUCIDO	0.00	
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD								m = 10.18	TOTAL	q	CDV
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
										MAX. CDV	0	
										PCI	100	
										CLASIFICACIÓN	Excelente	

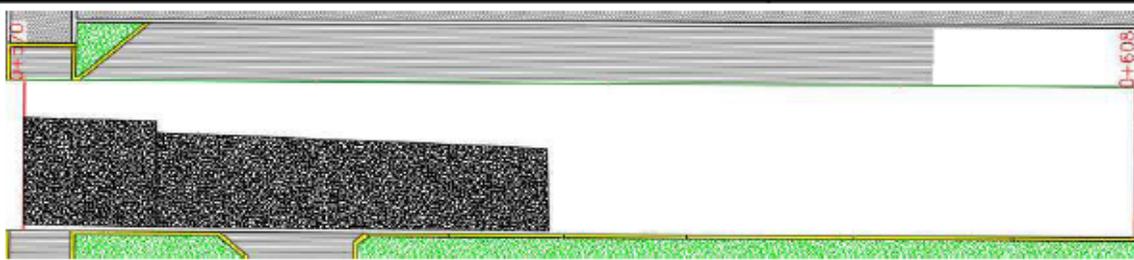
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA – 2021"										N
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron  TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03								EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
UNIDAD DE MUESTRA:	011	Croquis: 										
FECHA:	Abril - 2021											
PROG. INICIAL:	00+380											
PROG. FINAL:	00+418											
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>											
LONG. MUESTRA:	38.00 m											
ANCHO DE VÍA:	6.00 m											
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>	
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agrega	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>	
4	Abuitamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carri/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>	
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	L	2.18								2.18	0.96	9.55
3	L	0.35	0.28	1.44						2.07	0.91	0.00
										0.00	0.00	0.00
										0.00	0.00	0.00
										0.00	0.00	0.00
										0.00	0.00	0.00
										TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		9.55
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD								m = 9.31	TOTAL	q	CDV
1	9.55								9.55	1	10	
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
									0	0	0	
											MAX. CDV	10
											PCI	90
											CLASIFICACIÓN	Excelente

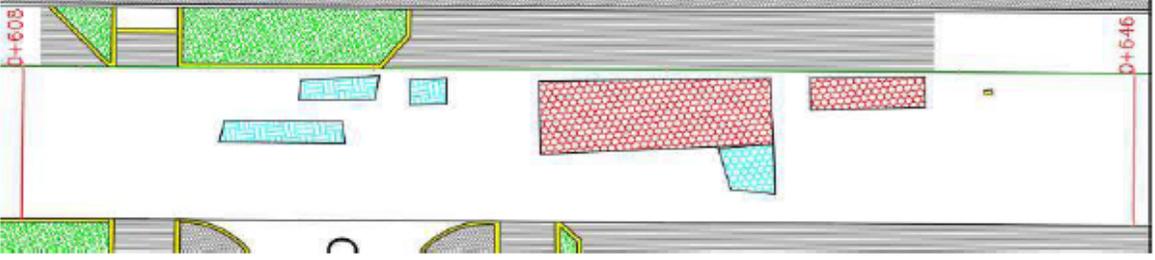
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		MÉTODO ESTANDAR DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03								EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		Croquis:										
UNIDAD DE MUESTRA:	012											
FECHA:	Abril - 2021											
PROG. INICIAL:	00+418											
PROG. FINAL:	00+456											
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>											
LONG. MUESTRA:	38.00 m											
ANCHO DE VÍA:	6.00 m											
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>	
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>	
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camil/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>	
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	L	4.88								4.88	2.14	1.52
3	M	0.71								0.71	0.31	0.00
10	L	1.39								1.39	0.61	0.00
10	M	0.75								0.75	0.33	0.00
1	H	7.13	2.46	13.10	5.35	7.14				35.19	15.43	66.24
1	M	3.07								3.07	1.35	24.15
3	H	4.64								4.64	2.04	11.21
13	H	1.00								1.00	0.44	37.19
										<b>TOTAL DE VALOR DEDUCIDO</b>		<b>140.32</b>
N°	VALORES DEDUCIDOS VD								m = 4.10	TOTAL	q	CDV
1	66.24	37.19	24.15	11.21					138.80	4	77	
2	66.24	37.19	24.15	2.00					129.59	3	78	
3	66.24	37.19	2.00	2.00					107.43	2	75	
4	66.24	2.00	2.00	2.00					72.24	1	72	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
											<b>MAX. CDV</b>	<b>78</b>
											<b>PCI</b>	<b>22</b>
											<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>Muy Pobre</b>

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03								EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ		
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		Croquis:										
UNIDAD DE MUESTRA:	013											
FECHA:	Abril - 2021											
PROG. INICIAL:	00+456											
PROG. FINAL:	00+494											
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>											
LONG. MUESTRA:	38.00 m											
ANCHO DE VÍA:	6.00 m											
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>	
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>	
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camil/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>	
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
10	M	2.01								2.01	0.88	2.06
3	H	0.99								0.99	0.44	2.68
3	M	1.70								1.70	0.75	0.98
1	H	4.46	1.18							5.64	2.47	42.63
11	M	1.29								1.29	0.56	7.22
1	M	0.61								0.61	0.27	10.85
12		12.60	0.69							13.29	5.83	1.70
										TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		66.43
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD						m = 6.27	TOTAL	q	CDV		
1	42.63	10.85	7.22	2.68	2.06		65.45	5	32			
2	42.63	10.85	7.22	2.68	2.00		65.39	4	36			
3	42.63	10.85	7.22	2.00	2.00		64.70	3	41			
4	42.63	10.85	2.00	2.00	2.00		59.49	2	44			
5	42.63	2.00	2.00	2.00	2.00		50.63	1	51			
							0.00	0	0			
							0.00	0	0			
							0.00	0	0			
										MAX. CDV	51	
										PCI	49	
										CLASIFICACIÓN	Regular	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N								
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron  TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino			MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03							EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ											
UNIDAD DE MUESTRA:	014		Croquis:																		
FECHA:	Abril - 2021																				
PROG. INICIAL:	00+494																				
PROG. FINAL:	00+532																				
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>																				
LONG. MUESTRA:	38.00 m																				
ANCHO DE VÍA:	6.00 m																				
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>										
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>										
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jun.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>										
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carri/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>										
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>													
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO							
1	H	2.11												2.11	0.92	28.91					
1	M	0.47	0.45	0.60	2.25	0.57								4.34	1.90	27.60					
10	L	1.19												1.19	0.82	0.00					
11	L	1.96												1.96	0.86	2.01					
														0.00	0.00	0.00					
														0.00	0.00	0.00					
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		58.53							
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 7.53	TOTAL	q	CDV							
1	28.91	27.60	2.01									58.53	3	37							
2	28.91	27.60	2.00									58.51	2	43							
3	28.91	2.00	2.00									32.91	1	33							
												0.00	0	0							
												0.00	0	0							
												0.00	0	0							
												0.00	0	0							
												0.00	0	0							
												MAX. CDV		43							
												PCI		57							
												CLASIFICACION		Bueno							

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N		
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03								EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ				
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		Croquis:												
UNIDAD DE MUESTRA:	015													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+532													
PROG. FINAL:	00+570													
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38.00 m													
ANCHO DE VÍA:	6.00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Arietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camil/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
10	L	6.00										6.00	2.63	1.30
11	L	1.44	0.61									2.05	0.90	2.10
3	M	0.71	0.58									1.29	0.57	0.26
1	H	3.62	4.25	2.80								10.66	4.68	51.26
12		4.66										4.66	2.04	0.00
10	L	5.50										5.50	2.41	0.88
13	M	1.00										1.00	0.44	18.47
10	M	1.18										1.18	0.52	0.26
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		55.80
N°	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 5.48	TOTAL	q	CDV
1	51.26	18.47	2.10									71.83	3	46
2	51.26	18.47	2.00									71.74	2	52
3	51.26	2.00	2.00									55.26	1	55
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
MAX. CDV														55
PCI														45
CLASIFICACIÓN														Regular

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N		
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03								EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ				
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		Croquis:												
UNIDAD DE MUESTRA:	016													
FECHA:	Abril - 2021													
PROG. INICIAL:	00+570													
PROG. FINAL:	00+608													
ÁREA:	228,00 m <sup>2</sup>													
LONG. MUESTRA:	38,00 m													
ANCHO DE VÍA:	6,00 m													
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parqueo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>			
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimiento de agreg.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>			
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>			
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel carril/ berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>			
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12		19.14	47.14									66.27	29.07	8.13
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												0.00	0.00	0.00
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		8.13
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 9.44	TOTAL	q	CDV
1	8.13											8.13	1	8
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
												0.00	0	0
MAX. CDV														8
PCI														92
CLASIFICACIÓN														Excelente

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"										N			
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03								EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ					
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		Croquis:													
UNIDAD DE MUESTRA:	017														
FECHA:	Abril - 2021														
PROG. INICIAL:	00+608														
PROG. FINAL:	00+646														
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>														
LONG. MUESTRA:	38.00 m														
ANCHO DE VÍA:	6.00 m														
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>				
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agregado.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (sippage).	m <sup>2</sup>				
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de junta.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>				
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel camil/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>				
5	Corugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
3	L	3.56	2.26	1.26								7.07	3.10	3.02	
1	H	21.64	4.85									26.49	11.62	62.77	
1	L	3.04										3.04	1.33	12.16	
13	M	1.00										1.00	0.44	18.47	
												0.00	0.00	0.00	
												0.00	0.00	0.00	
												TOTAL DE VALOR DEDUCIDO		96.43	
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD										m = 4.42	TOTAL	q	CDV	
1	62.77	18.47	12.16	3.02								96.43	4	55	
2	62.77	18.47	12.16	2.00								95.40	3	60	
3	62.77	18.47	2.00	2.00								85.25	2	61	
4	62.77	2.00	2.00	2.00								68.77	1	69	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
												0.00	0	0	
														MAX. CDV	69
														PCI	31
														CLASIFICACIÓN	Pobre

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		"USO DE UN DRON PARA OPTIMIZAR LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI EN LA AV. LOS CONQUISTADORES, DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA - 2021"								N		
Estudio de la Condición del Pavimento Asfáltico de la Av. Los Conquistadores, usando un dron		MÉTODO ESTANDAR DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO ASTM D6433-03						EVALUADO POR: JHANELY ESTHER CUBAS FERNÁNDEZ				
TRAMO: Ca. Esquilache- Ca. Ignacio Merino		Croquis:										
UNIDAD DE MUESTRA:	018											
FECHA:	Abril - 2021											
PROG. INICIAL:	00+646											
PROG. FINAL:	00+678											
ÁREA:	228.00 m <sup>2</sup>											
LONG. MUESTRA:	32.00 m											
ANCHO DE VÍA:	6.00 m											
1	Piel de Cocodrilo.	m <sup>2</sup>	6	Depresión.	m <sup>2</sup>	11	Parcheo.	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento.	m <sup>2</sup>	
2	Exudación.	m <sup>2</sup>	7	Grieta de borde.	m	12	Pulimento de agregado.	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica (slippage).	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque.	m <sup>2</sup>	8	Grieta de reflexión de jur.	m	13	Huecos.	und	18	Hinchamiento.	m <sup>2</sup>	
4	Abultamiento y Hundimientos.	m <sup>2</sup>	9	Desnivel caml/berma.	m	14	Cruce de vía férrea.	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados.	m <sup>2</sup>	
5	Corrugación.	m <sup>2</sup>	10	Grieta long y transversal.	m	15	Ahuellamiento.	m <sup>2</sup>				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	L	4.59	1.18	1.01						6.78	2.98	20.60
13	M	1.00								1.00	0.44	18.47
3	M	1.91	5.04							6.95	3.05	8.28
1	H	5.84								5.84	2.56	43.10
										0.00	0.00	0.00
										0.00	0.00	0.00
TOTAL DE VALOR DEDUCIDO											90.46	
Nº	VALORES DEDUCIDOS VD								m = 6.23	TOTAL	q	CDV
1	43.10	20.60	18.47	8.28					90.46	4	51	
2	43.10	20.60	18.47	2.00					84.18	3	53	
3	43.10	20.60	2.00	2.00					67.70	2	49	
4	43.10	2.00	2.00	2.00					49.10	1	49	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
									0.00	0	0	
MAX. CDV											53	
PCI											47	
CLASIFICACIÓN											Regular	

## **Anexo 4:**

### **Especificaciones Técnicas del Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0.**

**dji** SAN ISIDRO



# ***PHANTOM 4 PRO V2.0***

Av. Javier Prado Este 302 - San Isidro  
Segurimaxstore.com

f DJI SAN ISIDRO

▶ DJI PERU SAN ISIDRO

📄 DJI SAN ISIDRO

## 

### Sobre Nosotros

#### CORPORACION SEGURIMAX SAC

Somos una empresa con experiencia en ejecución de proyectos integrales en el uso de equipos UAV y asesorías de los mismos a nivel nacional, contamos con un staff de técnicos e ingenieros que están altamente capacitados en la especialidad, respetando los planes de trabajo cumpliendo las normas de seguridad.

Disponemos de Sistema de Aeronave Pilotada Remotamente (RPAS) adaptables a las distintas necesidades y condiciones de trabajo. En función de la misión a realizar, seleccionamos y ponemos en marcha la mejor solución para sus necesidades.

Somos Distribuidores Oficiales de los modelos de DJI, Brindamos el servicio de Reparación y Garantía Oficial a Nivel Nacional y trabajamos con las principales marcas del mercado. Gracias a estos sistemas y al software de tratamiento de datos específico para cada aplicación, es posible aplicar los UAV en trabajos de cartografía, topografía, Arqueología, trabajos forenses, inspección y reportaje aéreo entre otras.

Entre los servicios que brindamos están:

- Levantamientos Topográficos
- Cartografía e Imágenes Georreferenciadas
- Modelos en 3D
- Escaneo con Drones
- Monitoreo térmico
- Estudios Y Proyecciones Geomagnéticas
- Supervisión de Operación 24/7/365

Entre otros Servicios, desarrollados siempre con ética y responsabilidad social, tomando en cada decisión y acción el impacto de nuestro trabajo en el medio ambiente y bajo las normas establecidas

Av. Javier Prado Este 302 – San Isidro  
Segurimaxstore.com



## 

### Introducción

Un dron es un Sistema de Aeronave Pilotada Remotamente (RPAS por sus siglas en español. En la actualidad tiene diferentes funciones que son fundamentales dentro de la sociedad, desde propuestas comerciales hasta el rescate de personas.

En los últimos años, gracias a que los precios de fabricación descendieron, se amplió el uso de estos aviones y podemos disponer de esta tecnología para otras funciones más nobles como la investigación científica o el entretenimiento. Tengamos en cuenta que comprar un dron es 60 veces más barato que un helicóptero y los costos operativos son muchísimos más bajos.

Las tareas que hasta el momento fueron probadas con drones:

1. En Eventos
2. Como delivery
3. En situaciones de emergencia
4. Búsqueda de personas
5. Control fiscal
6. Vigilancia fronteriza
7. Zonas rurales
8. Control de incendios forestales
9. Investigaciones arqueológicas
10. Fines geológicos
11. Investigaciones biológicas
12. Manipulación de materiales nocivos
13. Como satélites
14. Jugar con drones

Los drones llegaron para quedarse, los usos parecen aumentar cada día de la mano de la población civil y científica. Estamos viviendo el auge de la creatividad en funciones y aplicaciones de este aparato, las cuales parecen realmente infinitas. Probablemente, algún día con el avance de la tecnología, estas fascinantes naves nos van a permitir explorar zonas fuera del planeta y hasta donde la imaginación dé.

Av. Javier Prado Este 302 - San Isidro  
Segurimaxstore.com

 DJI SAN ISIDRO

 DJI PERU SAN ISIDRO

 DJI SAN ISIDRO



## Propuesta

### Inteligencia visionaria. Imaginación elevada

Con un sensor CMOS de 1 pulgada que puede grabar videos 4K / 60fps y fotos de 20MP, el Phantom 4 Pro V2.0 otorga a los cineastas una libertad creativa absoluta. El sistema de transmisión OcuSync 2.0 HD garantiza conectividad estable y confiabilidad, cinco direcciones de detección de obstáculos garantizan seguridad adicional, y un controlador remoto dedicado con una pantalla incorporada garantiza una mayor precisión y control. [1] Una amplia gama de funciones inteligentes facilita mucho el vuelo. El Phantom 4 Pro V2.0 es una solución completa de imágenes aéreas, diseñada para el creador profesional.



4K

4K / 60fps



Sensor de 1 pulgada



Obturador mecánico



5 direcciones



OcuSync 2.0  
Sistema de



30 minutos máximo  
Tiempo de vuelo

Av. Javier Prado Este 302 - San Isidro  
Segurimaxstore.com



DJI SAN ISIDRO



DJI PERU SAN ISIDRO



DJI SAN ISIDRO

**dji** SAN ISIDRO

### Potente rendimiento aéreo Increíble cámara cardán

La cámara integrada cuenta con un sensor CMOS de 1 pulgada y 20MP y un obturador mecánico, lo que elimina la distorsión del obturador. Un sensor avanzado y un procesamiento impresionante capturan cada detalle y proporcionan los datos de imagen necesarios para la postproducción avanzada.

La cámara Phantom 4 Pro V2.0 tiene una lente gran angular  $f / 2.8$  optimizada, lo que garantiza fotos y videos consistentemente detallados que se mantienen vívidos y nítidos mientras se mantiene la precisión del color.



### Video 4K profesional

Un sistema de procesamiento de video mejorado permite capturar videos en Cinema 4K a 100 Mbps, lo que permite tomas en cámara lenta de alta resolución. Grabe en modo D-Log y códec H.265 para capturar imágenes profesionales con alto rango dinámico, optimizando la calidad de la imagen.

Velocidad de bits de  
**100 Mbps**

Velocidad de fotogramas  
**4K / 60 fps**

**D-Log**  
Perfil de color

Av. Javier Prado Este 302 – San Isidro  
Segurimaxstore.com

f DJI SAN ISIDRO

📺 DJI PERU SAN ISIDRO

📷 DJI SAN ISIDRO

 SAN ISIDRO

### Modos de vuelo inteligentes



ActiveTrack



Modo de dibujar



Vuelve a casa



Modo de gestos



TapFly

### Seguridad integral de vuelo

FlightAutonomy es una plataforma avanzada de inteligencia aérea y automatización de vuelo, que brinda a los cineastas la confianza para capturar imágenes más complejas. Una vista en tiempo real de su entorno y un mapa 3D proporcionan datos cruciales. Las IMU y las brújulas redundantes monitorean datos críticos y descartan posibles errores, mejorando dramáticamente la confiabilidad del vuelo. La detección de obstáculos en cinco direcciones mejora la seguridad y la experiencia general de vuelo.



Av. Javier Prado Este 302 - San Isidro  
Segurimaxstore.com

 DJI SAN ISIDRO

 DJI PERU SAN ISIDRO

 DJI SAN ISIDRO

**dji** SAN ISIDRO

### Transmisión de imágenes OcuSync 2.0 HD

El controlador remoto del Phantom 4 Pro V2.0 utiliza la transmisión de video OcuSync 2.0, que emplea tecnología de multiplexación por división de tiempo para enviar señales de control y recibir señales de video simultáneamente, lo que permite la transmisión en vivo de 1080p a una distancia de hasta ocho kilómetros. [3] Compatible con 2.4 GHz y 5.8 GHz, OcuSync 2.0 escanea la banda de frecuencia con la menor interferencia y cambia en consecuencia para mantener una transmisión clara. Gracias a OcuSync 2.0, el Phantom 4 Pro V2.0 se conecta de forma inalámbrica a las DJI Goggles para una experiencia aún más inmersiva.

### Mando a distancia intuitivo

Una pantalla ultra brillante de 5.5 pulgadas hace que los colores vivos sean fácilmente visibles incluso bajo la luz solar directa. Como la aplicación DJI GO 4 está integrada en la pantalla, no se requiere un dispositivo móvil, lo que simplifica la operación. El controlador remoto presenta varios puertos diferentes y una duración de la batería de cinco horas, lo que convierte al Phantom 4 Pro V2.0 en una solución integral de imágenes aéreas.



### batería de vuelo inteligente

La aplicación DJI GO 4 muestra la duración de la batería y calcula los tiempos de vuelo restantes según la distancia recorrida y más. Cuando se alcanza la distancia mínima requerida para un viaje seguro de regreso al punto de despegue, un aviso alertará al piloto. También se cuenta con un sistema avanzado de gestión de la batería para evitar la sobrecarga y el agotamiento excesivo. Cuando se almacenan a largo plazo, las baterías descargarán energía para mantener una buena salud.



Av. Javier Prado Este 302 - San Isidro  
Segurimaxstore.com

f DJI SAN ISIDRO    y DJI PERU SAN ISIDRO    @ DJI SAN ISIDRO

**dji** SAN ISIDRO

### Aeronave

Peso de despegue	1375 g
Distancia diagonal	350 mm
Techo de servicio máximo sobre el nivel del mar	19685 pies (6000 m)
Velocidad máxima de ascenso	6 m / s (vuelo automático); 5 m / s (control manual)
Máxima velocidad	Modo S: 45 mph (72 kph) Modo A: 36 mph (58 kph) Modo P: 31 mph (50 kph)
Ángulo de inclinación máxima	Modo S: 42 ° Modo A: 35 ° Modo P: 25 °
Velocidad angular máxima	Modo S: 230 ° / s Modo A: 150 ° / s
Techo de servicio mínimo sobre el nivel del mar	19685 pies (6000 m)
Resistencia máxima a la velocidad del viento	10 m / s
Rango de precisión de desplazamiento	Vertical: ± 0.1 m (con posicionamiento visual) ± 0.5 m (con posicionamiento GPS) Horizontal: ± 0.3 m (con posicionamiento visual) ± 1.5 m (con posicionamiento GPS)
Rango de temperatura de funcionamiento	32 ° a 104 ° F (0 ° a 40 ° C)

Av. Javier Prado Este 302 – San Isidro  
Segurimaxstore.com

f DJI SAN ISIDRO

▶ DJI PERU SAN ISIDRO

@ DJI SAN ISIDRO

## **dji** SAN ISIDRO

### Sistema de detección de infrarrojos

Obstáculo Rango sensorial	0.6-23 pies (0.2-7 m)
FOV	70 ° (horizontal), ± 10 ° (vertical)
Frecuencia de medición	10 Hz
Entorno operativo	Superficie con material de reflexión difusa y reflectividad > 0% (como paredes, árboles, humanos, etc.)

### Cardán

Estabilización	3 ejes (inclinación, balanceo, guiñada)
Tono	-90 ° ± 30 °
Velocidad angular máxima controlable	90 ° / s
Rango de vibración angular	± 0.02 °

Av. Javier Prado Este 302 – San Isidro  
Segurimaxstore.com

 DJI SAN ISIDRO
  D.J PERU SAN ISIDRO
  D.J SAN ISIDRO

## dji SAN ISIDRO

### Batería de vuelo inteligente

Capacidad	5870 mAh
Voltaje	11,2 V
Tipo de Batería	LiPo 4S
Energía	69,2 Wh
Peso neto	460 g
Rango de temperatura de carga	41 °a 104 ° F (5 ° a 40 ° C)
Potencia máxima de carga	100 W

### Aplicación / Vista en vivo

Aplicación móvil	DJI GO 4
Frecuencia de trabajo de visualización en vivo	2.4 GHz ISM, 5.8 GHz ISM
Calidad de visualización en vivo	720P @ 30fps, 1080P @ 30fps
Latencia	Phantom 4 Pro V2.0: 220 ms (según las condiciones y el dispositivo móvil) Phantom 4 Pro + V2.0: 160-180 ms

Av. Javier Prado Este 302 – San Isidro  
Segurimaxstore.com

 DJISANISIDRO
  DJI PERU SAN ISIDRO
  DJI SAN ISIDRO

**dji** SAN ISIDRO

**IN THE BOX PHANTOM 4 PRO V.20**

Aeronave x1



Control remoto x1



Pares de hélices x 4



Batería de vuelo Inteligente x1



Cargador de batería x1



Cable de energía



Abrazadera de cardán x1



Tarjeta micro SD x1



Estuche de transporte x1



Av. Javier Prado Este 302 – San Isidro  
Segurimaxstore.com

f D.JI SAN ISIDRO

📺 D.JI PERU SAN ISIDRO

📍 D.JI SAN ISIDRO



## Plan de Mantenimiento

La plataforma área se ve sometida a factores de desgaste, corrosión, polvo, humedad y otros, para lo cual se recomienda un mantenimiento preventivo en donde:

- Se actualiza la Plataforma
- Calibración de sensores
- Calibración de Motores
- Pruebas de telemetría.
- Actualización de Celda de baterías
- Calibración de Brújula e IMU
- Limpieza General

## Condiciones

- El Mantenimiento se Realiza en Nuestras Instalaciones
- El traslado y recojo del Equipo a nuestras instalaciones es por cuenta del cliente.
- El mantenimiento no incluye reparación o cambio de piezas.
- El mantenimiento se ejecuta en un máximo de 2 días siempre y cuando no existan complicaciones de reparación.
- De requerir reparación o algún cambio de piezas, esto será presupuestado como adicional y se ejecutará después de la aprobación del cliente.

Av. Javier Prado Este 302 – San Isidro  
Segurimaxstore.com

 DJI SAN ISIDRO

 DJI PERU SAN ISIDRO

 DJISAN ISIDRO

## 

### CONTACTENOS

Con la finalidad de estar más cerca de ustedes y poder brindarles un servicio más rápido y eficiente le informamos nuestros nuevos números telefónicos. Así mismo lo invitamos a nuestra página web:

[www.segurimaxperu.com](http://www.segurimaxperu.com)

**CENTRAL TELEFONICA: 256-7863**

**Anexo 11**

Asesora Comercial: 945742401  
Srta. Kassandra Villena  
[recepcion@segurimaxperu.com](mailto:recepcion@segurimaxperu.com)  
[ventas2@segurimaxperu.com](mailto:ventas2@segurimaxperu.com)

**Servicio Técnico Post Venta: 256-7863**

**Anexo 12**

Srta. Natalia Condori  
[soporte2@segurimaxperu.com](mailto:soporte2@segurimaxperu.com)

**Capacitaciones: 256-7863**

**Anexo 13**

Celular: 937701962  
[capacitaciones@segurimaxperu.com](mailto:capacitaciones@segurimaxperu.com)

Av. Javier Prado Este 302 - San Isidro  
[Segurimaxstore.com](http://Segurimaxstore.com)



DJI SAN ISIDRO



DJI PERU SAN ISIDRO



DJI SAN ISIDRO



## **Anexo 5:**

### **Costos.**



**DISTRIBUIDOR DE ARTICULOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**  
**FAGY SUMINISTROS Y SERVICIOS GENERALES S.A.C**  
 Central Telefónica : (01) 6371882  
 969 011 287 - 996 556 100 - 915 330 639  
 www.fagy.com.pe - www.ventadeepps.com  
 Estamos Ubicados en San Juan de Lurigancho  
**LOCAL: Jirón Las Adelfas 628 , S.J.L-Lima**

RUC: 20603281315  
**COTIZACION**  
 C002-2511

CLIENTE: CUBAS FERNANDEZ JHANELY ESTHER  
 DIRECCION: -  
 MONEDA: SOLES  
 VENDEDOR: Jose Amaldo Velasqui

L.E/DNI: 7245  
 FECHA: 02/11/2021 - 21:55:32

CANT.	U.M.	DESCRIPCION	P.U.	IMPORTE
1	UNIDAD	CONO DE SEGURIDAD DE 18" COLOR NARANJA MARCA TECSEG	22.00	22.00
1	UNIDAD	CONO DE SEGURIDAD DE 26" COLOR NARANJA MARCA TECSEG	29.50	29.50
1	UNIDAD	CONO DE SEGURIDAD DE 36" COLOR NARANJA MARCA TECSEG	53.00	53.00
1	UNIDAD	Wincha Global Plus Cinta 8m 30-626 Stanley Procedencia : Importado	42.00	42.00
1	UNIDAD	Nivel Magnetico Fatmax® De 48 Stanley 43-549 Procedencia : Importado	275.00	275.00
1	UNIDAD	Nivel De Aluminio 36 Sth42075-Ja Stanley Procedencia : Importado	67.00	67.00
1	UNIDAD	RUEDA DE MEDICION MARCA: STANLEY MODELO: MW40M Procedencia : Importado	390.00	390.00

SON: OCHOCIENTOS SETENTA Y OCHO CON 50/100 SOLES

OP. GRAVADA 744.49  
 I.G.V 134.01  
**IMPORTE TOTAL S/ 878.50**

**OBSERVACIONES:**

Stock para entrega inmediata - Todo envio a provincia es pago a destino - despachos en todo lima metropolitana y callao es complemente gratis el delivery

<b>C/SEGURIMAX S.A.C.</b> CORPORACION SEGURIMAX S.A.C. AV. JAVIER PRADO ESTE 302 URB. JARDIN SAN ISIDRO - LIMA - LIMA		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> RUC: 20543032621 EB01-1884			
Fecha de Vencimiento :	:				
Fecha de Emisión :	:	<b>13/02/2021</b>			
Señor(es) :	:	<b>JHANELY ESTHER CUBAS FERNANDEZ</b>			
DNI :	:	<b>7246</b>			
Tipo de Moneda :	:	<b>DOLAR AMERICANO</b>			
Observación :	:	<b>04</b>			
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)
1.00	UNIDAD	P4P PART D-3 PHANTOM 4 PRO V2.0 11USHB3R710066	1694.9152	0.00	1999.999936
1.00	UNIDAD	P4P PART64 BATTERY (PRO/PRO+) DDQAHB003301A2	198.305	0.00	233.9999
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :		\$ 1,893.23	
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :		\$ 0.00	
		Op. Inafecta :		\$ 0.00	
		ISC :		\$ 0.00	
		IGV :		\$ 340.77	
		Otros Cargos :		\$ 0.00	
		Otros Tributos :		\$ 0.00	
		Monto de Redondeo :		\$ 0.00	
		<b>Importe Total :</b>		<b>\$ 2,234.00</b>	
SON: DOS MIL DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO Y 00/100 DOLAR AMERICANO					
<i>Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a>, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.</i>					



tailoy.com.pe/checked-out/cart/

**TAI-LOY** CATEGORIAS ¿Qué estás buscando? VENTA EMPRESAS

**Carrito de compras**

Producto	Precio	Cantidad	Subtotal
<input type="checkbox"/>  <b>PIZARRA LAMINADA BLANCA 0.60 X 0.80 MT</b> Eliminar	S/52.10	1	S/52.10
<input type="checkbox"/>  <b>TABLERO PLÁSTICO OFICIO. CRISTAL ARTESCO</b> Eliminar	S/9.60	1	S/9.60
<input type="checkbox"/>  <b>TIZA BLANCA OVE CAJA X 50</b> Eliminar	S/5.30	2	S/10.60
<input type="checkbox"/>  <b>PLUMON 123 NEGRO FABER-CASTELL</b> Eliminar	S/3.60	1	S/3.60
<input type="checkbox"/>  <b>PLUMON 123 AZUL FABER-CASTELL</b> Eliminar	S/3.60	1	S/3.60
<input type="checkbox"/>  <b>FABER-CASTELL LÁPIZ GRIP 2001 SIN BORRADOR GRIS X 2</b> Eliminar	S/3.80	1	S/3.80
<input type="checkbox"/>  <b>PAPEL FOTOCOPIA ULTRACOPY 80GR A-4 PQT X500</b> Eliminar	S/15.10	1	S/15.10

**Resumen**

Subtotal S/98.40

**Total S/98.40**

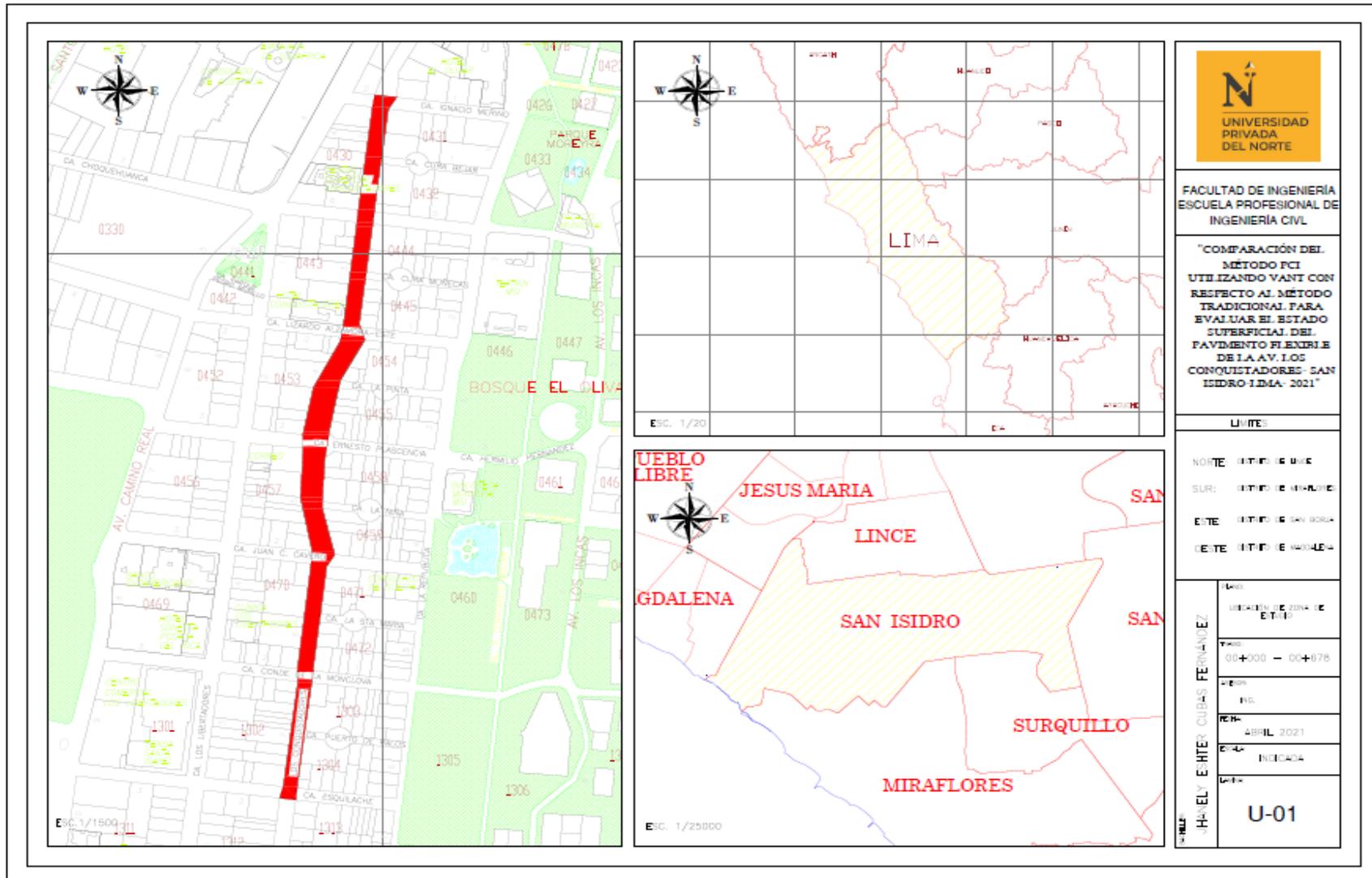
Acepto los Términos y Condiciones y la Política de Privacidad

[IR A PAGAR →](#)

[SEGUIR COMPRANDO](#)

## **Anexo 6:**

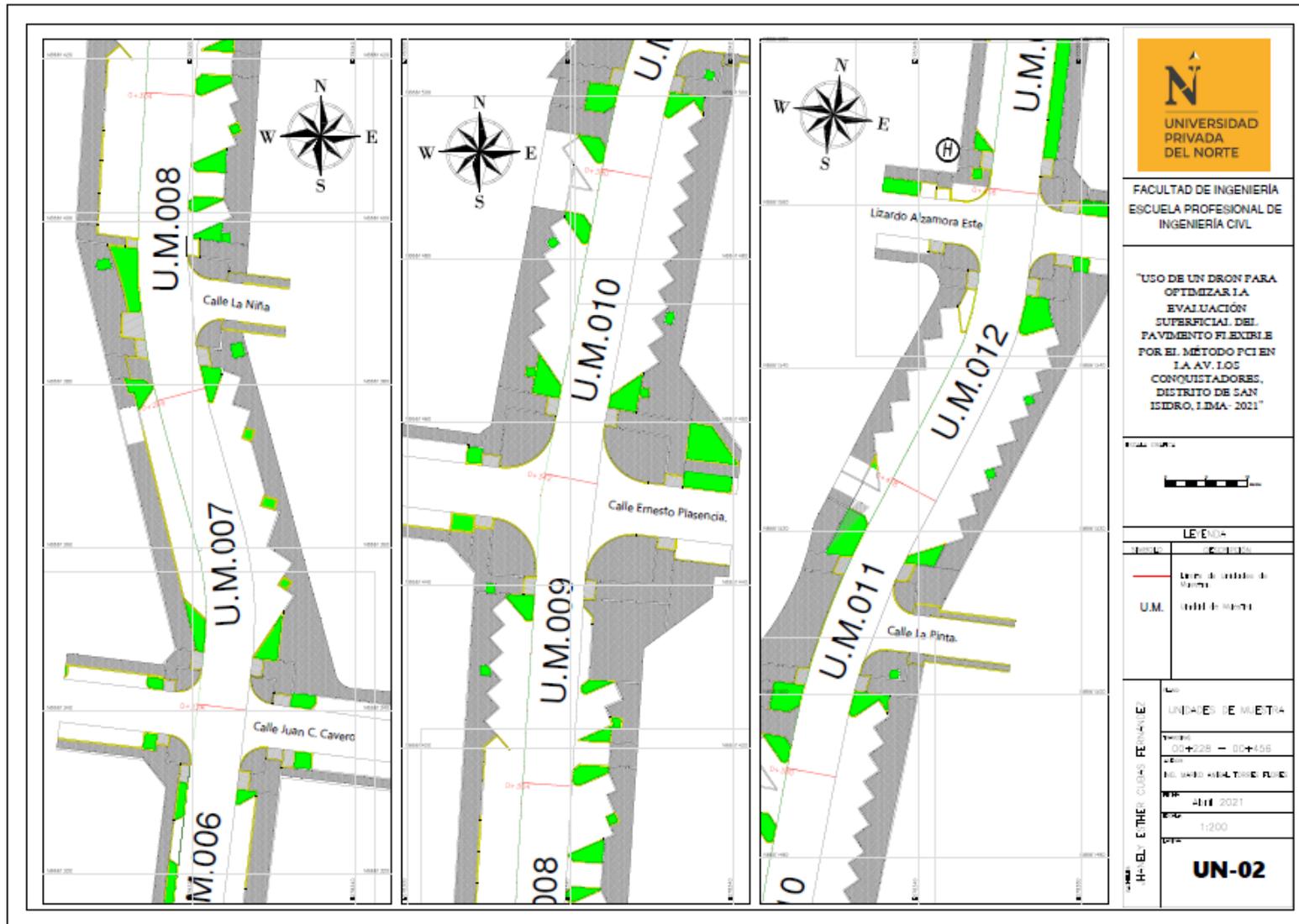
### Plano de Ubicación.



## **Anexo 7:**

### **Plano de Unidades de Muestra.**

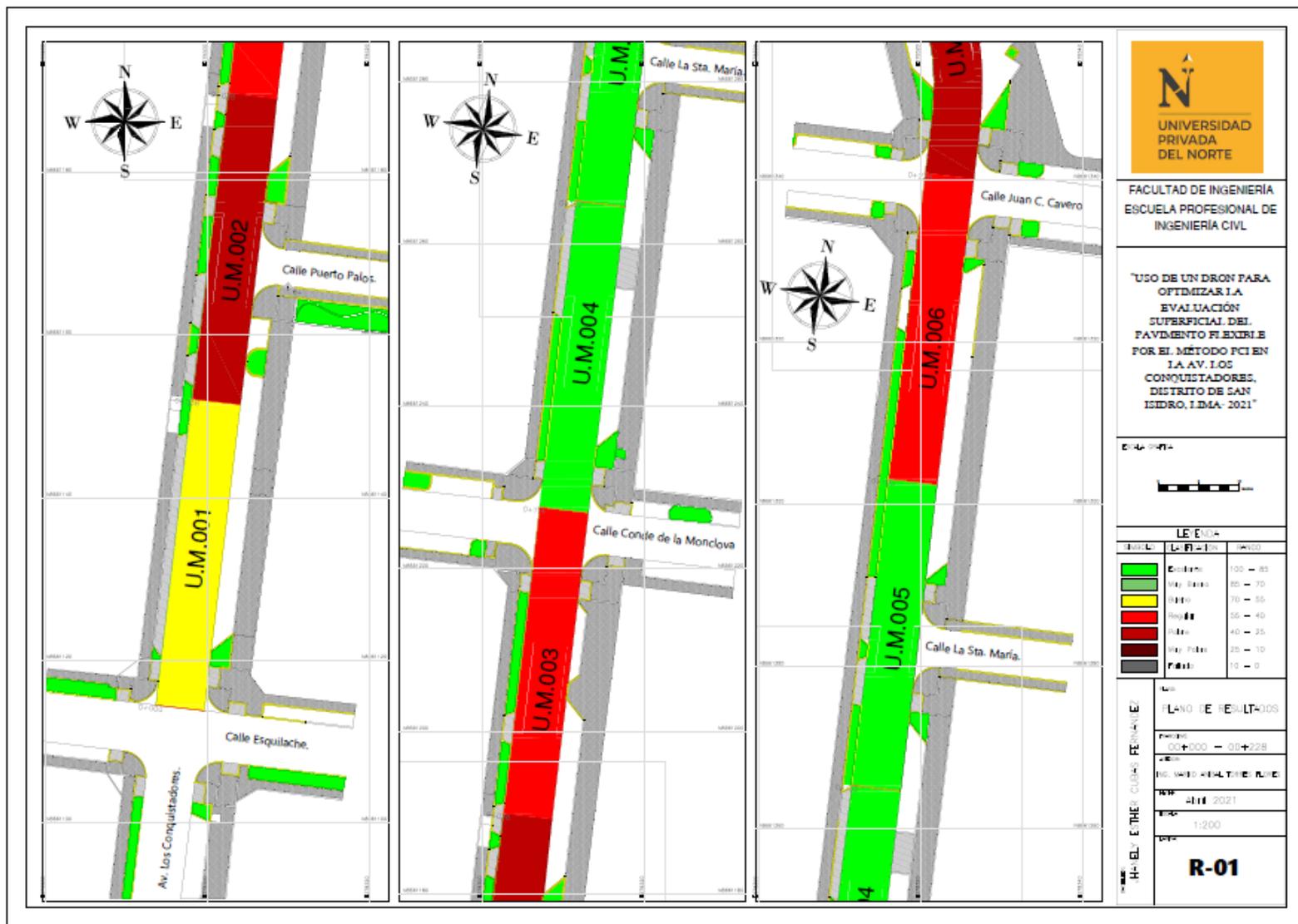


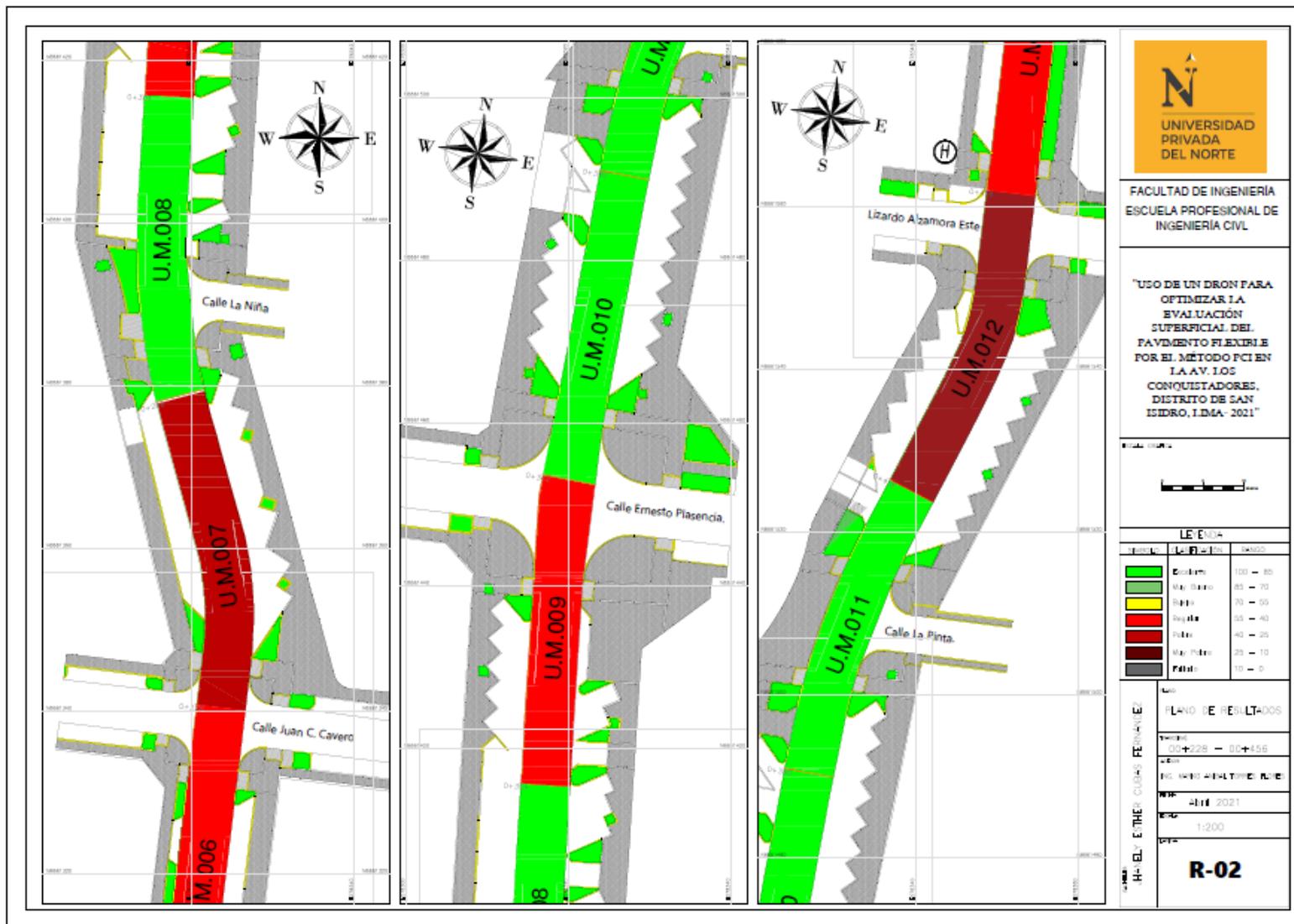


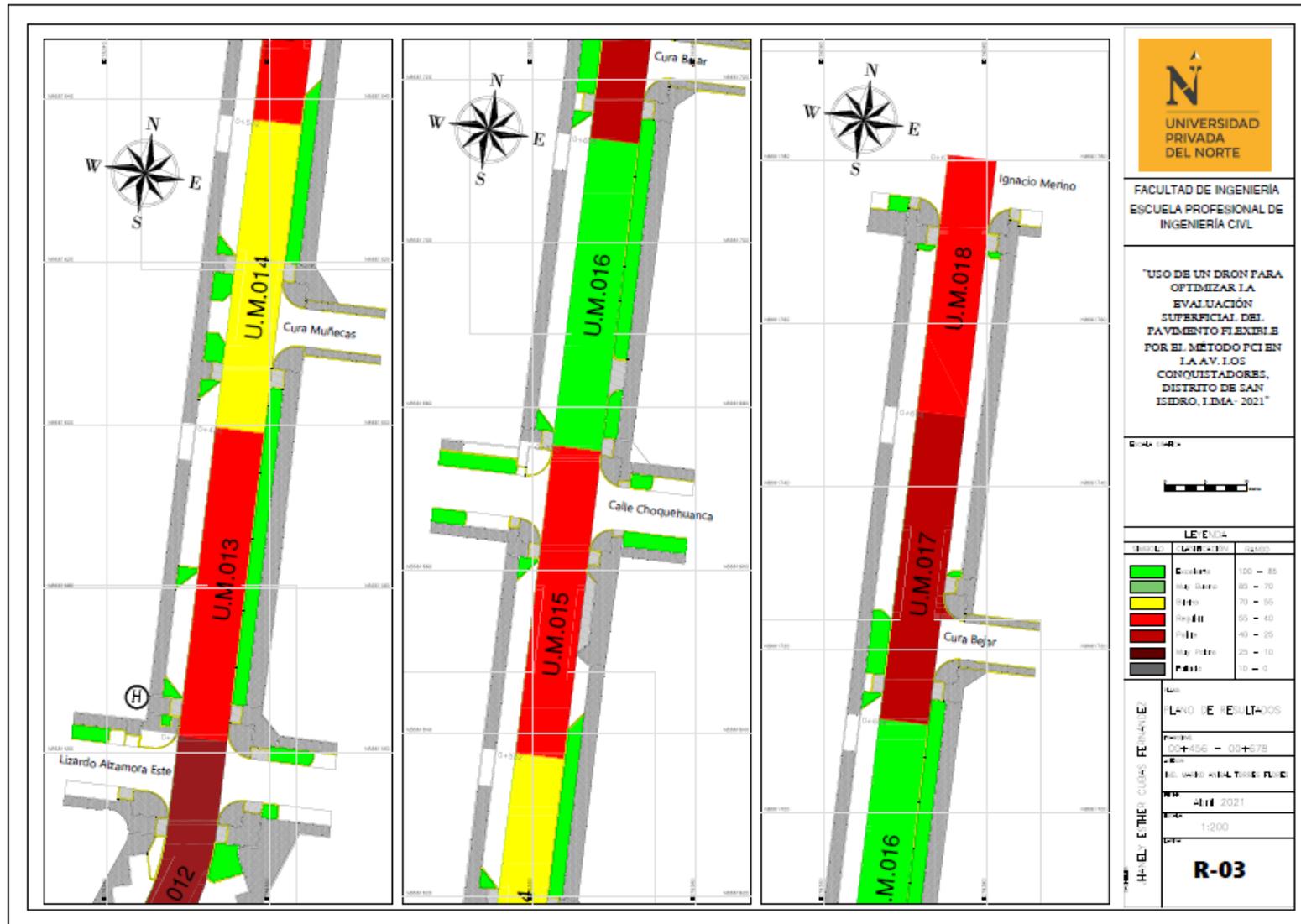


## **Anexo 8:**

### Planos de Resultados.

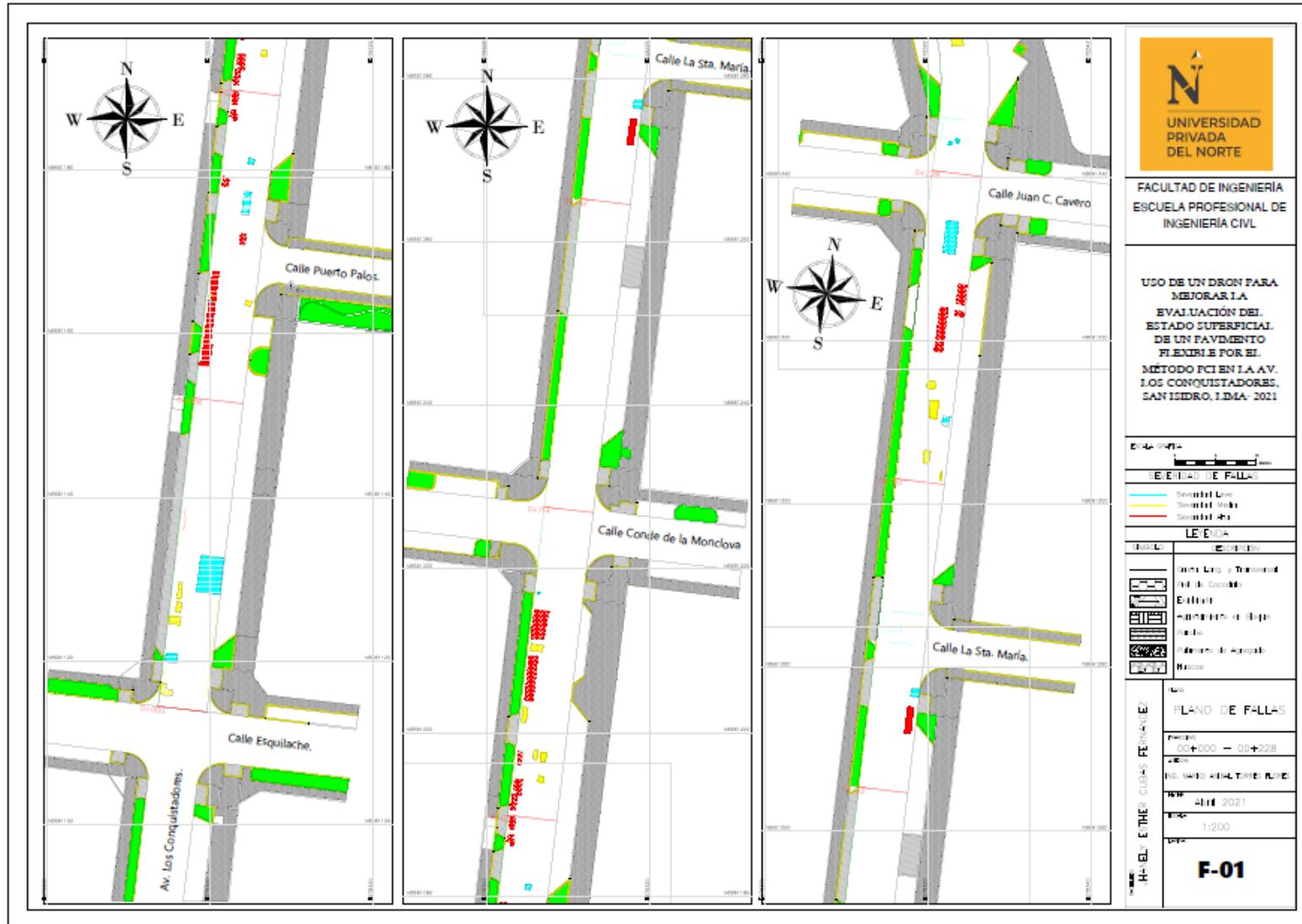


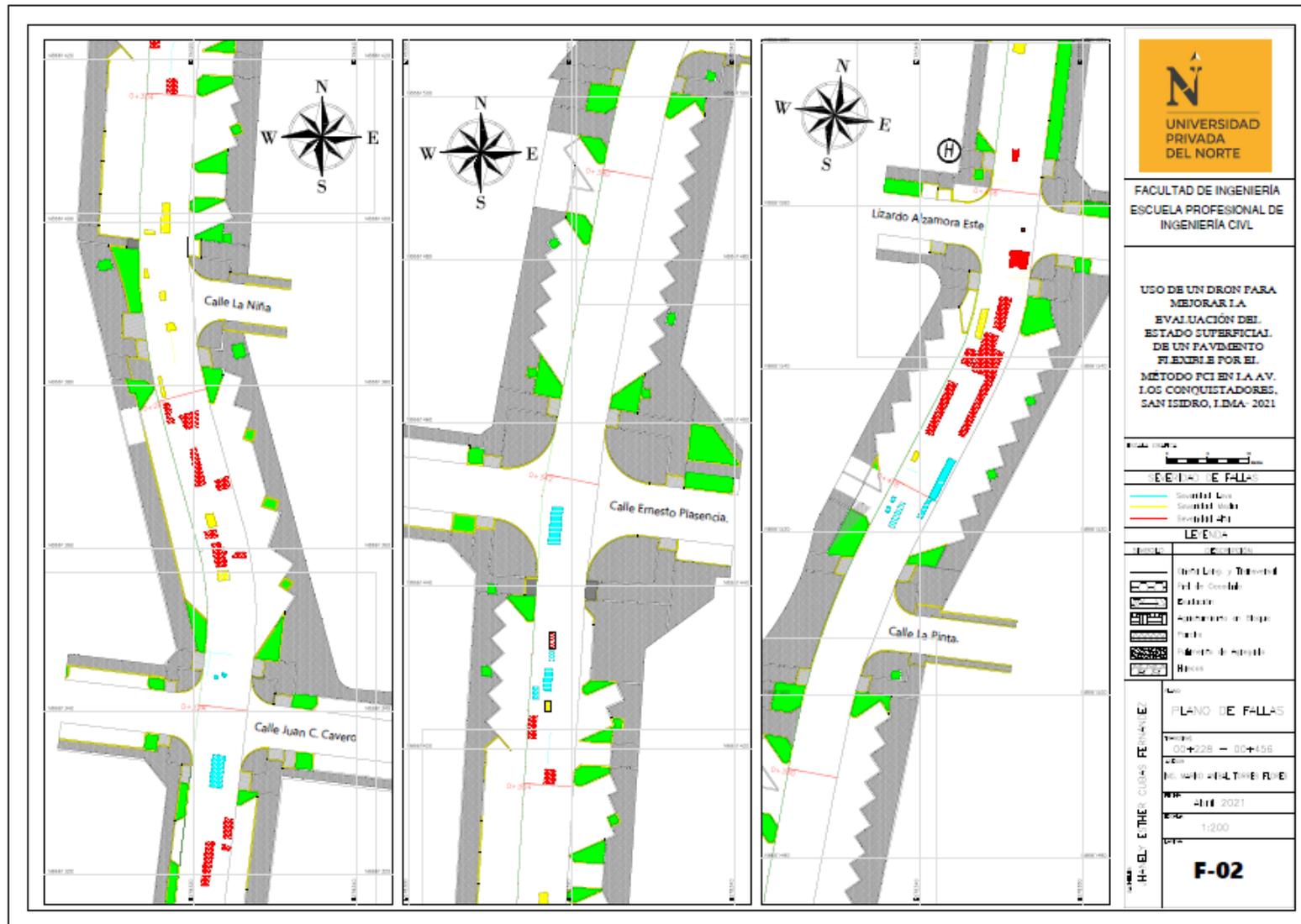


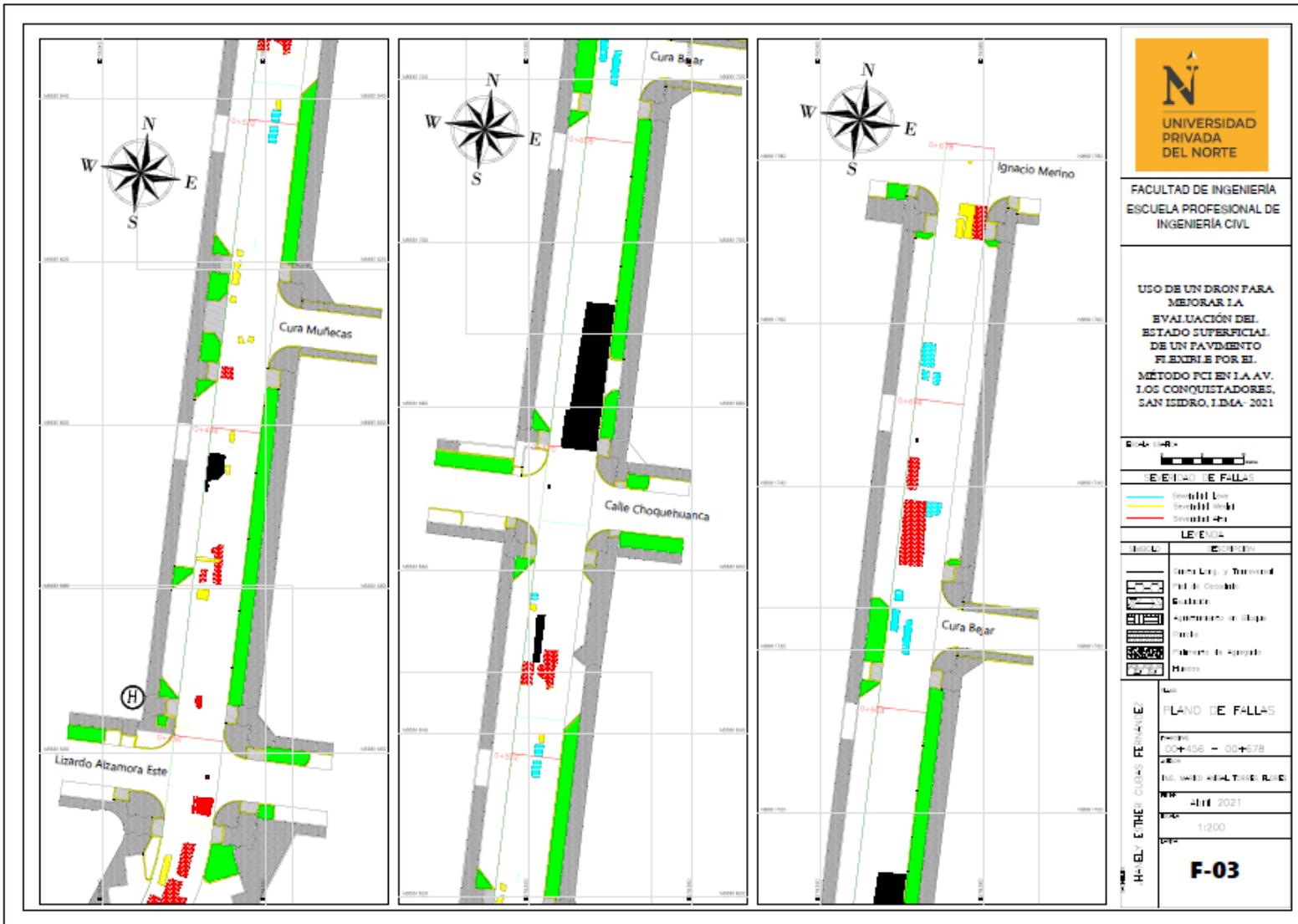


## **Anexo 9:**

### **Planos de Fallas General.**







## **Anexo 10:**

**Planos de Fallas en cada Unidad de Muestra.**





