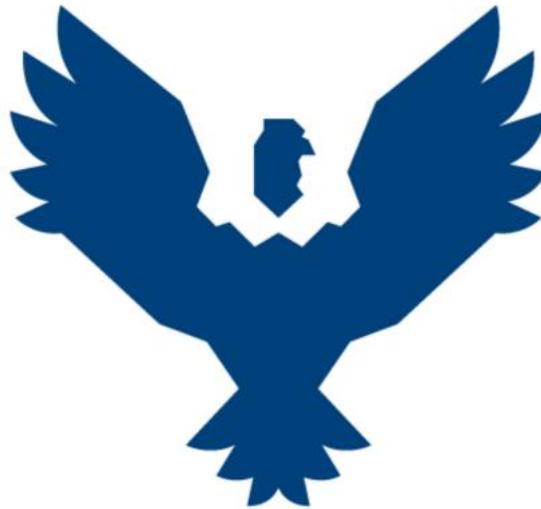




# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



## UAC

TESIS

---

“Evaluación del estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac) ”

---

Presentado por:

Paliza Gamarra, Victor Hiram

Chuyacama Caceres, Benjamin Junior

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Jean Fernando Perez Montesinos

CUSCO PERÚ

2022



## DEDICATORIA

*A mi mamá Edme Caceres Cornejo (Chavita) y mi papa Benjamin Chuyacama Nuñez (Kenkas) que siempre están a mi lado enseñándome a ser mejor cada día y dándome ese amor incomparable.*

*A mi hermano José Jonatan Chuyacama Caceres quien es mi ejemplo de superación, admiración y además la persona más leal que tengo al lado.*

*A mi tío José Félix Chuyacama Nuñez quien está ahí conmigo desde siempre, con ese inmenso cariño y gigante afecto que lo hace una persona de gran corazón.*

*A toda mi familia quienes me acompañaron y han tenido ese gran cariño hacia mí.*

*A todas aquellas personas que me ayudaron en este gran logro.*

***Benjamin Junior Chuyacama Caceres***

*A Dios que me permitió culminar este objetivo y que siempre me está cuidando y acompañando en los momentos más difíciles.*

*A mi madre Ruth María Gamarra Pazo y mi padre Victor Raúl Paliza Loayza por brindarme su apoyo y cariño incondicional en todo momento.*

*A mis hermanos que los quiero mucho, quienes me dan esas ganas de seguir adelante y ser buena persona.*

*A mi familia que me aconsejan y me acompañan en el transcurso de mi vida.*

*A mis amigos que me ayudaron a lograr esta meta.*

***Victor Hiram Paliza Gamarra***



## AGRADECIMIENTO

*Agradecemos principalmente a Dios por permitirnos lograr este objetivo, de esta manera crecer profesionalmente y dándole alegría a nuestras familias.*

*A nuestros padres por el apoyo desmesurado e incondicional que nos brindaron durante toda la etapa universitaria, siendo el soporte principal para llegar a este punto de nuestra formación personal y profesional.*

*A nuestros hermanos que nos acompañan y nos ayudan a crecer en la vida, convirtiéndose en un motivo más para seguir adelante.*

*A nuestras familias por el apoyo emocional y consejo que nos dan.*

*A toda la plana docente de la carrera profesional de ingeniería civil de la Universidad Andina del Cusco que fueron participes en nuestra formación académica y profesional entregando las herramientas necesarias para ejercer de forma correcta nuestra profesión y dedicarnos al bienestar de la sociedad.*

*A nuestros amigos y colegas con quienes compartimos experiencias inolvidables en la etapa universitaria y laboral.*



## RESUMEN

El presente tema de investigación tiene como objetivo la evaluación del estado actual del pavimento flexible de la carretera 28G (Cusco – Pisac) con una longitud total de 32+360 km, para lo cual se consideró el uso de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT, basadas en la normativa ASTM D6433 demostrando así las diferencias entre ambas metodologías verificando cual es más eficiente. Siendo la metodología VANT, una nueva alternativa que aplica el uso de drones para evaluación de pavimentos, se evaluó el nivel de confiabilidad de los resultados obtenidos de esta, frente a la metodología tradicional del Pavement Condition Index (PCI).

Para la evaluación de la carretera 28G se obtuvo 16 unidades de muestra representativas elegidas de forma aleatoria y 5 unidades de muestra adicionales elegidas en campo, consideradas en ambas metodologías. Para verificar el estado de condición de pavimento mediante la metodología tradicional del PCI, se realiza un inventario de fallas correctamente dimensionadas de cada unidad de muestra, utilizando fichas de recolección de datos que brinda la norma ASTM D6433. Mientras que para la metodología VANT se realiza el inventario de fallas mediante imágenes georreferenciadas obtenidas con el dron Mavic 2 Pro, siendo estas procesadas en gabinete con el uso del software Agisoft Metashape obteniendo ortofotos donde se visualiza y dimensiona los tipos de fallas encontradas.

Mediante la metodología tradicional se obtuvo un PCI promedio de 45.80, presentando un grado de condición regular. Mientras que para la metodología VANT se obtuvo un PCI promedio de 46.81, presentando un grado de condición también regular. Se demuestra que con 95% de confiabilidad, no existe una diferencia significativa entre ambos resultados. Y al mismo tiempo se verifica que la metodología VANT es una alternativa más eficiente frente a la metodología tradicional del PCI.

**Palabras clave:** PCI, VANT, ASTM D6433, drone, evaluación superficial, pavimento flexible, tipos de fallas, unidades de muestra.



## ABSTRACT

The objective of this research topic is the superficial evaluation of the flexible pavement of highway 28G (Cusco - Pisac) with a total length of 32 + 360 km, for which the use of the traditional PCI methodology and the VANT methodology was considered. based on the ASTM D6433 standard, thus demonstrating the differences between both methodologies, verifying which is more efficient. Being the VANT methodology, a new alternative that applies the use of drones for pavement evaluation, the level of reliability of the results obtained from it was evaluated, compared to the traditional methodology of the Pavement Condition Index (PCI).

For the evaluation of highway 28G, 16 randomly chosen representative sample units were obtained and 5 additional sample units chosen in the field, considered in both methodologies. To verify the condition of the pavement using the traditional PCI methodology, an inventory of correctly sized faults is made for each sample unit, using data collection sheets provided by the ASTM D6433 standard. While for the UAV methodology, the inventory of faults is carried out using georeferenced images obtained with the Mavic 2 Pro drone, these being processed in the cabinet with the use of Agisoft Metashape software, obtaining orthophotos where the types of faults found are displayed and dimensioned.

Using the traditional PCI methodology, an average pavement condition index of 45.80 was obtained, which shows a regular state of conservation. While for the VANT methodology, a pavement condition index of 46.81 was obtained, which also presents a regular state of conservation. It is shown that with 95% reliability there is no significant difference between both results. And at the same time, it is verified that the VANT methodology is a more efficient alternative to the traditional PCI methodology.

**Keywords:** PCI, UAV, ASTM D6433, drone, surface evaluation, flexible pavement, failure types, sample units.



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación pretende realizar una evaluación del pavimento de la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac), con el objetivo de hacer un doble análisis, de la forma tradicional y el uso de drones para ver la condición actual del pavimento, ya que a una primera inspección visual se puede verificar deterioros en el pavimento. Por lo cual se pretende aplicar la metodología del Pavement Condition Index (PCI) y la metodología del Vehículo Aéreo no Tripulado (VANT). Siendo la metodología del PCI reconocida y utilizada en diferentes países dando muy buenos resultados de la condición actual de sus pavimentos y además te brinda de forma detallada la variedad de fallas encontradas en los pavimentos, haciendo un inventario completo para que con dicha información se pueda realizar el respectivo mantenimiento. Mientras que la metodología VANT se presenta como una nueva alternativa de evaluación de pavimentos que busca innovar y proponer ser más eficiente que la metodología del PCI. La metodología VANT implementa el uso de aplicativos y nuevas tecnologías para la recolección de datos, pero ésta tiene como base a la metodología del PCI para el procesamiento de datos.

El PCI es una metodología mayormente utilizada para pavimentos rígidos y flexibles, pero con el paso del tiempo se van buscando nuevas metodologías que buscan optimizar el tiempo empleado y con resultados confiables para la evaluación de pavimentos, por lo cual la investigación adquiere un mayor interés en el desarrollo de la metodología VANT ya que esta servirá de base para futuras investigaciones y así misma su implementación en gestiones públicas para el mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de pavimentos.

Tiene como objetivo general la investigación, determinar el estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac).



## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	I
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	II
<b>RESUMEN</b> .....	III
<b>ABSTRACT</b> .....	IV
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	V
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	X
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	XIV
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA</b> .....	1
<b>1.1. Identificación del problema</b> .....	1
<b>1.1.1. Descripción del problema</b> .....	1
<b>1.1.2. Formulación del problema</b> .....	2
<b>1.2. Justificación de la investigación</b> .....	3
<b>1.2.1. Justificación técnica</b> .....	3
<b>1.2.2. Justificación social</b> .....	3
<b>1.2.3. Justificación por viabilidad</b> .....	3
<b>1.2.4. Justificación por relevancia</b> .....	3
<b>1.3. Limitaciones de la investigación</b> .....	4
<b>1.4. Objetivos</b> .....	4
<b>1.4.1. Objetivo general</b> .....	4
<b>1.4.2. Objetivos específicos</b> .....	4
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	5
<b>2.1. Antecedentes de la tesis</b> .....	5
<b>2.1.1. Antecedentes a nivel nacional</b> .....	5
<b>2.1.2. Antecedentes a nivel internacional</b> .....	9
<b>2.2. Bases teóricas– científica</b> .....	11



2.2.1.	Pavimentos .....	11
2.2.2.	Clasificación de pavimentos.....	11
2.2.3.	Etapas en los pavimentos .....	13
2.2.4.	Fallas en los pavimentos.....	16
2.2.5.	Evaluación de pavimentos .....	16
2.2.6.	Serviciabilidad .....	18
2.2.7.	Metodología del PCI.....	19
2.2.8.	Catálogo de fallas.....	30
2.2.6.	Vehículo aéreo no tripulado.....	50
2.2.7.	Metodología VANT .....	50
2.3.	Hipótesis.....	52
2.3.1.	Hipótesis General.....	52
2.3.2.	Sub Hipótesis.....	52
2.4.	Definición de Variables .....	53
2.4.1.	Variables Dependientes .....	53
2.4.2.	Variables Independientes.....	53
2.4.3.	Cuadro de operacionalización de variables .....	54
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....		55
3.1.	Metodología de la tesis.....	55
3.1.1.	Enfoque de la investigación .....	55
3.1.2.	Nivel de la investigación .....	55
3.1.3.	Método de investigación.....	55
3.2.	Diseño de la investigación.....	55
3.2.1.	Diseño metodológico .....	55
3.2.2.	Diseño de ingeniería .....	56
3.3.	Población y muestra.....	57
3.3.1.	Población .....	57



3.3.2.	Muestra.....	57
3.3.3.	Criterios de inclusión .....	61
3.4.	Instrumentos.....	61
3.4.1.	Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos (Fichas técnicas de recolección de datos) .....	61
3.4.2.	Instrumentos de ingeniería .....	62
3.5.	Procedimientos de recolección de datos.....	66
3.5.1.	Procedimiento de recolección de datos de forma tradicional.....	66
3.5.2.	Procedimiento de recolección mediante la metodología VANT.....	71
3.6.	Procedimiento de análisis de datos.....	107
3.6.1.	Procedimiento de análisis de datos levantados de forma tradicional ...	107
3.6.2.	Procedimiento de análisis de datos levantados con el uso del dron .....	133
3.6.3.	Análisis de nivel de confiabilidad de la metodología VANT frente a la metodología tradicional de PCI .....	154
3.6.4.	Análisis de eficiencia de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT.....	156
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....</b>		<b>158</b>
4.1.	Resultados del PCI realizado mediante la metodología tradicional.....	158
4.1.1.	Resumen de metrado de fallas.....	158
4.1.2.	Datos generales de fallas en las unidades de muestra .....	159
4.1.3.	Distribución de deterioros en la carretera 28G .....	161
4.1.4.	Tabla de resultados de PCI.....	167
4.1.5.	Perfil del PCI de la carretera 28G .....	168
4.1.6.	Condición del pavimento .....	169
4.2.	Resultados PCI realizado mediante la metodología VANT .....	171
4.2.1.	Resumen de metrado de fallas.....	171
4.2.2.	Datos generales de unidades de muestra .....	172
4.2.3.	Distribución de deterioros de la carretera .....	174



4.2.4. Tabla de resultados del PCI.....	180
4.2.5. Perfil del PCI mediante metodología VANT de la carretera 28g.....	181
4.2.6. Condición de Pavimento .....	182
4.3. Comparación de resultados entre la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT .....	184
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....</b>	<b>185</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>189</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>191</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>193</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>195</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>199</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Serviciabilidad de Pavimentos.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 2: Ficha de recolección de datos .....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 3: Catálogo de falla Piel de Cocodrilo (m2) .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 4: Catálogo de falla Exudación (m2).....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 5: Catálogo de falla Agrietamiento en Bloque (m2).....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 6: Catálogo de falla Abultamientos y Hundimientos (m2).....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 7: Catálogo de falla Corrugación (m2) .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 8: Catálogo de falla Depresión (m2) .....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 9: Catálogo de falla Fisura de Borde (ml).....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 10: Catálogo de falla Fisura de Reflexión de Junta (ml).....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 11: Catálogo de falla Desnivel Carril/Berma (ml).....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 12: Catálogo de falla Grietas Longitudinales y Transversales (ml).....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 13: Catálogo de falla Parcheo (m2) .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 14: Catálogo de falla Pulimiento de Agregados (m2) .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 15: Catálogo de falla Huecos (und).....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 16 : Catálogo de falla Cruce de Vía Ferrea (m2).....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 17: Catálogo de falla Ahuellamiento (m2).....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 18: Catálogo de falla Desplazamiento (m2) .....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 19: Catálogo de falla Grietas Parabólicas (m2) .....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 20: Catálogo de falla Hinchamiento (m2) .....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 21: Catálogo de falla Desprendimiento de Agregados (m2) .....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 22: Operacionalización de variables .....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 23: Relación de longitud - ancho de calzada pavimentada .....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 24: Coordenadas de cada unidad de muestra.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 25: Ficha de recolección de datos .....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 26: Procesamiento del PCI del UM9 .....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 27: Sumatoria de áreas totales de fallas encontradas según su severidad de la UM-09.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 28: Porcentaje de densidad de fallas encontradas UM-09.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 29: Determinación de valores deducidos para cada tipo de falla en la UM -09....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 30: Lista de valores deducidos totales para la UM-09.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 31: Lista de valores deducidos corregidos para la UM-09 .....</i>	<i>111</i>



<i>Tabla 32: Grado de condición del pavimento</i> .....	111
<i>Tabla 33: Evaluación UM-01 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	112
<i>Tabla 34: Evaluación UM-02 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	113
<i>Tabla 35: Evaluación UM-03 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	114
<i>Tabla 36: Evaluación UM-04 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	115
<i>Tabla 37: Evaluación UM-05 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	116
<i>Tabla 38: Evaluación UM-06 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	117
<i>Tabla 39: Evaluación UM-07 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	118
<i>Tabla 40: Evaluación UM-08 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	119
<i>Tabla 41: Evaluación UM-09 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	120
<i>Tabla 42: Evaluación UM-10 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	121
<i>Tabla 43: Evaluación UM-11 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	122
<i>Tabla 44: Evaluación UM-12 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	123
<i>Tabla 45: Evaluación UM-13 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	124
<i>Tabla 46: Evaluación UM-14 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	125
<i>Tabla 47: Evaluación UM-15 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	126
<i>Tabla 48: Evaluación UM-16 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	127
<i>Tabla 49: Evaluación UMA-01 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	128
<i>Tabla 50: Evaluación UMA-02 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	129
<i>Tabla 51: Evaluación UMA-03 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	130
<i>Tabla 52: Evaluación UMA-04 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	131
<i>Tabla 53: Evaluación UMA-05 mediante la Metodología Tradicional del PCI</i> .....	132
<i>Tabla 54: Evaluación UM-01 mediante la Metodología VANT</i> .....	133
<i>Tabla 55: Evaluación UM-02 mediante la Metodología VANT</i> .....	134
<i>Tabla 56: Evaluación UM-03 mediante la Metodología VANT</i> .....	135
<i>Tabla 57: Evaluación UM-04 mediante la Metodología VANT</i> .....	136
<i>Tabla 58: Evaluación la UM-05 mediante la Metodología VANT</i> .....	137
<i>Tabla 59: Evaluación UM-06 mediante la Metodología VANT</i> .....	138
<i>Tabla 60: Evaluación UM-07 mediante la Metodología VANT</i> .....	139
<i>Tabla 61: Evaluación UM-08 mediante la Metodología VANT</i> .....	140
<i>Tabla 62: Evaluación UM-09 mediante la Metodología VANT</i> .....	141
<i>Tabla 63: Evaluación UM-10 mediante la Metodología VANT</i> .....	142
<i>Tabla 64: Evaluación UM-11 mediante la Metodología VANT</i> .....	143
<i>Tabla 65: Evaluación UM-12 mediante la Metodología VANT</i> .....	144



<i>Tabla 66: Evaluación UM-13 mediante la Metodología VANT.....</i>	<i>145</i>
<i>Tabla 67: Evaluación UM-14 mediante la Metodología VANT.....</i>	<i>146</i>
<i>Tabla 68: Evaluación UM-15 mediante la Metodología VANT.....</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 69: Evaluación UM-16 mediante la Metodología VANT.....</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 70: Evaluación UMA-01 mediante la Metodología VANT .....</i>	<i>149</i>
<i>Tabla 71: Evaluación UMA-02 mediante la Metodología VANT .....</i>	<i>150</i>
<i>Tabla 72: Evaluación UMA-03 mediante la Metodología VANT .....</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 73: Evaluación UMA-04 mediante la Metodología VANT .....</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 74: Evaluación UMA-05 mediante la Metodología VANT .....</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 75: Verificación de 100% de datos ingresados.....</i>	<i>155</i>
<i>Tabla 76: Pruebas de normalidad.....</i>	<i>155</i>
<i>Tabla 77 Criterios de Evaluación de Normalidad .....</i>	<i>155</i>
<i>Tabla 78: Presupuesto para la Evaluación de la Carretera 28G mediante la Metodología Tradicional del PCI.....</i>	<i>157</i>
<i>Tabla 79: Presupuesto para la Evaluación de la Carretera 28G mediante la Metodología VANT .....</i>	<i>157</i>
<i>Tabla 80:Resumen de Metrado de Fallas.....</i>	<i>158</i>
<i>Tabla 81: Fallas encontradas en todas las unidades de muestra mediante la metodología tradicional del PCI.....</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 82: Porcentaje total de fallas encontradas - Método Tradicional PCI .....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 83: PCI de cada Unidad de Muestra mediante la Metodología Tradicional .....</i>	<i>167</i>
<i>Tabla 84: Porcentaje de Condición de Pavimento de la Carretera 28G mediante la Metodología Tradicional del PCI.....</i>	<i>169</i>
<i>Tabla 85:Resumen de metrado de fallas encontradas .....</i>	<i>171</i>
<i>Tabla 86:encontradas en todas las unidades de muestra mediante la metodología VANT .....</i>	<i>172</i>
<i>Tabla 87: : Porcentaje total de fallas encontradas - Método VANT .....</i>	<i>173</i>
<i>Tabla 88: PCI de cada Unidad de Muestra mediante la Metodología VANT .....</i>	<i>180</i>
<i>Tabla 89: Porcentaje de Condición de Pavimento de la Carretera 28G mediante la Metodología VANT.....</i>	<i>182</i>
<i>Tabla 90: Alternativas de Mantenimiento para las Unidades de Muestras.....</i>	<i>185</i>
<i>Tabla 91:Datos para valores deducidos de piel de cocodrilo.....</i>	<i>201</i>
<i>Tabla 92: Datos para valores deducidos de exudación .....</i>	<i>202</i>
<i>Tabla 93: Datos para valores deducidos de agrietamiento en bloque .....</i>	<i>203</i>



<i>Tabla 94: Datos para valores deducidos de abultamiento y hundimientos .....</i>	<i>204</i>
<i>Tabla 95: Datos para valores deducidos de piel de corrugación .....</i>	<i>205</i>
<i>Tabla 96: Datos para valores deducidos de depresión.....</i>	<i>206</i>
<i>Tabla 97: Datos para valores deducidos de grieta de borde.....</i>	<i>207</i>
<i>Tabla 98: Datos para valores deducidos de grieta de reflexión de junta .....</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 99: Datos para valores deducidos de desnivel carril-berma.....</i>	<i>209</i>
<i>Tabla 100: Datos para valores deducidos de grietas longitudinales y transversales .....</i>	<i>210</i>
<i>Tabla 101: Datos para valores deducidos de parcheo.....</i>	<i>211</i>
<i>Tabla 102: Datos para valores deducidos de agregados pulidos.....</i>	<i>212</i>
<i>Tabla 103: Datos para valores deducidos de huecos .....</i>	<i>213</i>
<i>Tabla 104: Datos para valores deducidos de cruce vía férrea .....</i>	<i>214</i>
<i>Tabla 105: Datos para valores deducidos de ahuellamiento.....</i>	<i>215</i>
<i>Tabla 106: Datos para valores deducidos de deslizamiento.....</i>	<i>216</i>
<i>Tabla 107: Datos para valores deducidos de grieta parabólica .....</i>	<i>217</i>
<i>Tabla 108: Datos para valores deducidos de hinchamiento.....</i>	<i>218</i>
<i>Tabla 109: Datos para valores deducidos de agregados.....</i>	<i>219</i>
<i>Tabla 110: Datos para curvas de valores deducidos corregidos.....</i>	<i>220</i>
<i>Tabla 111: Evaluación de patologías en pavimentos con superficie de concreto asfáltico .....</i>	<i>265</i>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Carretera 28G (Cusco – Pisac)</i> .....	2
<i>Figura 2: Paquete Estructural del Pavimento de concreto de cemento Portland</i> .....	12
<i>Figura 3: Paquete Estructural del Pavimento con superficie de concreto asfáltico</i> .....	12
<i>Figura 4: Paquete Estructural del Pavimento Mixto</i> .....	13
<i>Figura 5: Esquema de la vida útil del pavimento</i> .....	14
<i>Figura 6: Aplicación de la metodología del PCI</i> .....	20
<i>Figura 7: Ficha modelo para recolección de datos</i> .....	23
<i>Figura 8: Formato de llenado de datos</i> .....	23
<i>Figura 9: Llenado de datos de tipo de falla densidad y severidad</i> .....	24
<i>Figura 10: Valor de deducción</i> .....	24
<i>Figura 11: Valor de deducción ejemplo</i> .....	25
<i>Figura 12: Tipo de falla, densidad, severidad, valor de deducción</i> .....	25
<i>Figura 13: Valor de deducción total</i> .....	26
<i>Figura 14: Valor de deducción corregida</i> .....	27
<i>Figura 15: Valor de deducción corregida ejemplo</i> .....	27
<i>Figura 16: Pavement Condition Index</i> .....	28
<i>Figura 17: Clasificación de fallas en Pavimentos Flexibles</i> .....	30
<i>Figura 18: Piel de cocodrilo (m<sup>2</sup>)</i> .....	31
<i>Figura 19: Exudación (m<sup>2</sup>)</i> .....	32
<i>Figura 20: Agrietamiento en bloque</i> .....	33
<i>Figura 21: Abultamiento (m<sup>2</sup>)</i> .....	34
<i>Figura 22: Hundimiento (m<sup>2</sup>)</i> .....	34
<i>Figura 23: Corrugación (m<sup>2</sup>)</i> .....	35
<i>Figura 24: Depresión</i> .....	36
<i>Figura 25: Grieta de borde (ml)</i> .....	37
<i>Figura 26: Grieta de reflexión de junta (ml)</i> .....	38
<i>Figura 27: Desnivel de carril/berma (ml)</i> .....	39
<i>Figura 28: Grietas longitudinales (ml)</i> .....	40
<i>Figura 29: Grietas transversales (ml)</i> .....	40
<i>Figura 30: Parcheo(m<sup>2</sup>)</i> .....	41
<i>Figura 31: Pulimiento de agregados (m<sup>2</sup>)</i> .....	42



<i>Figura 32: Hueco (und)</i> .....	43
<i>Figura 33: Cruce de vía férrea (m2)</i> .....	44
<i>Figura 34: Ahuellamiento (m2)</i> .....	45
<i>Figura 35: Desplazamiento (m2)</i> .....	46
<i>Figura 36: Grietas parabólicas (m2)</i> .....	47
<i>Figura 37: Hinchamiento (m2)</i> .....	48
<i>Figura 38: Desprendimiento de agregados (m2)</i> .....	49
<i>Figura 39: Drone Mavic 2 Pro</i> .....	50
<i>Figura 40: Logo de aplicativo Pix4Dcapture</i> .....	51
<i>Figura 41: Logo de aplicativo DJI GO4</i> .....	51
<i>Figura 42: Logo de software Agisoft Metashape</i> .....	52
<i>Figura 43: Distribución de unidades de muestra en la carretera 28G</i> .....	59
<i>Figura 44: Falla geológica de Huancalle</i> .....	60
<i>Figura 45: Tramo de carretera - Huancalle</i> .....	60
<i>Figura 46: Laptop utilizada para el procesamiento de información</i> .....	63
<i>Figura 47: Drone Mavic 2 Pro</i> .....	63
<i>Figura 48: Control remoto del dron Mavic 2 Pro</i> .....	63
<i>Figura 49: Odómetro manual</i> .....	64
<i>Figura 50: Estación total</i> .....	65
<i>Figura 51: GPS diferencial Trimble</i> .....	65
<i>Figura 52: GPS GARMIN map60CSx</i> .....	66
<i>Figura 53: Marcado de yeso de la unidad de muestra</i> .....	67
<i>Figura 54: Unidad de muestra – 09</i> .....	67
<i>Figura 55: Falla de agrietamiento en bloque</i> .....	69
<i>Figura 56: Falla parcheo</i> .....	70
<i>Figura 57: Falla de desprendimiento de agregados</i> .....	70
<i>Figura 58: Fallas de grieta de borde</i> .....	71
<i>Figura 59: Puntos de foto control de las unidades de muestra</i> .....	72
<i>Figura 60: Estación total para la georreferenciación de los puntos de foto control</i> .....	72
<i>Figura 61: Uso del GPS diferencia para georreferenciación de puntos de foto control</i> ....	73
<i>Figura 62: Sincronización entre el aplicativo DJI GO 4 y el Dron Mavic 2 Pro</i> .....	74
<i>Figura 63: Ajuste de la cámara del dron mediante el aplicativo DJI GO 4</i> .....	74
<i>Figura 64: Configuración del plan de vuelo en el aplicativo Pix4Dcapture</i> .....	75
<i>Figura 65: Área, altura y velocidad de vuelo en el aplicativo Pix4Dcapture</i> .....	75



<i>Figura 66: Verificación de los permision necesarios para que inicie el vuelo.....</i>	76
<i>Figura 67: Vista del transcurso de vuelo del drone Mavic 2 Pro.....</i>	76
<i>Figura 68: Descarga de fotografías tomadas durante el vuelo .....</i>	77
<i>Figura 69: Proyecto de vuelo guardado en el aplicativo Pix4Dcapture .....</i>	77
<i>Figura 70: Resumen de los datos del vuelo.....</i>	77
<i>Figura 71: Imágenes cargadas al software Agisoft Metashape.....</i>	78
<i>Figura 72: Creación de puntos y orientación de imágenes .....</i>	78
<i>Figura 73: Colocación de puntos de foto control .....</i>	79
<i>Figura 74: Creación de nube de puntos densa .....</i>	79
<i>Figura 75: Creación de malla digital .....</i>	80
<i>Figura 76: Creación del Modelo Digital de Elevaciones .....</i>	80
<i>Figura 77: Creación de modelo 3D Fuente: Elaboración propia .....</i>	81
<i>Figura 78: Limpieza de obstáculos .....</i>	81
<i>Figura 79: Creación de ortomosaico .....</i>	82
<i>Figura 80: Dimensionamiento de fallas encontradas en el software Autocad Civil 3D.....</i>	82
<i>Figura 81: Leyenda de tipo de fallas y severidad .....</i>	83
<i>Figura 82: Identificación de fallas encontradas .....</i>	83
<i>Figura 83: Orfotofoto recortada del tramo de estudio UM-09.....</i>	83
<i>Figura 84: Evaluación de severidad mediante el MDE y Ortofotofoto .....</i>	84
<i>Figura 85: Plano de fallas del tramo de estudio UM-09 .....</i>	85
<i>Figura 86: Ortofotofoto UM-01 .....</i>	86
<i>Figura 87: Plano de fallas UM-01 .....</i>	86
<i>Figura 88: Leyenda de tipo de fallas y severidad .....</i>	86
<i>Figura 89: Ortofotofoto UM-02 .....</i>	87
<i>Figura 90: Plano de fallas UM-02 .....</i>	87
<i>Figura 91: Leyenda de tipo de fallas y severidad .....</i>	87
<i>Figura 92: Ortofotofoto UM-03 .....</i>	88
<i>Figura 93: Plano de fallas UM-03 .....</i>	88
<i>Figura 94: Leyenda de tipo de fallas y severidad .....</i>	88
<i>Figura 95: Ortofotofoto UM-04 .....</i>	89
<i>Figura 96: Plano de fallas UM-04.....</i>	89
<i>Figura 97: Leyenda de tipo de fallas y severidad .....</i>	89
<i>Figura 98: Ortofotofoto UM-05 .....</i>	90
<i>Figura 99: Plano de fallas UM-05 .....</i>	90



<i>Figura 100: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	90
<i>Figura 101: Ortofoto UM-06</i> .....	91
<i>Figura 102: Plano de fallas UM-06</i> .....	91
<i>Figura 103: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	91
<i>Figura 104: Ortofoto UM-07</i> .....	92
<i>Figura 105: Plano de fallas UM-07</i> .....	92
<i>Figura 106: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	92
<i>Figura 107: Ortofoto UM-08</i> .....	93
<i>Figura 108: Plano de fallas UM-08</i> .....	93
<i>Figura 109: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	93
<i>Figura 110: Ortofoto UM-09</i> .....	94
<i>Figura 111: Plano de fallas UM-09</i> .....	94
<i>Figura 112: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	94
<i>Figura 113: Ortofoto UM-10</i> .....	95
<i>Figura 114: Plano de fallas UM-10</i> .....	95
<i>Figura 115: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	95
<i>Figura 116: Ortofoto UM-11</i> .....	96
<i>Figura 117: Plano de fallas UM-11</i> .....	96
<i>Figura 118: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	96
<i>Figura 119: Ortofoto UM-12</i> .....	97
<i>Figura 120: Plano de fallas UM-12</i> .....	97
<i>Figura 121: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	97
<i>Figura 122: Ortofoto UM-13</i> .....	98
<i>Figura 123: Plano de fallas UM-13</i> .....	98
<i>Figura 124: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	98
<i>Figura 125: Ortofoto UM-14</i> .....	99
<i>Figura 126: Plano de fallas UM-14</i> .....	99
<i>Figura 127: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	99
<i>Figura 128: Ortofoto UM-15</i> .....	100
<i>Figura 129: Plano de fallas UM-15</i> .....	100
<i>Figura 130: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	100
<i>Figura 131: Ortofoto UM-16</i> .....	101
<i>Figura 132: Plano de fallas UM-16</i> .....	101
<i>Figura 133: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	101



<i>Figura 134: Ortofoto UMA-01</i> .....	102
<i>Figura 135: Plano de fallas UMA-01</i> .....	102
<i>Figura 136: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	102
<i>Figura 137: Ortofoto UMA-02</i> .....	103
<i>Figura 138: Plano de fallas UMA-02</i> .....	103
<i>Figura 139: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	103
<i>Figura 140: Ortofoto UMA-03</i> .....	104
<i>Figura 141: Plano de fallas UMA-03</i> .....	104
<i>Figura 142: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	104
<i>Figura 143: Ortofoto UMA-04</i> .....	105
<i>Figura 144: Plano de fallas UMA-04</i> .....	105
<i>Figura 145: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	105
<i>Figura 146: Ortofoto UMA-05</i> .....	106
<i>Figura 147: Plano de fallas UMA-05</i> .....	106
<i>Figura 148: Leyenda de tipo de fallas y severidad</i> .....	106
<i>Figura 149: Determinación de Valor Deducido para la falla de parcheo en la UM-09.</i> ..	108
<i>Figura 150: Determinación de valores deducidos corregidos para la UM-09</i> .....	110
<i>Figura 151: Resultado de PCI de la UM-09</i> .....	111
<i>Figura 152: Ingreso de datos al software SPSS v.28</i> .....	154
<i>Figura 153: Porcentaje total de fallas encontradas - Método Tradicional PCI</i> .....	160
<i>Figura 154: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – PIEL DE COCODRILO</i> .....	161
<i>Figura 155: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – EXUDACIÓN</i> .....	161
<i>Figura 156: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – AGRIETAMIENTO EN BLOQUE</i> .....	161
<i>Figura 157: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS</i> .....	162
<i>Figura 158: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – PIEL DE CORRUGACIÓN</i> .....	162
<i>Figura 159: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – DEPRESIÓN</i> .....	162
<i>Figura 160: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – GRIETA DE BORDE</i> .....	163



*Figura 161: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA ..... 163*

*Figura 162: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – DESNIVEL CARRIL/BERMA..... 163*

*Figura 163: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES..... 164*

*Figura 164: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – PARCHEO..... 164*

*Figura 165: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – PULIMIENTO DE AGREGADOS..... 164*

*Figura 166: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – HUECOS ..... 165*

*Figura 167: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – CRUCE DE VIA FERREA..... 165*

*Figura 168: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – AHUELLAMIENTO..... 165*

*Figura 169: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – DESPLAZAMIENTO ..... 166*

*Figura 170: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – GRIETA PARABÓLICA..... 166*

*Figura 171: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – HINCHAMIENTO ..... 166*

*Figura 172: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS ..... 167*

*Figura 173: Perfil de los Resultados de las Unidades de Muestra mediante la Metodología del PCI..... 168*

*Figura 174: Porcentaje de Condición de Pavimento de la Carretera 28 G mediante la Metodología Tradicional del PCI..... 170*

*Figura 175: Porcentaje total de fallas encontradas - Método VANT..... 173*

*Figura 176: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – PIEL DE COCODRILO ..... 174*

*Figura 177: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – EXUDACIÓN ..... 174*



*Figura 178: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – AGRIETAMIENTO EN BLOQUE ..... 174*

*Figura 179: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS..... 175*

*Figura 180: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – PIEL DE CORRUGACIÓN ..... 175*

*Figura 181: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – DEPRESIÓN..... 175*

*Figura 182: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – GRIETA DE BORDE..... 176*

*Figura 183: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA ..... 176*

*Figura 184: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – DESNIVEL CARRIL/BERMA..... 176*

*Figura 185: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES..... 177*

*Figura 186: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – PARCHEO ..... 177*

*Figura 187: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – PULIMIENTO DE AGREGADOS..... 177*

*Figura 188: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – HUECOS ..... 178*

*Figura 189: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – CRUCE DE VIA FERREA..... 178*

*Figura 190: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – AHUELLAMIENTO..... 178*

*Figura 191: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – DESPLAZAMIENTO ..... 179*

*Figura 192: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – GRIETA PARABÓLICA..... 179*

*Figura 193: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – HINCHAMIENTO ..... 179*

*Figura 194: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS ..... 180*



<i>Figura 195: Perfil de los Resultados de las Unidades de Muestra mediante la Metodología VANT .....</i>	<i>181</i>
<i>Figura 196: Porcentaje de Condición de Pavimento de la Carretera 28 G mediante la Metodología VANT.....</i>	<i>183</i>
<i>Figura 197: Perfil de los Resultados de las Unidades de Muestra mediante la Metodología del PCI vs la Metodología VANT .....</i>	<i>184</i>
<i>Figura 198: Ficha de recolección de datos utilizadas para ambas metodologías .....</i>	<i>199</i>
<i>Figura 199: Matriz de consistencia .....</i>	<i>200</i>
<i>Figura 200: Curva para valores deducidos de piel de Cocodrilo .....</i>	<i>201</i>
<i>Figura 201: Curva para valores deducidos de exudación.....</i>	<i>202</i>
<i>Figura 202: Curva para valores deducidos agrietamiento en bloque .....</i>	<i>203</i>
<i>Figura 203: Curva para valores deducidos de abultamientos y hundimientos .....</i>	<i>204</i>
<i>Figura 204: Curva para valores deducidos corrugación .....</i>	<i>205</i>
<i>Figura 205: Curva para valores deducidos agrietamiento en bloque .....</i>	<i>206</i>
<i>Figura 206: Curva para valores deducidos grieta de borde .....</i>	<i>207</i>
<i>Figura 207: Curva para valores deducidos de grieta de reflexión de junta.....</i>	<i>208</i>
<i>Figura 208: Curva para valores deducidos desnivel carril - berma .....</i>	<i>209</i>
<i>Figura 209: Curva para valores deducidos de grietas longitudinales y transversales ....</i>	<i>210</i>
<i>Figura 210: Curva para valores deducidos de parcheo .....</i>	<i>211</i>
<i>Figura 211: Curva para valores deducidos de agregados pulidos.....</i>	<i>212</i>
<i>Figura 212: Curva para valores deducidos de huecos .....</i>	<i>213</i>
<i>Figura 213: Curva para valores deducidos de vía férrea.....</i>	<i>214</i>
<i>Figura 214: Curva para valores deducidos de ahuellamiento.....</i>	<i>215</i>
<i>Figura 215: Curva para valores deducidos de deslizamiento .....</i>	<i>216</i>
<i>Figura 216: Curva para valores deducidos de grieta de parabólica.....</i>	<i>217</i>
<i>Figura 217: Curva para valores deducidos de hinchamiento.....</i>	<i>218</i>
<i>Figura 218: Curva para valores deducidos de desprendimiento de agregados .....</i>	<i>219</i>
<i>Figura 219: Curva para valores corregidos deducidos.....</i>	<i>221</i>
<i>Figura 220: Recolección de datos del UM-01 mediante la metodología VANT.....</i>	<i>222</i>
<i>Figura 221: Recolección de datos del UM-01 mediante la metodología tradicional del PCI .....</i>	<i>222</i>
<i>Figura 222: Recolección de datos del UM-02 mediante la metodología tradicional del PCI .....</i>	<i>223</i>
<i>Figura 223: Enmarcación del UM-02 para la recolección de datos.....</i>	<i>223</i>



*Figura 224: Recolección de datos del UM-03 mediante la metodología tradicional del PCI*  
..... 224

*Figura 225: Georreferenciación de puntos de foto control en el UM-03* ..... 224

*Figura 226: Georreferenciación de puntos de foto control en el UM-04*..... 225

*Figura 227: Delimitación del área del UM-04* ..... 225

*Figura 228: Verificación de la depresión en el UM-05* ..... 226

*Figura 229: Recolección de datos del UM-05 en la metodología VANT*..... 226

*Figura 230: Recolección de datos del UM-06 mediante la metodología tradicional del PCI*  
..... 227

*Figura 231: Recolección de datos del UM-06 mediante la metodología VANT con el  
ayudante* ..... 227

*Figura 232: Hueco con severidad media, mayor a los 25.4 mm*..... 228

*Figura 233: Ahuellamiento de severidad baja, menor a los 13mm de altura*..... 228

*Figura 234: Delimitación del UM-07* ..... 229

*Figura 235: Recolección de datos del UM-07 mediante la metodología VANT*..... 229

*Figura 236: Recolección de datos del UM-08 mediante la metodología VANT*..... 230

*Figura 237: Medición de las grietas longitudinales encontradas en el UM-08*..... 230

*Figura 238: Uso del odómetro para la delimitación del UM-09* ..... 231

*Figura 239: Recolección de datos del UM-09 mediante la metodología tradicional del PCI*  
..... 231

*Figura 240: 35.4 m para la delimitación del UM-10*..... 232

*Figura 241: Recolección de datos del UM-10 mediante la metodología VANT*..... 232

*Figura 242: Recolección de datos del UM-11 mediante la metodología VANT*..... 233

*Figura 243: Desprendimiento de agregados de severidad alta* ..... 233

*Figura 244: Georreferenciación de puntos de foto control en el UM-012*..... 234

*Figura 245: Recolección de datos del UM-012 mediante la metodología tradicional del  
PCI*..... 234

*Figura 246: Georreferenciación de puntos de foto control en el UM-013* ..... 235

*Figura 247: Recolección de datos del UM-013 mediante la metodología tradicional del  
PCI*..... 235

*Figura 248: Recolección de datos del UM-014 mediante la metodología tradicional del  
PCI*..... 236

*Figura 249: Parcheo deteriorado de severidad media* ..... 236

*Figura 250: Control remoto del drone Mavic 2 Pro*..... 237



<i>Figura 251: Recolección de datos del UM-15 mediante la metodología VANT.....</i>	<i>237</i>
<i>Figura 252: Corrugación de nivel de severidad baja .....</i>	<i>238</i>
<i>Figura 253: Recolección de datos del UM-016 mediante la metodología tradicional del PCI.....</i>	<i>238</i>
<i>Figura 254: Recolección de datos del UMA-01 mediante la metodología VANT .....</i>	<i>239</i>
<i>Figura 255: Recolección de datos del UMA-01 mediante la metodología tradicional del PCI.....</i>	<i>239</i>
<i>Figura 256: Georreferenciación de puntos de foto control en el UMA-02.....</i>	<i>240</i>
<i>Figura 257: GPSmap 60CSx.....</i>	<i>240</i>
<i>Figura 258: Recolección de datos del UMA-03 mediante la metodología VANT .....</i>	<i>241</i>
<i>Figura 259: Georreferenciación de puntos de foto control en el UMA-03.....</i>	<i>241</i>
<i>Figura 260: Recolección de datos del UMA-04 mediante la metodología tradicional del PCI.....</i>	<i>242</i>
<i>Figura 261: Delimitación del UMA-04 .....</i>	<i>242</i>
<i>Figura 262: Recolección de datos del UMA-05 mediante la metodología tradicional del PCI.....</i>	<i>243</i>
<i>Figura 263: Corrugación con un nivel de severidad media .....</i>	<i>243</i>
<i>Figura 264: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°01.....</i>	<i>244</i>
<i>Figura 265: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°02.....</i>	<i>245</i>
<i>Figura 266: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°03.....</i>	<i>246</i>
<i>Figura 267: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°04.....</i>	<i>247</i>
<i>Figura 268: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°05.....</i>	<i>248</i>
<i>Figura 269: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°06.....</i>	<i>249</i>
<i>Figura 270: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°07.....</i>	<i>250</i>
<i>Figura 271: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°08.....</i>	<i>251</i>
<i>Figura 272: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°09.....</i>	<i>252</i>
<i>Figura 273: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°10.....</i>	<i>253</i>
<i>Figura 274: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°11.....</i>	<i>254</i>
<i>Figura 275: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°12.....</i>	<i>255</i>
<i>Figura 276: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°13.....</i>	<i>256</i>
<i>Figura 277: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°14.....</i>	<i>257</i>
<i>Figura 278: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°15.....</i>	<i>258</i>
<i>Figura 279: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°16.....</i>	<i>259</i>
<i>Figura 280: Ortofoto de la Unidad de Muestra Adicional N°01 .....</i>	<i>260</i>



<i>Figura 281: Ortofoto de la Unidad de Muestra Adicional N°02 .....</i>	<i>261</i>
<i>Figura 282: Ortofoto de la Unidad de Muestra Adicional N°03 .....</i>	<i>262</i>
<i>Figura 283: Ortofoto de la Unidad de Muestra Adicional N°04 .....</i>	<i>263</i>
<i>Figura 284: Ortofoto de la Unidad de Muestra Adicional N°05 .....</i>	<i>264</i>



## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

### **1.1. Identificación del problema**

#### **1.1.1. Descripción del problema**

Hoy en día los pavimentos tienen deterioros por el paso del tiempo, aumento del parque automotor y otros diferentes factores, los cuales repercuten en los parámetros de tipo funcional y estructural en los pavimentos, lo cual genera en los vehículos un mayor desgaste, acortando así la vida útil. Incluso en el peor de los casos podría generar cualquier tipo de accidente a causa del mal estado del pavimento. Por consiguiente muchos de estos pavimentos necesitan mantenimiento para ofrecer mejor confort al usuario.

La carretera transversal 28G de Cusco a Pisac es una de las vías más transcurridas ya que recorre gran parte del Valle Sagrado de los Inkas, atracción turística del Cusco. Con el paso del tiempo y la incrementación del flujo vehicular que generan un mayor desgaste de la vía, se ve por conveniente realizar mantenimientos periódicos, por ello es necesario una evaluación del estado actual del pavimento que se apoye en una metodología normada y brinde resultados confiables para realizar el mantenimiento respectivo.

Según (ASTM D6433, 2004, pág. 2), indica que: el PCI es un indicador numérico que califica la Condición de superficie del pavimento. El PCI proporciona una medida del estado actual del pavimento en función de lo observado en la superficie del pavimento, además indica la condición operativa de la superficie. El PCI se utiliza para establecer la tasa de deterioro del pavimento, lo que permite la identificación de las principales necesidades de rehabilitación.

Según la revista de “Evaluación superficial de vías urbanas empleando vehículo aéreo no tripulado (VANT)” de la universidad de Costa Rica da a conocer una nueva metodología que pretende innovar la metodología tradicional del PCI a bajo costo y de buena precisión, consiguiendo resultados de la condición del pavimento para planificar, programar, priorizar y presupuestar el mantenimiento y/o rehabilitación de sus vías, optimizando los recursos disponibles en forma eficiente.

Para ello esta investigación pretende evaluar el pavimento flexible de la carretera transversal 28G (Cusco-Pisac) mediante la metodología del PCI y la metodología VANT, dando así a conocer el estado de conservación de dicha carretera, y verificar el nivel de

confiabilidad de la metodología VANT, ya que existen diferentes factores que influyen en la precisión de esta metodología.

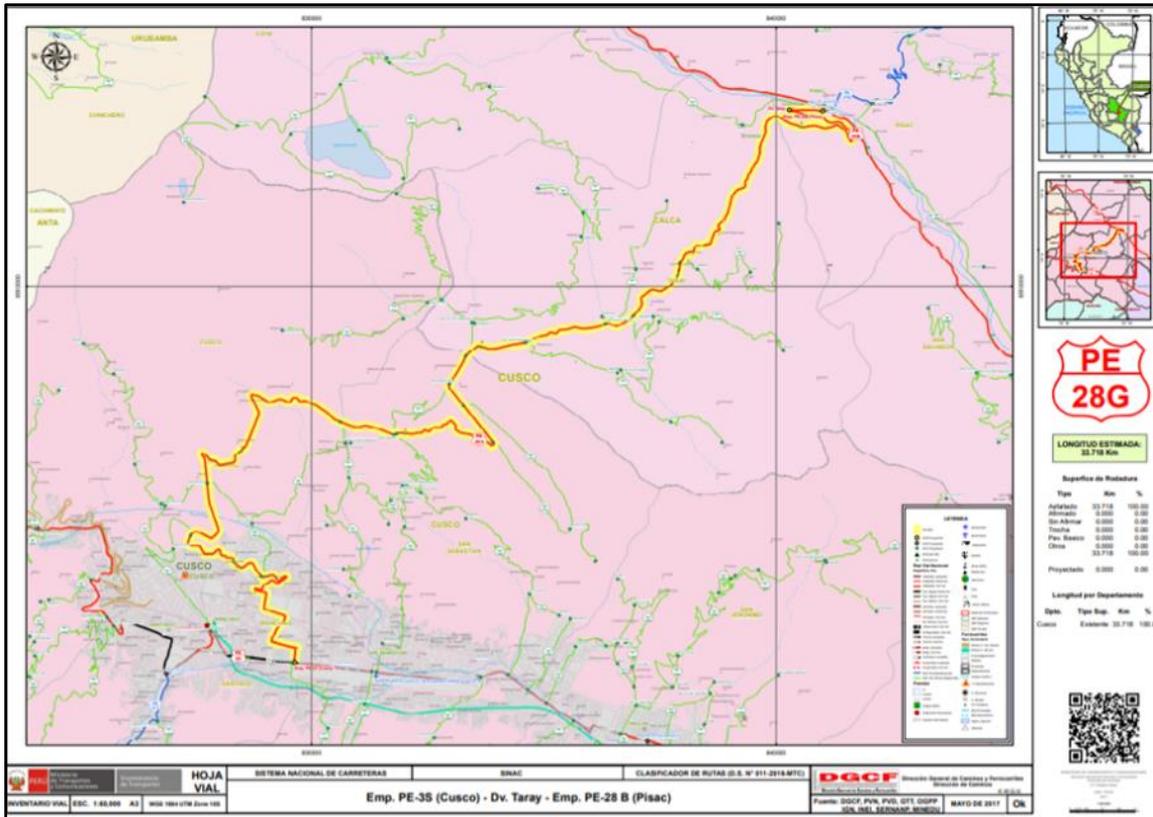


Figura 1: Carretera 28G (Cusco – Pisac)

Fuente: Ministerio de transportes y telecomunicaciones

## 1.1.2. Formulación del problema

### 1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general

¿Cuál es el análisis comparativo del estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac)?

### 1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos

- ¿Cuáles son las fallas encontradas del pavimento mediante la metodología del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac)?
- ¿Cuál es la comparación de los resultados de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT?
- ¿Cuál es el nivel de confiabilidad de la metodología VANT frente a la metodología tradicional del PCI?
- ¿Qué metodología es más eficiente en tiempo y costo para la evaluación de pavimentos flexibles?



## **1.2. Justificación de la investigación**

### **1.2.1. Justificación técnica**

La metodología del PCI determinará el estado actual del pavimento y el tipo de acción que se tomará para las patologías encontradas durante la evaluación. Por ende, tiene una gran importancia para la evaluación de pavimentos.

Por otro lado, la metodología VANT al ser una nueva metodología, empieza a ganar relevancia porque moderniza la forma de recolección de datos y al mismo tiempo pretende ser mucho más eficiente en el proceso de evaluación de los pavimentos ya sean rígidos o flexibles.

### **1.2.2. Justificación social**

Las carreteras a nivel nacional tienen un mantenimiento periódico muy prolongado, el cual indica que estas carreteras presentan fallas en el pavimento afectando la transitabilidad vehicular y el confort de los usuarios. Con la presente tesis se encontrará los puntos críticos del pavimento flexible de la carretera 28G, ya que necesita un adecuado mantenimiento para que se logre un nivel de servicio adecuado.

### **1.2.3. Justificación por viabilidad**

La presente tesis es factible ya que se cuenta con los recursos necesarios para culminación de esta misma tales como: la norma ASTM D6433-03, norma c.e. 010 de pavimentos urbanos, la certificación para el uso adecuado de drones, el software Agisoft Metashape y además se cuenta con los instrumentos para la correcta aplicación de la metodología de PCI.

### **1.2.4. Justificación por relevancia**

A primera inspección en la vía de la carretera 28G se verifica que existen patologías superficiales en el pavimento los cuales requieren un mantenimiento periódico. Es necesario saber la condición del pavimento, por lo cual existen diferentes metodologías, siendo una de estas: “El PCI”, el cual califica la Condición de superficie del pavimento. Cabe resaltar que el análisis de esta metodología es muy subjetiva, ya que esta se basa en criterio del evaluador al dimensionar las fallas encontradas, y además de ello requiere de bastante logística, convirtiéndose en un problema.

Por lo cual se plantea el uso de drones para el dimensionamiento de las patologías ya que tiene bajo costo y buena precisión, optimizando recursos de forma eficiente tomando el nombre de la Metodología VANT.



Esta tesis servirá de base para otros estudiantes de diferentes ciudades ya sean nacionales o internacionales, para que evalúen los pavimentos flexibles mediante una nueva alternativa (metodología VANT), además de ello permitirá que puedan profundizar en la rama de la ingeniería de pavimentos.

### **1.3. Limitaciones de la investigación**

- a) La investigación se basa en la norma ASTM D6433-03 para la determinación del PCI.
- b) No se considera el paquete estructural del pavimento, la investigación se centra en la evaluación de la carpeta asfáltica.
- c) La carretera 28G a evaluar solo comprende pavimentos flexibles.
- d) Para la evaluación de la carretera 28G mediante la metodología VANT se hace el uso del DRONE Mavic 2Pro.
- e) La altura de vuelo para todas las unidades de muestra es de 30 metros.
- f) El dron debe contar con la batería cargada.
- g) Las horas de vuelo se realizan de 10:00 a.m. a 4:00 p.m.
- h) Entorno despejado de obstáculos, ya sea líneas de tensión, arboles, taludes o edificios, etc.
- i) Conexión a internet para cargar el plan de vuelo.
- j) Conexión correcta entre el control remoto del dron y el celular.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar el análisis comparativo del estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac).

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar las fallas encontradas del pavimento mediante la metodología del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac).
- b) Determinar la comparación de los resultados de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT.
- c) Determinar el nivel de confiabilidad de la metodología VANT frente a la metodología tradicional del PCI.
- d) Determinar que metodología es más eficiente en tiempo y costo para la evaluación de pavimentos flexibles.



## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la tesis

#### 2.1.1. Antecedentes a nivel nacional

**Investigación 1:** (Fiestas Leon & Merino Rodriguez, 2020, págs. 4,102; Fiestas Leon & Merino Rodriguez, 2020) **Cálculo del índice de condición del pavimento flexible a la Av. Don Bosco - Piura usando drones.**

**Universidad:** Universidad de Piura.

#### **Resumen:**

En los últimos años, la red vial en la ciudad de Piura ha ido incrementando su extensión para un mejor desarrollo del país; pero sigue presentando un caos de transitabilidad, debido a un mayor parque automotor que año tras año va aumentando, pues se estima una tasa de crecimiento anual entre 5% y 7%; y al pésimo estado en algunas de sus vías, a pesar de contar con un plan de reconstrucción después de la temporada de lluvias por el Fenómeno El Niño Costero en el 2017. Esta última causa se debe a insuficientes mantenimientos sin tener en cuenta la vida útil del pavimento; es decir, las vías no son evaluadas rutinariamente en el transcurso de un año, dejando que el pavimento se deteriore por completo para recién aplicar reparaciones masivas o una reconstrucción.

Lo recomendable es realizar evaluaciones a las vías y detectar los tipos de fallas en los pavimentos para conocer los daños que en él se han producido. De esta manera, se tendrá una recopilación de información del estado actual de los pavimentos para realizar un plan integral que mantenga las pistas en las condiciones adecuadas perdurables en el tiempo, evitando gastos excesivos por reparaciones o reconstrucciones y entregando confort a la población y visitantes.

La Av. Don Bosco, conocida como la ex- Av. Circunvalación, es una de las vías principales de la ciudad de Piura; en la cual circulan tanto vehículos ligeros como pesados, y cuyos tramos presentan tanto reparaciones o rehabilitaciones, así como mantenimientos de alcantarillado. Es aquí donde se propone utilizar la metodología del PCI, que según la norma ASTM D6433, resulta ser una técnica de evaluación superficial muy efectiva en pavimentos, para determinar el comportamiento o estado de estos. A través de este método, se realiza una inspección visual para detectar posibles fallas clasificadas por su tipo, cantidad y severidad.



De esta manera, se busca determinar en un tramo de dicha avenida, el estado en que se encuentra el pavimento flexible, además de elaborar propuestas de reparaciones para las fallas encontradas. En años anteriores, se presentaron tres tesis de pregrado en las cuales se aplicó el Método PCI. Estas son las investigaciones de Gamboa, K. (2009); Rodríguez, E. (2009); y Sánchez, J. (2017), quienes utilizaron el procedimiento para evaluar el estado de avenidas construidas con pavimento flexible y rígido, y que sirvieron de antecedente de esta investigación, que se diferencia de aquellas por la incorporación de la tecnología mediante el uso de VANT'S con el fin de reducir tiempos de trabajo en campo y llevar una inspección visual a gabinete, otorgando un mayor tiempo de análisis y confort para el registro de las fallas presentadas; siendo esta implementación validada por Cruz, J. (2018) en su tesis comparativa entre el método tradicional y el método con el uso de drones; donde se obtuvieron valores de PCI muy cercanos y mejoras de rendimientos de trabajo en campo sin poner en riesgo la vida humana por el tráfico desordenado de la zona urbana.

De esta manera, se incentiva futuras inspecciones a la red vial de Piura, promoviendo así también un sistema de gestión de pavimentos urbanos en las entidades públicas para un desarrollo sostenible en las vías de la ciudad.

### **Conclusiones:**

Primera. El uso del dron e ha permitido reducir los tiempos en la toma de datos de campo. En este trabajo, se necesitó alrededor de 40 minutos para una inspección de 2 km aproximadamente. El trabajo es llevado a gabinete y se cuenta con mayor tiempo de análisis.

Segunda. Las dificultades encontradas en algunos puntos, durante la toma de datos (debido a los árboles y sus sombras, presencia de autos estacionados, altura de vuelo, etc.), fueron superadas realizando una inspección tradicional. La información de fallas obtenida en gabinete a partir de las ortofotos registradas por el dron e, fue validada por inspección visual.

Tercera. Los modelos digitales, tanto como la ortofoto y el MDS, nos ayudan en la inspección y medición de todas las fallas, teniendo en cuenta también las mediciones perpendiculares al plano de la ortofoto para determinar la severidad de la falla; sin embargo, en algunas estas (corrugación, depresión, desnivel carril-berma, ahuellamiento, etc) la medición en el MDS no será óptima cuando estas presenten severidades bajas. Además, se debe tener en cuenta que la falla de agregado pulido, no se podría evaluar con los modelos



digitales, puesto que se necesita conocer que la superficie del agregado debe ser suave al tacto.

Cuarta. En los tramos de inspección 1, 2 y 3 de la calzada 1 se obtuvieron valores de PCI de 35 (pobre), 42 (regular) y 61 (bueno); respectivamente. En los tramos de inspección 1, 2 y 3 de la calzada 2, obtuvieron valores de PCI de 93, 89 y 90 respectivamente, lo que corresponde a un estado excelente. Asociando los resultados por calzadas; la calzada 1 con 1027 m (UM1-UM39) presenta un pavimento regular (PCI promedio igual a 46) y la calzada 2 con 1027 m (UM40-UM78) presenta un pavimento excelente (PCI promedio igual a 91). Por último; se determinó el PCI global del tramo seleccionado en la Av. Don Bosco, considerando sus dos calzadas con un total de 2054 m de pista evaluada, teniendo un valor igual a 68, lo que corresponde a un estado de pavimento bueno.

Quinta. Las fallas más reiteradas encontradas fueron parches y peladuras. Los parches se deben a las recientes rehabilitaciones y trabajos de mantenimiento de alcantarillado; y las peladuras al constante derrame de solventes y otros derivados de petróleo que provocan el ablandamiento de la superficie. En la calzada 1, se presentaron el parche severidad media y la peladura de severidad baja. Los parches se presentaron en 30 unidades de muestra y la peladura en casi todas unidades de muestra, en un total de 37 unidades. En la calzada 2, el parche de corte utilitario y la peladura, ambas de severidad baja, se encontraron en todas las 39 unidades de muestra, siendo también las únicas fallas encontradas.

**Investigación 2:** (Quispe Enriquez, 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:** Universidad Privada del Norte.

**Resumen:**

El objetivo del estudio es evaluar la Confiabilidad de utilizar el Drone Modelo Phantom 4 Pro V 2.0 para hallar el PCI en la Avenida Miraflores del Distrito de Comas, Lima – 2020. Para lograr dicha finalidad se ejecuta una comparación de resultados cuantitativos de PCI a desde los datos obtenidos con la caracterización de fallas identificadas en el pavimento de forma directa usando odómetro y de forma indirecta utilizando el Drone Modelo Phantom 4 Pro V2.0.



En esta investigación se determinó 33 Unidades de Muestrales (UM) según la guía de la metodología para el cálculo de PCI. El vuelo del drone permitió obtener imágenes de la vía asfaltada, posteriormente se desarrolló el procesamiento fotogramétrico que contribuye en desarrollar una caracterización de fallas de forma visual en gabinete. Para procedimiento de relevamiento de fallas de forma directa se cerró parcialmente la vía para completar el formato por cada Unidad Muestral.

En el caso del procedimiento de relevamiento de fallas de las Unidades Muestrales de forma directa en la vía, se indica que presenta valores de PCI de 3 (Estado Colapsado) a 83 (Estado Regular). Considerando los valores obtenidos con el procedimiento del drone, se registra resultados de PCI de 8 (Estado Colapsado) a 89 (Estado Excelente). Al realizar el cotejo de ambos procedimientos se puede indicar que existe variación absoluta en un rango 1 a 13 por cada Unidad Muestral, esto indica que en algunos sectores de la zona de estudio no hay variación significativa del Estado resultante del pavimento considerando ambos métodos. Se concluye que en la Av. Miraflores presenta un PCI ponderado de 50 utilizando el procedimiento con drone y un PCI 49 utilizando el registro de fallas de forma directa. Ambos resultados indican un estado Regular Promedio del pavimento en la zona de estudio.

### **Conclusiones:**

El uso del Drone Phantom 4 Pro V2.0 es confiable para el cálculo de PCI considerando los resultados promedio de ambos procedimientos (49 y 50) que indican un estado general del pavimento como Regular.

El valor del PCI promedio para la zona de estudio es de 50(Estado Regular Pavimento) utilizando el Drone Phantom 4 Pro v2.0, con variación de valores de PCI de 8 a 89 en las 33 UM.

El valor del PCI promedio para la zona de estudio es de 49 (Estado Regular Pavimento) utilizando la medición directa, con variación de valores de PCI de 3 a 83 en las 33 UM. Se indica que con una confiabilidad del 95% (t –student) de las 33 Unidades Muestrales, no hay diferencia significativa entre los resultados promedios de ambos procedimientos.



### 2.1.2. Antecedentes a nivel internacional

**Investigación 1:** (Florez Meza, 2021) **Evaluación del uso de sensores remotos en la identificación de patologías superficiales en el pavimento, Bogotá.**

**Universidad:** Universidad Santo Tomás.

#### **Resumen:**

El objetivo de esta investigación es evaluar el uso de sensores remotos (Vehículo Aéreo No Tripulado - VANT - DJI Phantom 4), en la identificación de patologías superficiales de pavimento. Para esto se tomó un tramo vial de prueba de 1 (un) km de longitud, localizado en la vía Siberia – Tenjo en el occidente de la Sabana de Bogotá.

Específicamente se pretende determinar la condición de deterioro del pavimento en el tramo vial del estudio, mediante imágenes tomadas con un VANT DJI Phantom 4. Igualmente determinará la condición de deterioro del pavimento en el tramo vial del estudio, mediante el procedimiento convencional de inspección visual in situ. La comparación y análisis de los resultados obtenidos por los dos procedimientos nos dará una visión clara sobre el uso de la tecnología de sensores remotos en este campo de la ingeniería civil.

Para cumplir los objetivos planteados, el levantamiento o registro de patologías superficiales del pavimento, se realizó por dos procedimientos, a saber: Uno en equipo de cómputo, sobre imágenes georreferenciadas tomadas con el VANT y para tener una referencia de comparación también se realizó el registro de patologías por medio de inspección visual in situ.

Para la evaluación de las patologías superficiales del pavimento, se utilizó las metodologías Vizir y PCI, en los dos procedimientos que se registraron las patologías.

Como resultado se obtuvo el índice de deterioro del pavimento por las metodologías Vizir y PCI, para las patologías registradas sobre las imágenes tomadas con el VANT y para las patologías registradas por medio de inspección visual in situ.

Los resultados obtenidos en el cálculo de la metodología tradicional del PCI y del Índice de Deterioro Superficial IS (metodología VIZIR), muestran una similitud en los dos procedimientos.

La investigación arrojó resultados favorables para la implementación como método alternativo del uso de Drones o VANT, con el fin de tomar imágenes georreferenciadas de



alta resolución y utilizarlas para registrar las patologías del pavimento en un tramo vial. Con esto se evidencia que los resultados esperados de la investigación y descritos en el anteproyecto son positivos.

**Conclusiones:**

El registro de patologías se realizó con las metodologías PCI y VIZIR, y de acuerdo con la información tomada en campo por medio de inspección visual y en oficina por medio de inspección visual sobre imágenes tomadas con el VANT DJI Phantom 4, se puede afirmar que en términos generales los registros muestran similitud en la identificación de patologías y en las medidas de los mismos.

Respecto a los resultados obtenidos en el cálculo del PCI y del Índice de Deterioro Superficial IS (metodología VIZIR), igualmente se observa una similitud en los dos procedimientos.

La investigación arrojó resultados favorables para la implementación como método alternativo del uso de Drones o VANT, con el fin de tomar imágenes georreferenciadas de alta resolución y utilizarlas para registrar patologías del pavimento en un tramo vial. Con esto se evidencia que los resultados esperados de la investigación y descritos en el anteproyecto son positivos.



## **2.2. Bases teóricas– científica**

### **2.2.1. Pavimentos**

Según (ASSHTO-93, 2001) indica que: “Los pavimentos se definen de dos maneras según el usuario y la ingeniería.”.

Según la Ingeniería, define al pavimento como un paquete estructural que soporta cargas de tráfico a través del tiempo, compuesta por diferentes capas que tienen como función principal la de soportar y transmitir estas cargas a la superficie de terreno llamada sub rasante.

Por otro lado el usuario define al pavimento como una superficie que debe proporcionar un servicio de calidad, seguridad y comodidad al transitar por ella. De manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

Según (Chang Albitres, 2006), indica que: El pavimento es una estructura compleja compuesta de diversos materiales y que se encuentra expuesta a múltiples factores internos y externos que afectan su comportamiento y vida en servicio.

Los distintos materiales que componen la estructura del pavimento tienen características distintas y requieren de modelos mecánicos para caracterizar de una manera realista los materiales que lo componen y simular el comportamiento futuro de la estructura del pavimento ante las acciones de carga de tráfico y medio ambiente.

Según (Montejo Fonseca, 2002) indica que: “El pavimento está diseñado con diferentes capas colocadas una sobre otra y estas contienen materiales adecuados para que tengan una distribución correcta de cargas.”

Así mismo (Montejo Fonseca, 2002) indica que: “Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la sub rasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que deben resistir la transmisión de cargas repetidas generadas por el tránsito durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.”

### **2.2.2. Clasificación de pavimentos**

#### **2.2.1.1. Pavimentos Rígidos**

Según (Rodríguez Velasquez, 2009) indica que: “El pavimento rígido no permite deformaciones en las capas inferiores y está compuesta de losas de concreto y acero de refuerzo, esta losa va sobre una base granular y sobre la sub rasante. A esta clase de pavimento también se le denomina pavimento hidráulico”.



Así mismo (Rodríguez Velasquez, 2009) indica que: “El pavimento rígido tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de losas”. (Rodríguez Velasquez, 2009).



*Figura 2: Paquete Estructural del Pavimento de concreto de cemento Portland*  
Fuente: (Rodríguez Velasquez, 2009)

### 2.2.1.2. Pavimentos Flexibles

Según (Rodríguez Velasquez, 2009) indica que: “El pavimento flexible permite deformaciones permisibles según su diseño en las capas inferiores sin que falle la estructura. Este pavimento está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, debajo de la carpeta se encuentran la base granular y la capa de sub-base, destinadas a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito. A esta clase de pavimento también se le denomina pavimento asfáltico.”

“El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 a 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil o de servicio”. (Rodríguez Velasquez, 2009)



*Figura 3: Paquete Estructural del Pavimento con superficie de concreto asfáltico*  
Fuente: (Rodríguez Velasquez, 2009)

### 2.2.1.3. Pavimentos híbridos

Según (Montejo Fonseca, 2002) indica que: “Los pavimentos articulados o mixtos están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e 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 circularan por dicho pavimento.”

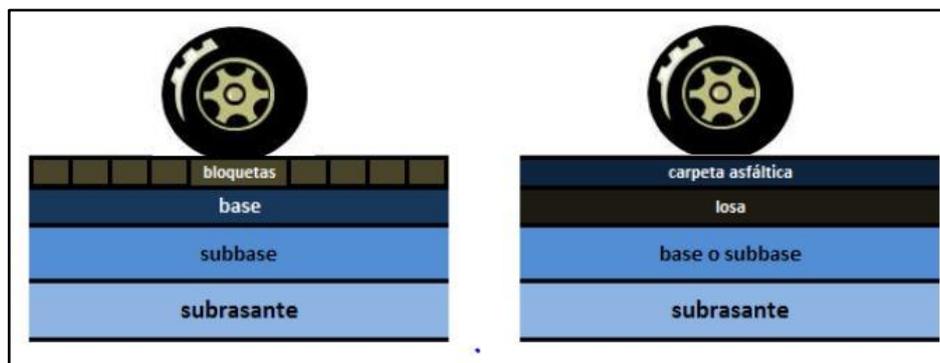


Figura 4: Paquete Estructural del Pavimento Mixto  
(Atahui Contreras & Morales Huaman, 2020) Fuente: (Rodríguez Velasquez, 2009)

### 2.2.3. Etapas en los pavimentos

Se habla de las etapas en los pavimentos como la vida de servicio que se tiene antes, durante y después de su diseño y construcción para comprender a las actividades a las cuales están sujetos tales como su rehabilitación y mantenimiento.

#### 2.2.3.1. Diseño y construcción

Según (Rondon Quintana & Reyes Lizcano, 2022) indica que: “Los pavimentos son estructuras son diseñadas para soportar las cargas impuestas por el tránsito y por las condiciones ambientales (función estructural). Asimismo, deben diseñarse con el fin de ofrecer un paso cómodo, seguro y confortable al parque automotor que se imponga sobre su superficie en determinado período de tiempo”

Entre los principales factores a considerar para el diseño de pavimentos son: el tránsito, la subrasante, el clima, los materiales disponibles. Así mismo realizar el correcto diseño según al tipo de pavimento que se vaya a construir, ya se pavimento flexible, rígido, híbrido o articulado. Siendo estos aspectos de suma importancia para garantizar un pavimento de excelente calidad. Después del correcto de diseño, se empieza con la

construcción del pavimento donde se considera todos los factores anteriormente mencionados.

### 2.2.3.2. Mantenimiento

Según (Atahui Contreras & Morales Huaman, 2020) indica que: “Los pavimentos afrontan diferentes criterios antes, durante y después de su vida útil, que nos permiten entender a que están ligados. Estas etapas pueden ser redefinidas por construcción, mantenimiento y rehabilitación”

Asi mismo (Atahui Contreras & Morales Huaman, 2020) indica que : “Realizar el mantenimiento en un pavimento es parte de las actividades rutinarias y periódicas que se dan en forma gradual para conservar la condición superficial y estructural para asegurar la comodidad del usuario todos estos procedimientos se generar para atender de forma adecuada el tránsito.”

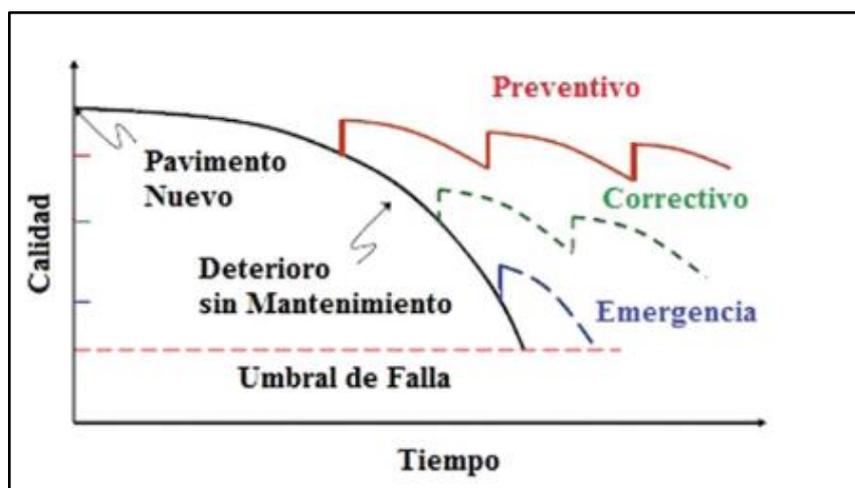


Figura 5: Esquema de la vida útil del pavimento

Fuente: Google (Ciclo de vida de un pavimento)

### Mantenimiento rutinario

Según (Chumbe Coveñas & Ortiz Velasques, 2021) indica que: “Es el conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo del camino y que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía.”

Según (Ministerio de vivienda & Sencico, 2021) indica que: “Se debe realizar el mantenimiento rutinario de forma continua en todas las vías, independientemente de las



características o el volumen de tráfico, por ejemplo, se puede destacar el barrido, corte de las hiervas o grass, limpiezas de los drenes o cuentas, así como el mantenimiento de las alcantarillas y las señales de tránsito.”

### **Mantenimiento periódico**

Según (Rimaicuna Chuquiscusma, 2018) indica que: “Conjunto de actividades programables cada cierto periodo, que se realizan en las vías para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a: i) reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello, ii) reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento, iii) reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje, elementos de seguridad vial y señalización, iv) reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera y v) reparación o reconstrucción puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura.”

### **Rehabilitación**

Las fuertes cargas producidas por los vehículos automotores, su velocidad de tránsito, el número de sus repeticiones, etc., hicieron que las técnicas de construcción y reconstrucción de pavimentos hayan sufrido una evolución. (Marchan Moreno, 2005)

En la técnica de los pavimentos flexibles o asfálticos y a los cuales nos referimos en éste trabajo, existen especificaciones respecto a la calidad de los materiales que vayan a ser usados en la construcción de las diferentes capas que constituyen este tipo de pavimento. (Marchan Moreno, 2005)

Una de las principales inversiones posibles en los caminos es lo referente a la conservación o mantenimiento, ya que, si esta es adecuada, no solo garantiza la inversión inicial de la construcción, si no que alarga la vida tanto del camino como de los vehículos que lo usan. (Marchan Moreno, 2005)

La conservación es un problema tanto económico como técnico, y para la ejecución de los trabajos, estos deben efectuarse oportunamente con el fin de que los gastos que se hagan sean mínimos. Sin embargo, es necesario contar con recursos económicos disponibles y personal con experiencia, ya que sin ello todos los sistemas, materiales y equipo que se empleen, por buenos que sean, tendrán como resultado pérdidas económicas y trabajos defectuosos. (Marchan Moreno, 2005)



En lo que se refiere a reconstrucción de caminos, en la actualidad se le presta gran atención a una nueva técnica que se ha denominado con el término de “Reciclado de pavimentos” o “Recirculación de pavimentos”. (Marchan Moreno, 2005)

#### **2.2.4. Fallas en los pavimentos**

La mejor forma de identificar las fallas del pavimento y determinar porqué se han producido, es mediante la conducción de un estudio de reconocimiento deseablemente una vez al año, preferiblemente al comienzo de la primavera. En él se debe identificar el tipo, severidad y magnitud de cada falla. También se debe tratar de determinar si el diseño del pavimento, la carga soportada, el agua, la temperatura, los materiales del pavimento o la construcción fueron la causa de la falla. A demás de la inspección visual, pueden emplearse pruebas destructivas y no-destructivas para determinar la condición estructural y las condiciones del material bajo la superficie del pavimento. (Miranda Rebolledo, 2010)

##### **2.2.4.1. Fallas en pavimentos rígidos**

En el presente capítulo se presenta una descripción de los diferentes tipos de daños que puede presentar un pavimento rígido, los cuales fueron agrupados en cuatro categorías generales:

- Juntas.
- Fisuras y grietas.
- Deterioro superficial.
- Otros deterioros. (Miranda Rebolledo, 2010)

##### **2.2.4.2. Fallas en pavimentos flexibles**

Los tipos de fallas presentes en una estructura de pavimento flexible son:

- Fisuras y Grietas.
- Deterioro superficial.
- Otros deterioros. (Miranda Rebolledo, 2010)

#### **2.2.5. Evaluación de pavimentos**

Según (Thenoux Z. & Gaete P., 1995) indica que: “La evaluación técnica del estado del pavimento, tanto desde el punto de vista del nivel de servicio que otorga al usuario, como de la capacidad de resistir las solicitaciones de cargas durante un periodo de su vida útil, es el paso fundamental para asignar las acciones de conservación más adecuadas que deben ser aplicadas en el pavimento a evaluar. El diagnóstico de las condiciones del pavimento



comprende básicamente una evaluación del estado funcional del pavimento y una evaluación de las condiciones estructurales de este.”

#### **2.2.5.1. Evaluación estructural**

Según (Thenoux Z. & Gaete P., 1995) indica que: “La evaluación estructural del pavimento, tiene por objeto la cuantificación de la capacidad estructural remanente del pavimento. La falta de capacidad estructural de un pavimento genera en este un deterioro progresivo que se manifiesta en niveles excesivos de agrietamientos y deformaciones, no recuperables a través de la simple aplicación de acciones de conservación preventivas, como las definidas en el párrafo anterior.”

#### **2.2.5.2. Evaluación funcional**

La evaluación funcional del pavimento, tiene por objeto el reconocimiento de aquellas deficiencias que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento, considerando todos aquellos factores que afectan negativamente a la serviciabilidad, seguridad y costos del usuario. Entre este tipo de deficiencias se encuentran: Rugosidad, Fallas Superficiales y Pérdidas de fricción. (Thenoux, Gaete, 2010, como se citó en (Sullca Esplana, 2016))

Existen diversos métodos de evaluación superficial de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, entre los aplicables al presente estudio están:

##### **a) VIZIR**

Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación.

Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – France o por sus siglas en inglés LCPC. El sistema VIZIR es una metodología eficaz que distingue las fallas funcionales de las fallas estructurales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales. (Bulnes Gallardo, 2017)

##### **b) FHWA / OH99 / 004**

Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación, pondera los factores dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas, pero no en áreas tropicales. (Bulnes Gallardo, 2017)



c) ASTM D 6433-99

Es la norma internacional que regula la correcta aplicación de la metodología Present Condition Index (PCI – índice de condición de pavimento), procedimiento estándar para la inspección de pavimento en caminos y estacionamientos. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles y de hormigón. (Bulnes Gallardo, 2017)

Es una metodología estándar que permite una evaluación objetiva de los pavimentos en general. (Bulnes Gallardo, 2017)

### **2.2.6. Serviciabilidad**

La Serviciabilidad es un indicador que representa el nivel de comodidad y seguridad que un pavimento proporciona a los usuarios de una vía. Consiste en una opinión subjetiva que está relacionada con aspectos objetivos que pueden ser medidos en la superficie de un pavimento. Esta investigación apunta específicamente a definir un modelo matemático que permita establecer la curva de Serviciabilidad (PSI). (Avila Ezquivel, Badilla Vargas, & Aguiar Moya, 2013)

#### **2.2.6.1 PSR-rango de serviciabilidad presente**

Con respecto a que el pavimento debe brindar confort y seguridad al usuario, nace la idea de medir la serviciabilidad mediante la subjetividad u opinión del usuario. Para esto, en el Road Test de AASHO, se realizaron pruebas individuales obteniendo diferentes puntos de vista de cada usuario clasificando a la vía de 0 a 5, donde el menor número indica un estado del pavimento muy malo. A estas evaluaciones se las llaman Individual Present Serviciability Rating (IPSR), y al promedio de estas para una vía toma el nombre de PSR. (Merino Rodriguez & Fiestas Leon, 2020)



### 2.2.6.2 PSI-índice de serviciabilidad presente

Según (ASSHTO-93, 2001) indica que: “Se define el índice de serviciabilidad como el grado de confort que brinda el pavimento al usuario en un determinado momento. Inicialmente esta condición se cuantificó a través de la opinión de los conductores, cuyas respuestas se tabulaban en la escala de 5 a 1:”

Tabla 1: Serviciabilidad de Pavimentos

Calificación	Índice de Serviciabilidad (PSI)
Muy mala	0 - 1
Mala	1 - 2
Regular	2 - 3
Buena	3 - 4
Muy buena	4 - 5

Fuente: (ASSHTO-93, 2001)

### 2.2.7. Metodología del PCI

#### 2.2.4.1. Definición

El Índice de Condición del Pavimento (PCI por sus siglas en inglés) se constituye en la metodología más completa para la verificación de las patologías de los pavimentos resultados objetivos en los pavimentos flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

#### 2.2.4.2. Precedentes

La metodología es de fácil aplicación con herramientas no especializadas: el procedimiento es enteramente manual y suministra información confiable sobre el dimensionamiento y severidad de las patologías del pavimento. El procedimiento ofrece buena repetibilidad y confiabilidad estadística de los resultados y el mismo fue originalmente desarrollada por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos y presentado en el año 1978 por los Ingenieros M.Y. Shahin y S.D Khon en el Reporte N° M-268. Dicha metodología fue revisada, traducida y adaptada para Venezuela por el Ing. Augusto Jugo B. en el año 1987. Del mismo modo, el Ingeniero Luis Vásquez de Colombia presentó su versión en el año 2002. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

#### 2.2.4.3. Objetivo de la metodología

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es un método de fácil análisis y aplicación para identificar el índice de la condición superficial de los pavimentos, el índice tiene una calificación desde cero para un pavimento de condición de fallado y hasta cien para un pavimento en estado excelente, valor que mide el estado del pavimento flexible, el cual



nos ayuda a tomar alternativas de solución para su mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción. Este método es aceptado y estandarizado como un medio para la evaluación de los pavimentos y fue publicado por la Norma ASTM D6433-03. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

#### 2.2.4.4. Aplicación de la metodología

A continuación, se presenta un resumen de la metodología de trabajo, la cual se esquematiza en la figura siguiente:

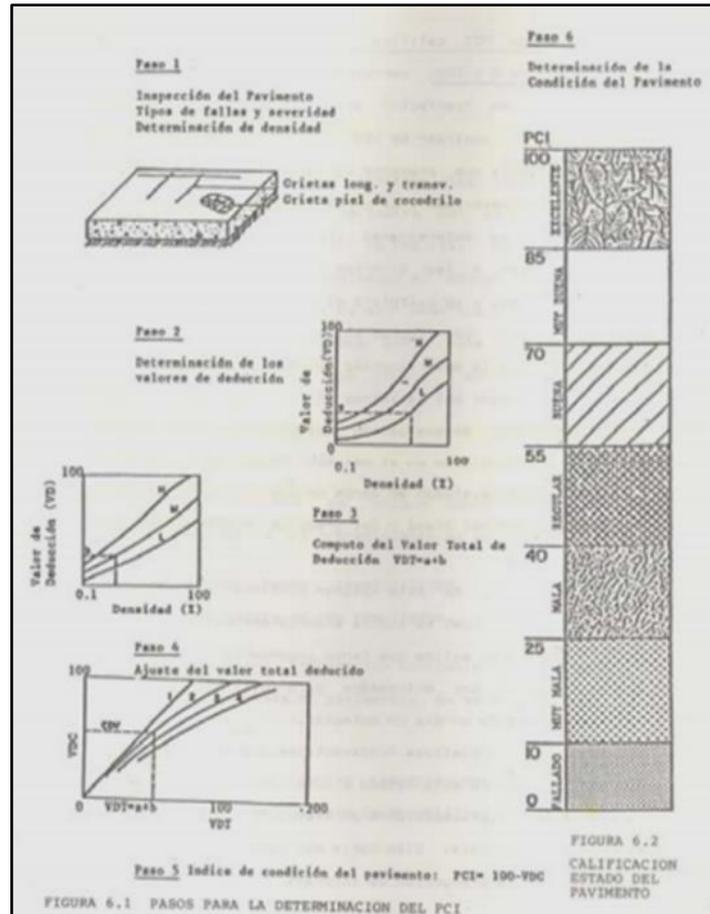


Figura 6: Aplicación de la metodología del PCI  
Fuente: (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

Paso 1: Inspección del pavimento. Determinación del número y áreas de cada sección de medición de PCI

a) Para la calcular el número total de unidades de muestra en la selección que garantice un nivel de confiabilidad 95% se realiza según la siguiente formula:

$$n = Ns^2 / \left( \left( \frac{e^2}{4} \right) * (N - 1) + s^2 \right)$$



Donde:

$e$  = Error admisible en el cálculo de PCI de la selección,  $e=+/- 5$  puntos del PCI. (ASTM D6433, 2004)

$s$  = Desviación estándar del PCI, de una muestra a otra en la misma selección. El cual se considera 10 que es para pavimento de concreto asfáltico y 15 para pavimento rígido articulado. (ASTM D6433, 2004)

$n$  = Número total de unidades de muestra en la selección. (ASTM D6433, 2004)

b) Una vez que el número UM a ser inspeccionadas este definido, calcular el intervalo del espaciamiento de las unidades utilizando el muestreo sistemático al azar. Las muestras deben ser igualmente espaciadas a través de toda la sección seleccionando la primera muestra al azar. El intervalo del espaciamiento ( $i$ ) de las unidades a ser muestreadas debe ser calculado mediante la siguiente fórmula redondeando el resultado al próximo número entero menor:

$$i = N/n$$

Donde:

$N$  = número total de UM en la sección. (ASTM D6433, 2004)

$n$  = número de UM a ser inspeccionadas. (ASTM D6433, 2004)

La primera unidad de muestra a ser inspeccionada es seleccionada al azar entre las unidades de muestra 1 hasta  $i$ . Las unidades de muestra en la sección que son incrementos sucesivos del intervalo  $i$  después de la primera unidad seleccionada al azar también son inspeccionadas. (ASTM D6433, 2004)

Según (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009) indica que: “Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado”.

“También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio”. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)



“Para evitar lo anterior, durante la inspección del tramo deberá establecerse cualquier unidad de muestreo inusual y evaluarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria”. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

Paso 2: Inspección del pavimento. Identificación del tipo de falla y medición de su severidad y magnitud

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a) Equipo:

- Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad. La figura muestra la planilla típica de recolección de datos ofrecida por el Método PCI. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

b) Seguridad durante el trabajo:

“El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía”. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

c) Procedimiento:

Según (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009) indica que: “Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente”.

“Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños”. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009) Se hace de la ficha de recolección de datos colocando las fallas encontradas y sus severidades.



Figura 7: Ficha modelo para recolección de datos  
Fuente: (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

A continuación, se presenta planilla con ejemplo ilustrativo:

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION
3M	4L	5L	1L
4M	10L		
4M	3L		
5L	6M		
5L	3L		
TOTAL	5	20	5
BAJA (L)	5	20	5
MEDIA (M)	15	6	
ALTA (H)			

Figura 8: Formato de llenado de datos  
Fuente: (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

Paso 3: Determinación del “Valor de deducción” para cada falla medida, a partir de su severidad, densidad y del gráfico correspondiente.

### 3.1 Cálculo de los Valores de deducción (VD)

a.- Totalice cada nivel y tipo de severidad de daño y regístrelo en la columna y o celda del formato en uso. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

Ségun el tipo de falla, el dimensionamiento se mide por unidades, longitudes o áreas.

b.- Para el cálculo de la densidad se divide la sumatoria total del dimensionamiento del tipo y nivel de severidad de cada falla entre área total de la UM. Ésta es la densidad del daño de cada patología, con el nivel de severidad especificado, dentro de la sección en estudio. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

Para el ejemplo que venimos adelantando, estos valores se resumen en el siguiente cuadro:

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD
3	2.38	L
3	7.14	M
10	9.52	L
10	2.86	M
1	3.81	L
7	2.38	L
13	0.48	L
VALOR TOTAL DE DEDUCCION		

Figura 9: Llenado de datos de tipo de falla densidad y severidad  
Fuente: (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

c.- Determine el VALOR DE DEDUCCIÓN para cada patología y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor de Deducción” que se adjuntan en el Manual, de acuerdo con el tipo de falla medida. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

Así, para la Falla Tipo 3 (Grietas en bloque), con una densidad de 2.38% y una severidad baja, mediante el Gráfico 3, se obtiene un “valor de deducción” de 2.

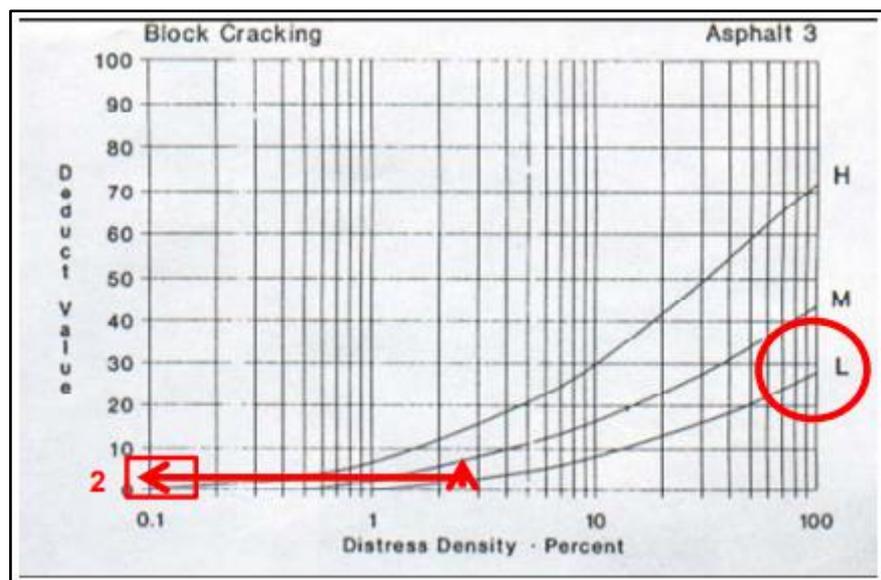


Figura 10: Valor de deducción  
Fuente: (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

Igualmente, empleando el mismo Gráfico (Grieta de bloque), pero con una densidad de 7.14%, y con una severidad media (M), se obtiene un “valor de deducción” de 14.

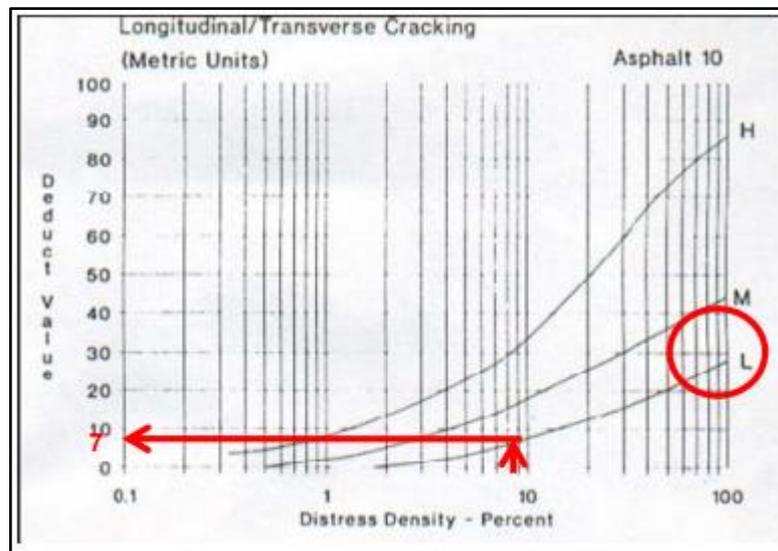


Figura 11: Valor de deducción ejemplo

Fuente: (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

Continuando con este mismo procedimiento para la otra severidad de la grieta 10, y para las densidades y severidades de las fallas 1 (piel de cocodrilo), 7 (grietas de borde) y 13 (huecos), con las gráficas correspondientes, se tiene el siguiente resumen de “valores de deducción” para el ejemplo que estamos adelantando. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION
3	2.38	L	2
3	7.14	M	14
10	9.52	L	7
10	2.86	M	8
1	3.81	L	22
7	2.58	L	3
13	0.48	L	12

Figura 12: Tipo de falla, densidad, severidad, valor de deducción

Fuente: (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

Paso 4: Cálculo del valor de deducción total (VDT), que es igual a la sumatoria de todos los valores de deducción de cada tipo de falla individual.



TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DE DEDUCCION
3	2.38	L	2
3	7.14	M	14
10	9.52	L	7
10	2.86	M	8
1	3.81	L	22
7	2.58	L	3
13	0.48	L	12
VALOR TOTAL DE DEDUCCION			68

Figura 13: Valor de deducción total

Fuente: (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

En el ejemplo que estamos siguiendo este valor alcanza un valor total de 68. (VDT = 68). (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

Paso 5: Cálculo del valor de deducción corregido (VDC), en función del VDT y del número de valores de VDT que sean mayores que cinco (5) (valor “q”).

En el ejemplo  $q=6$  porque hay seis (06) valores de deducción mayores que dos (2).

El valor de  $VD > 2$  se emplea en la versión PCI de Colombia y en Venezuela se emplea el valor de  $VD > 5$ , muy probablemente en función del momento en que cada versión fue publicada (la versión de Colombia parece ser más reciente), y es la que seguimos en nuestro ejemplo. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

Paso 6: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Para ello se utiliza la gráfica de “VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA”, a la cual se accede con el VDT y se intercepta la Curva con el “q” correspondiente, leyendo a la izquierda el “Valor de Deducción Corregido (VDC)”, el cual será finalmente restado a 100. (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

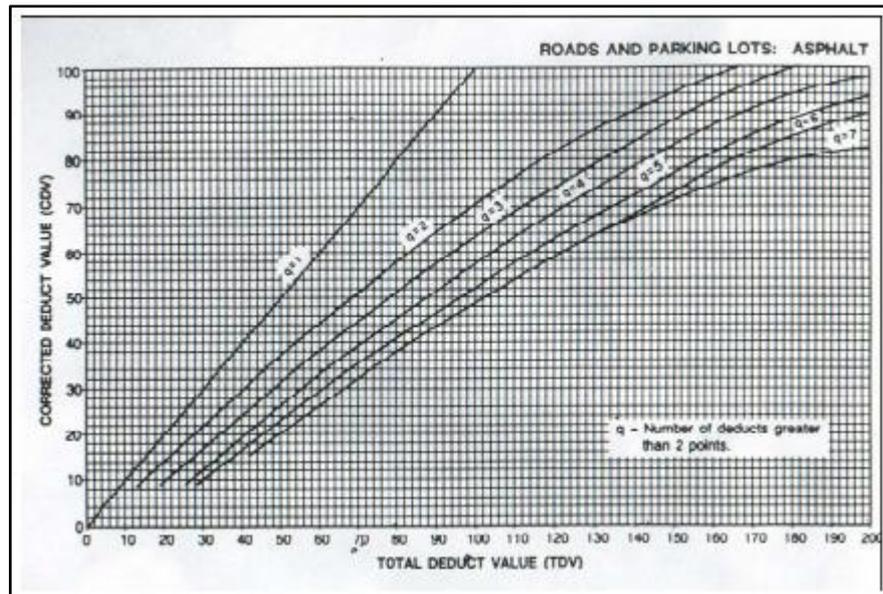


Figura 14: Valor de deducción corregida  
Fuente: (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

En nuestro ejemplo

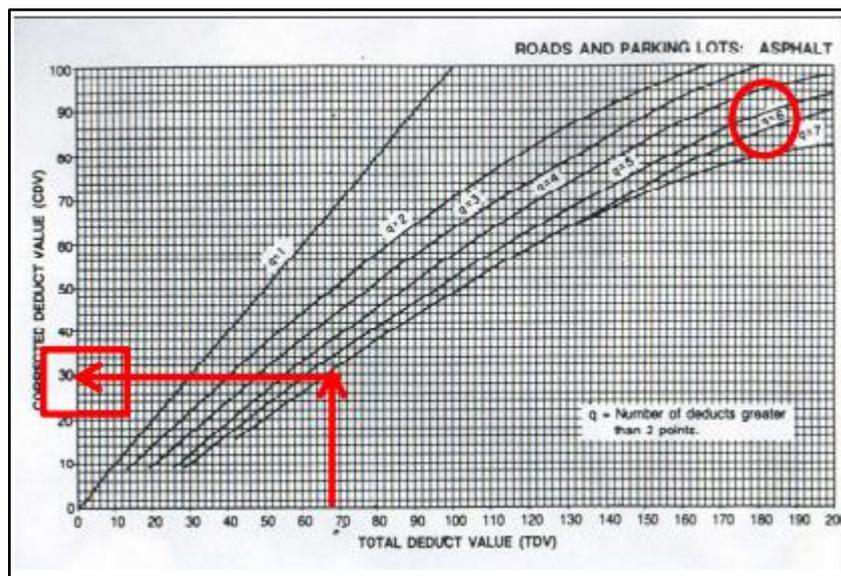


Figura 15: Valor de deducción corregida ejemplo  
Fuente: (Corros B., Urbaez P., & Corredor M., 2009)

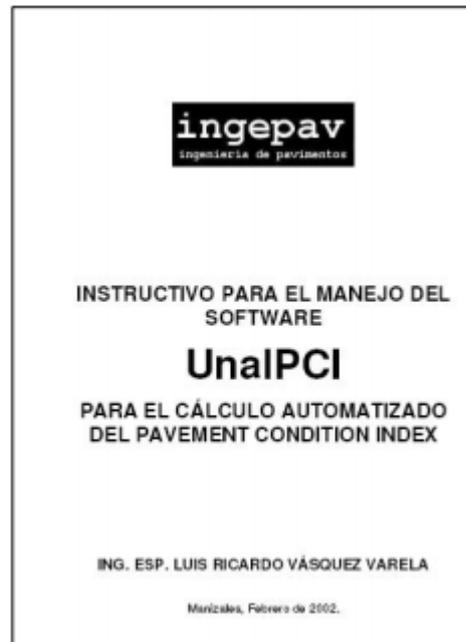
En nuestro ejemplo, se obtiene VDC = 30

$$PCI = 100 - 30 = 70$$

Es decir que la condición funcional de este pavimento es de “bueno a muy bueno”



Procedimientos Automatizados para la determinación del PCI El procedimiento de cálculo puede ser programado en hojas de cálculo tipo Excel. En la actualidad se dispone un Software desarrollado por el Ing. Luis Vásquez (Colombia) cuya portada de presentación se presenta en la figura siguiente.



*Figura 16: Pavement Condition Index*  
Fuente: (Vasquez Velara, 2002)

Paso 7: Cálculo del PCI incluyendo unidades de muestras adicionales.

Según (Vasquez Velara, 2002) indica que: “Un tramo vial abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo”.

“Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas”. (Vasquez Velara, 2002)

Si se usaron unidades de muestreo adicionales, es decir, fueron detectadas fallas puntuales cuya presencia no se debía generalizar, razón por la cual les fue estimado un PCI particular o adicional) se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma: (Vasquez Velara, 2002)



### 2.2.8. Catálogo de fallas

Las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tránsito vehicular y medio ambiente. Estos factores combinados, son la causa del deterioro progresivo del pavimento, situación que se agrava, al no darle un mantenimiento adecuado. (Rodríguez Velasquez, 2009)

Para pavimentos flexibles los daños pueden ser agrupados en cuatro categorías: 1) Fisuras y grietas; 2) Deformaciones superficiales; 3) Desprendimientos; 4) Otras fallas a la vía. (Rodríguez Velasquez, 2009)



Figura 17: Clasificación de fallas en Pavimentos Flexibles

Fuente: (Rodríguez Velasquez, 2009)

Tabla 3: Catálogo de falla Piel de Cocodrilo (m2)

1. PIEL DE COCODRILO (M2)	
<p>La piel de cocodrilo o agrietamiento por fatiga se refiere a una serie de fisuras interconectadas causadas por acción de la fatiga de la superficie de pavimento asfáltico sometida a repeticiones de carga de tráfico. En general, las piezas son menores a 0.5m (1.5A) en el lado más largo.            COMO MEDIR: Su medida es en m2 del area superficial.</p>	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Finas fisuras longitudinales del espesor de un cabello, con recorrido paralelo entre ellas y con algunas o ninguna fisura de interconexión.
M (Medio)	Continuaciones del desarrollo de las fisuras de piel de cocodrilo, finas, en una red de fisuras descascaradas.
H (Alto)	El patrón o red de fisuras muestra un progreso tal que las piezas que conforman la piel de cocodrilo están bien definidas y descascaradas en los bordes.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Aplicar sellado de la superficie afectada con emulsión bituminosa o rejuvenecedora
M (Medio)	Bacheo superficial; mezclas asfálticas en frío/o caliente. Bacheo parcial (capa asfáltica); mezclas asfálticas en frío/o caliente. Bacheo profundo; incluido reposición de base granular.
H (Alto)	Bacheo profundo; incluida reposición de base granular. Reposición y mejoramiento del drenaje superficial y/o profundo (en combinación con técnica precedente).

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

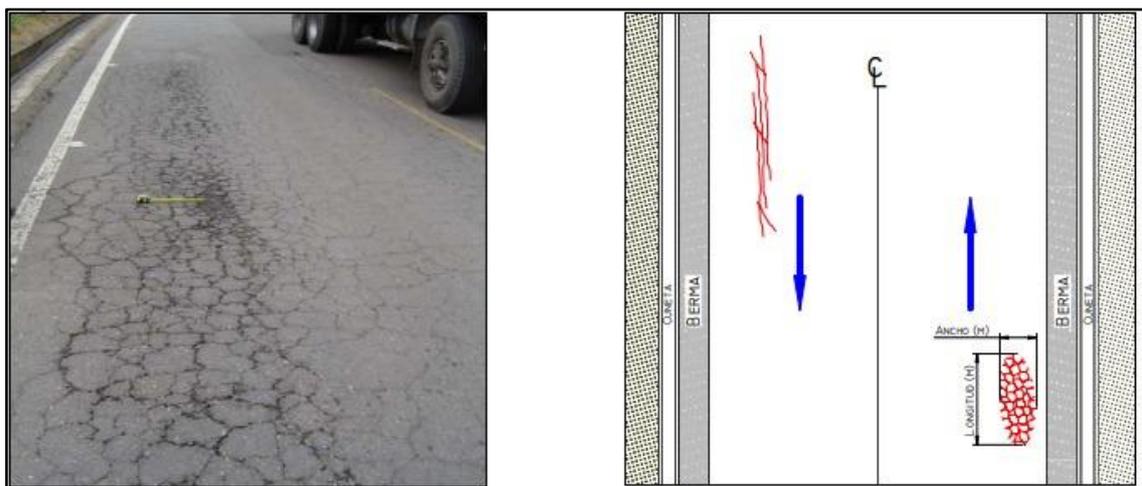


Figura 18: Piel de cocodrilo (m2)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 4: Catálogo de falla Exudación (m<sup>2</sup>)

2. EXUDACIÓN (M <sup>2</sup> )	
<p>La exudación se presenta en la superficie del pavimento como una capa delgada de material bituminoso, y crea una superficie reflexiva y cristalina que generalmente se vuelve pegajosa.</p> <p>La exudación es causada por: cantidades excesivas de cemento asfáltico o alquitranes en el compuesto, la aplicación excesiva de un sello bituminoso.</p> <p>COMO MEDIR: Su medida es en m<sup>2</sup> del area superficial.</p>	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	No se adhiere a los neumáticos ni zapatos el asfalto, y es percibida sólo durante algunos días al año.
M (Medio)	La exudación causa la adherencia del asfalto a los neumáticos y zapatos, y es percibida sólo durante algunas semanas en el año.
H (Alto)	La exudación causa la adherencia del asfalto a los neumáticos y zapatos de forma excesiva, y es percibida sólo durante varias semanas en el año.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Ninguna acción
M (Medio)	Ninguna acción.
H (Alto)	Aplicar calor y rodillar arena dura sobre superficie. Bacheo parcial (capa asfáltica).

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

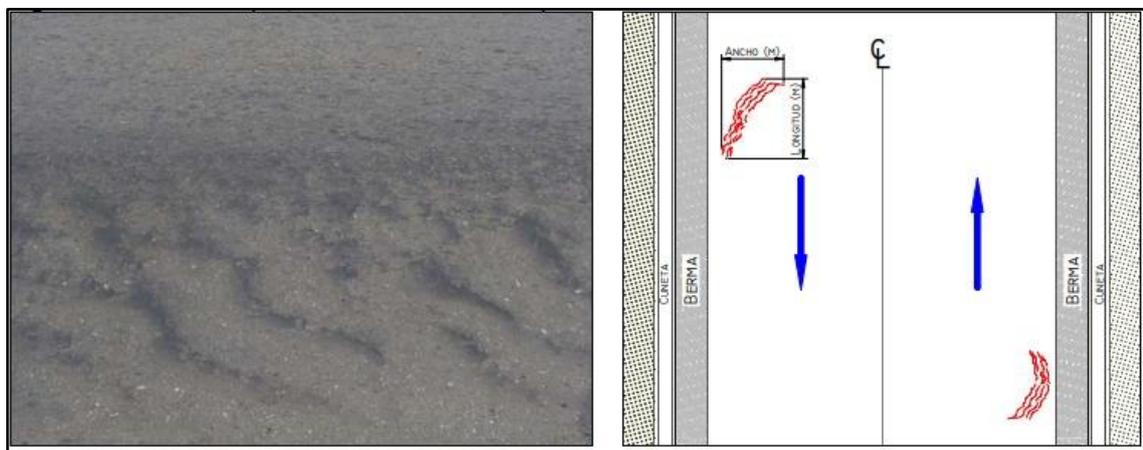


Figura 19: Exudación (m<sup>2</sup>)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 5: Catálogo de falla Agrietamiento en Bloque (m2)

3. FISURAS EN BLOQUE (M2)	
Las fisuras en bloque son causadas por la variación de temperatura y la contracción del concreto. Estas fisuras interconectadas que dividen el pavimento en piezas rectangulares. Las piezas rectangulares varían en tamaño desde aproximadamente 0.3 x 0.3m (1 x 1ft) hasta 3 x 3m (10x 10A). COMO MEDIR: Su medida es en m2 del area superficial.	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Los bloques están definidos por grietas de baja severidad.
M (Medio)	Los bloques están definidos por grietas de mediana severidad.
H (Alto)	Los bloques están definidos por grietas de alta severidad.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Ninguna acción
M (Medio)	Sellado de la superficie afectada con material bituminoso con recubrimiento agregado pétreo. Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).
H (Alto)	Sellado de la superficie afectada con material bituminoso con recubrimiento agregado pétreo. Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal). Bacheo parcial, capa asfáltica; mezclas asfálticas en frío o caliente.

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

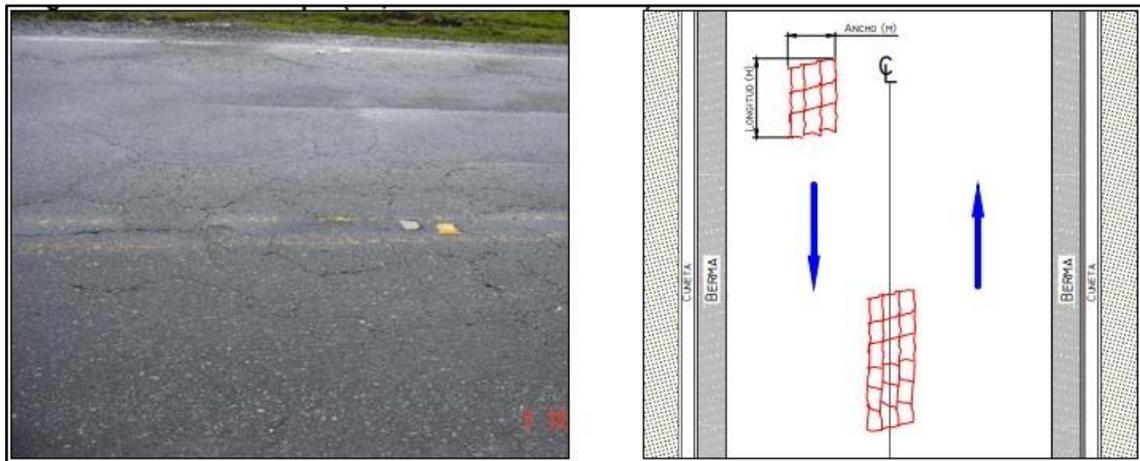


Figura 20: Agrietamiento en bloque

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 6: Catálogo de falla Abultamientos y Hundimientos (m2)

4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M2)	
<p>Los abultamientos son desplazamientos, localizados en la parte superior del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, ya que esta es producida por la inestabilidad del pavimento</p> <p>Los hundimientos son desplazamientos pequeños, bruscos y hacia debajo en la superficie del pavimento. Si los abultamientos se presentan en un modelo perpendicular al la dirección del tráfico y se encuentran separados unos de otros a menos de 3m (10ft), la falla es denominada corrugación. La distorsión y desplazamiento que ocurre sobre grandes áreas de la superficie del pavimento, causando grandes y largas depresiones o ambas en el pavimento, debe ser registrada como hinchamiento (swelling).</p> <p>COMO MEDIR: Su medida es en m2 del area superficial.</p>	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Nivel de servicio bueno
M (Medio)	Nivel de servicio medio
H (Alto)	Nivel de servicio bajo
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Ninguna acción
M (Medio)	Bacheo superficial nivelante; mezcla en frío / en caliente. Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.
H (Alto)	Bacheo superficial nivelante; mezclas en frío / en caliente. Bacheo parcial + nivelante; mezclas en frío / en caliente. Bacheo profundo; incluida reposición de base.

Fuente: (ASTM D6433, 2004)



Figura 21: Abultamiento (m2)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

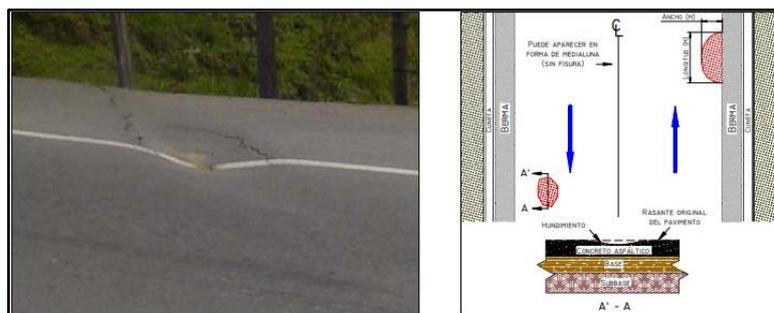


Figura 22: Hundimiento (m2)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 7: Catálogo de falla Corrugación (m2)

5. CORRUGACIONES (M2)	
La corrugación es una serie de cimas y depresiones cercanamente espaciadas a intervalos bastante regulares (generalmente menores a 3m (10A) a lo largo del pavimento. COMO MEDIR: Su medida es en m2 del area superficial.	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Calidad de tránsito de baja severidad.
M (Medio)	Calidad de tránsito de mediana severidad.
H (Alto)	Calidad de tránsito de alta severidad.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Ninguna acción
M (Medio)	Bacheo parcial capa asfáltica; mezclas en frío / en caliente. Perfilado en frío y tratamiento superficial asfáltico. Perfilado en frío y reposición con mezcla asfáltica en caliente.
H (Alto)	Bacheo parcial, capa asfáltica; Mezclas en frío / en caliente. Bacheo profundo; incluida reposición de base. Perfilado en frío y reposición con mezcla asfáltica en caliente.

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

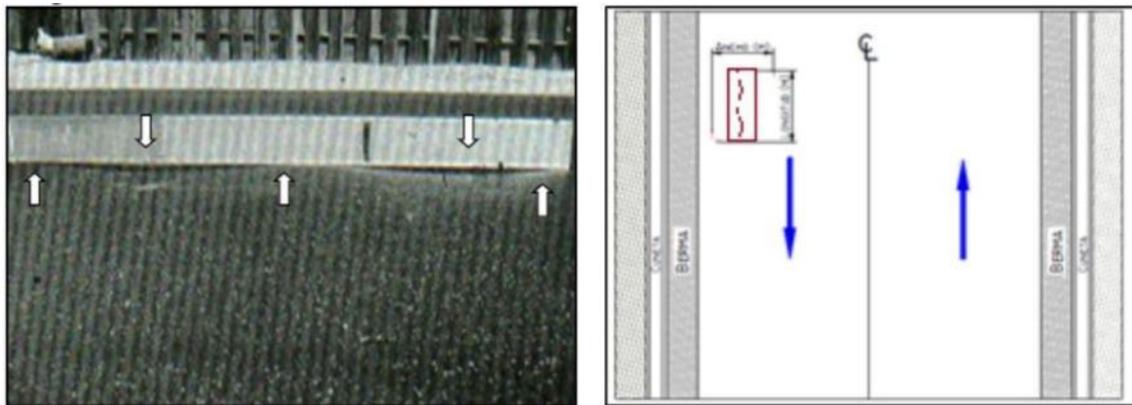


Figura 23: Corrugación (m2)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 8: Catálogo de falla Depresión (m2)

6. DEPRESIÓN (M2)	
<p>Las depresiones se presentan en zonas localizadas del pavimento con niveles de elevación ligeramente menores a aquellos que se encuentran alrededor del pavimento. Muchas veces, estas leves depresiones no son visibles sino después de la caída de la lluvia.</p> <p>Las depresiones son generadas por asentamientos de la sub-rasante o son el resultado de procedimientos constructivos defectuosos.</p> <p>COMO MEDIR: Su medida es en m2 del area superficial.</p>	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Profundidad de 13 a 25mm.
M (Medio)	Profundidad de 25 a 50mm.
H (Alto)	Profundidad de Más de 50mm.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Ninguna acción
M (Medio)	Ninguna acción; vigilar posible evolución. Perfilado en frío + tratamiento superficial.
H (Alto)	Bacheo profundo; incluida reposición de base granular.

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

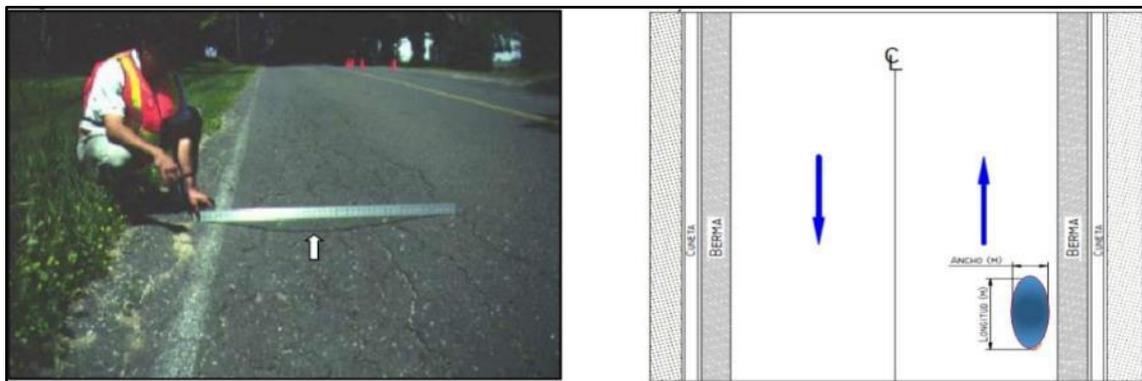


Figura 24: Depresión

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 9: Catálogo de falla Fisura de Borde (ml)

7. FISURA DE BORDE (ML)	
<p>Estas fisuras son paralelas al borde externo del pavimento y generalmente se encuentran a una distancia de 0.3 a 0.5m (1 a 1.5ft) del borde.</p> <p>Esta falla es acelerada por las cargas de tráfico y su origen se puede atribuir al debilitamiento de la base o la sub-rasante por congelamiento en zonas cercanas al borde del pavimento.</p> <p>COMO MEDIR: Su medida es en metros lineales.</p>	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento.
M (Medio)	Mediano fisuramiento con alguna fragmentación o desprendimiento
H (Alto)	Fragmentación considerable del borde de pavimento.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Ninguna acción
M (Medio)	Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena.
H (Alto)	Sellado de fisuras con mortero asfáltico; asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena. Bacheo parcial, capa asfáltica; mezclas asfálticas en frío o caliente.

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

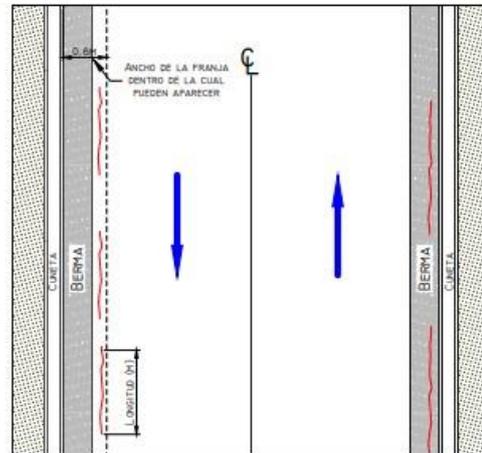


Figura 25: Grieta de borde (ml)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 10: Catálogo de falla Fisura de Reflexión de Junta (ml)

8. FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (ML)	
Se genera cuando en una losa de concreto, se construye un nuevo un pavimento asfáltico. Estas fisuras son causadas principalmente por el movimiento inducido por humedad o temperatura de las losas de concreto que se encuentran bajo la superficie del concreto asfáltico. COMO MEDIR: Su medida es en metros lineales.	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Fisura < 10mm, o fisura con relleno de cualquier ancho (material de relleno en buenas condiciones).
M (Medio)	Fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10mm y menor a 75mm; fisura sin relleno menor o igual a 75mm rodeada de fisuras secundarias leves; o, fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras secundarias.
H (Alto)	Cualquier fisura con o sin relleno rodeada de lisuras secundarias de mediana o alta severidad; fisuras sin relleno de ancho mayor a 75mm
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.
M (Medio)	Sellado de grieta. Parcheo de profundidad parcial.
H (Alto)	Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

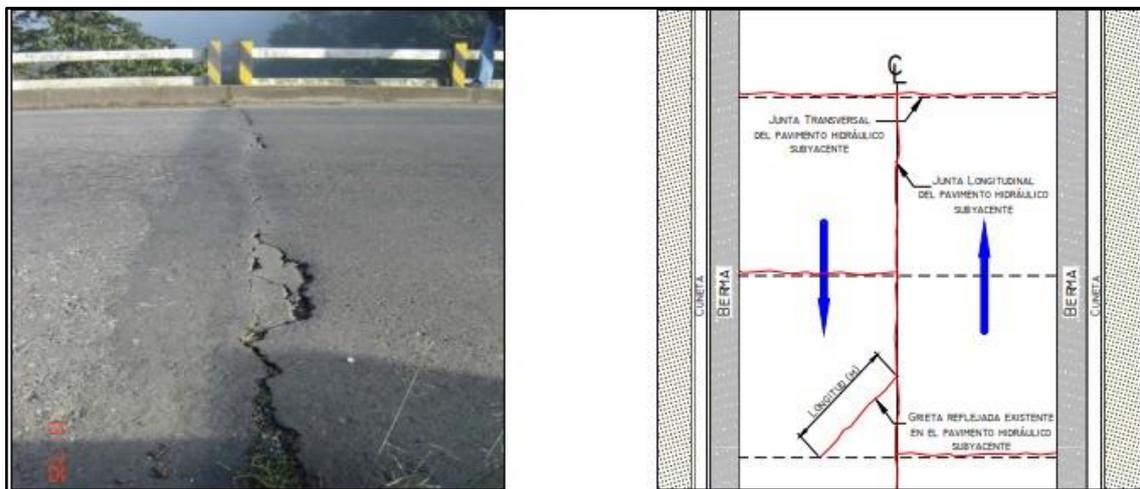


Figura 26: Grieta de reflexión de junta (ml)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 11: Catálogo de falla Desnivel Carril/Berma (ml)

9. DESNIVEL CARRIL / BERMA (ML)	
Se define como la diferencia en elevación de los bordes de la vereda y el pavimento. Esta patología es provocada por el desgaste de la vereda, el asentamiento de la vereda, o por la colocación de nuevas capas sin el debido ajuste del nivel. COMO MEDIR: Metro Lineal	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	La diferencia entre las elevaciones es mayor a 25mm y menor a 50mm
M (Medio)	La diferencia entre las elevaciones es mayor a 50mm y menor a 100mm.
H (Alto)	La diferencia entre las elevaciones es mayor a 100 mm
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel de carril.
M (Medio)	
H (Alto)	

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

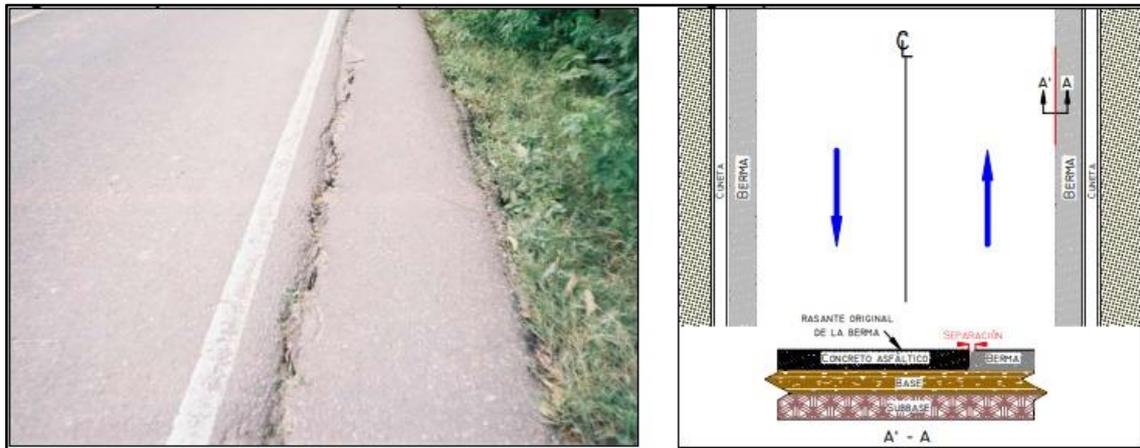


Figura 27: Desnivel de carril/berma (ml)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 12: Catálogo de falla Grietas Longitudinales y Transversales (ml)

10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (M)	
Son fisuras longitudinales que están en dirección perpendicular o paralela eje central del pavimento. COMO MEDIR: Su medida es en mL de toda la longitud	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Se cumple una de las siguientes condiciones (Fig. X1.28): Fisura sin relleno de ancho menor a 10mm (3/8 pulgada)
M (Medio)	Se cumple una de las siguientes condiciones (Fig. X1.29): Fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10mm (3/8 pulgada) y menor a 75mm (3 pulgadas); fisura sin relleno menor o igual a 75mm (3 pulgadas)
H (Alto)	Cualquier fisura con o sin relleno, rodeada de fisuras secundarias en forma aleatoria, de mediana o alta severidad; fisuras sin relleno de ancho mayor a 75mm (3 pulgadas); o, fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100mm
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
M (Medio)	Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena. Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).
H (Alto)	Sellado de fisuras con mortero asfáltico; asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena Bacheo parcial, capa asfáltica; mezclas asfálticas en frío o caliente. Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo. Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

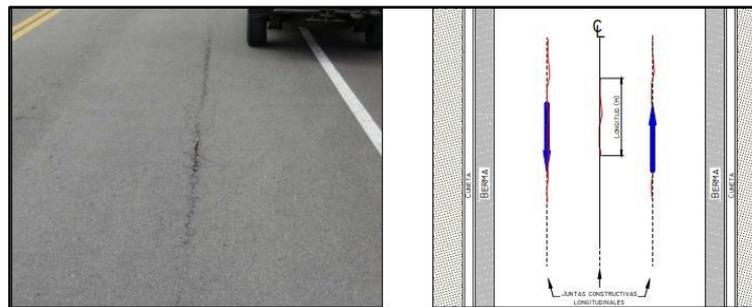


Figura 28: Grietas longitudinales (ml)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

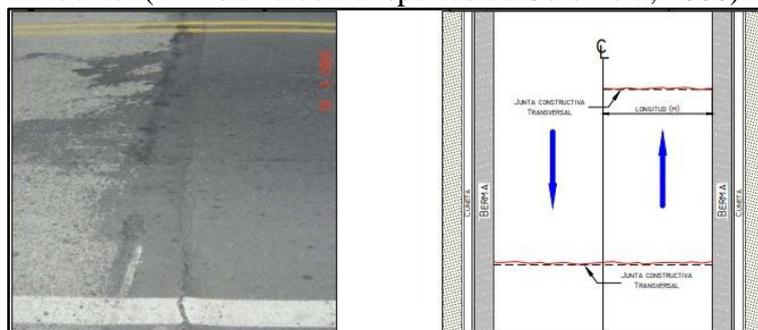


Figura 29: Grietas transversales (ml)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 13: Catálogo de falla Parcheo (m2)

11. PARCHEO (M2)	
<p>Se define como una zona del pavimento que fue reemplazada con un nuevo material para ser reparada. Un parche es considerado un defecto sin importar su comportamiento.            COMO MEDIR: Su medida es en m2 del área superficial.</p>	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	El parche se encuentra en buenas condiciones.
M (Medio)	El parche esta deteriorado e forma moderada.
H (Alto)	El parche se encuentra muy deteriorado.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Ninguna acción
M (Medio)	Sellado de fisuras con material bituminoso. Sellado de la superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica.
H (Alto)	Bacheo parcial (capa asfáltica); mezclas asfálticas en frío/en caliente. Bacheo profundo; incluyendo reposición base granular. Ambas técnicas a aplicar como sustitución de las reparaciones existentes Sustitución de las áreas reparadas mediante bacheo parcial o bacheo profundo s/ necesidades específicas de cada caso. Escarificación del pavimento existente y reconstrucción parcial con base granular y carpeta o tratamiento asfáltico.

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

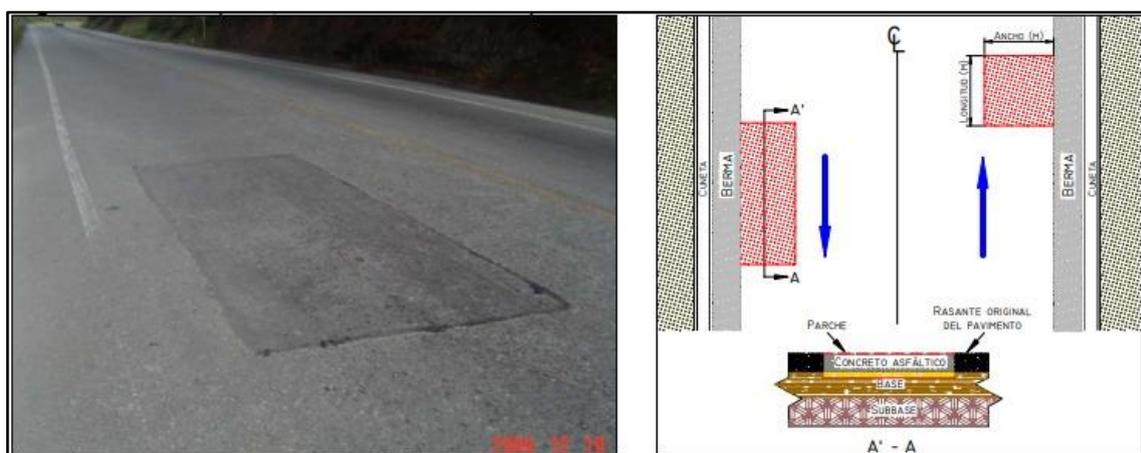


Figura 30: Parcheo(m2)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 14: Catálogo de falla Pulimiento de Agregados (m2)

12. PULIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	
<p>Esta falla es causada por repeticiones de carga de tráfico. El agregado pulido existe cuando una evaluación exhaustiva del pavimento revela que la cantidad de agregado que se extiende sobre el asfalto es muy escasa, o no existe aspereza o partículas de agregado angular que proporcionen buena resistencia al deslizamiento.</p> <p>COMO MEDIR: Su medida es en m2 del área superficial.</p>	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	<p>No hay niveles de severidad definidos; sin embargo, el nivel de pulido debe ser claramente notable en la unidad de muestra, y la superficie de agregado debe ser suave al tacto.</p>
M (Medio)	
H (Alto)	
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	<p>Aplicación de una lechada (asfáltica o cemento) en áreas localizadas.</p> <p>Sellado de la superficie con lechada asfáltica.</p>
M (Medio)	<p>Restauración de la textura y lisura para rodamiento (aserrado de surcos transversales).</p> <p>Tratamientos con solución de ácido muriático (HCL diluido), aplicado superficialmente (desgaste superficie, no aplicable cuando los agregados son degradables).</p>
H (Alto)	<p>Tratamientos con solución de ácido muriático (HCL diluido), aplicado superficialmente (desgaste superficie, no aplicable cuando los agregados son degradables).</p>

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

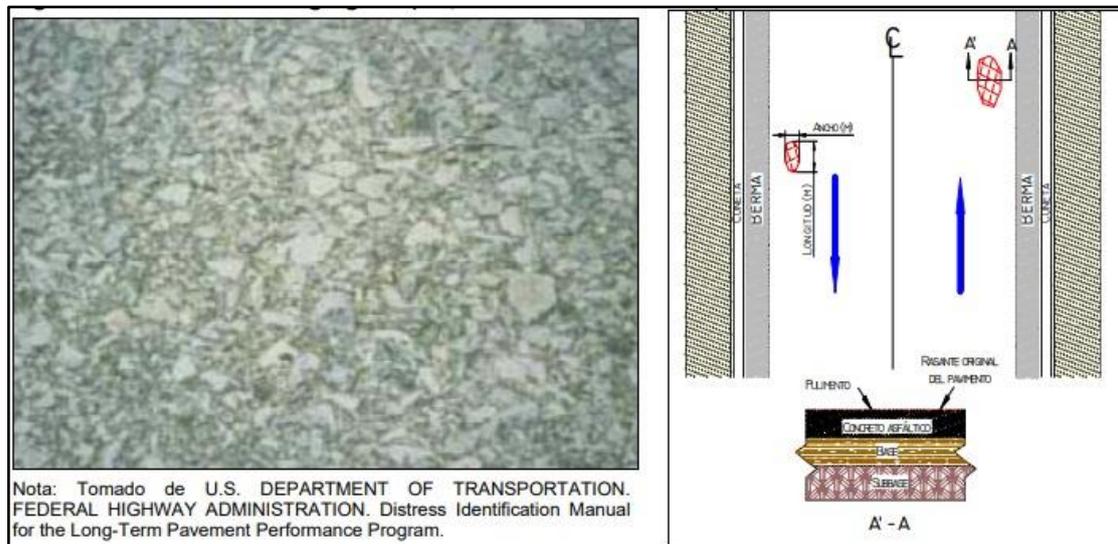


Figura 31: Pulimiento de agregados (m2)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 15: Catálogo de falla Huecos (und)

13. HUECO (UND)				
Los baches son pequeñas depresiones en la superficie del pavimento en forma de ollas que generalmente no superan los 750mm (30 pulgadas) en diámetro. COMO MEDIR: Son contados y registrados por separados según su nivel de severidad				
NIVELES DE SEVERIDAD				
L (Bajo)	Máxima profundidad del Bache	Diámetro Promedio (mm) (pulgada)		
		100 a 200mm (4 a 8 pulgadas)	200 a 450mm (8 a 18 pulgadas)	450 a 750mm (18 a 30 pulgadas)
M (Medio)	13 a ≤ 25mm (1/2 a 1 pulgada)	L	L	M
H (Alto)	>25 y ≤ 50mm (1 a 2 pulgadas)	L	M	H
	> 50mm (2 pulgadas)	M	M	H
OPCIONES DE REPARACIÓN				
L (Bajo)	Bacheo superficial; mezcla asfáltica en frío/caliente. Bacheo superficial+ sellado de superficie (preventivo)			
M (Medio)	Bacheo parcial + tratamiento superficial asfáltica o recapado delgado c/mezcla asfáltica.			
H (Alto)	Bacheo profundo; incluyendo reposición base granular. Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal) (1 o más aplicaciones). Escarificación del revestimiento asfáltico con o sin recubrimiento de grava. Escarificación del pavimento existente y reconstrucción parcial con base granular y carpeta o tratamiento asfáltico.			

Fuente: (ASTM D6433, 2004)



Figura 32: Hueco (und)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 16 : Catálogo de falla Cruce de Vía Ferrea (m2)

14. CRUCE DE VÍA FERREA (M2)	
Se define como abultamientos o depresiones que se encuentran alrededor o entre los rieles, o ambos. COMO MEDIR: Su medida es en m2 del área superficial	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Cuando genera una calidad de tránsito de baja severidad
M (Medio)	Cuando genera una calidad de tránsito de mediana severidad
H (Alto)	Cuando genera una calidad de tránsito de alta severidad
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	No se hace nada.
M (Medio)	Parqueo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
H (Alto)	Parqueo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

Fuente: (ASTM D6433, 2004)



Figura 33: Cruce de vía férrea (m2)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 17: Catálogo de falla Ahuellamiento (m2)

15. AHUELLAMIENTO (M2)	
Se define como una depresión superficial generada por las ruedas del vehículo. Al ser medido, presenta elevaciones a los lados del ahuellamiento, pero, muchas veces, los ahuellamientos son mas perceptibles con la presencia de las lluvias. COMO MEDIR: Su medida es en m2 del área superficial	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Profundidad de 6 a 13mm (¼ a ½ pulgada).
M (Medio)	Profundidad de 13 a 25mm (>½ a 1 pulgada).
H (Alto)	Profundidad de 25mm (> 1 pulgada).
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Ninguna acción
M (Medio)	Bacheo superficial nivelante: mezcla en frío / en caliente. Bacheo parcial capa asfáltica: mezcla en frío / caliente.
H (Alto)	Badén parcial, capa asfáltica: mezcla en frío / en caliente. Badén profundo: incluido posición de base. Perfilado en frío y reposición con recapado con mezcla en caliente. Preparación previa mediante aplicación de alguno de los tratamientos precedentes y recapado con mezcla asfáltica en caliente. Escarificación parcial con pavimento existente y reconstrucción con base granular y carpeta o tratamiento superficial asfáltico.

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

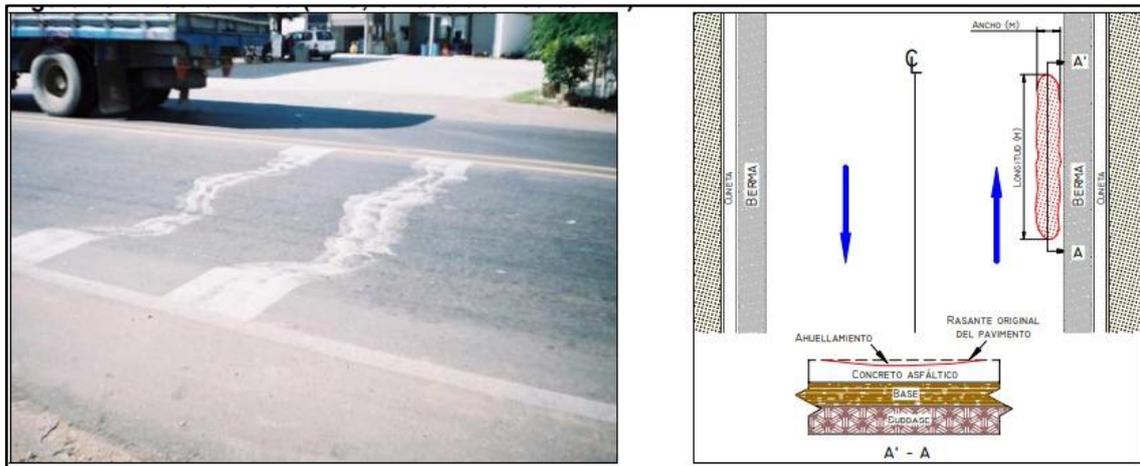


Figura 34: Ahuellamiento (m2)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 18: Catálogo de falla Desplazamiento (m2)

16. DESPLAZAMIENTO (M2)	
Esta patologia se produce con las repetitivas cargas de trafico presentando una onda corta y brusca en la superficie del pavimento, asi mismo formando un corrimiento longitudinal en un área localizada. COMO MEDIR: Su medida es en m2 del área superficial	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Cuando genera una calidad de tránsito de baja severidad
M (Medio)	Cuando genera una calidad de tránsito de mediana severidad
H (Alto)	Cuando genera una calidad de tránsito de alta severidad
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	No se hace nada. Fresado.
M (Medio)	Fresado. Parcheo parcial o profundo.
H (Alto)	Fresado. Parcheo parcial o profundo.

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

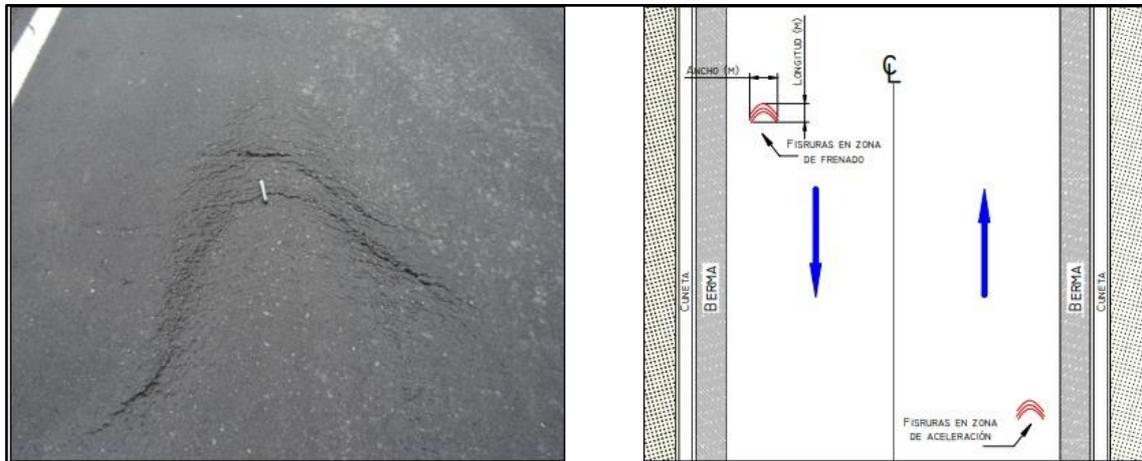


Figura 35: Desplazamiento (m2)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 19: Catálogo de falla Grietas Parabólicas (m2)

17. GRIETAS PARABÓLICAS (M2)	
Se define como fisuras que generalmente se presentan en forma transversal a la dirección del tránsito. Estas fisuras se producen por acción del frenado de las ruedas ó cambio de dirección, la superficie del pavimento se desliza o deforma. COMO MEDIR: Su medida es en m2 del área superficial	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Cuando el ancho promedio de la fisura es menor a 10mm (3/8 pulgada).
M (Medio)	Cuando se cumple una de las siguientes condiciones (Fig. X1.48): el ancho promedio de la fisura es $\geq 10$ y $< 40$ mm ( $\geq 3/8$ y $< 1\frac{1}{2}$ pulgada).
H (Alto)	Cuando se cumple una de las siguientes condiciones (Fig. X1.49): el ancho promedio de la fisura es $> 40$ ( $1\frac{1}{2}$ pulgada).
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Ninguna acción (previa mejora del drenaje).
M (Medio)	Aplicar sellado de superficie afectada con emulsión bituminosa. Sellado de fisuras con emulsión bituminosa/ asfalto liquido Bacheo parcial, capa asfáltica; mezclas asfálticas en caliente.
H (Alto)	Escarificación carpeta asfáltica existente y reposición con mezcla asfáltica en caliente

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

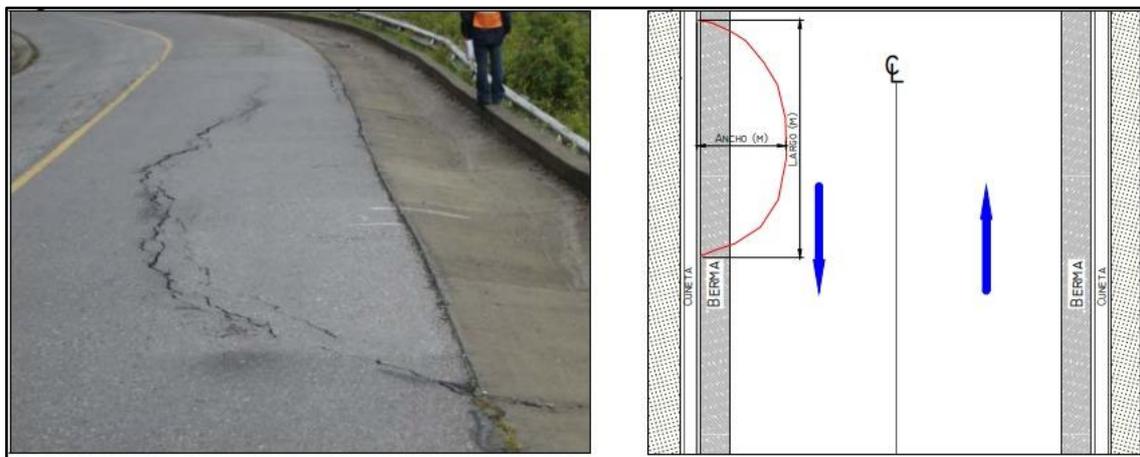


Figura 36: Grietas parabólicas (m2)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 20: Catálogo de falla Hinchamiento (m<sup>2</sup>)

18. HINCHAMIENTO (M <sup>2</sup> )	
<p>Esta patología se describe por presentar una protuberancia sobre la superficie del pavimento, una ondulación gradual y larga de más de 3m (10 pies) de longitud. Un hinchamiento puede estar acompañado de fisuramiento superficial. Este tipo de falla generalmente es causada por el congelamiento del material de la subrasante o por la presencia de suelos expansivos.            COMO MEDIR: Su medida es en m<sup>2</sup> del área superficial.</p>	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Cuando genera una calidad de tránsito de severidad baja. Los hinchamientos de baja severidad no siempre son fáciles de distinguir.
M (Medio)	Cuando genera una calidad de tránsito de severidad mediana.
H (Alto)	Cuando genera una calidad de tránsito de severidad alta.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Ninguna acción
M (Medio)	Ninguna acción; vigilar posible evolución. Perfilado en frío + tratamiento superficial. Bacheo profundo; incluido reposición de base granular.
H (Alto)	Bacheo profundo; incluida reposición de base granular. Escarificación parcial con pavimento existente reconstrucción con base y carpeta asfáltica o tratamiento asfáltico s/tránsito. Recomposición o mejoramiento del sistema de drenaje superficial y/o profundo (en combinación con las técnicas precedentes).

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

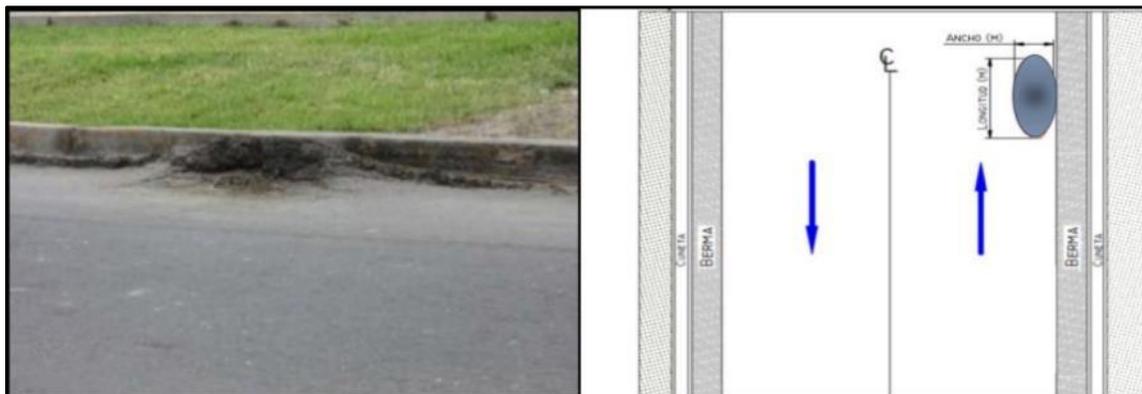


Figura 37: Hinchamiento (m<sup>2</sup>)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)

Tabla 21: Catálogo de falla Desprendimiento de Agregados (m2)

19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	
<p>Las peladuras y los desprendimientos son el desgaste en la superficie del pavimento debido a la disminución de las partículas del agregado removidas y alquitran o ligante asfáltico. Estas fallas nos indican que el ligante asfáltico ha sufrido un endurecimiento considerable ó que estamos en presencia de una mezcla de calidad baja. COMO MEDIR: Su medida es en m2 del área superficial.</p>	
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Bajo)	Cuando el agregado o el ligante ha comenzado a desprenderse. En algunas áreas la superficie comienza a mostrar hoyos.
M (Medio)	Cuando se ha desprendido el ligante o los agregados. La textura en la superficie es moderadamente rugosa y presenta pequeños hoyos.
H (Alto)	Las áreas ahuecadas son menores a 10mm (4 pulgadas) en diámetro y menores a 13mm (1/2 pulgada) en profundidad.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Bajo)	Ninguna acción
M (Medio)	Aplicar riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en toda la superficie. Sellado de la superficie afectada con material bituminoso y recubrimiento de arena. Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal).
H (Alto)	Bacheo superficial; mezcla asfáltica de frío/en caliente. Sellado de la superficie afectada con material bituminoso y recubrimiento de arena. Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal)

Fuente: (ASTM D6433, 2004)

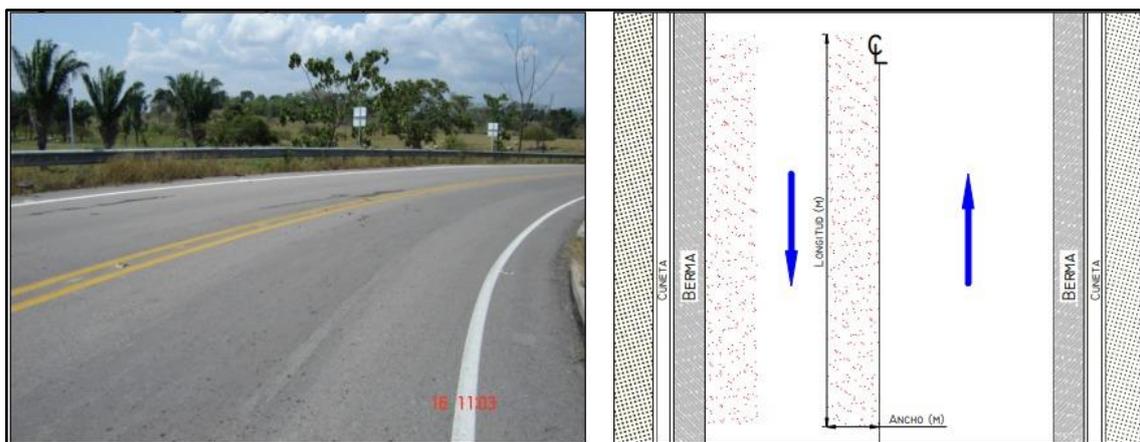


Figura 38: Desprendimiento de agregados (m2)

Fuente: (Ministerio de transportes de Colombia, 2006)



### 2.2.6. Vehículo aéreo no tripulado

Los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) o UAV (Unmanned Aerial Vehicle), comúnmente conocidos como drones, son en esencia pequeñas plataformas aéreas (helicópteros, cuadricópteros, hexacópteros o pequeños aviones) que se operan a distancia o en forma automática (programada). Sin embargo esta tecnología tiene un amplio espectro de usos pacíficos en aplicaciones civiles a partir de la obtención de fotografías, videos, y termogramas los cuales después de un tratamiento digital, pueden ser convertidas en aerofoto mosaicos georreferenciados, orto fotografías, matrices de alturas y modelos 3D a partir del uso de las coordenadas de los centros de proyección de las imágenes, la información almacenada en el piloto automático y los puntos de apoyo que se establecen en el terreno previamente al vuelo. (Martinez Fernandez, Ojeda Martinez, Perez García, & Bravo Lorenzo, 2009)



*Figura 39: Drone Mavic 2 Pro*  
Fuente: Elaboración propia

### 2.2.7. Metodología VANT

La presente metodología de evaluación consiste en dos etapas, una en campo y otra en gabinete. La etapa de campo consiste en relevar la información mediante un vuelo programado donde el VANT captura imágenes del estado superficial de la vía en estudio. Es importante resaltar que la persona quien realiza el vuelo debe ser un Operador o Piloto acreditado, con el fin de ejecutar un vuelo seguro y pueda tomar las decisiones acertadas frente a cualquier problema que se presente durante la ejecución del vuelo. La etapa de gabinete se basa en el procesamiento y análisis de las imágenes adquiridas para la obtención de orto fotos y modelos digitales en tres dimensiones que luego se usarán para la inspección del pavimento mediante el método PCI. (Cruz Toribio, 2019)



Para la aplicación de la metodología VANT es necesario el uso de aplicativos y software para la recolección y procesamiento de información.

#### 2.2.4.6. **Aplicativo Pixar4DCapture**

Es una herramienta para capturar automáticamente datos de imágenes (RGB, térmicos) para obtener modelos y mapas 3D óptimos. Procesa imágenes posteriores al vuelo fácilmente en la nube o en aplicaciones de escritorio, produciendo mapas y modelos georreferenciados que se adaptan a muchas necesidades.



*Figura 40: Logo de aplicativo Pix4Dcapture*  
Fuente: Google (Pix4Dcapture)

#### 2.2.4.7. **Aplicativo DJI GO4**

Aplicativo que proporciona el ajuste de la transmisión de imágenes y ajustes de la cámara en tiempo real, así como la edición y la difusión de las imágenes aéreas.



*Figura 41: Logo de aplicativo DJI GO4*  
Fuente: Google (DJI GO4)



#### 2.2.4.8. Agisoft Metashape

Agisoft Metashape es un producto de software independiente que realiza el procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales y genera datos espaciales en 3D para su uso en aplicaciones GIS, documentación del patrimonio cultural y producción de efectos visuales, así como para mediciones indirectas de objetos de varias escalas.

Una técnica de fotogrametría digital bien implementada y aplicada con métodos de visión por computador da como resultado un sistema de procesamiento automatizado inteligente que, por un lado, puede ser gestionado por un recién llegado en el campo de la fotogrametría y, por otro, tiene mucho que ofrecer a un especialista que puede ajustar el flujo de trabajo a numerosas tareas específicas y a diferentes tipos de datos. A través de varios casos de estudio, Metashape demuestra producir resultados precisos y de calidad.



*Figura 42: Logo de software Agisoft Metashape*  
Fuente: Google (Agisoft Metashape)

### 2.3. Hipótesis

#### 2.3.1. Hipótesis General

El análisis comparativo del estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT, no varían significativamente en los resultados, en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac).

#### 2.3.2. Sub Hipótesis

##### **Sub Hipótesis N°01**

Las fallas encontradas mediante la metodología del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac) son depresiones, ahuellamientos, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales.

##### **Sub Hipótesis N°02**

La comparación de los resultados de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT difiere en un 2% a 3%.



### **Sub Hipótesis N°03**

El nivel de confiabilidad de la metodología VANT frente a la metodología tradicional del PCI es de un 95%.

### **Sub Hipótesis N°04**

La metodología VANT es más eficiente en tiempo y costo para la evaluación de pavimentos flexibles

## **2.4. Definición de Variables**

### **2.4.1. Variables Dependientes**

- Fallas
- Nivel de confiabilidad
- Eficiencia en costo y beneficio

### **2.4.2. Variables Independientes**

- Metodología del PCI
- Metodología VANT
- Estado actual del pavimento



### 2.4.3. Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 22: Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
Denominación	Naturaleza	Indicador	Unidad de medida	Instrumento	Dimension	Definición Conceptual
<b>Variable Independiente</b>						
Metodología del PCI	Cuantitativo	Clasificación	% Porcentaje	Información Visual (tablas)	Ingeniería	Metodología para la evaluación de pavimentos
Metodología VANT	Cuantitativo	Clasificación	% Porcentaje	Información Visual (tablas), drone, apps (agisoft , pix4d capture)	Ingeniería	Metodología para la evaluación de pavimentos
Estado actual del pavimento	Cualitativo	Grado de deterioro	Cantidad / número (escala)	Guía metodológica de recolección de datos	Ingeniería	Medida que califica en que condición esta el pavimento
<b>Variable Independiente</b>						
Fallas del pavimento	Cualitativo	Inventario de fallas	Clase	Medida por área y longitud	Ingeniería	Deterioro existente en el pavimento
Nivel de confiabilidad	Cuantitativo	Porcentaje	Porcentaje	Recolección de datos y comparación	Ingeniería	Parámetro que demuestra si la diferencia es significativa entre valores
Eficiencia en tiempo y costo	Cuantitativo	Porcentaje	Días y soles	Recolección de datos y	Ingeniería	Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función

Fuente: Elaboración propia



## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Metodología de la tesis**

#### **3.1.1. Enfoque de la investigación**

Según (Hernández Sampieri, Fernádes Collado, & Baptista Lucio, 2014) señala que: el enfoque cuantitativo usa recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento.

Por consiguiente, el enfoque empleado para la investigación es cuantitativa ya que se utiliza la recolección y análisis de datos para responder las hipótesis planteadas.

#### **3.1.2. Nivel de la investigación**

Según (Hernández Sampieri, Fernádes Collado, & Baptista Lucio, 2014) indica que: las investigaciones descriptivas pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refiera

Por consiguiente, el nivel de investigación es descriptivo, en vista de que la investigación recolecta información para ser analizada y procesada, obteniendo resultados que reflejan la condición real y actual del pavimento.

#### **3.1.3. Método de investigación**

La metodología aplicada en la investigación es Hipotético-Deductivo ya que, por medio de la observación de un problema de estudio, se formulan hipótesis siendo su validez posteriormente comprobadas.

### **3.2. Diseño de la investigación**

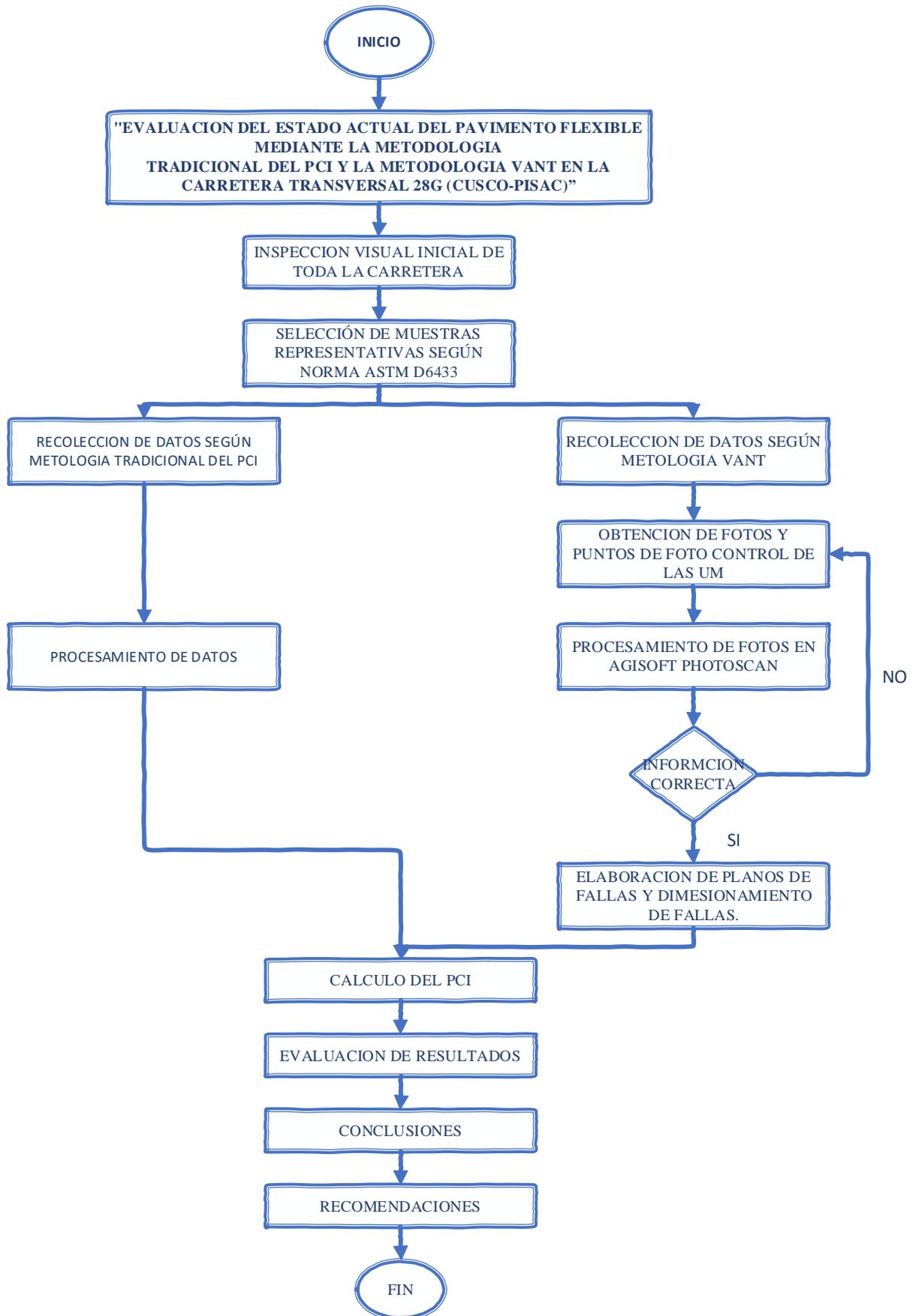
#### **3.2.1. Diseño metodológico**

Según (Hernández Sampieri, Fernádes Collado, & Baptista Lucio, 2014) señala que: en la literatura sobre la investigación cuantitativa es posible encontrar diferentes clasificaciones de los diseños teniendo una clasificación de “investigación experimental e investigación no experimental”.

Siendo esta investigación de diseño metodológico no experimental, ya que variables independientes no varían de forma intencional para ver su efecto sobre las dependientes, es decir que se observa un fenómeno en su contexto natural que después será analizado.



### 3.2.2. Diseño de ingeniería



Fuente: Elaboración propia



### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

##### 3.3.1.1. Descripción de la población

La población tomada para la presente investigación está dada por el pavimento flexible de la carretera 28G, el cual comprende desde la ciudad de Cusco hasta el distrito de Pisac.

##### 3.3.1.2. Cuantificación de la población

La carretera 28G tiene un punto de partida desde el callejón Retiro (Cusco) hasta el puente de Pisac, con una longitud de 32+360 km y un ancho de vía promedio de 6.5m, obteniendo una sección de área de 210 343.90 m<sup>2</sup>.

#### 3.3.2. Muestra

##### 3.3.2.1. Descripción de la muestra

Las muestras son unidades representativas de estudio de pavimento flexible que se encuentran en la carretera 28G (Cusco -Pisac), seleccionadas según el criterio de la norma ASTM D6433. Estas unidades de muestras representativas serán consideradas para ambas metodologías.

##### 3.3.2.2. Cuantificación de la muestra

Según la norma ASTM D6433, para determinar las unidades de muestra se toma en cuenta el ancho de vía y se considera como restricción que cada unidad de muestra (UM) debe tener un rango de  $230.0 \pm 93.0$  m<sup>2</sup>. A continuación, se muestra la tabla N°23 el cual representa las algunas relaciones de longitud – ancho de calzada pavimentada.

*Tabla 23: Relación de longitud - ancho de calzada pavimentada*

Ancho de calzada (m)	Longitud de unidad de muestra
5.0	46.0
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3(máximo)	31.5

Fuente: (Vasquez Velara, 2002)



Según la tabla N°4 se considera que la longitud de unidad de muestra es de 35.4 m en vista de que el ancho de calzada promedio es de 6.5 m, obteniendo un área por unidad de muestra de 230.1 m<sup>2</sup>, y se encuentra comprendida en el rango que dicta la norma.

Siendo la longitud total de la carretera pavimentada 28G de 32,360.00 m y el ancho de calzada promedio de 6.5 m, se obtiene un área total de estudio de 210,343.90 m<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta este dato, se halla la cantidad de unidades de muestra dividiendo el área total de estudio entre el área de la UM, obteniendo una cantidad de 915 unidades de muestra con un área promedio de 230.1 m<sup>2</sup>.

Para hallar el número mínimo de unidades de muestra se usó la fórmula (ver 2.2.4.4, Paso 1, a), obteniendo como resultado 16 unidades de muestra a evaluar que se encuentran correctamente distribuidos en toda la vía.

Para una correcta distribución de las unidades de muestra a ser evaluadas, se procede a calcular el intervalo de espaciamiento de forma sistemática y al azar. Las muestras deben ser correctamente espaciadas a través de toda la vía seleccionando la primera muestra al azar. Aplicando la fórmula (ver 2.2.4.4, Paso 1, b), se obtiene que las unidades de muestra a evaluar se encuentran en intervalos de 57 unidades. Lo cual se refiere que cada 57 unidades de muestra se tendrá una 1 unidad de muestra a evaluar.

Además de ello se consideran 5 unidades de muestra adicionales elegidas por el usuario con el fin de incluir muestras no representativas, éstas son pobres, buenas y/o excelentes que influyen en el resultado del índice de condición de pavimento.

Según (Vasquez Velara, 2002) indica que: “Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección”.



Figura 43: Distribución de unidades de muestra en la carretera 28G  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Coordenadas de cada unidad de muestra

PUNTO	ESTE	NORTE
UM-01	179308	8503541
UM-02	178919	8503999
UM-03	178403	8504886
UM-04	178063	8506373
UM-05	179185	8507191
UM-06	180347	8507588
UM-07	182206	8506974
UM-08	183913	8506934
UM-09	183304	8508020
UM-10	184808	8509000
UM-11	186722	8509468
UM-12	188130	8510484
UM-13	189156	8511842
UM-14	189932	8513581
UM-15	191511	8513890
UM-16	190640	8514151
UMA-01	181643	8507106
UMA-02	179276	8503935
UMA-03	183767	8507457
UMA-04	177894	8504725
UMA-05	191201	8514191

Fuente: Elaboración propia



Se tiene en cuenta que existe la falla geológica de Huancalle, donde hubieron anteriormente múltiples incidentes geológicos. Durante la evaluación de pavimentos en la zona de Huancalle presentamos dos unidades de muestra: la UM 12 y la UM 13, que son aledañas a la falla. Observando así que en esta zona no se encuentran fallas no típicas para ser evaluadas por lo cual no se colocaron unidades de muestra adicionales. Ya que no afectará la condición del pavimento.



*Figura 44: Falla geológica de Huancalle*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 45: Tramo de carretera - Huancalle*

Fuente: Elaboración propia



### **3.3.2.3. Método de muestreo**

El método de muestro que se usa para la presente investigación es probabilístico ya que la primera muestra será elegida al azar y posteriormente las siguientes muestras son dadas por un intervalo como es definido en 3.3.2.2.

### **3.3.2.4. Criterios de evaluación de la muestra**

Se elaboraron fichas de recolección de datos para la evaluación y análisis de las unidades de muestra del pavimento flexible de la carretera 28G para una correcta aplicación de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT.

Además de ello se elaboraron planos de fallas para cada unidad de muestra, el cual nos permite ubicar y verificar la severidad de cada tipo de falla, ya que cada una de estas posee su propio sombreado y su respectivo color de severidad para ser identificado.

### **3.3.3. Criterios de inclusión**

Se incluye todas las unidades de muestra de pavimento flexible en la vía, para ser estudiadas y evaluadas mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT, incluyendo el uso de drone.

## **3.4. Instrumentos**

### **3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos**

- Ficha técnica de recolección de datos para la metodología tradicional del PCI y metodología VANT.





*Figura 46: Laptop utilizada para el procesamiento de información*  
Fuente: Google (hp omen)

- Drone Mavic 2 Pro: Vehículo aéreo no tripulado que se usara para la recolección de datos del pavimento a analizar. Tiene las siguientes características: a) Cámara Hasselblad 4/3CMOS, b) Video 5.1k, c) Tiempo de vuelo de 46 minutos, d) Detección omnidireccional de obstáculos, e) Transmisión de video de 15km, f) RTH avanzado



*Figura 47: Drone Mavic 2 Pro*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 48: Control remoto del drone Mavic 2 Pro*  
Fuente: Elaboración propia



- Odómetro Manual: Instrumento utilizado para medir la distancia recorrida, el cual registra los datos en unidades de longitud.



*Figura 49: Odómetro manual*  
Fuente: Elaboración propia

- Wincha.
- Yeso.
- Celular con compatibilidad con el dron.
- Equipos de protección personal.
- Regla metálica.
- Regla milimétrica.



- Estación total marca Leica, prisma y trípode.



*Figura 50: Estación total*  
Fuente: Elaboración propia

- GPS diferencial Trimble de alta precisión.



*Figura 51: GPS diferencial Trimble*  
Fuente: Elaboración propia



- GPS GARMIN map60CSx.



*Figura 52: GPS GARMIN map60CSx*  
Fuente: Elaboración propia

- Libreta de campo.

### **3.5. Procedimientos de recolección de datos**

#### **3.5.1. Procedimiento de recolección de datos de forma tradicional**

##### a) Equipos

- Odómetro.
- Wincha.
- Yeso.
- EPPs.
- Ficha de recolección de datos.
- Regla metálica.
- Regla milimétrica.
- Cámara de celular.

##### b) Procedimiento de recolección de datos

- Para el desarrollo de recabación de información en la totalidad de la vía de 32.360 km se cuenta con 915 unidades de muestra con un área promedio de 230 metros cuadrados, para lo cual se tomó 16 unidades de muestras representativas y 5 unidades de muestra adicionales no representativas al azar.
- Se realiza una inspección previa de toda la vía en evaluación, con el fin de tener una idea general del estado actual del pavimento, esta actividad se realiza ya sea por desplazamiento personal o por vehículo.



- iii. Para tomar un ejemplo, usaremos la UM-09 ubicada en la localidad de Ccorao. Se empieza ubicando los límites de la unidad de muestra teniendo una longitud de 35.4 metros lineales haciendo uso del odómetro, procediendo a marcar con yeso el tramo a evaluar tal y como se muestra en las siguientes imágenes.



*Figura 53: Marcado de yeso de la unidad de muestra*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 54: Unidad de muestra – 09*  
Fuente: Elaboración propia

- iv. Se procede a registrar el número y tipo de unidad de muestra, además sus dimensiones con ayuda del odómetro en la ficha de evaluación.
- v. Se identifica todas las fallas encontradas en la unidad de muestra para su respectiva medición y posterior cuantificación de severidad, registrando la información obtenida en la ficha de evaluación.





vi. Los parámetros encontrados en la UM-09 fueron los siguientes:

- Se encontraron 5 tipos de fallas, los cuales fueron: Piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, grieta de borde, grietas longitudinales, parcheo y desprendimiento de agregados.
- Se encontraron diferentes tipos de severidades para los 5 tipos de falla, los cuales se detalla a continuación.
  - Severidad baja (L): 0.71 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 6.12 m<sup>2</sup> de agrietamiento en bloque, 2.40 ml de grietas longitudinales y transversales, 23.36 m<sup>2</sup> de parcheo y 49.56 m<sup>2</sup> de desprendimiento de agregados.
  - Severidad media (M): 12.20 ml de grieta de borde, 39.19 m<sup>2</sup> de parcheo, 13.60 ml de grietas longitudinales y transversales.
  - Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



*Figura 55: Falla de agrietamiento en bloque*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 56: Falla parcheo*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 57: Falla de desprendimiento de agregados*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 58: Fallas de grieta de borde*

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2. Procedimiento de recolección mediante la metodología VANT

#### a) Equipos

- Odómetro
- Wincha
- Yeso
- EPPs
- Ficha de recolección de datos
- Estación total y sus accesorios
- GPS diferencial Trimble
- GPS GARMIN map60CSx
- Celular iPhone
- Laptop
- Drone Mavic 2 Pro

#### b) Descripción de procedimiento

- i. Para el desarrollo de recolección de datos en la totalidad de la vía de 32.360 km se cuenta con 915 unidades de muestra con un área promedio de 230 metros cuadrados, para lo



cual se tomó 16 unidades de muestras representativas y 5 unidades de muestra adicionales no representativas al azar, teniendo un total de 21 muestras.

- ii. Con el fin de realizar un contraste entre ambas metodologías se tomará en cuenta la misma unidad de muestra del método tradicional, la cual es UM-09 ubicada en la zona de Ccorao.
- iii. Se realiza la ubicación exacta del tramo de estudio.
- iv. En vista que el dron utilizado Mavic 2 Pro no cuenta con un sistema RTK (sistema de posicionamiento y navegación que ofrece precisión centimétrica a la aeronave) se marcaron puntos de foto control aledaños a la vía en forma de “x” las cuales fueron georreferenciadas con una GPS diferencial y estación total, de esta forma tener una mayor precisión en el procesamiento de imágenes y así obtener un dimensionamiento más exacto de las fallas para la recolección de datos.



*Figura 59: Puntos de foto control de las unidades de muestra*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 60: Estación total para la georreferenciación de los puntos de foto control*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 61: Uso del GPS diferencia para georreferenciación de puntos de foto control*  
Fuente: Elaboración propia

- v. La elaboración de vuelo: Se debe establecer en una zona de despegue que puede ser dentro o fuera de la unidad de muestra donde no haya obstáculos para que el dron pueda despegar sin ningún tipo de inconvenientes y pueda realizar el vuelo de manera correcta, evitando cualquier tipo de daño o accidente.

Se recomienda una lista de verificación antes del vuelo como, por ejemplo:

- El dron debe contar con la batería cargada.
- Las hélices del dron deben estar colocadas correctamente.
- Verificar el entorno que este despejado de obstáculos, ya sea líneas de tensión, arboles, taludes o edificios.
- Conexión a internet para cargar el plan de vuelo.
- Conexión correcta entre el control remoto del dron y el celular.

Según la Norma Técnica Complementaria emitida por Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) indica que se debe considerar una separación vertical del DRON mayor a 20 metros y horizontal mayor a 30 metros en relación a cualquier obstáculo.

- vi. Se realizó la planificación del vuelo para el dron Mavic 2 Pro con la ayuda de dos aplicativos: “Pix4Dcapture” y el “DJI GO 4” que se encargan de programar el vuelo de forma automática y también verificar la calidad de imagen del dron.

El aplicativo DJI GO 4 configura la calidad de imagen que brinda la cámara del dron, y se configura de acuerdo la calidad de luz que se presenta en el momento, ya que el factor climático influye mucho en la visualización de las imágenes. Se debe tener en

cuenta que este aplicativo es específicamente para toda la familia de productos correspondientes a la marca DJI.



Figura 62: Sincronización entre el aplicativo DJI GO 4 y el Dron Mavic 2 Pro  
Fuente: Elaboración propia

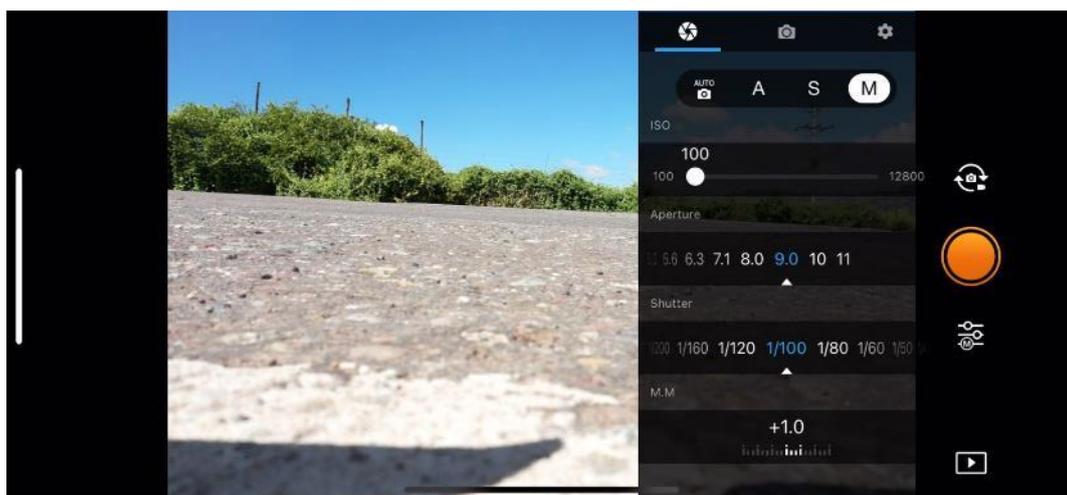


Figura 63: Ajuste de la cámara del dron mediante el aplicativo DJI GO 4  
Fuente: Elaboración propia

El aplicativo Pix4Dcapture establece el área a sobrevolar dándole parámetros de vuelo, tales como el modelo de cámara del dron, la altura de vuelo, porcentaje de traslape longitudinal y transversal entre fotografías y ángulo de cámara. Ver figura 62.

Se colocó la configuración del aplicativo para el plan de vuelo:

- Altura de vuelo : 30m
- Angulo de cámara : 90°
- Área de vuelo : 97m x 52m
- Traslape de vuelo : 80% - 70%

Para todas las unidades de muestra se consideró una altura de vuelo de 30 metros para que tengan una misma resolución de calidad de imagen en las orto fotos y no haya algún desfase en la medición de fallas.



Figura 64: Configuración del plan de vuelo en el aplicativo Pix4Dcapture

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el aplicativo calcula de manera automática el número de líneas de vuelo, la velocidad y el tiempo de vuelo. Además de ello el aplicativo verifica los permisos de vuelo ya que existen zonas restringidas (aeropuertos, zonas arqueológicas, zonas industriales y otros), cantidad de batería, conectividad, almacenamiento del dron, gps, etc.

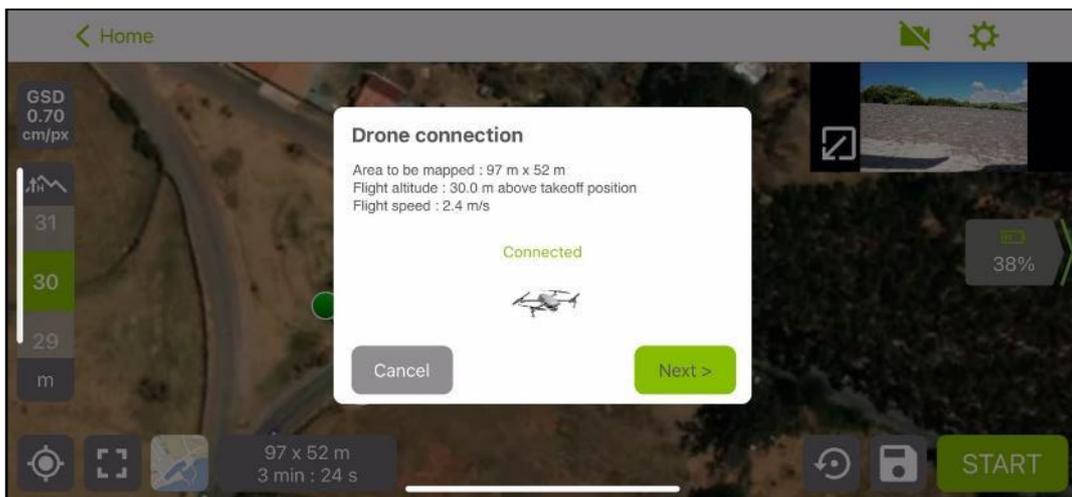
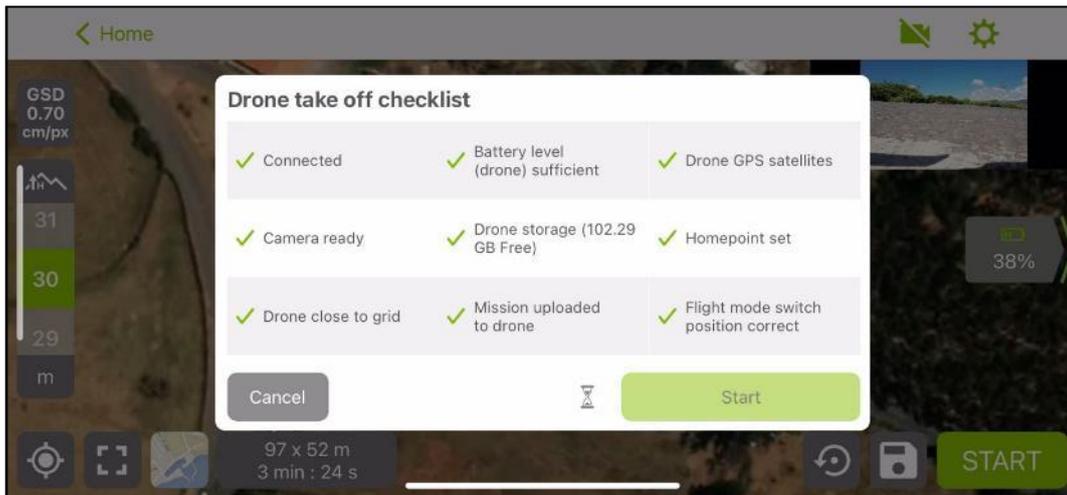


Figura 65: Área, altura y velocidad de vuelo en el aplicativo Pix4Dcapture

Fuente: Elaboración propia



*Figura 66: Verificación de los permision necesarios para que inicie el vuelo*  
Fuente: Elaboración propia

Una vez que todos los permisos sean aceptados, se le da inicio al vuelo automáticamente, donde se puede mostrar la trayectoria del drone, el número de GPS, velocidad, imágenes de transmisión, la batería del equipo, y la cantidad de fotografías tomadas. Y en caso de cualquier tipo de adversidad se recomienda pausar el vuelo y el drone automáticamente regresara al punto de despegue.



*Figura 67: Vista del transcurso de vuelo del drone Mavic 2 Pro*  
Fuente: Elaboración propia

Al concluir el vuelo todas las imágenes son descargadas a la memoria del drone, y al final se guardará como una carpeta de proyecto dentro del aplicativo Pix4Dcapture, mostrando toda la información del plan de vuelo.



Figura 68: Descarga de fotografías tomadas durante el vuelo  
Fuente: Elaboración propia

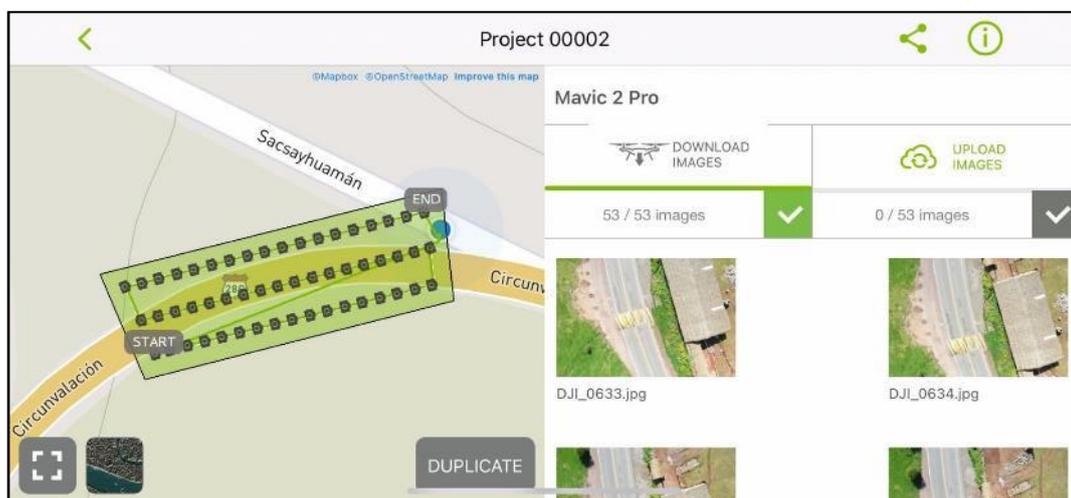


Figura 69: Proyecto de vuelo guardado en el aplicativo Pix4Dcapture  
Fuente: Elaboración propia

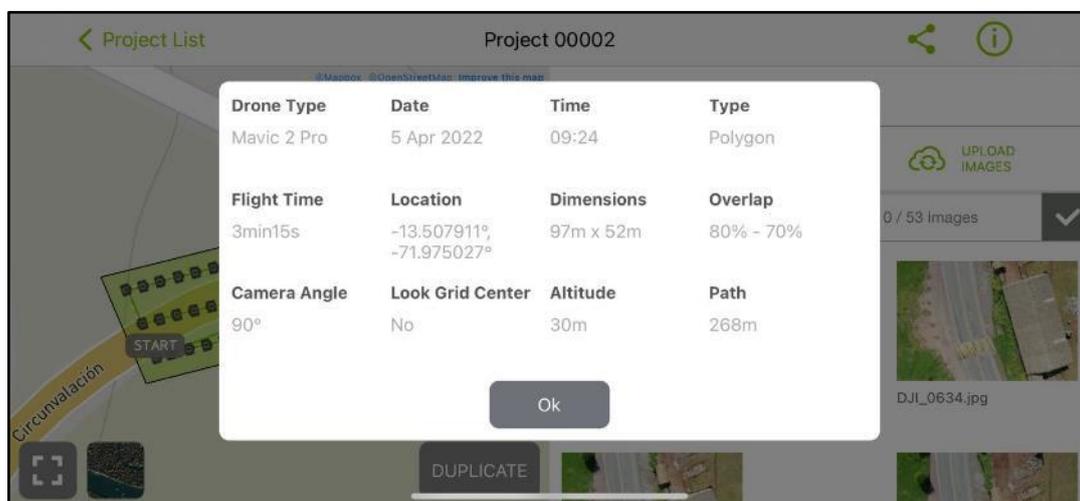
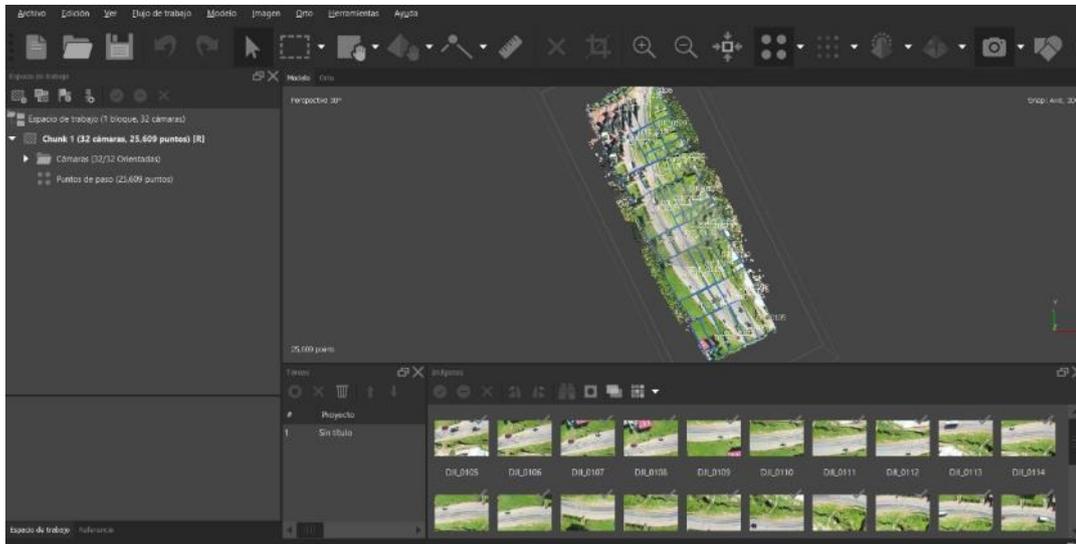


Figura 70: Resumen de los datos del vuelo  
Fuente: Elaboración propia

vii. Procesamiento de imágenes: Se utiliza el software Agisoft Metashape, el cual se encarga de reconocer las características de las imágenes recolectadas con el drone.

Una vez iniciado el programa se añade las imágenes creando de esta forma un flujo de trabajo, donde se selecciona la carpeta de fotos que serán cargadas al software que posteriormente son orientadas por el mismo programa



*Figura 71: Imágenes cargadas al software Agisoft Metashape*

Fuente: Elaboración propia

Creación de los puntos de paso y orientación automática de las fotografías.



*Figura 72: Creación de puntos y orientación de imágenes*

Fuente: Elaboración propia

Colocación de los puntos de foto control, a fin de que sean superpuestas correctamente las imágenes y reducir el error que existe en la georreferenciación.

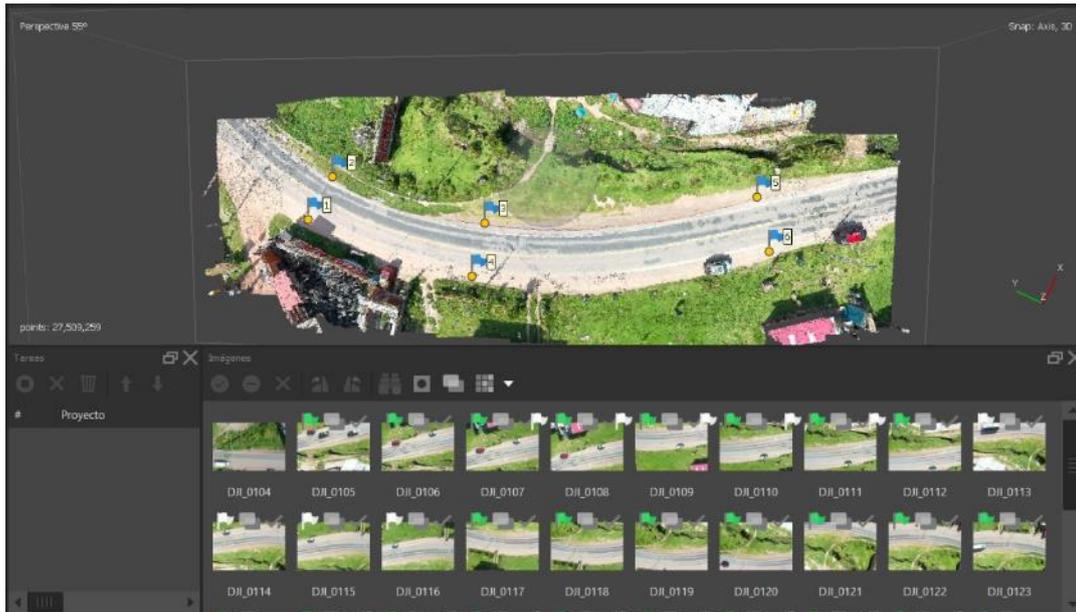


Figura 73: Colocación de puntos de foto control  
Fuente: Elaboración propia

Luego se procede a la creación de nube de puntos densa, la cual optimiza la imagen 3d.



Figura 74: Creación de nube de puntos densa  
Fuente: Elaboración propia

Se procede a la creación de malla digital y el modelo 3D, mejorando al mismo tiempo la textura de imágenes para tener un mejor desarrollo.



Figura 75: Creación de malla digital  
Fuente: Elaboración propia

Procediendo a la creación del modelo digital de elevaciones (DEM).

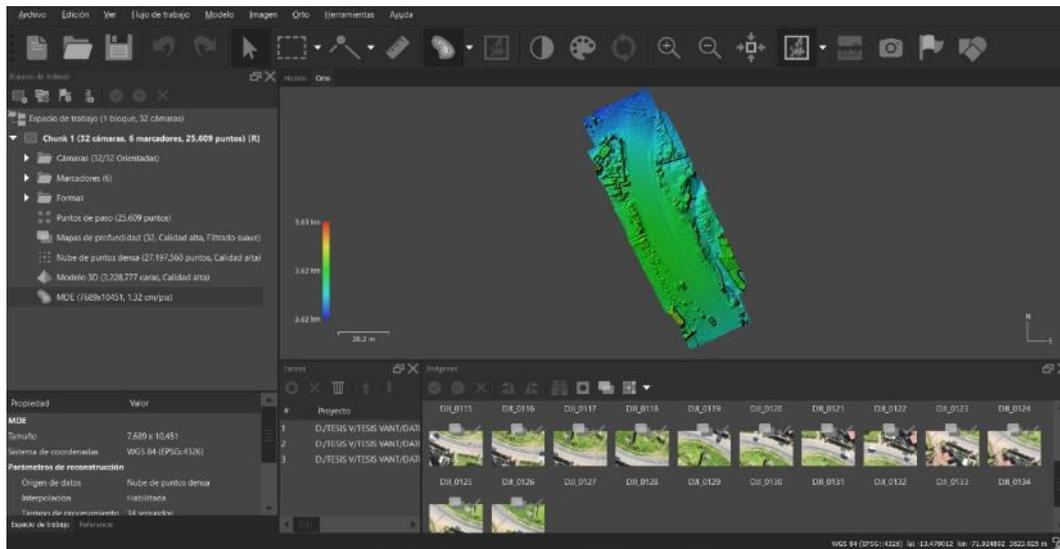


Figura 76: Creación del Modelo Digital de Elevaciones  
Fuente: Elaboración propia

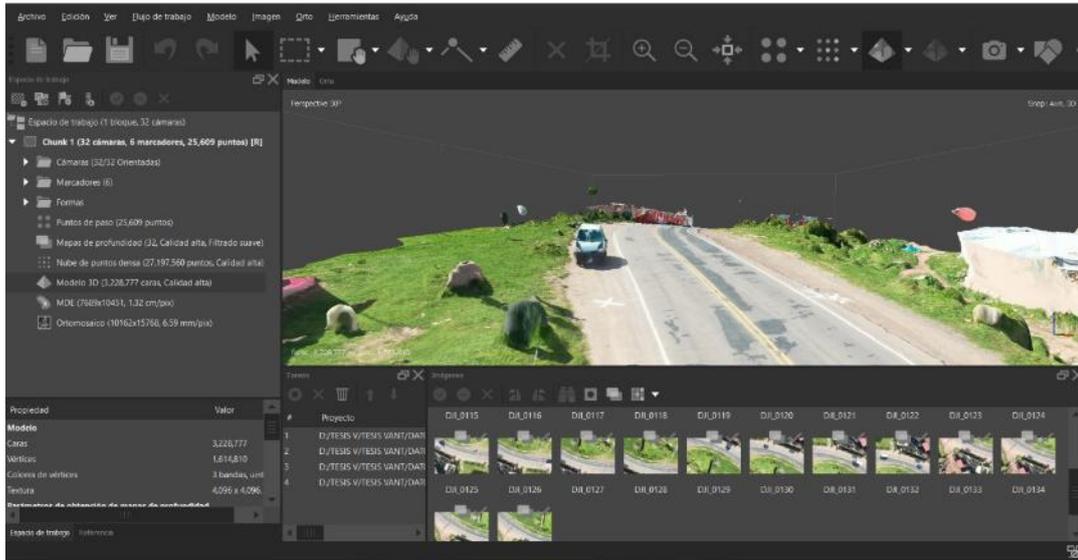


Figura 77: Creación de modelo 3D

Fuente: Elaboración propia

Limpieza de obstáculos (vehículos y personas) a fin de tener una vista libre, y así cuantificar mejor las fallas.

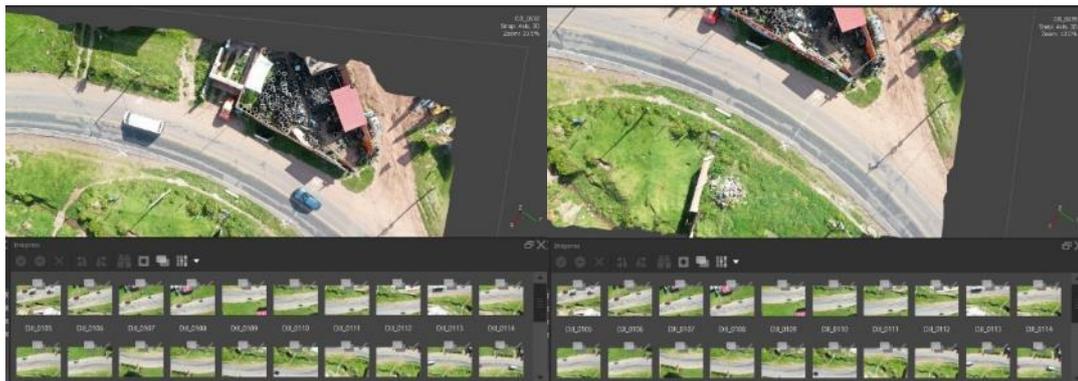


Figura 78: Limpieza de obstáculos

Fuente: Elaboración propia

Se concluye con la creación del orto mosaico, la cual se usa para dimensionar las fallas en el software AutoCAD Civil 3d.

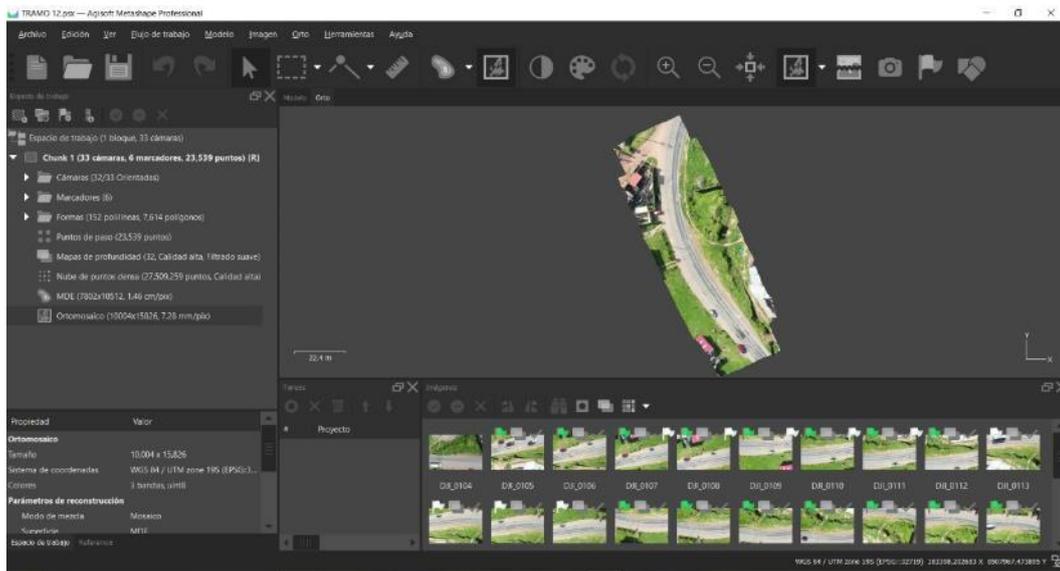


Figura 79: Creación de ortomosaico

Fuente: Elaboración propia

viii. Dimensionamiento de fallas encontradas en el software AutoCAD Civil 3D:

Se procede a cargar la orto foto en el software AutoCAD Civil 3D.

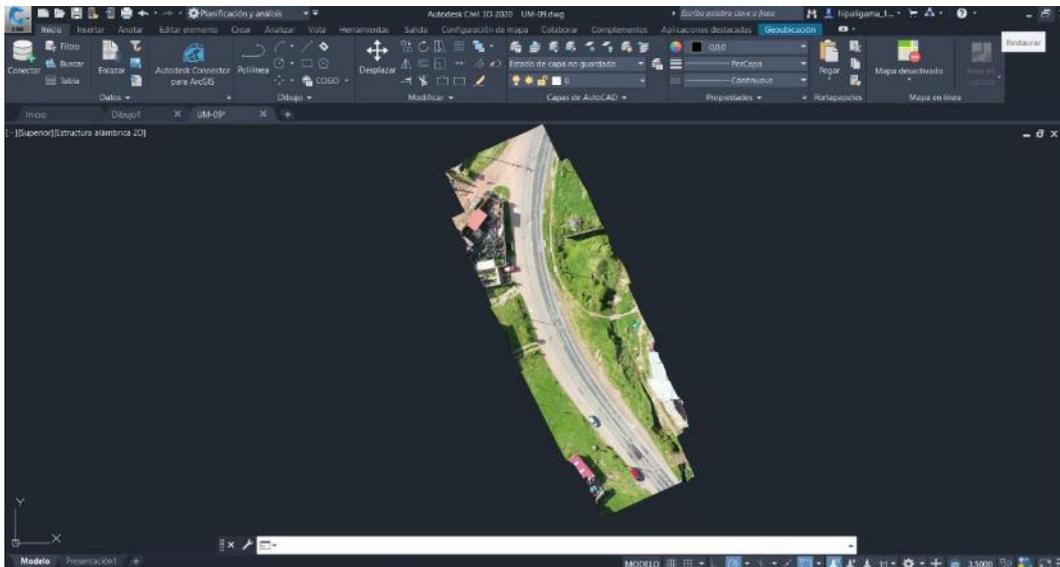


Figura 80: Dimensionamiento de fallas encontradas en el software Autocad Civil 3D

Fuente: Elaboración propia

Para una mejor identificación de las fallas y su severidad se procede a realizar una leyenda de todos los tipos de falla, donde muestra que cada falla tiene su respectivo sombreado y además su severidad está identificada por tres diferentes colores siendo estos: rojo (severidad alta), amarillo (severidad media) y verde (severidad leve).



1-PIEL DE COCODRILO	(n2) [Icon]	6-DEPRESION	(n2) [Icon]	11-PARCHEO	(n2) [Icon]	16-DESPLAZAMIENTO	(n2) [Icon]
2-EXUDACION	(n2) [Icon]	7-GRIETA DE BORDE	(n2) [Icon]	12-PULIMENTO DE AGREGADOS	(n2) [Icon]	17-GRIETA PARABOLICA	(n2) [Icon]
3-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	(n2) [Icon]	8-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	(n2) [Icon]	13-HUECOS	(n2) [Icon]	18-HINCHAMIENTO	(n2) [Icon]
4-ABLA TAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	(n2) [Icon]	9-BESNIVEL CARRIL/BERMA	(n2) [Icon]	14-CRUCE DE VIA FERREA	(n2) [Icon]	19-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	(n2) [Icon]
5-CORRUGACION	(n2) [Icon]	10-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	(n2) [Icon]	15-AHUELLAMIENTO	(n2) [Icon]		

LOW (BAJO) - GREEN    MEDIA (MEDIO) - YELLOW    HIGH (ALTA) - RED

Figura 81: Leyenda de tipo de fallas y severidad  
Fuente: Elaboración propia

Ubicar y enmarcar el tramo de estudio, identificando todas las fallas encontradas y colocándole el color respectivo a cada una de ellas de acuerdo a su severidad.

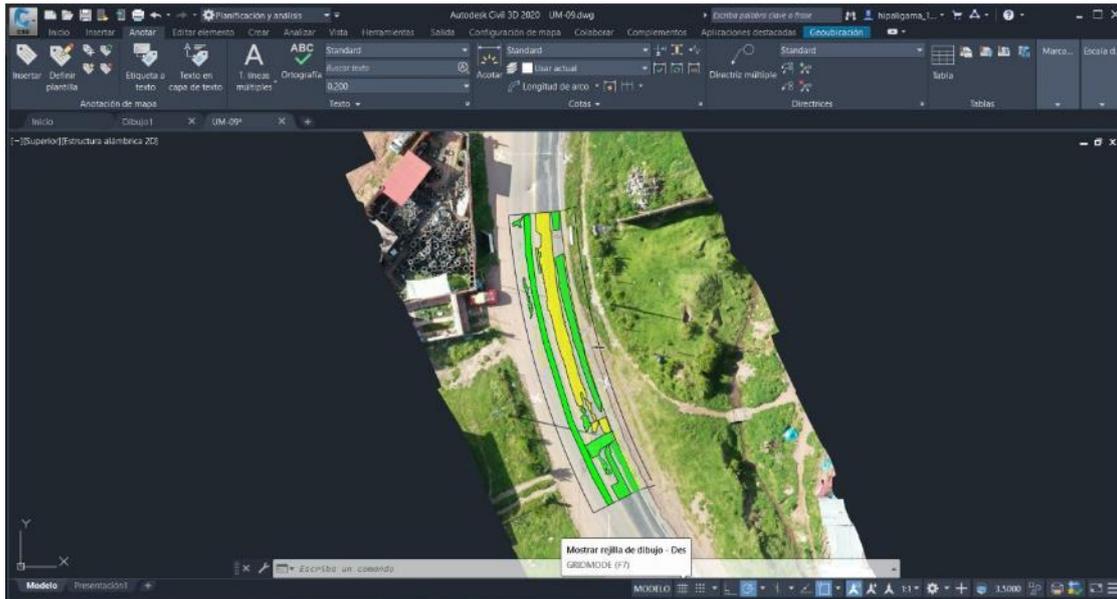


Figura 82: Identificación de fallas encontradas  
Fuente: Elaboración propia

Orto foto recortada del tramo de estudio con sus respectivas fallas encontradas



Figura 83: Ortofoto recortada del tramo de estudio UM-09  
Fuente: Elaboración propia

Según (Li & Tan, 2019) indican que: Al reconstruir modelos tridimensionales (3D) de carreteras utilizando imágenes de fotogrametría mediante UAV, para la detección de deterioros en los pavimentos, presentaron resultados de alta precisión con un error de 1cm en la dimensión de altura para la mayoría de casos. lo que demuestra el potencial del método propuesto para la práctica futura de la ingeniería.

En la evaluación de severidad de las fallas encontradas como huecos, ahuellamiento, depresiones, corrugaciones y otros; se observó que existe una diferencia en el procesamiento de datos mediante las dos metodologías, esto debido a que se tiene una precisión de +-1 a 8 milímetros en forma horizontal y +-1.5 a 15 milímetros de forma vertical en la toma de puntos de foto control mediante el GPS diferencial y una Estación Total, el cual genera un desfase a nivel de centímetro en la profundidad de dichas fallas. Por lo cual en el Modelo Digital de Elevaciones (MDE) las mediciones de las severidades tendrán un error mínimo y no influirán significativamente en los resultados obtenidos del PCI.



*Figura 84: Evaluación de severidad mediante el MDE y Ortofoto*

Fuente: Elaboración propia



Se encontraron diferentes tipos de severidades para los 5 tipos de falla, los cuales se detalla a continuación.

- Severidad baja (L): 0.80 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 5.21 m<sup>2</sup> de agrietamiento en bloque, 0.73 ml de grietas longitudinales y transversales, 42.41 m<sup>2</sup> de parcheo y 26.01 m<sup>2</sup> de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): 31.42 ml de grieta de borde, 38.43 m<sup>2</sup> de parcheo, 11.76 ml de grietas longitudinales y transversales.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.

A continuación, se presenta el plano de fallas de la unidad de muestra UM-09 indicando el lugar de cada falla correctamente identificada para una futura intervención.



*Figura 85: Plano de fallas del tramo de estudio UM-09*

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra todos los resultados obtenidos de las 21 unidades de muestra recolectadas mediante la metodología VANT.



**UNIDAD DE MUESTRA (UM-01):**

- Severidad baja (L): 6.17 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 0.4 m<sup>2</sup> de agrietamiento en bloque.
- Severidad media (M): 43.41 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 18.27 m<sup>2</sup> de agrietamiento en bloque, 4.50 ml de grietas longitudinales y transversales, 32.55 m<sup>2</sup> de parcheo, 1.64 m<sup>2</sup> de pulimiento de agregados y 2.62 m<sup>2</sup> de desprendimiento de agregados.
- Severidad alta (H): 9.43 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 5.71 m<sup>2</sup> de agrietamiento en bloque, 11.29 m<sup>2</sup> de parcheo y 8 unidades de huecos.



Figura 86: Ortofoto UM-01  
Fuente: Elaboración propia



Figura 87: Plano de fallas UM-01  
Fuente: Elaboración propia

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 <sup>2</sup> )	5.-CORRUGACIÓN (m <sup>2</sup> )	6.-DEPRESIÓN (m <sup>2</sup> )	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m <sup>2</sup> )	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )	13.-HUECOS (und)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m <sup>2</sup> )	15.-AHUELLAMIENTO (m <sup>2</sup> )	16.-DESPLAZAMIENTO (m <sup>2</sup> )	17.-GRIETA PARABÓLICA (m <sup>2</sup> )	18.-HINCHAMIENTO (m <sup>2</sup> )	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )
			LOW (BAJA) - ■			MEDIUM (MEDIO) - ■			HIGH (ALTA) - ■									

Figura 88: Leyenda de tipo de fallas y severidad  
Fuente: Elaboración propia



**UNIDAD DE MUESTRA (UM-02):**

- Severidad baja (L): 1.54 m2 de corrugación, 5.96 ml de grietas longitudinales y transversales, 0.50 m2 de parcheo y 38.48 m2 de ahuellamiento.
- Severidad media (M): 19.25 m2 de piel de cocodrilo, 1.05 m2 de agrietamiento en bloque, 7.32 m2 de corrugación y 1.76 m2 de parcheo.
- Severidad alta (H): 0.83 m2 de piel de cocodrilo, 3.23 m2 de agrietamiento en bloque y 2.16 m2 de desprendimiento de agregados.



Figura 89: Ortofoto UM-02  
Fuente: Elaboración propia

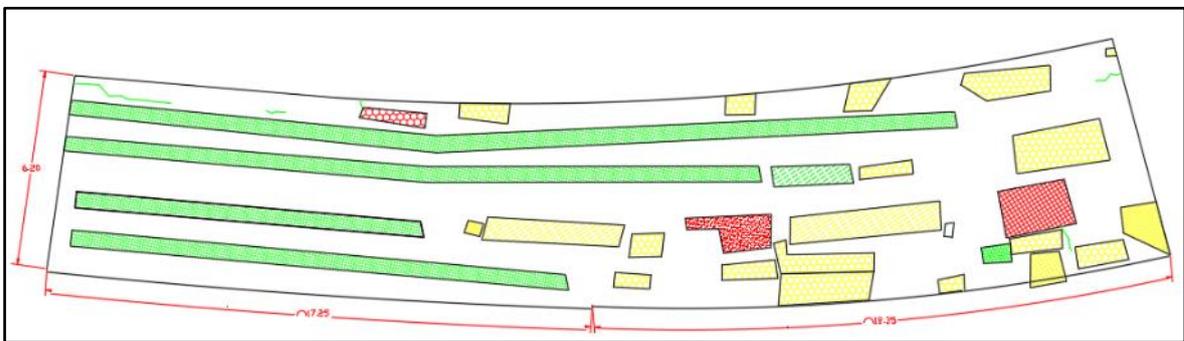


Figura 90: Plano de fallas UM-02  
Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILO (m2)	2.-EXUDACIÓN (m2)	3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	5.-CORRUGACIÓN (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	9.-DESNIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m2)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	13.-HUECOS (und)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m2)	15.-AHUELLAMIENTO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)	18.-HINCHAMIENTO (m2)	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	
					LOW (BAJA) -					MEDIUM (MEDIO) -					HIGH (ALTA) -				

Figura 91: Leyenda de tipo de fallas y severidad  
Fuente: Elaboración propia



**UNIDAD DE MUESTRA (UM-03):**

- Severidad baja (L): 5.44 m2 de piel de cocodrilo, 35.30 ml de grieta de borde, 2.76 ml grietas longitudinales y transversales, 14.75 m2 de parcheo, 11.55 m2 de ahuellamiento y 9.28 m2 de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): No se encontraron fallas con esta severidad.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



Figura 92: Ortofoto UM-03  
Fuente: Elaboración propia

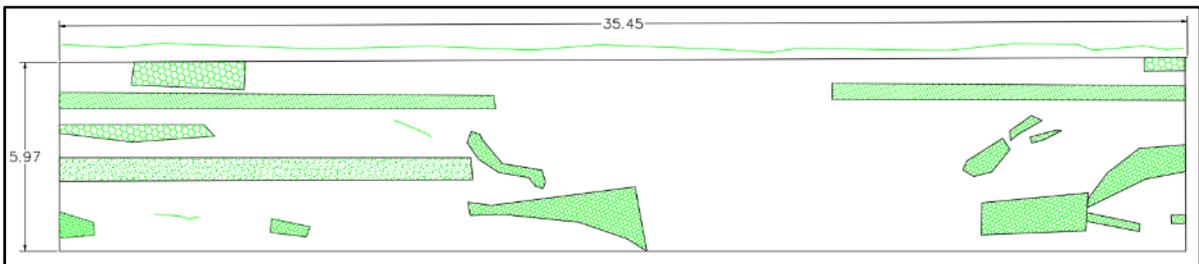


Figura 93: Plano de fallas UM-03  
Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILO (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	11.-PARCHEO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)
2.-EXUDACIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	8.-GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (m)	13.-HUECOS (und)	18.-HINCHAMIENTO (m2)
4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m2)	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)
5.-CORRUGACIÓN (m2)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	15.-AHUELLAMIENTO (m2)	

LOW (BAJA) - ■      MEDIUM (MEDIO) - ■      HIGH (ALTA) - ■

Figura 94: Leyenda de tipo de fallas y severidad  
Fuente: Elaboración propia



**UNIDAD DE MUESTRA (UM-04):**

- Severidad baja (L): 48.79 m2 de parcheo, 3 unidades de huecos y 13.84 m2 de ahuellamiento.
- Severidad media (M): 1.00 m2 de piel de cocodrilo, 22.63 ml de grieta de borde, 34.88 ml de grietas longitudinales y transversales.
- Severidad alta (H): 2.13 m2 de piel de cocodrilo.



Figura 95: Ortofoto UM-04  
Fuente: Elaboración propia

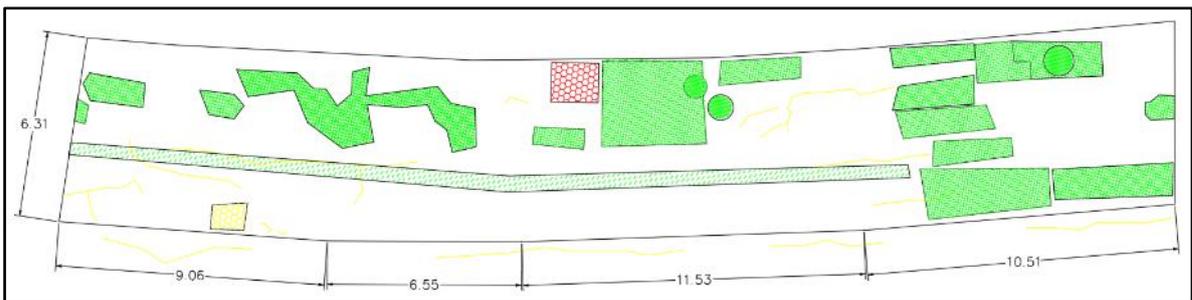


Figura 96: Plano de fallas UM-04  
Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILO (m2)	2.-EXUDACIÓN (m2)	3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	5.-CORRUGACIÓN (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	9.-DESNIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m2)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	13.-HUECOS (m2)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m2)	15.-AHUELLAMIENTO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)	18.-HINCHAMIENTO (m2)	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)
LOW (BAJA) -			MEDIUM (MEDIO) -			HIGH (ALTA) -												

Figura 97: Leyenda de tipo de fallas y severidad  
Fuente: Elaboración propia



**UNIDAD DE MUESTRA (UM-05):**

- Severidad baja (L): 41.75 m<sup>2</sup> de ahuellamiento.
- Severidad media (M): 7.67 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 2.07 m<sup>2</sup> de depresión, 12.38 ml grieta de borde, 17.11 ml de grietas longitudinales y transversales y 1.74 m<sup>2</sup> de parcheo.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



Figura 98: Ortofoto UM-05  
Fuente: Elaboración propia

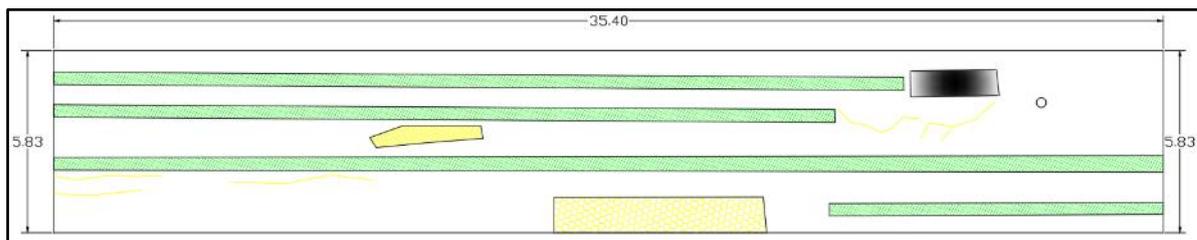


Figura 99: Plano de fallas UM-05  
Fuente: Elaboración propia

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 <sup>2</sup> )	5.-CORRUGACIÓN (m <sup>2</sup> )	6.-DEPRESIÓN (m <sup>2</sup> )	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m <sup>2</sup> )	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )	13.-HUECOS (unid)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m <sup>2</sup> )	15.-AHUELLAMIENTO (m <sup>2</sup> )	16.-DESPLAZAMIENTO (m <sup>2</sup> )	17.-GRIETA PARABÓLICA (m <sup>2</sup> )	18.-HINCHAMIENTO (m <sup>2</sup> )	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )

LOW (BAJA) - [Green Box]      MEDIUM (MEDIO) - [Yellow Box]      HIGH (ALTA) - [Red Box]

Figura 100: Leyenda de tipo de fallas y severidad  
Fuente: Elaboración propia



**UNIDAD DE MUESTRA (UM-06):**

- Severidad baja (L): 2.64 m2 de piel de cocodrilo, 23.33 ml de grieta de borde, 31.88 m2 de parcheo y 9.57 m2 de ahuellamiento.
- Severidad media (M): 12.20 m2 de piel de cocodrilo, 24.03 m2 de parcheo y 1 unidad de hueco.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



Figura 101: Ortofotografía UM-06  
Fuente: Elaboración propia

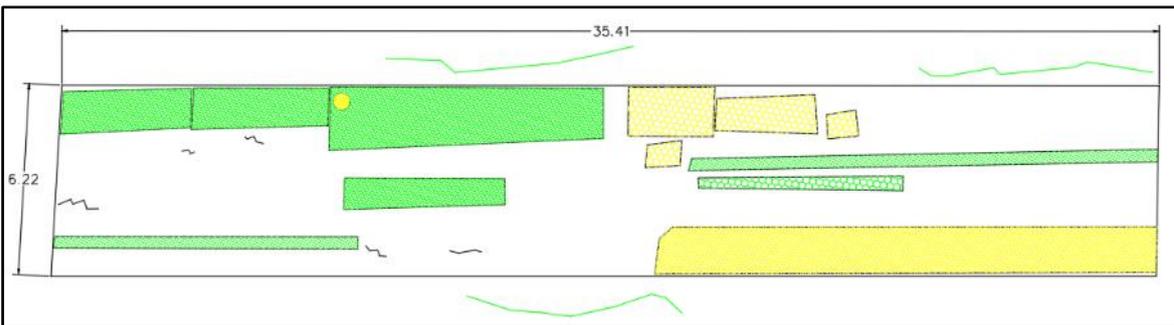


Figura 102: Plano de fallas UM-06  
Fuente: Elaboración propia

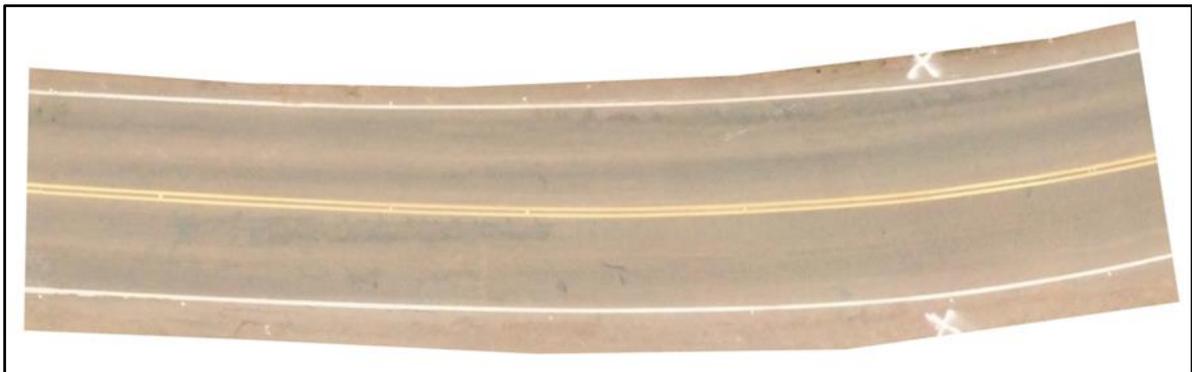
1.-PIEL DE COCODRILO (m2)	2.-EXUDACIÓN (m2)	3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	5.-CORRUGACIÓN (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (m)	9.-DESNIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m2)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	13.-HUECOS (unidad)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m2)	15.-AHUELLAMIENTO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)	18.-HINCHAMIENTO (m2)	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)

LOW (BAJA) - ■      MEDIUM (MEDIO) - ■      HIGH (ALTA) - ■

Figura 103: Leyenda de tipo de fallas y severidad  
Fuente: Elaboración propia

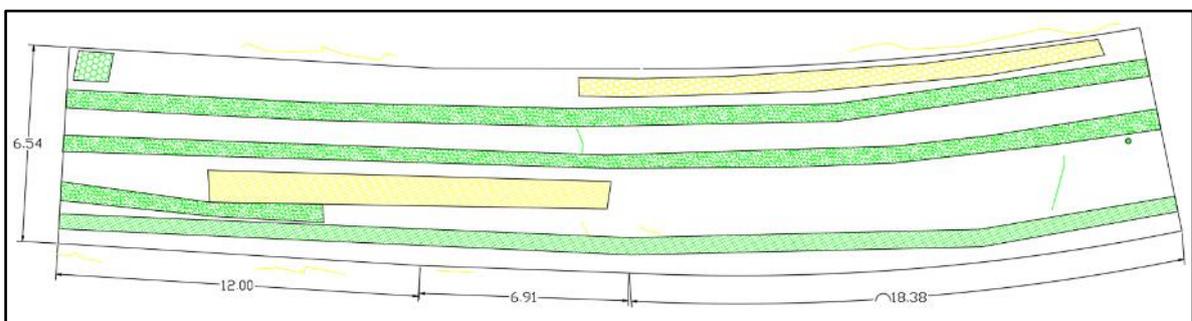
**UNIDAD DE MUESTRA (UM-07):**

- Severidad baja (L): 1.12 m2 de piel de cocodrilo, 2.66 ml de grietas longitudinales y transversales, 1.00 unidad de hueco, 20.44 m2 de ahuellamiento y 45.48 m2 de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): 10.78 m2 de piel de cocodrilo, 20.72 ml de grieta de borde, 1.35 ml de grietas longitudinales y transversales y 13.10 m2 de ahuellamiento.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



*Figura 104: Ortofoto UM-07*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 105: Plano de fallas UM-07*

Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILO (m2)	2.-EXUDACION (m2)	3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	5.-CORRUGACION (m2)	6.-DEPRESION (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m2)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	13.-HUECOS (m2)	14.-CRUCE DE VIA FERREA (m2)	15.-AHUELLAMIENTO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)	17.-GRIETA PARABOLICA (m2)	18.-HINCHAMIENTO (m2)	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)
LOW (BAJA) - ■					MEDIUM (MEDIO) - ■					HIGH (ALTA) - ■								

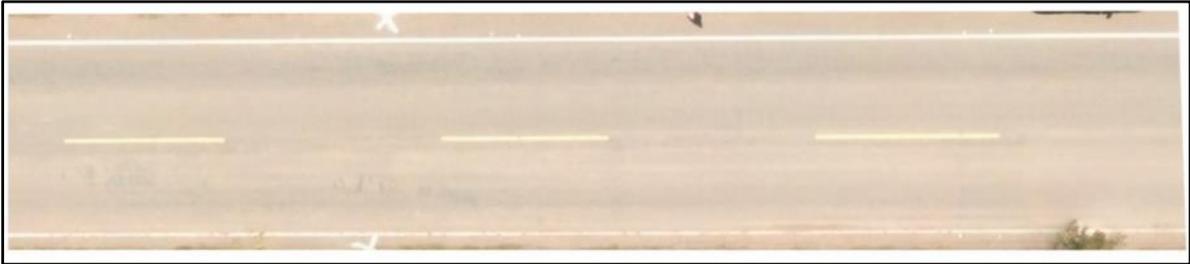
*Figura 106: Leyenda de tipo de fallas y severidad*

Fuente: Elaboración propia



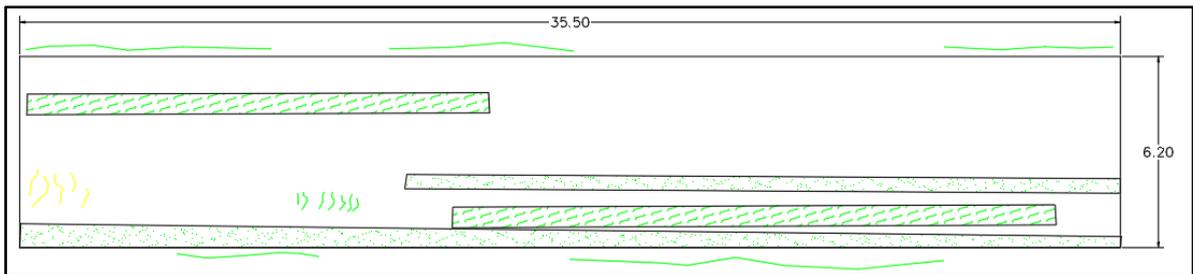
**UNIDAD DE MUESTRA (UM-08):**

- Severidad baja (L): 22.73 m<sup>2</sup> de corrugación, 36.02 ml de grieta de borde 3.35 ml de grietas longitudinales y transversales, 0.59 m<sup>2</sup> de pulimento de agregados y 230.90 m<sup>2</sup> de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): 4.60 ml de grietas longitudinales y transversales.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



*Figura 107: Ortofoto UM-08*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 108: Plano de fallas UM-08*

Fuente: Elaboración propia

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 <sup>2</sup> )	5.-CORRUGACIÓN (m <sup>2</sup> )	6.-DEPRESIÓN (m <sup>2</sup> )	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m <sup>2</sup> )	12.-PULIMENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )	13.-HUECOS (unod)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m <sup>2</sup> )	15.-AHUELLAMIENTO (m <sup>2</sup> )	16.-DESPLAZAMIENTO (m <sup>2</sup> )	17.-GRIETA PARABÓLICA (m <sup>2</sup> )	18.-HINCHAMIENTO (m <sup>2</sup> )	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )
					LOW (BAJA) -			MEDIUM (MEDIO) -			HIGH (ALTA) -							

*Figura 109: Leyenda de tipo de fallas y severidad*

Fuente: Elaboración propia

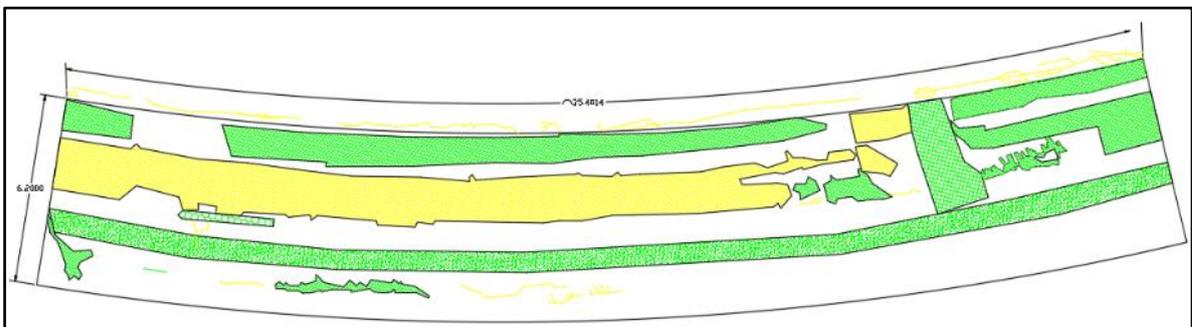
**UNIDAD DE MUESTRA (UM-09):**

- Severidad baja (L): 0.80 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 5.21 m<sup>2</sup> de agrietamiento en bloque, 0.73 ml de grietas longitudinales y transversales, 42.41 m<sup>2</sup> de parcheo y 26.01 m<sup>2</sup> de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): 31.42 ml de grieta de borde, 38.43 m<sup>2</sup> de parcheo, 11.76 ml de grietas longitudinales y transversales.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



*Figura 110: Ortofoto UM-09*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 111: Plano de fallas UM-09*

Fuente: Elaboración propia

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 AGREGADOS (m <sup>2</sup> )		17.-GRIETA PARABÓLICA (m <sup>2</sup> )	
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m <sup>2</sup> )		8.-GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (m)		13.-HUECOS (un <sup>d</sup> )		18.-HINCHAMIENTO (m <sup>2</sup> )	
4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m <sup>2</sup> )		9.-DESNIVEL CARRIL/BERMA (m)		14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m)		19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )	
5.-CORRUGACIÓN (m <sup>2</sup> )		10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)		15.-AHUELLAMIENTO			
LOW (BAJA) - <span style="color: green;">■</span> MEDIUM (MEDIO) - <span style="color: yellow;">■</span> HIGH (ALTA) - <span style="color: red;">■</span>							

*Figura 112: Leyenda de tipo de fallas y severidad*

Fuente: Elaboración propia



**UNIDAD DE MUESTRA (UM-10):**

- Severidad baja (L): 0.61 m2 de piel de cocodrilo, 4.63 m2 de corrugación, 1.00 unidad de hueco y 15.13 m2 de ahuellamiento
- Severidad media (M): 60.41 ml de grieta de borde.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



Figura 113: Ortofoto UM-10

Fuente: Elaboración propia

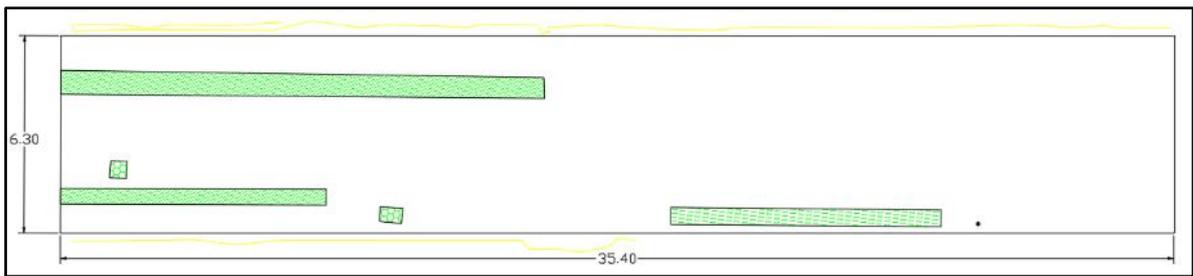


Figura 114: Plano de fallas UM-10

Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILO (m2)	2.-EXUDACIÓN (m2)	3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	5.-CORRUGACIÓN (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m2)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	13.-HUECOS (und)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m2)	15.-AHUELLAMIENTO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)	18.-HINCHAMIENTO (m2)	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)
			LOW (BAJA) -			MEDIUM (MEDIO) -			HIGH (ALTA) -									

Figura 115: Leyenda de tipo de fallas y severidad

Fuente: Elaboración propia



### UNIDAD DE MUESTRA (UM-11)

- Severidad baja (L): 7.91 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 0.30 m<sup>2</sup> de depresión, 58.95 ml de grieta de borde, 7.26 ml de grietas longitudinales y transversales, 10.32 m<sup>2</sup> de parcheo, 1.00 unidad de hueco, 18.17 m<sup>2</sup> de ahuellamiento, 0.40 m<sup>2</sup> de hinchamiento y 9.83 m<sup>2</sup> de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): 15.52 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 0.68 m<sup>2</sup> de agrietamiento en bloque, 2.00 unidades de hueco, 0.51 m<sup>2</sup> de desprendimiento de agregados.
- Severidad alta (H): 5.69 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 2.00 unidades de hueco y 5.22 m<sup>2</sup> de desprendimiento de agregados.



Figura 116: Ortofoto UM-11  
Fuente: Elaboración propia

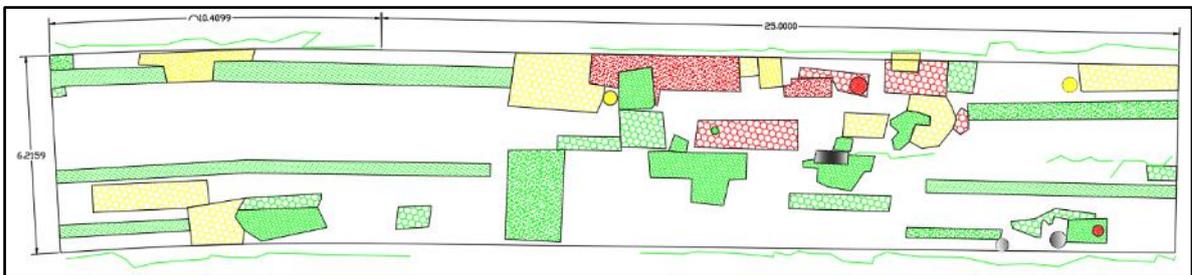


Figura 117: Plano de fallas UM-11  
Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILLO (m <sup>2</sup> )	2.-EXUDACIÓN (m <sup>2</sup> )	3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m <sup>2</sup> )	4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m <sup>2</sup> )	5.-CORRUGACIÓN (m <sup>2</sup> )	6.-DEPRESIÓN (m <sup>2</sup> )	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m <sup>2</sup> )	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )	13.-HUECOS (un/c)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m <sup>2</sup> )	15.-AHUELLAMIENTO (m <sup>2</sup> )	16.-DESPLAZAMIENTO (m <sup>2</sup> )	17.-GRIETA PARABÓLICA (m <sup>2</sup> )	18.-HINCHAMIENTO (m <sup>2</sup> )	19.-DESPRENDIMINETO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )	
					LOW (BAJA) - [Green Box]					MEDIUM (MEDIO) - [Yellow Box]					HIGH (ALTA) - [Red Box]				

Figura 118: Leyenda de tipo de fallas y severidad  
Fuente: Elaboración propia

**UNIDAD DE MUESTRA (UM-12):**

- Severidad baja (L): 0.51 m2 de piel de cocodrilo, 45.41 ml de grieta de borde, 7.16 ml de grietas longitudinales y transversales, 0.21 m2 de parcheo, 1.00 unidad de hueco y 5.99 m2 de ahuellamiento.
- Severidad media (M): 16.39 ml de grietas longitudinales y transversales.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.

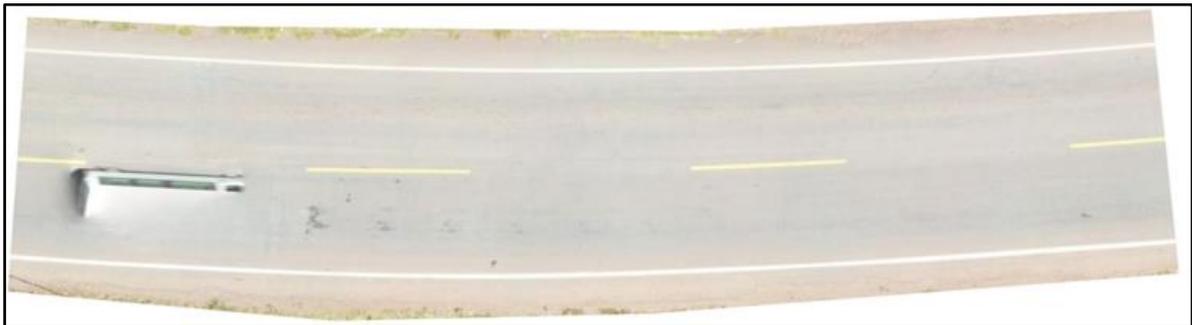


Figura 119: Ortofoto UM-12

Fuente: Elaboración propia

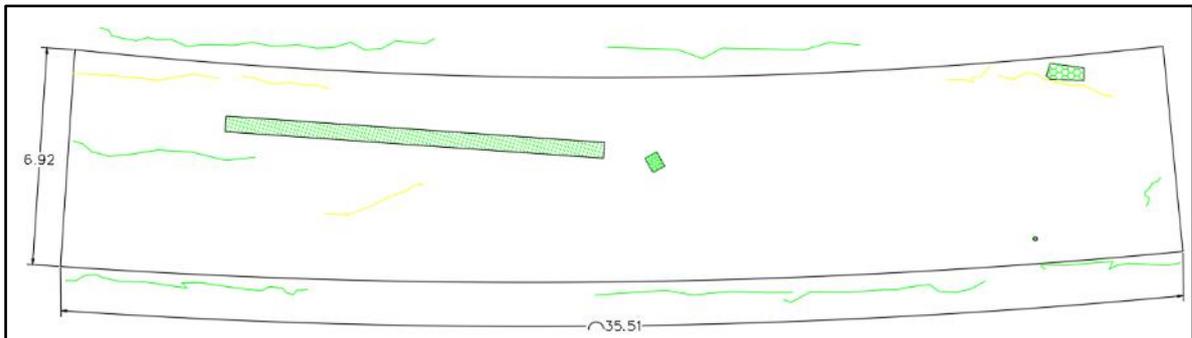


Figura 120: Plano de fallas UM-12

Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILLO (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	11.-PARCHEO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)
2.-EXUDACIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	8.-GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (m)	13.-HUECOS (und)	18.-HINCHAMIENTO (m2)
4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m2)	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)
5.-CORRUGACIÓN (m2)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	15.-AHUELLAMIENTO (m)	

LOW (BAJA) - ■      MEDIUM (MEDIO) - ■      HIGH (ALTA) - ■

Figura 121: Leyenda de tipo de fallas y severidad

Fuente: Elaboración propia



**UNIDAD DE MUESTRA (UM-13):**

- Severidad baja (L): 2.35 m2 de piel de cocodrilo, 14.73 ml de grieta de borde, 16.31 ml de grietas longitudinales y transversales, 1.00 unidad de hueco, 4.09 m2 de ahuellamiento y 14.71 m2 de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): No se encontraron fallas con esta severidad.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



Figura 122: Ortofoto UM-13  
Fuente: Elaboración propia

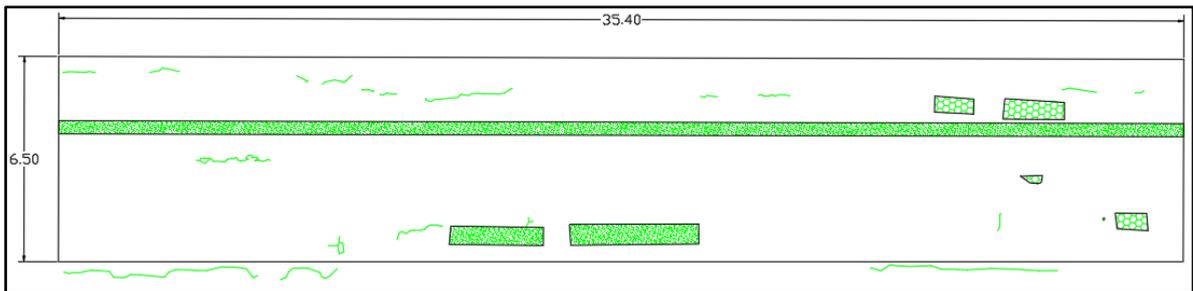


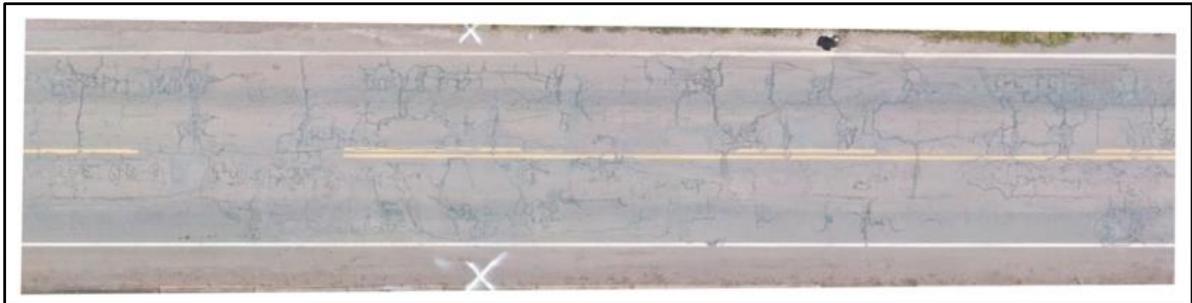
Figura 123: Plano de fallas UM-13  
Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILO (m2)	2.-EXUDACIÓN (m2)	3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	5.-CORRUGACIÓN (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m2)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	13.-HUECOS (m2)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m2)	15.-AHUELLAMIENTO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)	18.-HINCHAMIENTO (m2)	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)
			LOW (BAJA) -			MEDIUM (MEDIO) -			HIGH (ALTA) -									

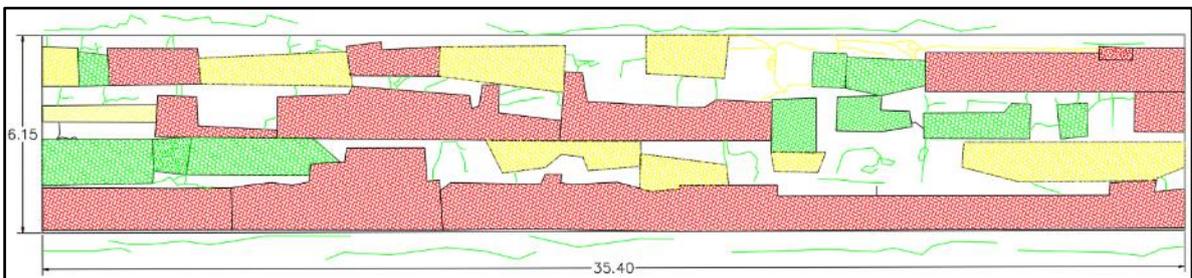
Figura 124: Leyenda de tipo de fallas y severidad  
Fuente: Elaboración propia

**UNIDAD DE MUESTRA (UM-14):**

- Severidad baja (L): 20.82 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 59.33 ml de grieta borde, 43.44 ml de grietas longitudinales y transversales, 4.33 m<sup>2</sup> de parcheo y 1.60 m<sup>2</sup> de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): 26.73 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 13.68 ml de grietas longitudinales y transversales, 1.36 m<sup>2</sup> de parcheo y 1.25 m<sup>2</sup> de ahuellamiento.
- Severidad alta (H): 88.43 m<sup>2</sup> de parcheo.



*Figura 125: Ortofoto UM-14*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 126: Plano de fallas UM-14*  
Fuente: Elaboración propia

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 AGREGADOS (m <sup>2</sup> )	17.-GRIETA PARABÓLICA (m <sup>2</sup> )
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m <sup>2</sup> )	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	13.-HUECOS (m <sup>2</sup> )	18.-HINCHAMIENTO (m <sup>2</sup> )
4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m <sup>2</sup> )	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m <sup>2</sup> )	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )
5.-CORRUGACIÓN (m <sup>2</sup> )	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	15.-AHUELLAMIENTO (m)	

LOW (BAJA) - ■      MEDIUM (MEDIO) - ■      HIGH (ALTA) - ■

*Figura 127: Leyenda de tipo de fallas y severidad*  
Fuente: Elaboración propia



**UNIDAD DE MUESTRA (UM-15):**

- Severidad baja (L): 7.15 m2 de piel de cocodrilo, 19.22 ml de grieta de borde, 26.78 ml de grietas longitudinales y transversales, 0.24 m2 de parcheo, 1.24 m2 de ahuellamiento y 33.64 m2 de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): 2.01 m2 de agrietamiento en bloque y 4.02 m2 de parcheo.
- Severidad alta (H): 11.01 ml de grietas longitudinales y transversales.

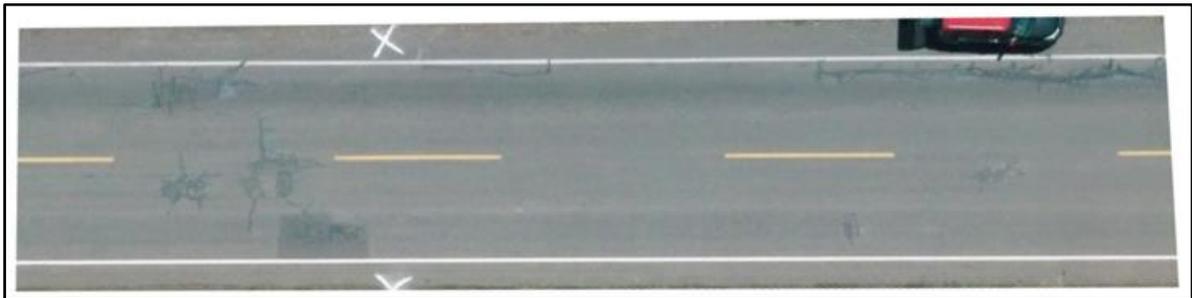


Figura 128: Ortofoto UM-15  
Fuente: Elaboración propia

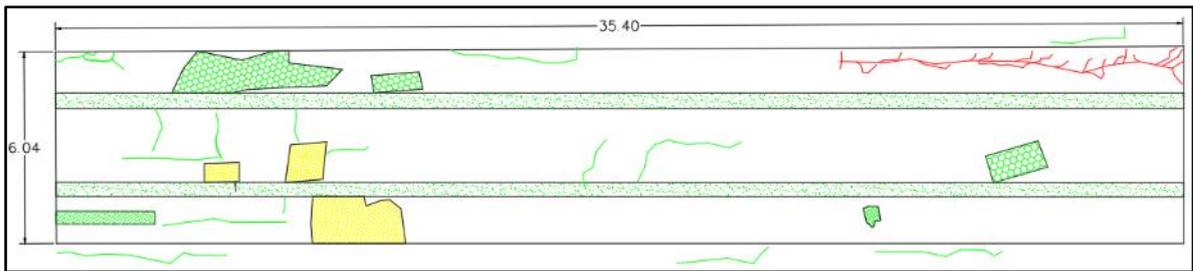


Figura 129: Plano de fallas UM-15  
Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILO (m2)	2.-EXUDACIÓN (m2)	3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	5.-CORRUGACIÓN (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m2)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	13.-HUECOS (umc)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m2)	15.-AHUELLAMIENTO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)	18.-HINCHAMIENTO (m2)	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)
			LOW (BAJA) - [Green Box]			MEDIUM (MEDIO) - [Yellow Box]			HIGH (ALTA) - [Red Box]									

Figura 130: Leyenda de tipo de fallas y severidad  
Fuente: Elaboración propia



**UNIDAD DE MUESTRA (UM-16):**

- Severidad baja (L): 2.70 m2 de piel de cocodrilo, 0.37 m2 de depresión, 0.66 ml de grietas longitudinales y transversales, 15.07 m2 de ahuellamiento y 1.95 m2 de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): 27.17 ml de grieta de borde y 2.98 m2 de parcheo.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



Figura 131: Ortofoto UM-16

Fuente: Elaboración propia

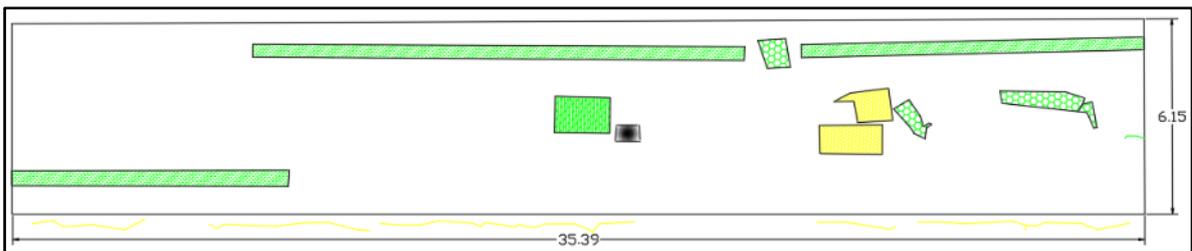


Figura 132: Plano de fallas UM-16

Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILLO (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	11.-PARCHEO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)
2.-EXUDACIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	13.-HUECOS (m2)	18.-HINCHAMIENTO (m2)
4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m2)	19.-DESPRENDIMINETO DE AGREGADOS (m2)
5.-CORRUGACIÓN (m2)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	15.-AHUELLAMIENTO (m)	

LOW (BAJA) - ■      MEDIUM (MEDIO) - ■      HIGH (ALTA) - ■

Figura 133: Leyenda de tipo de fallas y severidad

Fuente: Elaboración propia



**UNIDAD DE MUESTRA (UMA-01):**

- Severidad baja (L): 0.63 m2 de piel de cocodrilo, 1.05 m2 de parcheo, 2.00 unidades de hueco y 8.21 m2 de ahuellamiento.
- Severidad media (M): 12.10 m2 de piel de cocodrilo, 4.32 ml de grieta de borde y 11.80 m2 de parcheo
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



Figura 134: Ortofoto UMA-01  
Fuente: Elaboración propia

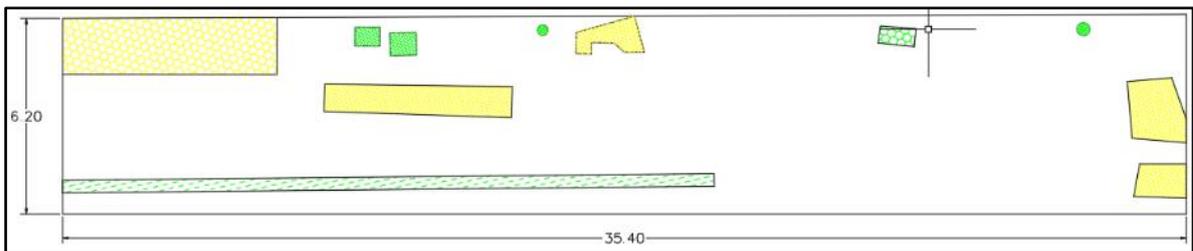


Figura 135: Plano de fallas UMA-01  
Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILLO (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	11.-PARCHEO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)
2.-EXUDACIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	13.-HUECOS (un/d)	18.-HINCHAMIENTO (m2)
4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m2)	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)
5.-CORRUGACIÓN (m2)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	15.-AHUELLAMIENTO (m2)	

LOW (BAJA) - ■ MEDIUM (MEDIO) - ■ HIGH (ALTA) - ■

Figura 136: Leyenda de tipo de fallas y severidad  
Fuente: Elaboración propia

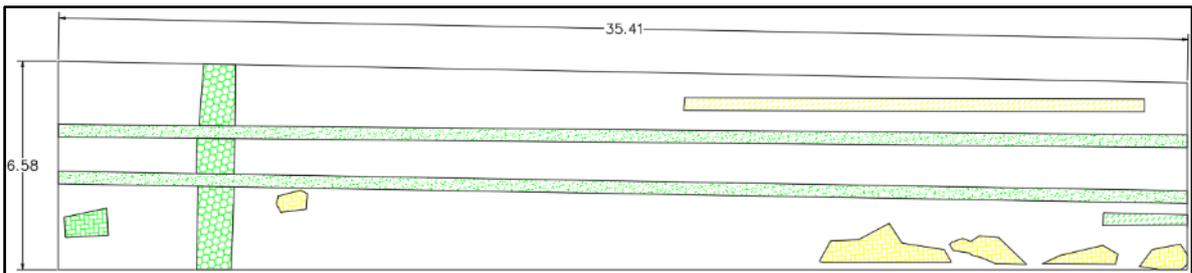


**UNIDAD DE MUESTRA (UMA-02):**

- Severidad baja (L): 6.29 m2 de piel de cocodrilo, 1.01 m2 de parcheo, 0.94 m2 de ahuellamiento y 28.32 m2 de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): 6.17 m2 de parcheo y 5.77 m2 de ahuellamiento
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



*Figura 137: Ortofoto UMA-02*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 138: Plano de fallas UMA-02*  
Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILO (m2)	2.-EXUDACIÓN (m2)	3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	5.-CORRUGACIÓN (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m2)	12.-PULIMENTO DE AGREGADOS (m2)	13.-HUECOS (m2)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m)	15.-AHUELLAMIENTO (m)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)	18.-HINCHAMIENTO (m2)	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)
			LOW (BAJA) -			MEDIUM (MEDIO) -			HIGH (ALTA) -									

*Figura 139: Leyenda de tipo de fallas y severidad*  
Fuente: Elaboración propia

**UNIDAD DE MUESTRA (UMA-03):**

- Severidad baja (L): 2.32 m2 de piel de cocodrilo, 17.12 ml de grieta de borde, 2.64 ml de grietas longitudinales y transversales, 0.87 m2 de parcheo, 2.00 unidades de hueco, 7.06 m2 de ahuellamiento y 28.55 m2 de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): No se encontraron fallas con esta severidad.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



Figura 140: Ortofoto UMA-03

Fuente: Elaboración propia

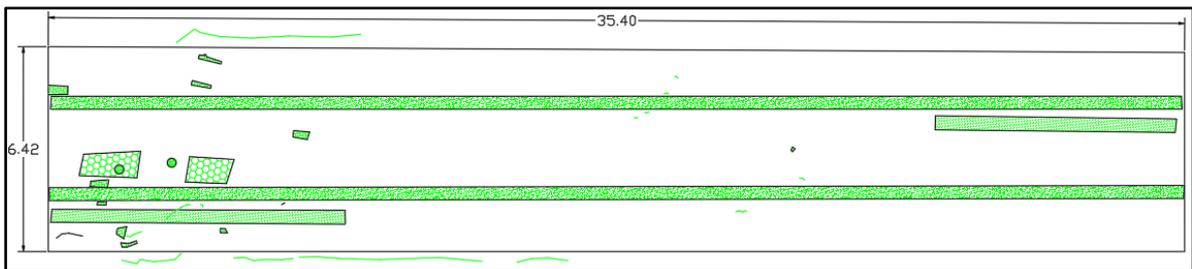


Figura 141: Plano de fallas UMA-03

Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILO (m2)	6.-DEPRESIÓN (m2)	11.-PARCHEO (m2)	16.-DESPLAZAMIENTO (m2)
2.-EXUDACIÓN (m2)	7.-GRIETA DE BORDE (m)	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	17.-GRIETA PARABÓLICA (m2)
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (m)	13.-HUECOS (unod)	18.-HINCHAMIENTO (m2)
4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m2)	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m2)	19.-DESPRENDIMINETO DE AGREGADOS (m2)
5.-CORRUGACIÓN (m2)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	15.-AHUELLAMIENTO (m)	

LOW (BAJA) - ■      MEDIUM (MEDIO) - ■      HIGH (ALTA) - ■

Figura 142: Leyenda de tipo de fallas y severidad

Fuente: Elaboración propia

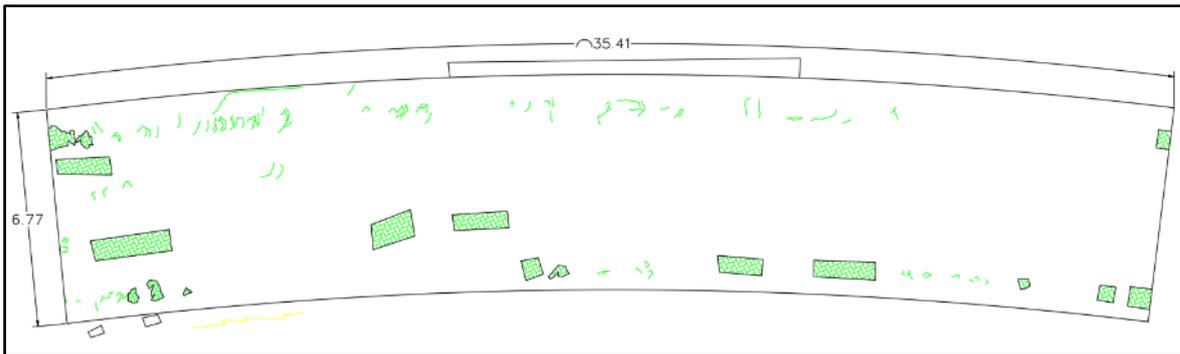
**UNIDAD DE MUESTRA (UMA-04):**

- Severidad baja (L): 8.57 m<sup>2</sup> de parcheo, 31.77 ml de grietas longitudinales y transversales.
- Severidad media (M): 4.07 ml de grieta de borde.
- Severidad alta (H): No se encontraron fallas con esta severidad.



*Figura 143: Ortofoto UMA-04*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 144: Plano de fallas UMA-04*

Fuente: Elaboración propia

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 <sup>2</sup> )	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.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	11.-PARCHEO (m <sup>2</sup> )	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )	13.-HUECOS (und)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m <sup>2</sup> )	15.-AHUELLAMIENTO (m <sup>2</sup> )	16.-DESPLAZAMIENTO (m <sup>2</sup> )	17.-GRIETA PARABÓLICA (m <sup>2</sup> )	18.-HINCHAMIENTO (m <sup>2</sup> )	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )
					LOW (BAJA) -			MEDIUM (MEDIO) -			HIGH (ALTA) -							

*Figura 145: Leyenda de tipo de fallas y severidad*

Fuente: Elaboración propia

**UNIDAD DE MUESTRA (UMA-05):**

- Severidad baja (L): 5.53 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo, 20.08 ml de grieta de borde, 2.73 ml de grietas longitudinales y transversales, 1.36 m<sup>2</sup> de parcheo; 3.54 m<sup>2</sup> de ahuellamiento y 5.32 m<sup>2</sup> de desprendimiento de agregados.
- Severidad media (M): 32.45 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo y 46.14 m<sup>2</sup> de parcheo
- Severidad alta (H): 4.20 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo.



Figura 146: Ortofoto UMA-05

Fuente: Elaboración propia

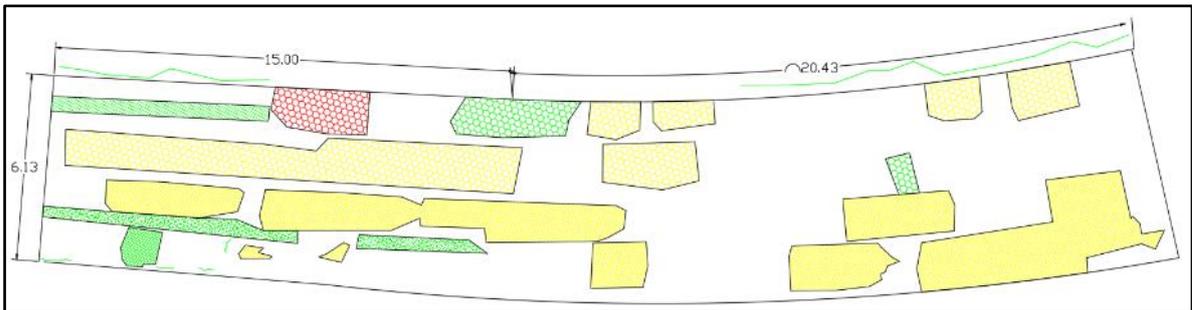


Figura 147: Plano de fallas UMA-05

Fuente: Elaboración propia

1.-PIEL DE COCODRILLO (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 AGREGADOS (m <sup>2</sup> )	17.-GRIETA PARABÓLICA (m <sup>2</sup> )
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m <sup>2</sup> )	8.-GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (m)	13.-HUECOS (m <sup>2</sup> )	18.-HINCHAMIENTO (m <sup>2</sup> )
4.-ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m <sup>2</sup> )	9.-DESIVEL CARRIL/BERMA (m)	14.-CRUCE DE VIA FÉRREA (m <sup>2</sup> )	19.-DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m <sup>2</sup> )
5.-CORRUGACIÓN (m <sup>2</sup> )	10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (m)	15.-AHUELLAMIENTO (m)	

LOW (BAJA) - ■      MEDIUM (MEDIO) - ■      HIGH (ALTA) - ■

Figura 148: Leyenda de tipo de fallas y severidad

Fuente: Elaboración propia





iv. Se procede a determinar el valor deducido (VD) mediante las curvas de valores deducidos para asfalto en cada tipo de falla con su respectivo nivel de severidad, las cuales se encuentra ubicadas en los anexos.

Mediante las curvas de valores deducidos se procede determinar el valor deducido de cada tipo de falla según su nivel de severidad

Para la falla de parcheo con severidad media (11-M) tiene una densidad de 17.57%, el cual será buscado en las curvas de valores deducidos de parcheo.

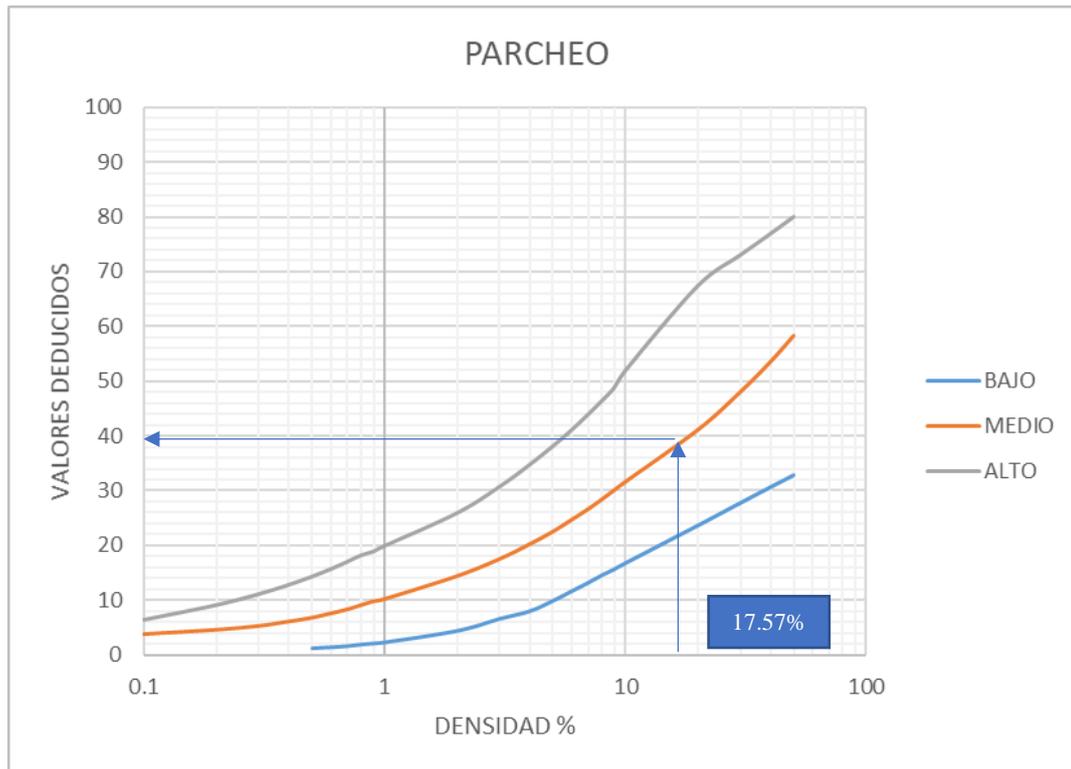


Figura 149: Determinación de Valor Deducido para la falla de parcheo en la UM-09  
Fuente: Elaboración propia

El valor deducido encontrado mediante la curva de parche en el nivel de severidad media es de 39.30, así mismo se procede a hallar los demás valores deducidos para cada tipo de falla.





En la siguiente fila se reduce a 2 el menor de los valores deducidos individuales hasta encontrar hasta encontrar que q sea igual a 1.

Tabla 30: Lista de valores deducidos totales para la UM-09

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	39.30	20.20	15.50	11.10	8.00	5.10	2.94		102.14	7	
2	39.30	20.20	15.50	11.10	8.00	5.10	2		101.20	6	
3	39.30	20.20	15.50	11.10	8.00	2	2		98.10	5	
4	39.30	20.20	15.50	11.10	2	2	2		92.10	4	
5	39.30	20.20	15.50	2	2	2	2		83.00	3	
6	39.30	20.20	2	2	2	2	2		69.50	2	
7	39.30	2	2	2	2	2	2		51.30	1	
8											
9											
10											
										Max VDC=	0

Fuente: Elaboración propia

Se procede a encontrar el VDC para cada VDT, estos resultados se obtienen de las curvas de corrección del valor deducido para concreto asfáltico.

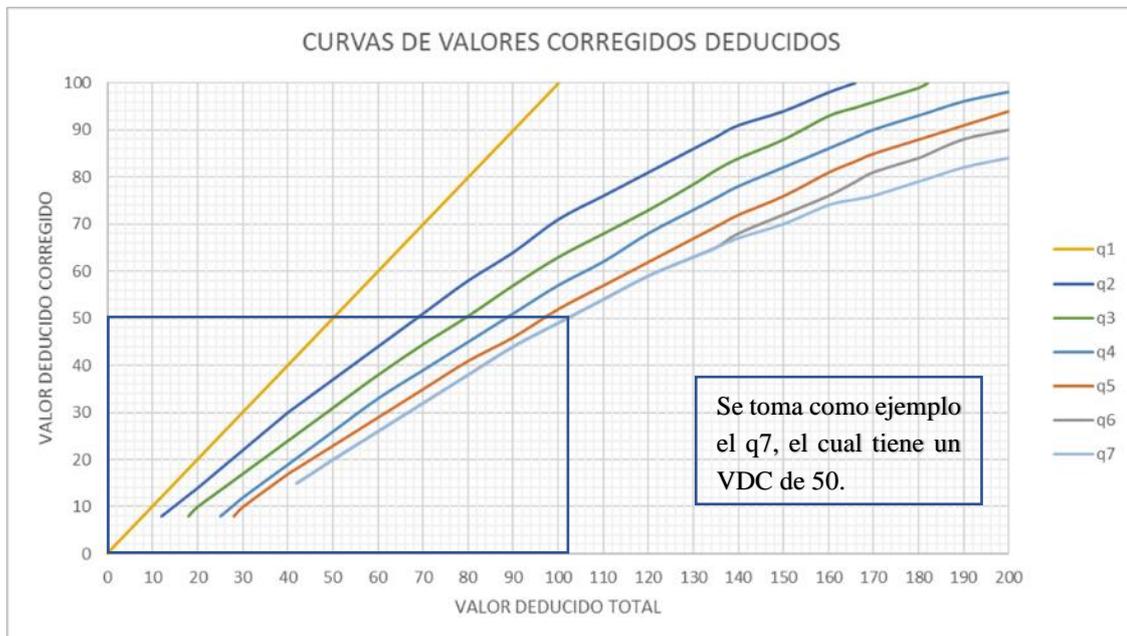


Figura 150: Determinación de valores deducidos corregidos para la UM-09

Fuente: Elaboración propia

Se muestra todos los valores deducidos corregidos encontrados, de los cuales se selecciona el máximo valor deducido corregido (Max VDC).



Tabla 31: Lista de valores deducidos corregidos para la UM-09

N°	VALORES DEDUCIDOS									VDT	q	VDC
1	39.30	20.20	15.50	11.10	8.00	5.10	2.94			102.14	7	50
2	39.30	20.20	15.50	11.10	8.00	5.10	2			101.20	6	49
3	39.30	20.20	15.50	11.10	8.00	2	2			98.10	5	51
4	39.30	20.20	15.50	11.10	2	2	2			92.10	4	52
5	39.30	20.20	15.50	2	2	2	2			83.00	3	52
6	39.30	20.20	2	2	2	2	2			69.50	2	51
7	39.30	2	2	2	2	2	2			51.30	1	51
8												
9												
10												
Max VDC=												52

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de índice de condición de pavimento (PCI), se obtiene restándole a 100 el máximo valor deducido corregido (Max. VDC).

$$PCI = 100 - Max.VDC$$

Para el ejemplo de la unidad de muestra UM-09, se obtiene un PCI de 48, según su grado de PCI corresponde a un estado de pavimento regular.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =	100-(Máx VDC o Total VD)
	48
GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:	REGULAR

Figura 151: Resultado de PCI de la UM-09

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Grado de condición del pavimento

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra las tablas de resultados de todas las unidades de muestra:

Tabla 33: Evaluación UM-01 mediante la Metodología Tradicional del PCI

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								INSTITUTO VIAL DEL PERU				
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"														
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UM-1					
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			1+168 - 1+203					
ANCHO DE CALZADA (m):		6.7				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			237.18					
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	N°	FALLAS	COD.	UNIDAD							
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2							
2	Exudación	EX	m2	16	Desplazamiento	DES	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2							
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	18	Hinchamiento	HN	m2							
5	Corrugación	COR	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2							
6	Depresión	DEP	m2									SEVERIDADES		
8	Grieta de Borde	GB	m									LOW	BAJA	L
9	Grieta de reflexión de junta	GR	m									MEDIUM	MEDIA	M
10	Desnivel Carril/Berma	DN	m									HIGH	ALTA	H
11	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									6.7		
12	Parqueo	PA	m2									35.4		
13	Pulimiento de Agregados	PU	m2											
14	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
											Rango PCI %		Color	Estado
											0-10		Falla	
											11-25		Muy Malo	
											26-40		Malo	
											41-55		Regular	
											56-70		Bueno	
											71-85		Muy Bueno	
											86-100		Excelente	
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)		
1	L	4.26	3.72	0.72					8.70	3.67%	22.20			
1	M	5.48	9.57	2.99	8.96	5.60	1.76	1.68	36.04	15.20%	52.00			
1	H	6.71							6.71	2.83%	44.10			
3	L	1.75							1.75	0.74%	0.00			
3	M	9.03	8.19	2.40					19.62	8.27%	14.10			
3	H	7.79	5.10						12.89	5.43%	21.30			
10	M	3.00							3.00	1.26%	3.00			
11	M	21.28	6.42	4.75	9.24	1.40			43.09	18.17%	39.10			
11	H	1.68	3.42	4.80					9.90	4.17%	35.80			
12	M	1.32							1.32	0.56%	0.00			
13	H	5.00	1.00						6.00	2.53%	72.20			
19	M	2.94	3.15	2.17	1.19				9.45	3.98%	13.00			
											TOTAL VD=		316.80	
Valor deducido mas alto (HV Di):		72.20												
Numero de valores deducidos >2 (q):		10												
Numero maximo de valores deducidos (mi):		3.6 $m = 1 + (9/98) (100-HDV) = < 10$												
											VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)			
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC			
1	72.20	52.00	44.10	23.46					191.76	4	96.2			
2	72.20	52.00	44.10	2.00					170.30	3	96			
3	72.20	52.00	2.00	2.00					128.20	2	85.4			
4	72.20	2.00	2.00	2.00					78.20	1	77.9			
5														
6														
7														
8														
9														
10														
											Max VDC=		96.2	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =								100-(Máx VDC o Total VD)						
								3.8						
GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:								FALLADO						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Evaluación UM-02 mediante la Metodología Tradicional del PCI

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				INSTITUTO VIAL DEL PERU	
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"							
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G		UNIDAD DE MUESTRA:		UM-2	
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA		PROGRESIVA (km):		3+186 - 3+221	
ANCHO DE CALZADA (m):		6.5		ÁREA DE LA MUESTRA (m2):		230.1	
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	N°	FALLAS	COD.	UNIDAD
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2
2	Exudación	EX	m2	16	Desplazamiento	DES	m2
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	18	Hinchamiento	HN	m2
5	Corrugación	COR	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2
6	Depresión	DEP	m2				
7	Grieta de Borde	GB	m				
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m				
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m				
11	Parqueo	PA	m2				
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2				
13	Huecos	HUE	und				
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2				

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	L	0.98							0.98	0.43%	6.00
1	M	11.31	10.13						21.44	9.32%	45.10
1	H	0.49							0.49	0.21%	16.00
3	M	1.10							1.10	0.48%	0.00
3	H	3.64							3.64	1.58%	9.60
5	L	2.28							2.28	0.99%	2.00
5	M	8.82							8.82	3.83%	29.30
10	L	8.90							8.90	3.87%	3.10
11	L	0.84	0.77						1.61	0.70%	2.00
11	M	0.64							0.64	0.28%	4.60
15	L	14.42	24.78						39.20	17.04%	36.40
19	L	0.35							0.35	0.15%	0.20
19	H	1.89	0.30						2.19	0.95%	16.10
<b>TOTAL VD=</b>										<b>170.40</b>	

Valor deducido mas alto (HV Di): 45.10  
 Numero de valores deducidos >2 (q): 9  
 Numero maximo de valores deducidos (mi): 6  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) = < 10$  VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	
1	45.10	36.40	29.30	16.10	16.00	9.60			152.50	6	72.9
2	45.10	36.40	29.30	16.10	16.00	2			144.90	5	74
3	45.10	36.40	29.30	16.10	2	2			130.90	4	73.8
4	45.10	36.40	29.30	2	2	2			116.80	3	72
5	45.10	36.40	2	2	2	2			89.50	2	63.9
6	45.10	2	2	2	2	2			55.10	1	55.1
7											
8											
9											
10											
<b>Max VDC=</b>										<b>74</b>	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =**  $100 - (\text{Máx VDC o Total VD})$   
 $100 - 74 = 26$

**GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:** MALO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Evaluación UM-03 mediante la Metodología Tradicional del PCI

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																																																																																			
<b>PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"</b>																																																																																																																																																																																			
DENOMINACIÓN DE LA VIA:			CARRETERA 28G			UNIDAD DE MUESTRA:			UM-3																																																																																																																																																																										
EVALUADORES:			VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA			PROGRESIVA (km):			5+203 - 5+239																																																																																																																																																																										
ANCHO DE CALZADA (m):			6.2			ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			219.48																																																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de Cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en Bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamientos y Hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de Borde</td><td>GB</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de reflexión de junta</td><td>GR</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril/Berma</td><td>DN</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas Longitudinales y Transversales</td><td>GLT</td><td>m</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parqueo</td><td>PA</td><td>m2</td></tr> <tr><td>12</td><td>Pulimiento de Agregados</td><td>PU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>13</td><td>Huecos</td><td>HUE</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	2	Exudación	EX	m2	3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	5	Corrugación	COR	m2	6	Depresión	DEP	m2	7	Grieta de Borde	GB	m	8	Grieta de reflexión de junta	GR	m	9	Desnivel Carril/Berma	DN	m	10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	11	Parqueo	PA	m2	12	Pulimiento de Agregados	PU	m2	13	Huecos	HUE	und	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>17</td><td>Grieta Parabólica</td><td>GP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	15	Ahuellamiento	AHU	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango PCI %</th> <th>Color</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-10</td><td></td><td>Falla</td></tr> <tr><td>11-25</td><td></td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>26-40</td><td></td><td>Malo</td></tr> <tr><td>41-55</td><td></td><td>Regular</td></tr> <tr><td>56-70</td><td></td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>71-85</td><td></td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>86-100</td><td></td><td>Excelente</td></tr> </tbody> </table>				Rango PCI %	Color	Estado	0-10		Falla	11-25		Muy Malo	26-40		Malo	41-55		Regular	56-70		Bueno	71-85		Muy Bueno	86-100		Excelente	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SEVERIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LOW</td><td>BAJA</td><td>L</td></tr> <tr><td>MEDIUM</td><td>MEDIA</td><td>M</td></tr> <tr><td>HIGH</td><td>ALTA</td><td>H</td></tr> </tbody> </table>				SEVERIDADES			LOW	BAJA	L	MEDIUM	MEDIA	M	HIGH	ALTA	H																																												
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																																																																
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2																																																																																																																																																																																
2	Exudación	EX	m2																																																																																																																																																																																
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2																																																																																																																																																																																
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2																																																																																																																																																																																
5	Corrugación	COR	m2																																																																																																																																																																																
6	Depresión	DEP	m2																																																																																																																																																																																
7	Grieta de Borde	GB	m																																																																																																																																																																																
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m																																																																																																																																																																																
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m																																																																																																																																																																																
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																																																																																																																																																																																
11	Parqueo	PA	m2																																																																																																																																																																																
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2																																																																																																																																																																																
13	Huecos	HUE	und																																																																																																																																																																																
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																																																																																
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																																																																
15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																																																																																
16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																																																																																
17	Grieta Parabólica	GP	m2																																																																																																																																																																																
18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																																																																																
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																																																																																
Rango PCI %	Color	Estado																																																																																																																																																																																	
0-10		Falla																																																																																																																																																																																	
11-25		Muy Malo																																																																																																																																																																																	
26-40		Malo																																																																																																																																																																																	
41-55		Regular																																																																																																																																																																																	
56-70		Bueno																																																																																																																																																																																	
71-85		Muy Bueno																																																																																																																																																																																	
86-100		Excelente																																																																																																																																																																																	
SEVERIDADES																																																																																																																																																																																			
LOW	BAJA	L																																																																																																																																																																																	
MEDIUM	MEDIA	M																																																																																																																																																																																	
HIGH	ALTA	H																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th colspan="9">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD (%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>L</td> <td>0.85</td> <td>3.56</td> <td>2.60</td> <td>0.84</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8.85</td> <td>4.03%</td> <td>24.00</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>L</td> <td>35.40</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>35.40</td> <td>16.13%</td> <td>6.00</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>L</td> <td>2.80</td> <td>2.76</td> <td>0.47</td> <td>1.75</td> <td>0.68</td> <td>0.58</td> <td>3.15</td> <td>1.73</td> <td>3.20</td> <td>17.12</td> <td>7.80%</td> <td>14.00</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>L</td> <td>17.70</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>17.70</td> <td>8.06%</td> <td>25.00</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>L</td> <td>35.40</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>35.40</td> <td>16.13%</td> <td>7.00</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td><b>TOTAL VD=</b></td> <td></td> <td><b>76.00</b></td> </tr> </tbody> </table>											FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES									TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	1	L	0.85	3.56	2.60	0.84	1.00					8.85	4.03%	24.00	7	L	35.40									35.40	16.13%	6.00	11	L	2.80	2.76	0.47	1.75	0.68	0.58	3.15	1.73	3.20	17.12	7.80%	14.00	15	L	17.70									17.70	8.06%	25.00	19	L	35.40									35.40	16.13%	7.00												<b>TOTAL VD=</b>		<b>76.00</b>																																																																							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES									TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																																																																						
1	L	0.85	3.56	2.60	0.84	1.00					8.85	4.03%	24.00																																																																																																																																																																						
7	L	35.40									35.40	16.13%	6.00																																																																																																																																																																						
11	L	2.80	2.76	0.47	1.75	0.68	0.58	3.15	1.73	3.20	17.12	7.80%	14.00																																																																																																																																																																						
15	L	17.70									17.70	8.06%	25.00																																																																																																																																																																						
19	L	35.40									35.40	16.13%	7.00																																																																																																																																																																						
											<b>TOTAL VD=</b>		<b>76.00</b>																																																																																																																																																																						
<p>Valor deducido mas alto (HV Di): 25.00</p> <p>Numero de valores deducidos &gt;2 (q): 5</p> <p>Numero maximo de valores deducidos (mi): 7.9 <math>m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10</math></p> <p style="text-align: right;">VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)</p>																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="9">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>24.00</td> <td>25.00</td> <td>14.00</td> <td>7.00</td> <td>6.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>76.00</td> <td>5</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>24.00</td> <td>25.00</td> <td>14.00</td> <td>7.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>72.00</td> <td>4</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>24.00</td> <td>25.00</td> <td>14.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>67.00</td> <td>3</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>24.00</td> <td>25.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>55.00</td> <td>2</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>24.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>32.00</td> <td>1</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td><b>Max VDC=</b></td> <td></td> <td><b>42</b></td> </tr> </tbody> </table>											N°	VALORES DEDUCIDOS									VDT	q	VDC	1	24.00	25.00	14.00	7.00	6.00						76.00	5	39	2	24.00	25.00	14.00	7.00							72.00	4	41	3	24.00	25.00	14.00	2	2						67.00	3	42	4	24.00	25.00	2	2	2						55.00	2	42	5	24.00	2	2	2	2						32.00	1	32	6														7														8														9														10																									<b>Max VDC=</b>		<b>42</b>		
N°	VALORES DEDUCIDOS									VDT	q	VDC																																																																																																																																																																							
1	24.00	25.00	14.00	7.00	6.00						76.00	5	39																																																																																																																																																																						
2	24.00	25.00	14.00	7.00							72.00	4	41																																																																																																																																																																						
3	24.00	25.00	14.00	2	2						67.00	3	42																																																																																																																																																																						
4	24.00	25.00	2	2	2						55.00	2	42																																																																																																																																																																						
5	24.00	2	2	2	2						32.00	1	32																																																																																																																																																																						
6																																																																																																																																																																																			
7																																																																																																																																																																																			
8																																																																																																																																																																																			
9																																																																																																																																																																																			
10																																																																																																																																																																																			
											<b>Max VDC=</b>		<b>42</b>																																																																																																																																																																						
<p style="text-align: center;"><b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p style="text-align: center;">100-(Máx VDC o Total VD)</p> <p style="text-align: center;">58</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:</b></p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="width: 50px; height: 20px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></div> <div style="margin-left: 10px;">BUENO</div> </div>																																																																																																																																																																																			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Evaluación UM-04 mediante la Metodología Tradicional del PCI

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								INSTITUTO VIAL DE LA REGION CUSCO		
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"												
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UM-4			
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			7+221 - 7+257			
ANCHO DE CALZADA (m):		6.5				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			230.1			
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	N°	FALLAS	COD.	UNIDAD					
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
2	Exudación	EX	m2	16	Desplazamiento	DES	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2					
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	18	Hinchamiento	HN	m2					
5	Corrugación	COR	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2					
6	Depresión	DEP	m2									
7	Grieta de Borde	GB	m									
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m									
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
11	Parqueo	PA	m2									
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2									
13	Huecos	HUE	und									
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2									

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	M	0.86	0.18							1.04	0.45%	15.10
1	H	2.28								2.28	0.99%	29.90
7	L	15.40								15.40	6.69%	4.40
7	M	21.20								21.20	9.21%	13.70
10	M	1.40	17.90							19.30	8.39%	16.00
11	L	26.82	0.66	1.11	2.32					30.91	13.43%	18.10
13	L	2.00								2.00	0.87%	18.00
15	L	17.36	3.30							20.66	8.98%	26.00
											<b>TOTAL VD=</b>	<b>141.20</b>

Valor deducido mas alto (HV Di): 29.90

Numero de valores deducidos >2 (q): 8

Numero maximo de valores deducidos (mi): 7.4  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) =< 10$

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC	
1	29.90	26.00	18.10	18.00	16.00	15.10	13.70	1.76		138.56	8	66
2	29.90	26.00	18.10	18.00	16.00	15.10	13.70	2		138.80	7	66
3	29.90	26.00	18.10	18.00	16.00	15.10	2	2		127.10	6	62
4	29.90	26.00	18.10	18.00	16.00	2	2	2		114.00	5	59
5	29.90	26.00	18.10	18.00	2	2	2	2		100.00	4	57
6	29.90	26.00	18.10	2	2	2	2	2		84.00	3	53
7	29.90	26.00	2	2	2	2	2	2		67.90	2	49.5
8	29.90	2	2	2	2	2	2	2		43.90	1	43.9
9												
10												
											<b>Max VDC=</b>	<b>66</b>

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =  $100 - (\text{Máx VDC o Total VD})$

GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO: MALO

Fuente: Elaboración propia





Tabla 38: Evaluación UM-06 mediante la Metodología Tradicional del PCI

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				INSTITUTO VIAL	
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"							
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G		UNIDAD DE MUESTRA:		UM-6	
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA		PROGRESIVA (km):		11+257 - 11+292	
ANCHO DE CALZADA (m):		6.2		ÁREA DE LA MUESTRA (m2):		219.48	
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	N°	FALLAS	COD.	UNIDAD
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2
2	Exudación	EX	m2	16	Desplazamiento	DES	m2
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	18	Hinchamiento	HN	m2
5	Corrugación	COR	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2
6	Depresión	DEP	m2				
7	Grieta de Borde	GB	m				
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m				
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m				
11	Parqueo	PA	m2				
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2				
13	Huecos	HUE	und				
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2				

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	L	0.39	0.57	0.32	0.36			1.64	0.75%	8.10
1	M	0.81	11.48	6.72				19.01	8.66%	43.40
6	L	1.54						1.54	0.70%	4.00
7	L	17.70						17.70	8.06%	6.50
11	L	18.00						18.00	8.20%	14.20
11	M	20.96						20.96	9.55%	31.50
12	L	0.18						0.18	0.08%	0.00
13	M	1.00						1.00	0.46%	19.10
15	L	9.38						9.38	4.27%	19.60
19	L	0.35						0.35	0.16%	0.10
								<b>TOTAL VD=</b>		<b>146.50</b>

Valor deducido mas alto (HV Di): 43.40  
 Numero de valores deducidos >2 (q): 8  
 Numero maximo de valores deducidos (mi): 6.2  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$  VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	43.40	31.50	19.60	19.10	14.20	8.10	1.30		137.20	7	66
2	43.40	31.50	19.60	19.10	14.20	8.10	2		137.90	6	67
3	43.40	31.50	19.60	19.10	14.20	2	2		131.80	5	68
4	43.40	31.50	19.60	19.10	2	2	2		119.60	4	68
5	43.40	31.50	19.60	2	2	2	2		102.50	3	64
6	43.40	31.50	2	2	2	2	2		84.90	2	61
7	43.40	2	2	2	2	2	2		55.40	1	55
8											
9											
10											
								<b>Max VDC=</b>		<b>68</b>	

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =** 100-(Máx VDC o Total VD)  
32

**GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:**  MALO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Evaluación UM-07 mediante la Metodología Tradicional del PCI

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				INSTITUTO VIAL	
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"							
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G		UNIDAD DE MUESTRA:		UM-7	
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA		PROGRESIVA (km):		13+275 - 13+310	
ANCHO DE CALZADA (m):		6.6		ÁREA DE LA MUESTRA (m2):		233.64	
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	N°	FALLAS	COD.	UNIDAD
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2
2	Exudación	EX	m2	16	Desplazamiento	DES	m2
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	18	Hinchamiento	HN	m2
5	Corrugación	COR	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2
6	Depresión	DEP	m2				
7	Grieta de Borde	GB	m				
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m				
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m				
11	Parqueo	PA	m2				
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2				
13	Huecos	HUE	und				
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2				

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	L	1.05						1.05	0.45%	5.80
1	M	8.85						8.85	3.79%	34.90
6	L	9.60						9.60	4.11%	8.20
7	M	22.30						22.30	9.54%	13.80
10	L	1.70						1.70	0.73%	0.00
10	M	0.70						0.70	0.30%	0.00
13	L	1.00						1.00	0.43%	10.00
15	L	21.24						21.24	9.09%	26.20
15	M	14.00						14.00	5.99%	38.20
19	L	24.78	9.92	21.24	21.24			77.18	33.03%	10.90
								<b>TOTAL VD=</b>		<b>148.00</b>

Valor deducido mas alto (HV Di): 38.20

Numero de valores deducidos >2 (q): 8

Numero maximo de valores deducidos (mi): 6.7  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	38.20	34.90	26.20	13.80	10.90	10.00	5.74			67
2	38.20	34.90	26.20	13.80	10.90	10.00	2			65
3	38.20	34.90	26.20	13.80	10.90	2	2			66
4	38.20	34.90	26.20	13.80	2	2	2			68
5	38.20	34.90	26.20	2	2	2	2			66
6	38.20	34.90		2	2	2	2			59
7	38.20	2	2	2	2	2	2			50.2
8										
9										
10										
								<b>Max VDC=</b>		<b>68</b>

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =  $100 - (\text{Máx VDC o Total VD})$

32

GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO: MALO

Fuente: Elaboración propia



Tabla 40: Evaluación UM-08 mediante la Metodología Tradicional del PCI

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								INSTITUTO VIAL				
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"														
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UM-8					
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			15+292 - 15+328					
ANCHO DE CALZADA (m):		6.1				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			215.94					
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	N°	FALLAS	COD.	UNIDAD							
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2							
2	Exudación	EX	m2	16	Desplazamiento	DES	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2							
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	18	Hinchamiento	HN	m2							
5	Corrugación	COR	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2							
6	Depresión	DEP	m2									SEVERIDADES		
7	Grieta de Borde	GB	m									LOW	BAJA	L
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									MEDIUM	MEDIA	M
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m									HIGH	ALTA	H
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									6.1		
11	Parqueo	PA	m2									35.4		
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2											
13	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
				Rango PCI %				Color	Estado					
				0-10					Falla					
				11-25					Muy Malo					
				26-40					Malo					
				41-55					Regular					
				56-70					Bueno					
				71-85					Muy Bueno					
				86-100					Excelente					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)		
5	L	23.04								23.04	10.67%	12.60		
7	L	35.40								35.40	16.39%	6.20		
10	L	3.00								3.00	1.39%	0.00		
10	M	3.10								3.10	1.44%	4.10		
12	L	0.21								0.21	0.10%	0.00		
19	L	19.47	31.64							51.11	23.67%	8.10		
										<b>TOTAL VD=</b>		<b>31.00</b>		
Valor deducido mas alto (HV Di):				12.60										
Numero de valores deducidos >2 (q):				4										
Numero maximo de valores deducidos (mi):				$g = m + 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$								VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)		
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC			
1	12.60	8.10	6.20	4.10					31.00	4	13			
2	12.60	8.10	6.20	2					28.90	3	16			
3	12.60	8.10	2	2					24.70	2	18			
4	12.60	2	2	2					18.60	1	19			
5														
6														
7														
8														
9														
10														
										<b>Max VDC=</b>		<b>19</b>		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =								$100 - (\text{Máx VDC o Total VD})$						
								81						
GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:								MUY BUENO						

Fuente: Elaboración propia





Tabla 43: Evaluación UM-11 mediante la Metodología Tradicional del PCI

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																																																																																																																																																							
<b>PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"</b>																																																																																																																																																																																																																																																							
DENOMINACIÓN DE LA VIA:			CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UM-11																																																																																																																																																																																																																																													
EVALUADORES:			VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			21+346 - 21+381																																																																																																																																																																																																																																													
ANCHO DE CALZADA (m):			6				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			212.4																																																																																																																																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de Cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en Bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamientos y Hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de Borde</td><td>GB</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de reflexión de junta</td><td>GR</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril/Berma</td><td>DN</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas Longitudinales y Transversales</td><td>GLT</td><td>m</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parqueo</td><td>PA</td><td>m2</td></tr> <tr><td>12</td><td>Pullimiento de Agregados</td><td>PU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>13</td><td>Huecos</td><td>HUE</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	2	Exudación	EX	m2	3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	5	Corrugación	COR	m2	6	Depresión	DEP	m2	7	Grieta de Borde	GB	m	8	Grieta de reflexión de junta	GR	m	9	Desnivel Carril/Berma	DN	m	10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	11	Parqueo	PA	m2	12	Pullimiento de Agregados	PU	m2	13	Huecos	HUE	und	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>17</td><td>Grieta Parabólica</td><td>GP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	15	Ahuellamiento	AHU	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango PCI %</th> <th>Color</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-10</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td>Falla</td></tr> <tr><td>11-25</td><td style="background-color: #808080;"></td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>26-40</td><td style="background-color: #ff0000;"></td><td>Malo</td></tr> <tr><td>41-55</td><td style="background-color: #ff69b4;"></td><td>Regular</td></tr> <tr><td>56-70</td><td style="background-color: #ffff00;"></td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>71-85</td><td style="background-color: #90ee90;"></td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>86-100</td><td style="background-color: #00ff00;"></td><td>Excelente</td></tr> </tbody> </table>				Rango PCI %	Color	Estado	0-10		Falla	11-25		Muy Malo	26-40		Malo	41-55		Regular	56-70		Bueno	71-85		Muy Bueno	86-100		Excelente	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SEVERIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LOW</td><td>BAJA</td><td>L</td></tr> <tr><td>MEDIUM</td><td>MEDIA</td><td>M</td></tr> <tr><td>HIGH</td><td>ALTA</td><td>H</td></tr> </tbody> </table>				SEVERIDADES			LOW	BAJA	L	MEDIUM	MEDIA	M	HIGH	ALTA	H																																																																																																																
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																																																																																																																																				
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
2	Exudación	EX	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
5	Corrugación	COR	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
6	Depresión	DEP	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
7	Grieta de Borde	GB	m																																																																																																																																																																																																																																																				
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m																																																																																																																																																																																																																																																				
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m																																																																																																																																																																																																																																																				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																																																																																																																																																																																																																																																				
11	Parqueo	PA	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
12	Pullimiento de Agregados	PU	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
13	Huecos	HUE	und																																																																																																																																																																																																																																																				
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																																																																																																																																				
15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
17	Grieta Parabólica	GP	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																																																																																																																																																				
Rango PCI %	Color	Estado																																																																																																																																																																																																																																																					
0-10		Falla																																																																																																																																																																																																																																																					
11-25		Muy Malo																																																																																																																																																																																																																																																					
26-40		Malo																																																																																																																																																																																																																																																					
41-55		Regular																																																																																																																																																																																																																																																					
56-70		Bueno																																																																																																																																																																																																																																																					
71-85		Muy Bueno																																																																																																																																																																																																																																																					
86-100		Excelente																																																																																																																																																																																																																																																					
SEVERIDADES																																																																																																																																																																																																																																																							
LOW	BAJA	L																																																																																																																																																																																																																																																					
MEDIUM	MEDIA	M																																																																																																																																																																																																																																																					
HIGH	ALTA	H																																																																																																																																																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th colspan="8">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD (%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>L</td><td>0.25</td><td>0.43</td><td>0.67</td><td>2.22</td><td>0.35</td><td>3.48</td><td>0.85</td><td></td><td>8.25</td><td>3.88%</td><td>23.40</td></tr> <tr><td>1</td><td>M</td><td>7.92</td><td>7.50</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>15.42</td><td>7.26%</td><td>42.30</td></tr> <tr><td>1</td><td>H</td><td>2.94</td><td>2.97</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5.91</td><td>2.78%</td><td>44.80</td></tr> <tr><td>3</td><td>M</td><td>0.90</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.90</td><td>0.42%</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>6</td><td>L</td><td>0.16</td><td>0.18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.34</td><td>0.16%</td><td>4.00</td></tr> <tr><td>7</td><td>L</td><td>35.40</td><td>35.40</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>70.80</td><td>33.33%</td><td>9.80</td></tr> <tr><td>10</td><td>L</td><td>3.70</td><td>1.30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5.00</td><td>2.35%</td><td>1.80</td></tr> <tr><td>11</td><td>L</td><td>1.43</td><td>1.79</td><td>9.10</td><td>4.80</td><td>0.84</td><td>1.82</td><td></td><td></td><td>19.78</td><td>9.31%</td><td>16.10</td></tr> <tr><td>13</td><td>L</td><td>1.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1.00</td><td>0.47%</td><td>11.20</td></tr> <tr><td>13</td><td>M</td><td>1.00</td><td>1.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2.00</td><td>0.94%</td><td>31.30</td></tr> <tr><td>13</td><td>H</td><td>1.00</td><td>1.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2.00</td><td>0.94%</td><td>51.10</td></tr> <tr><td>15</td><td>L</td><td>7.20</td><td>12.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>19.20</td><td>9.04%</td><td>26.70</td></tr> <tr><td>18</td><td>L</td><td>0.70</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.70</td><td>0.33%</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>19</td><td>L</td><td>4.05</td><td>5.79</td><td>0.30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>10.14</td><td>4.77%</td><td>2.90</td></tr> <tr><td>19</td><td>M</td><td>0.48</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.48</td><td>0.23%</td><td>5.20</td></tr> <tr><td>19</td><td>H</td><td>0.12</td><td>5.62</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5.74</td><td>2.70%</td><td>24.40</td></tr> <tr><td colspan="11" style="text-align: right;"><b>TOTAL VD=</b></td><td><b>295.00</b></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>											FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	1	L	0.25	0.43	0.67	2.22	0.35	3.48	0.85		8.25	3.88%	23.40	1	M	7.92	7.50							15.42	7.26%	42.30	1	H	2.94	2.97							5.91	2.78%	44.80	3	M	0.90								0.90	0.42%	0.00	6	L	0.16	0.18							0.34	0.16%	4.00	7	L	35.40	35.40							70.80	33.33%	9.80	10	L	3.70	1.30							5.00	2.35%	1.80	11	L	1.43	1.79	9.10	4.80	0.84	1.82			19.78	9.31%	16.10	13	L	1.00								1.00	0.47%	11.20	13	M	1.00	1.00							2.00	0.94%	31.30	13	H	1.00	1.00							2.00	0.94%	51.10	15	L	7.20	12.00							19.20	9.04%	26.70	18	L	0.70								0.70	0.33%	0.00	19	L	4.05	5.79	0.30						10.14	4.77%	2.90	19	M	0.48								0.48	0.23%	5.20	19	H	0.12	5.62							5.74	2.70%	24.40	<b>TOTAL VD=</b>											<b>295.00</b>			<p>Valor deducido mas alto (HV Di): <b>51.10</b></p> <p>Numero de valores deducidos &gt;2 (q): <b>11</b></p> <p>Numero maximo de valores deducidos (mi): <b>5.5</b>      <math>m = 1 + (9/98) (100-HDV) = &lt; 10</math></p>	
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																																																																																																																																											
1	L	0.25	0.43	0.67	2.22	0.35	3.48	0.85		8.25	3.88%	23.40																																																																																																																																																																																																																																											
1	M	7.92	7.50							15.42	7.26%	42.30																																																																																																																																																																																																																																											
1	H	2.94	2.97							5.91	2.78%	44.80																																																																																																																																																																																																																																											
3	M	0.90								0.90	0.42%	0.00																																																																																																																																																																																																																																											
6	L	0.16	0.18							0.34	0.16%	4.00																																																																																																																																																																																																																																											
7	L	35.40	35.40							70.80	33.33%	9.80																																																																																																																																																																																																																																											
10	L	3.70	1.30							5.00	2.35%	1.80																																																																																																																																																																																																																																											
11	L	1.43	1.79	9.10	4.80	0.84	1.82			19.78	9.31%	16.10																																																																																																																																																																																																																																											
13	L	1.00								1.00	0.47%	11.20																																																																																																																																																																																																																																											
13	M	1.00	1.00							2.00	0.94%	31.30																																																																																																																																																																																																																																											
13	H	1.00	1.00							2.00	0.94%	51.10																																																																																																																																																																																																																																											
15	L	7.20	12.00							19.20	9.04%	26.70																																																																																																																																																																																																																																											
18	L	0.70								0.70	0.33%	0.00																																																																																																																																																																																																																																											
19	L	4.05	5.79	0.30						10.14	4.77%	2.90																																																																																																																																																																																																																																											
19	M	0.48								0.48	0.23%	5.20																																																																																																																																																																																																																																											
19	H	0.12	5.62							5.74	2.70%	24.40																																																																																																																																																																																																																																											
<b>TOTAL VD=</b>											<b>295.00</b>																																																																																																																																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="8">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>51.10</td><td>44.80</td><td>42.30</td><td>31.30</td><td>26.70</td><td>12.20</td><td></td><td></td><td>208.40</td><td>6</td><td>90</td></tr> <tr><td>2</td><td>51.10</td><td>44.80</td><td>42.30</td><td>31.30</td><td>26.70</td><td>2</td><td></td><td></td><td>198.20</td><td>5</td><td>94</td></tr> <tr><td>3</td><td>51.10</td><td>44.80</td><td>42.30</td><td>31.30</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td>173.50</td><td>4</td><td>91</td></tr> <tr><td>4</td><td>51.10</td><td>44.80</td><td>42.30</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td>144.20</td><td>3</td><td>86</td></tr> <tr><td>5</td><td>51.10</td><td>44.80</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td>103.90</td><td>2</td><td>73</td></tr> <tr><td>6</td><td>51.10</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td>61.10</td><td>1</td><td>61</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="11" style="text-align: right;"><b>Max VDC=</b></td><td><b>94</b></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>											N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC	1	51.10	44.80	42.30	31.30	26.70	12.20			208.40	6	90	2	51.10	44.80	42.30	31.30	26.70	2			198.20	5	94	3	51.10	44.80	42.30	31.30	2	2			173.50	4	91	4	51.10	44.80	42.30	2	2	2			144.20	3	86	5	51.10	44.80	2	2	2	2			103.90	2	73	6	51.10	2	2	2	2	2			61.10	1	61	7												8												9												10												<b>Max VDC=</b>											<b>94</b>																																																																																													
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC																																																																																																																																																																																																																																												
1	51.10	44.80	42.30	31.30	26.70	12.20			208.40	6	90																																																																																																																																																																																																																																												
2	51.10	44.80	42.30	31.30	26.70	2			198.20	5	94																																																																																																																																																																																																																																												
3	51.10	44.80	42.30	31.30	2	2			173.50	4	91																																																																																																																																																																																																																																												
4	51.10	44.80	42.30	2	2	2			144.20	3	86																																																																																																																																																																																																																																												
5	51.10	44.80	2	2	2	2			103.90	2	73																																																																																																																																																																																																																																												
6	51.10	2	2	2	2	2			61.10	1	61																																																																																																																																																																																																																																												
7																																																																																																																																																																																																																																																							
8																																																																																																																																																																																																																																																							
9																																																																																																																																																																																																																																																							
10																																																																																																																																																																																																																																																							
<b>Max VDC=</b>											<b>94</b>																																																																																																																																																																																																																																												
<p><b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">100-(Máx VDC o Total VD)</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td></tr> </table>											100-(Máx VDC o Total VD)	6																																																																																																																																																																																																																																											
100-(Máx VDC o Total VD)																																																																																																																																																																																																																																																							
6																																																																																																																																																																																																																																																							
<p><b>GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="text-align: center;"><b>FALLADO</b></td></tr> </table>												<b>FALLADO</b>																																																																																																																																																																																																																																											
	<b>FALLADO</b>																																																																																																																																																																																																																																																						

Fuente: Elaboración propia





Tabla 46: Evaluación UM-14 mediante la Metodología Tradicional del PCI

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						INSTITUTO VIAL DEL CUSCO	
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"									
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G			UNIDAD DE MUESTRA:		UM-14		
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA			PROGRESIVA (km):		27+399 - 27+435		
ANCHO DE CALZADA (m):		6.3			ÁREA DE LA MUESTRA (m2):		223.02		
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	N°	FALLAS	COD.	UNIDAD		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2		
2	Exudación	EX	m2	16	Desplazamiento	DES	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2		
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	18	Hinchamiento	HN	m2		
5	Corrugación	COR	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2		
6	Depresión	DEP	m2						
7	Grieta de Borde	GB	m						
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m						
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m						
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m						
11	Parqueo	PA	m2						
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2						
13	Huecos	HUE	und						
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2						

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	L	1.08	10.32	0.99	3.80	3.49	1.21			20.89	9.37%	32.60
1	M	3.08	7.38	13.97	0.63					25.06	11.24%	47.70
7	L	35.40	24.06							59.46	26.66%	8.40
10	L	0.90	3.40	2.12	4.10	5.40	4.40			20.32	9.11%	7.60
10	M	3.00								3.00	1.35%	3.80
11	L	4.10								4.10	1.84%	4.10
11	M	1.56								1.56	0.70%	8.00
11	H	9.02	1.92	5.76	8.16	9.60	29.02	6.12	13.82	83.42	37.40%	75.40
15	L	1.26								1.26	0.56%	4.30
15	M	2.80								2.80	1.26%	20.60
19	L	2.84	0.40							3.24	1.45%	2.20
<b>TOTAL VD=</b>											<b>214.70</b>	

Valor deducido mas alto (HV Di): 75.40  
 Numero de valores deducidos >2 (q): 11  
 Numero maximo de valores deducidos (mi): 3.3  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$  VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	75.40	47.70	32.60	6.18					161.88	4	87
2	75.40	47.70	32.60	2					157.70	3	92
3	75.40	47.70	2	2					127.10	2	85
4	75.40	2	2	2					81.40	1	81
5											
6											
7											
8											
9											
10											
<b>Max VDC=</b>											<b>92</b>

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =**  $\frac{100 - (\text{Máx VDC o Total VD})}{8}$

**GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:** FALLADO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Evaluación UM-15 mediante la Metodología Tradicional del PCI

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						INSTITUTO VIAL DEL PERU		
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"										
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G			UNIDAD DE MUESTRA:		UM-15			
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA			PROGRESIVA (km):		29+417 - 29+452			
ANCHO DE CALZADA (m):		6.3			ÁREA DE LA MUESTRA (m2):		223.02			
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	N°	FALLAS	COD.	UNIDAD			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
2	Exudación	EX	m2	16	Desplazamiento	DES	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2			
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	18	Hinchamiento	HN	m2			
5	Corrugación	COR	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2			
6	Depresión	DEP	m2							
7	Grieta de Borde	GB	m							
8	Grieta de reflexión de Junta	GR	m							
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
11	Parqueo	PA	m2							
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2							
13	Huecos	HUE	und							
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2							

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	L	2.40	0.40	0.68	1.92	1.62			7.02	3.15%	22.70
3	M	2.10							2.10	0.94%	1.50
7	L	3.20	10.40						13.60	6.10%	4.10
10	L	0.75	0.90	4.20	3.40	4.40	3.60		17.25	7.73%	6.70
10	H	10.90							10.90	4.89%	22.10
11	L	0.24							0.24	0.11%	0.00
11	M	4.20							4.20	1.88%	14.60
15	L	1.20							1.20	0.54%	5.10
19	L	15.93	17.70						33.63	15.08%	6.90
									<b>TOTAL VD=</b>		<b>83.70</b>

Valor deducido mas alto (HV Di): **22.70**  
 Numero de valores deducidos >2 (q): **7**  
 Numero maximo de valores deducidos (mi): **8.1**  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$  VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	22.70	22.10	14.60	6.90	6.70	5.10	4.10	1.50	83.70	8	39
2	22.70	22.10	14.60	6.90	6.70	5.10	4.10	2	84.20	7	39
3	22.70	22.10	14.60	6.90	6.70	5.10	2	2	82.10	6	39
4	22.70	22.10	14.60	6.90	6.70	2	2	2	79.00	5	40
5	22.70	22.10	14.60	6.90	2	2	2	2	74.30	4	41
6	22.70	22.10	14.60	2	2	2	2	2	69.40	3	44
7	22.70	22.10	2	2	2	2	2	2	56.80	2	42
8	22.70	2	2	2	2	2	2	2	36.70	1	37
9											
10											
									<b>Max VDC=</b>		<b>44</b>

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =** 100-(Máx VDC o Total VD)  
56

**GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:**  **BUENO**

Fuente: Elaboración propia





Tabla 50: Evaluación UMA-02 mediante la Metodología Tradicional del PCI

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE														
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"														
DENOMINACIÓN DE LA VIA:			CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UMA-02				
EVALUADORES:			VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			32+284 - 32+320				
ANCHO DE CALZADA (m):			6.5				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			230.1				
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	Rango PCI %		Color	Estado	SEVERIDADES		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	0-10			Falla	LOW	BAJA	L
2	Exudación	EX	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	11-25			Muy Malo	MEDIUM	MEDIA	M
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2	26-40			Malo	HIGH	ALTA	H
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	41-55			Regular			
5	Corrugación	COR	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	56-70			Bueno			
6	Depresión	DEP	m2					71-85			Muy Bueno			
7	Grieta de Borde	GB	m					86-100			Excelente			
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m											
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m											
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m											
11	Parqueo	PA	m2											
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2											
13	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)		
1	L	3.80	0.40	0.62						4.82	2.09%	17.00		
11	L	0.65	0.10							0.75	0.33%	1.00		
11	M	0.55	4.26							4.81	2.09%	15.00		
15	L	0.92								0.92	0.40%	29.00		
15	M	6.72								6.72	2.92%	11.00		
19	L	14.16	14.16							28.32	12.31%	6.00		
											<b>TOTAL VD=</b>	<b>79.00</b>		
Valor deducido mas alto (HV Di):			29.00											
Numero de valores deducidos >2 (q):			5											
Numero maximo de valores deducidos (mi):			7.5 $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$											
											VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)			
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC			
1	29.00	17.00	15.00	11.00	6.00				78.00	5	40			
2	29.00	17.00	15.00	11.00	2.00				74.00	4	42			
3	29.00	17.00	15.00	2.00	2.00				65.00	3	42			
4	29.00	17.00	2.00	2.00	2.00				52.00	2	39			
5	29.00	2.00	2.00	2.00	2.00				37.00	1	37			
6														
7														
8														
9														
10														
											<b>Max VDC=</b>	<b>42</b>		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =								$100 - (\text{Máx VDC o Total VD})$ 58						
GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:								BUENO						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Evaluación UMA-03 mediante la Metodología Tradicional del PCI

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						INSTITUTO VIAL		
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"										
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G			UNIDAD DE MUESTRA:			UMA-03		
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA			PROGRESIVA (km):			32+284 - 32+320		
ANCHO DE CALZADA (m):		6.2			ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			219.48		
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD		N°	FALLAS	COD.	UNIDAD		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2		15	Ahuellamiento	AHU	m2		
2	Exudación	EX	m2		16	Desplazamiento	DES	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2		17	Grieta Parabólica	GP	m2		
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2		18	Hinchamiento	HN	m2		
5	Corrugación	COR	m2		19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2		
6	Depresión	DEP	m2							
7	Grieta de Borde	GB	m							
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m							
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m							
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
11	Parqueo	PA	m2							
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2							
13	Huecos	HUE	und							
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2							

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	L	1.65	1.75	0.09					3.49	1.59%	14.00
3	L	12.30							12.30	5.60%	6.00
3	H	0.50							0.50	0.23%	1.00
7	L	12.00							12.00	5.47%	4.00
10	L	2.50	1.00	1.20					4.70	2.14%	0.00
11	L	0.56	0.42	1.50	1.10				3.58	1.63%	4.00
12	M	0.20							0.20	0.09%	0.00
13	L	1.00	1.00	1.00					3.00	1.37%	23.00
15	L	2.60	3.12						5.72	2.61%	16.00
19	L	28.32							28.32	12.90%	6.00
									<b>TOTAL VD=</b>		<b>74.00</b>

Valor deducido mas alto (HV Di): **23.00**  
 Numero de valores deducidos >2 (q): **7**  
 Numero maximo de valores deducidos (mi): **8.1**  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) =< 10$  VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	23.00	16.00	14.00	6.00	6.00	4.00	4.00		73.00	7	34
2	23.00	16.00	14.00	6.00	6.00	4.00	2		71.00	6	32
3	23.00	16.00	14.00	6.00	6.00	2	2		69.00	5	35
4	23.00	16.00	14.00	6.00	2	2	2		65.00	4	36
5	23.00	16.00	14.00	2	2	2	2		61.00	3	38
6	23.00	16.00	2	2	2	2	2		49.00	2	36
7	23.00	2	2	2	2	2	2		35.00	1	35
8											
9											
10											
									<b>Max VDC=</b>		<b>38</b>

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =** 100-(Máx VDC o Total VD)  
62

**GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:**  **BUENO**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Evaluación UMA-04 mediante la Metodología Tradicional del PCI

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
					PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"				
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G			UNIDAD DE MUESTRA:		UMA-04		
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA			PROGRESIVA (km):		32+284 - 32+320		
ANCHO DE CALZADA (m):		6.8			ÁREA DE LA MUESTRA (m2):		240.72		
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	N°	FALLAS	COD.	UNIDAD		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2		
2	Exudación	EX	m2	16	Desplazamiento	DES	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2		
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	18	Hinchamiento	HN	m2		
5	Corrugación	COR	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2		
6	Depresión	DEP	m2						
7	Grieta de Borde	GB	m						
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m						
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m						
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m						
11	Parqueo	PA	m2						
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2						
13	Huecos	HUE	und						
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2						

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
7	M	4.35							4.35	1.81%	7.00
10	L	19.80	13.26						33.06	13.73%	9.00
11	L	9.05							9.05	3.76%	7.00
									<b>TOTAL VD=</b>		<b>23.00</b>

Valor deducido mas alto (HV Di): 9.00  
 Numero de valores deducidos >2 (q): 3  
 Numero maximo de valores deducidos (mi): 9.4  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$

VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	9.00	7.00	7.00					23.00	3	12
2	9.00	7.00	2.00					18.00	2	13
3	9.00	2.00	2.00					13.00	1	13
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
									<b>Max VDC=</b>	<b>13</b>

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =  $100 - (\text{Máx VDC o Total VD})$   
 87

GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO: EXCELENTE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Evaluación UMA-05 mediante la Metodología Tradicional del PCI

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				INSTITUTO VIAL DEL PERU	
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"							
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G		UNIDAD DE MUESTRA:		UMA-05	
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA		PROGRESIVA (km):		32+284 - 32+320	
ANCHO DE CALZADA (m):		6.3		ÁREA DE LA MUESTRA (m2):		223.02	
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	N°	FALLAS	COD.	UNIDAD
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2
2	Exudación	EX	m2	16	Desplazamiento	DES	m2
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	18	Hinchamiento	HN	m2
5	Corrugación	COR	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2
6	Depresión	DEP	m2				
7	Grieta de Borde	GB	m				
8	Grieta de reflexión de Junta	GR	m				
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m				
11	Parqueo	PA	m2				
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2				
13	Huecos	HUE	und				
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2				

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	L	0.93	4.15						5.08	2.28%	18.10
1	M	18.00	9.60	1.32					28.92	12.97%	49.80
1	H	3.60							3.60	1.61%	37.90
7	L	2.20	4.6	2.70					9.50	4.26%	4.00
10	L	2.50							2.50	1.12%	0.00
11	L	1.35							1.35	0.61%	2.00
11	M	38.19	13.31						51.50	23.09%	43.00
15	L	4.00							4.00	1.79%	13.30
19	L	3.56							3.56	1.60%	2.00
<b>TOTAL VD=</b>											<b>170.10</b>

Valor deducido mas alto (HV Di): 49.80  
 Numero de valores deducidos >2 (q): 6  
 Numero maximo de valores deducidos (mi): 5.6  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) =< 10$  VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	
1	49.80	43.00	37.90	18.10	13.30	2.4			164.50	6	78
2	49.80	43.00	37.90	18.10	13.30	2			164.10	5	82
3	49.80	43.00	37.90	18.10	2	2			152.80	4	82
4	49.80	43.00	37.90	2	2	2			136.70	3	82
5	49.80	43.00	2	2	2	2			100.80	2	71
6	49.80	2	2	2	2	2			59.80	1	60
7											
8											
9											
10											
<b>Max VDC=</b>											<b>82</b>

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =** 100-(Máx VDC o Total VD)  
18

**GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:** MUY MALO

Fuente: Elaboración propia

















Tabla 61: Evaluación UM-08 mediante la Metodología VANT

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																																							
																																																																																																																																							
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"																																																																																																																																							
DENOMINACIÓN DE LA VIA:			CARRETERA 28G			UNIDAD DE MUESTRA:			UM-8																																																																																																																														
EVALUADORES:			VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA			PROGRESIVA (km):			15+292 - 15+328																																																																																																																														
ANCHO DE CALZADA (m):			6.2			ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			219.48																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de Cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en Bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamientos y Hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de Borde</td><td>GB</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de reflexión de junta</td><td>GR</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril/Berma</td><td>DN</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas Longitudinales y Transversales</td><td>GLT</td><td>m</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parqueo</td><td>PA</td><td>m2</td></tr> <tr><td>12</td><td>Pulimiento de Agregados</td><td>PU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>13</td><td>Huecos</td><td>HUE</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	2	Exudación	EX	m2	3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	5	Corrugación	COR	m2	6	Depresión	DEP	m2	7	Grieta de Borde	GB	m	8	Grieta de reflexión de junta	GR	m	9	Desnivel Carril/Berma	DN	m	10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	11	Parqueo	PA	m2	12	Pulimiento de Agregados	PU	m2	13	Huecos	HUE	und	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>17</td><td>Grieta Parabólica</td><td>GP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	15	Ahuellamiento	AHU	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango PCI %</th> <th>Color</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-10</td><td></td><td>Falla</td></tr> <tr><td>11-25</td><td></td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>26-40</td><td></td><td>Malo</td></tr> <tr><td>41-55</td><td></td><td>Regular</td></tr> <tr><td>56-70</td><td></td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>71-85</td><td></td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>86-100</td><td></td><td>Excelente</td></tr> </tbody> </table>				Rango PCI %	Color	Estado	0-10		Falla	11-25		Muy Malo	26-40		Malo	41-55		Regular	56-70		Bueno	71-85		Muy Bueno	86-100		Excelente	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SEVERIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LOW</td><td>BAJA</td><td>L</td></tr> <tr><td>MEDIUM</td><td>MEDIA</td><td>M</td></tr> <tr><td>HIGH</td><td>ALTA</td><td>H</td></tr> </tbody> </table>				SEVERIDADES			LOW	BAJA	L	MEDIUM	MEDIA	M	HIGH	ALTA	H
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																				
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2																																																																																																																																				
2	Exudación	EX	m2																																																																																																																																				
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2																																																																																																																																				
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2																																																																																																																																				
5	Corrugación	COR	m2																																																																																																																																				
6	Depresión	DEP	m2																																																																																																																																				
7	Grieta de Borde	GB	m																																																																																																																																				
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m																																																																																																																																				
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m																																																																																																																																				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																																																																																																																																				
11	Parqueo	PA	m2																																																																																																																																				
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2																																																																																																																																				
13	Huecos	HUE	und																																																																																																																																				
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																																				
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																				
15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																																				
16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																																				
17	Grieta Parabólica	GP	m2																																																																																																																																				
18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																																				
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																																				
Rango PCI %	Color	Estado																																																																																																																																					
0-10		Falla																																																																																																																																					
11-25		Muy Malo																																																																																																																																					
26-40		Malo																																																																																																																																					
41-55		Regular																																																																																																																																					
56-70		Bueno																																																																																																																																					
71-85		Muy Bueno																																																																																																																																					
86-100		Excelente																																																																																																																																					
SEVERIDADES																																																																																																																																							
LOW	BAJA	L																																																																																																																																					
MEDIUM	MEDIA	M																																																																																																																																					
HIGH	ALTA	H																																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th colspan="6">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD (%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>L</td> <td>12.87</td> <td>9.86</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>22.73</td> <td>10.36%</td> <td>12.00</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>L</td> <td>7.91</td> <td>4.61</td> <td>5.93</td> <td>12.11</td> <td>5.46</td> <td></td> <td>36.02</td> <td>16.41%</td> <td>6.00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>L</td> <td>0.50</td> <td>0.61</td> <td>0.61</td> <td>0.69</td> <td>0.58</td> <td>0.36</td> <td>3.35</td> <td>1.53%</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>M</td> <td>0.92</td> <td>1.25</td> <td>1.09</td> <td>0.67</td> <td>0.67</td> <td></td> <td>4.60</td> <td>2.10%</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>L</td> <td>0.59</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.59</td> <td>0.27%</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>L</td> <td>10.80</td> <td>20.10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>30.90</td> <td>14.08%</td> <td>6.00</td> </tr> <tr> <td colspan="8"></td> <td><b>TOTAL VD=</b></td> <td></td> <td><b>28.00</b></td> </tr> </tbody> </table>										FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	5	L	12.87	9.86					22.73	10.36%	12.00	7	L	7.91	4.61	5.93	12.11	5.46		36.02	16.41%	6.00	10	L	0.50	0.61	0.61	0.69	0.58	0.36	3.35	1.53%	0.00	10	M	0.92	1.25	1.09	0.67	0.67		4.60	2.10%	4.00	12	L	0.59						0.59	0.27%	0.00	19	L	10.80	20.10					30.90	14.08%	6.00									<b>TOTAL VD=</b>		<b>28.00</b>	Valor deducido mas alto (HV Di): 12.00 Numero de valores deducidos >2 (q): 4 Numero maximo de valores deducidos (mi): 9.1 $m = 1 + (9/98) (100-HDV) =< 10$		VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)																																			
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																													
5	L	12.87	9.86					22.73	10.36%	12.00																																																																																																																													
7	L	7.91	4.61	5.93	12.11	5.46		36.02	16.41%	6.00																																																																																																																													
10	L	0.50	0.61	0.61	0.69	0.58	0.36	3.35	1.53%	0.00																																																																																																																													
10	M	0.92	1.25	1.09	0.67	0.67		4.60	2.10%	4.00																																																																																																																													
12	L	0.59						0.59	0.27%	0.00																																																																																																																													
19	L	10.80	20.10					30.90	14.08%	6.00																																																																																																																													
								<b>TOTAL VD=</b>		<b>28.00</b>																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="6">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>12.00</td> <td>6.00</td> <td>6.00</td> <td>4.00</td> <td></td> <td></td> <td>28.00</td> <td>4</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>12.00</td> <td>6.00</td> <td>6.00</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td>26.00</td> <td>3</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>12.00</td> <td>6.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td>22.00</td> <td>2</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>12.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td>18.00</td> <td>1</td> <td>18</td> </tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="8"></td> <td><b>Max VDC=</b></td> <td><b>18</b></td> </tr> </tbody> </table>										N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	1	12.00	6.00	6.00	4.00			28.00	4	12	2	12.00	6.00	6.00	2			26.00	3	15	3	12.00	6.00	2	2			22.00	2	16	4	12.00	2	2	2			18.00	1	18	5										6										7										8										9										10																		<b>Max VDC=</b>	<b>18</b>	Índice de Condición del Pavimento (PCI) = $100 - (\text{Máx VDC o Total VD})$ 82		GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO: <b>MUY BUENO</b>			
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC																																																																																																																														
1	12.00	6.00	6.00	4.00			28.00	4	12																																																																																																																														
2	12.00	6.00	6.00	2			26.00	3	15																																																																																																																														
3	12.00	6.00	2	2			22.00	2	16																																																																																																																														
4	12.00	2	2	2			18.00	1	18																																																																																																																														
5																																																																																																																																							
6																																																																																																																																							
7																																																																																																																																							
8																																																																																																																																							
9																																																																																																																																							
10																																																																																																																																							
								<b>Max VDC=</b>	<b>18</b>																																																																																																																														

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Evaluación UM-09 mediante la Metodología VANT

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE												
<b>PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"</b>												
DENOMINACIÓN DE LA VIA:			CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UM-9		
EVALUADORES:			VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			17+310 - 17+346		
ANCHO DE CALZADA (m):			6.2				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			219.48		
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2				15	Ahuellamiento	AHU	m2		
2	Exudación	EX	m2				16	Desplazamiento	DES	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2				17	Grieta Parabólica	GP	m2		
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2				18	Hinchamiento	HN	m2		
5	Corrugación	COR	m2				19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2		
6	Depresión	DEP	m2									
7	Grieta de Borde	GB	m									
8	Grieta de reflexión de Junta	GR	m									
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m									
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
11	Parqueo	PA	m2									
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2									
13	Huecos	HUE	und									
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2									

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	L	0.80										0.80	0.36%	5.00
3	L	5.21										5.21	2.37%	1.00
7	M	7.58	8.92	0.75	6.41	0.66	2.00	5.10				31.42	14.32%	16.00
10	L	0.73										0.73	0.33%	0.00
10	M	3.89	1.24	1.09	0.98	0.64	1.58	1.09	1.25			11.76	5.36%	12.00
11	L	16.12	3.79	7.44	6.23	4.21	1.04	1.23	0.73	1.62		42.41	19.32%	23.00
11	M	35.81	1.79	0.83								38.43	17.51%	38.00
19	L	26.01										26.01	11.85%	6.00
													<b>TOTAL VD=</b>	<b>101.00</b>

Valor deducido mas alto (HV Di): **38.00**  
 Numero de valores deducidos >2 (q): **6**  
 Numero maximo de valores deducidos (mi): **6.7**  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$  VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VDC
1	38.00	23.00	16.00	12.00	6.00	5.00					100.00	6	49
2	38.00	23.00	16.00	12.00	6.00	2					97.00	5	51
3	38.00	23.00	16.00	12.00	2	2					93.00	4	53
4	38.00	23.00	16.00	2	2	2					83.00	3	52
5	38.00	23.00	2	2	2	2					69.00	2	51
6	38.00	2	2	2	2	2					48.00	1	48
7													
8													
9													
10													
												<b>Max VDC=</b>	<b>53</b>

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =** 100-(Máx VDC o Total VD)  
47

**GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:** REGULAR

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Evaluación UM-10 mediante la Metodología VANT

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																																							
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"																																																																																																																																							
DENOMINACIÓN DE LA VIA:			CARRETERA 28G			UNIDAD DE MUESTRA:			UM-10																																																																																																																														
EVALUADORES:			VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA			PROGRESIVA (km):			19+328 - 19+363																																																																																																																														
ANCHO DE CALZADA (m):			6.3			ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			223.02																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de Cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en Bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamientos y Hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de Borde</td><td>GB</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de reflexión de Junta</td><td>GR</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril/Berma</td><td>DN</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas Longitudinales y Transversales</td><td>GLT</td><td>m</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parqueo</td><td>PA</td><td>m2</td></tr> <tr><td>12</td><td>Pulimiento de Agregados</td><td>PU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>13</td><td>Huecos</td><td>HUE</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	2	Exudación	EX	m2	3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	5	Corrugación	COR	m2	6	Depresión	DEP	m2	7	Grieta de Borde	GB	m	8	Grieta de reflexión de Junta	GR	m	9	Desnivel Carril/Berma	DN	m	10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	11	Parqueo	PA	m2	12	Pulimiento de Agregados	PU	m2	13	Huecos	HUE	und	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>17</td><td>Grieta Parabólica</td><td>GP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	15	Ahuellamiento	AHU	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango PCI %</th> <th>Color</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-10</td><td></td><td>Falla</td></tr> <tr><td>11-25</td><td></td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>26-40</td><td></td><td>Malo</td></tr> <tr><td>41-55</td><td></td><td>Regular</td></tr> <tr><td>56-70</td><td></td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>71-85</td><td></td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>86-100</td><td></td><td>Excelente</td></tr> </tbody> </table>				Rango PCI %	Color	Estado	0-10		Falla	11-25		Muy Malo	26-40		Malo	41-55		Regular	56-70		Bueno	71-85		Muy Bueno	86-100		Excelente	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SEVERIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LOW</td><td>BAJA</td><td>L</td></tr> <tr><td>MEDIUM</td><td>MEDIA</td><td>M</td></tr> <tr><td>HIGH</td><td>ALTA</td><td>H</td></tr> </tbody> </table>				SEVERIDADES			LOW	BAJA	L	MEDIUM	MEDIA	M	HIGH	ALTA	H
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																				
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2																																																																																																																																				
2	Exudación	EX	m2																																																																																																																																				
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2																																																																																																																																				
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2																																																																																																																																				
5	Corrugación	COR	m2																																																																																																																																				
6	Depresión	DEP	m2																																																																																																																																				
7	Grieta de Borde	GB	m																																																																																																																																				
8	Grieta de reflexión de Junta	GR	m																																																																																																																																				
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m																																																																																																																																				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																																																																																																																																				
11	Parqueo	PA	m2																																																																																																																																				
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2																																																																																																																																				
13	Huecos	HUE	und																																																																																																																																				
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																																				
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																				
15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																																				
16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																																				
17	Grieta Parabólica	GP	m2																																																																																																																																				
18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																																				
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																																				
Rango PCI %	Color	Estado																																																																																																																																					
0-10		Falla																																																																																																																																					
11-25		Muy Malo																																																																																																																																					
26-40		Malo																																																																																																																																					
41-55		Regular																																																																																																																																					
56-70		Bueno																																																																																																																																					
71-85		Muy Bueno																																																																																																																																					
86-100		Excelente																																																																																																																																					
SEVERIDADES																																																																																																																																							
LOW	BAJA	L																																																																																																																																					
MEDIUM	MEDIA	M																																																																																																																																					
HIGH	ALTA	H																																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th colspan="6">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD (%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>L</td> <td>0.28</td> <td>0.33</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.61</td> <td>0.27%</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>L</td> <td>4.63</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4.63</td> <td>2.08%</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>M</td> <td>18.20</td> <td>42.21</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>60.41</td> <td>27.09%</td> <td>20.00</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>L</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.00</td> <td>0.45%</td> <td>10.00</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>L</td> <td>10.94</td> <td>4.19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>15.13</td> <td>6.78%</td> <td>23.00</td> </tr> <tr> <td colspan="8"></td> <td><b>TOTAL VD=</b></td> <td></td> <td><b>61.00</b></td> </tr> </tbody> </table>										FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	1	L	0.28	0.33					0.61	0.27%	4.00	5	L	4.63						4.63	2.08%	4.00	7	M	18.20	42.21					60.41	27.09%	20.00	13	L	1.00						1.00	0.45%	10.00	15	L	10.94	4.19					15.13	6.78%	23.00									<b>TOTAL VD=</b>		<b>61.00</b>	Valor deducido mas alto (HV Di): <b>23.00</b> Numero de valores deducidos >2 (q): <b>5</b> Numero maximo de valores deducidos (mi): <b>8.1</b> $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$		VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)																																														
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																													
1	L	0.28	0.33					0.61	0.27%	4.00																																																																																																																													
5	L	4.63						4.63	2.08%	4.00																																																																																																																													
7	M	18.20	42.21					60.41	27.09%	20.00																																																																																																																													
13	L	1.00						1.00	0.45%	10.00																																																																																																																													
15	L	10.94	4.19					15.13	6.78%	23.00																																																																																																																													
								<b>TOTAL VD=</b>		<b>61.00</b>																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="6">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>23.00</td> <td>20.00</td> <td>10.00</td> <td>4.00</td> <td>4.00</td> <td></td> <td>61.00</td> <td>5</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>23.00</td> <td>20.00</td> <td>10.00</td> <td>4.00</td> <td>2</td> <td></td> <td>59.00</td> <td>4</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>23.00</td> <td>20.00</td> <td>10.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>57.00</td> <td>3</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>23.00</td> <td>20.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>49.00</td> <td>2</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>23.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>31.00</td> <td>1</td> <td>31</td> </tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="8"></td> <td><b>Max VDC=</b></td> <td><b>37</b></td> </tr> </tbody> </table>										N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	1	23.00	20.00	10.00	4.00	4.00		61.00	5	30	2	23.00	20.00	10.00	4.00	2		59.00	4	33	3	23.00	20.00	10.00	2	2		57.00	3	36	4	23.00	20.00	2	2	2		49.00	2	37	5	23.00	2	2	2	2		31.00	1	31	6										7										8										9										10																		<b>Max VDC=</b>	<b>37</b>	Índice de Condición del Pavimento (PCI) = $100 - (\text{Máx VDC o Total VD})$ <b>63</b>		Grado de la Condición del Pavimento: <b>BUENO</b>			
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC																																																																																																																														
1	23.00	20.00	10.00	4.00	4.00		61.00	5	30																																																																																																																														
2	23.00	20.00	10.00	4.00	2		59.00	4	33																																																																																																																														
3	23.00	20.00	10.00	2	2		57.00	3	36																																																																																																																														
4	23.00	20.00	2	2	2		49.00	2	37																																																																																																																														
5	23.00	2	2	2	2		31.00	1	31																																																																																																																														
6																																																																																																																																							
7																																																																																																																																							
8																																																																																																																																							
9																																																																																																																																							
10																																																																																																																																							
								<b>Max VDC=</b>	<b>37</b>																																																																																																																														

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64: Evaluación UM-11 mediante la Metodología VANT

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"</b>																																																																																																																																																																																																																																																																								
DENOMINACIÓN DE LA VIA:			CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UM-11																																																																																																																																																																																																																																																														
EVALUADORES:			VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			21+346 - 21+381																																																																																																																																																																																																																																																														
ANCHO DE CALZADA (m):			6				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			212.4																																																																																																																																																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr><th>N°</th><th>FALLAS</th><th>COD.</th><th>UNIDAD</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de Cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en Bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamientos y Hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de Borde</td><td>GB</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de reflexión de junta</td><td>GR</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril/Berma</td><td>DN</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas Longitudinales y Transversales</td><td>GLT</td><td>m</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parqueo</td><td>PA</td><td>m2</td></tr> <tr><td>12</td><td>Pullmiento de Agregados</td><td>PU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>13</td><td>Huecos</td><td>HUE</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	2	Exudación	EX	m2	3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	5	Corrugación	COR	m2	6	Depresión	DEP	m2	7	Grieta de Borde	GB	m	8	Grieta de reflexión de junta	GR	m	9	Desnivel Carril/Berma	DN	m	10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	11	Parqueo	PA	m2	12	Pullmiento de Agregados	PU	m2	13	Huecos	HUE	und	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	<table border="1"> <thead> <tr><th>N°</th><th>FALLAS</th><th>COD.</th><th>UNIDAD</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>17</td><td>Grieta Parabólica</td><td>GP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	15	Ahuellamiento	AHU	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	<table border="1"> <thead> <tr><th>Rango PCI %</th><th>Color</th><th>Estado</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-10</td><td>Grigio</td><td>Falla</td></tr> <tr><td>11-25</td><td>Naranja</td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>26-40</td><td>Rojo</td><td>Malo</td></tr> <tr><td>41-55</td><td>Amarillo</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>56-70</td><td>Verde</td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>71-85</td><td>Verde Claro</td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>86-100</td><td>Verde Oscuro</td><td>Excelente</td></tr> </tbody> </table>				Rango PCI %	Color	Estado	0-10	Grigio	Falla	11-25	Naranja	Muy Malo	26-40	Rojo	Malo	41-55	Amarillo	Regular	56-70	Verde	Bueno	71-85	Verde Claro	Muy Bueno	86-100	Verde Oscuro	Excelente	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="3">SEVERIDADES</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>LOW</td><td>BAJA</td><td>L</td></tr> <tr><td>MEDIUM</td><td>MEDIA</td><td>M</td></tr> <tr><td>HIGH</td><td>ALTA</td><td>H</td></tr> </tbody> </table>				SEVERIDADES			LOW	BAJA	L	MEDIUM	MEDIA	M	HIGH	ALTA	H																																																																																																																																	
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																					
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
2	Exudación	EX	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
5	Corrugación	COR	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
6	Depresión	DEP	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
7	Grieta de Borde	GB	m																																																																																																																																																																																																																																																																					
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m																																																																																																																																																																																																																																																																					
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m																																																																																																																																																																																																																																																																					
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																																																																																																																																																																																																																																																																					
11	Parqueo	PA	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
12	Pullmiento de Agregados	PU	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
13	Huecos	HUE	und																																																																																																																																																																																																																																																																					
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																					
15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
17	Grieta Parabólica	GP	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																																																																																																																																																																					
Rango PCI %	Color	Estado																																																																																																																																																																																																																																																																						
0-10	Grigio	Falla																																																																																																																																																																																																																																																																						
11-25	Naranja	Muy Malo																																																																																																																																																																																																																																																																						
26-40	Rojo	Malo																																																																																																																																																																																																																																																																						
41-55	Amarillo	Regular																																																																																																																																																																																																																																																																						
56-70	Verde	Bueno																																																																																																																																																																																																																																																																						
71-85	Verde Claro	Muy Bueno																																																																																																																																																																																																																																																																						
86-100	Verde Oscuro	Excelente																																																																																																																																																																																																																																																																						
SEVERIDADES																																																																																																																																																																																																																																																																								
LOW	BAJA	L																																																																																																																																																																																																																																																																						
MEDIUM	MEDIA	M																																																																																																																																																																																																																																																																						
HIGH	ALTA	H																																																																																																																																																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr><th>FALLA</th><th>SEVERIDAD</th><th colspan="9">CANTIDADES PARCIALES</th><th>TOTAL</th><th>DENSIDAD (%)</th><th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>L</td><td>0.86</td><td>0.97</td><td>0.84</td><td>0.42</td><td>1.60</td><td>0.86</td><td>0.12</td><td>1.54</td><td>0.70</td><td>7.91</td><td>3.72%</td><td>23.00</td></tr> <tr><td>1</td><td>M</td><td>2.57</td><td>0.36</td><td>1.00</td><td>1.77</td><td>2.11</td><td>3.05</td><td>4.66</td><td></td><td></td><td>15.52</td><td>7.31%</td><td>42.00</td></tr> <tr><td>1</td><td>H</td><td>2.87</td><td>0.76</td><td>1.79</td><td>0.27</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5.69</td><td>2.68%</td><td>44.00</td></tr> <tr><td>3</td><td>M</td><td>0.68</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.68</td><td>0.32%</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>6</td><td>L</td><td>0.11</td><td>0.19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.30</td><td>0.14%</td><td>4.00</td></tr> <tr><td>7</td><td>L</td><td>11.00</td><td>17.52</td><td>18.95</td><td>11.48</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>58.95</td><td>27.75%</td><td>9.00</td></tr> <tr><td>10</td><td>L</td><td>2.66</td><td>2.36</td><td>2.24</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>7.26</td><td>3.42%</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>11</td><td>L</td><td>2.15</td><td>3.37</td><td>1.39</td><td>0.80</td><td>0.22</td><td>0.82</td><td>1.34</td><td>0.23</td><td></td><td>10.32</td><td>4.86%</td><td>8.00</td></tr> <tr><td>13</td><td>L</td><td>1.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1.00</td><td>0.47%</td><td>11.00</td></tr> <tr><td>13</td><td>M</td><td>1.00</td><td>1.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2.00</td><td>0.94%</td><td>31.00</td></tr> <tr><td>13</td><td>H</td><td>1.00</td><td>1.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2.00</td><td>0.94%</td><td>51.00</td></tr> <tr><td>15</td><td>L</td><td>7.11</td><td>1.88</td><td>6.01</td><td>3.17</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>18.17</td><td>8.55%</td><td>7.00</td></tr> <tr><td>18</td><td>L</td><td>0.40</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.40</td><td>0.19%</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>19</td><td>L</td><td>0.35</td><td>4.99</td><td>3.56</td><td>0.93</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9.83</td><td>4.63%</td><td>3.00</td></tr> <tr><td>19</td><td>M</td><td>0.51</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.51</td><td>0.24%</td><td>6.00</td></tr> <tr><td>19</td><td>H</td><td>4.40</td><td>0.82</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5.22</td><td>2.46%</td><td>13.00</td></tr> <tr><td colspan="11"></td><td><b>TOTAL VD=</b></td><td></td><td><b>254.00</b></td></tr> </tbody> </table>											FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES									TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	1	L	0.86	0.97	0.84	0.42	1.60	0.86	0.12	1.54	0.70	7.91	3.72%	23.00	1	M	2.57	0.36	1.00	1.77	2.11	3.05	4.66			15.52	7.31%	42.00	1	H	2.87	0.76	1.79	0.27						5.69	2.68%	44.00	3	M	0.68									0.68	0.32%	0.00	6	L	0.11	0.19								0.30	0.14%	4.00	7	L	11.00	17.52	18.95	11.48						58.95	27.75%	9.00	10	L	2.66	2.36	2.24							7.26	3.42%	2.00	11	L	2.15	3.37	1.39	0.80	0.22	0.82	1.34	0.23		10.32	4.86%	8.00	13	L	1.00									1.00	0.47%	11.00	13	M	1.00	1.00								2.00	0.94%	31.00	13	H	1.00	1.00								2.00	0.94%	51.00	15	L	7.11	1.88	6.01	3.17						18.17	8.55%	7.00	18	L	0.40									0.40	0.19%	0.00	19	L	0.35	4.99	3.56	0.93						9.83	4.63%	3.00	19	M	0.51									0.51	0.24%	6.00	19	H	4.40	0.82								5.22	2.46%	13.00												<b>TOTAL VD=</b>		<b>254.00</b>	<p>Valor deducido mas alto (HV Di): <b>51.00</b></p> <p>Numero de valores deducidos &gt;2 (q): <b>11</b></p> <p>Numero maximo de valores deducidos (mi): <b>5.5</b> <math>m = 1 + (9/98) (100-HDV) =&lt; 10</math></p> <p>VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)</p>	
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES									TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																																																																																																																																																											
1	L	0.86	0.97	0.84	0.42	1.60	0.86	0.12	1.54	0.70	7.91	3.72%	23.00																																																																																																																																																																																																																																																											
1	M	2.57	0.36	1.00	1.77	2.11	3.05	4.66			15.52	7.31%	42.00																																																																																																																																																																																																																																																											
1	H	2.87	0.76	1.79	0.27						5.69	2.68%	44.00																																																																																																																																																																																																																																																											
3	M	0.68									0.68	0.32%	0.00																																																																																																																																																																																																																																																											
6	L	0.11	0.19								0.30	0.14%	4.00																																																																																																																																																																																																																																																											
7	L	11.00	17.52	18.95	11.48						58.95	27.75%	9.00																																																																																																																																																																																																																																																											
10	L	2.66	2.36	2.24							7.26	3.42%	2.00																																																																																																																																																																																																																																																											
11	L	2.15	3.37	1.39	0.80	0.22	0.82	1.34	0.23		10.32	4.86%	8.00																																																																																																																																																																																																																																																											
13	L	1.00									1.00	0.47%	11.00																																																																																																																																																																																																																																																											
13	M	1.00	1.00								2.00	0.94%	31.00																																																																																																																																																																																																																																																											
13	H	1.00	1.00								2.00	0.94%	51.00																																																																																																																																																																																																																																																											
15	L	7.11	1.88	6.01	3.17						18.17	8.55%	7.00																																																																																																																																																																																																																																																											
18	L	0.40									0.40	0.19%	0.00																																																																																																																																																																																																																																																											
19	L	0.35	4.99	3.56	0.93						9.83	4.63%	3.00																																																																																																																																																																																																																																																											
19	M	0.51									0.51	0.24%	6.00																																																																																																																																																																																																																																																											
19	H	4.40	0.82								5.22	2.46%	13.00																																																																																																																																																																																																																																																											
											<b>TOTAL VD=</b>		<b>254.00</b>																																																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr><th>N°</th><th colspan="9">VALORES DEDUCIDOS</th><th>VDT</th><th>q</th><th>VDC</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>51.00</td><td>44.00</td><td>42.00</td><td>31.00</td><td>23.00</td><td>6.50</td><td></td><td></td><td></td><td>197.50</td><td>6</td><td>90</td></tr> <tr><td>2</td><td>51.00</td><td>44.00</td><td>42.00</td><td>31.00</td><td>23.00</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>193.00</td><td>5</td><td>92</td></tr> <tr><td>3</td><td>51.00</td><td>44.00</td><td>42.00</td><td>31.00</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>172.00</td><td>4</td><td>91</td></tr> <tr><td>4</td><td>51.00</td><td>44.00</td><td>42.00</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>143.00</td><td>3</td><td>85</td></tr> <tr><td>5</td><td>51.00</td><td>44.00</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>103.00</td><td>2</td><td>73</td></tr> <tr><td>6</td><td>51.00</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>61.00</td><td>1</td><td>61</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="11"></td><td><b>Max VDC=</b></td><td></td><td><b>92</b></td></tr> </tbody> </table>											N°	VALORES DEDUCIDOS									VDT	q	VDC	1	51.00	44.00	42.00	31.00	23.00	6.50				197.50	6	90	2	51.00	44.00	42.00	31.00	23.00	2				193.00	5	92	3	51.00	44.00	42.00	31.00	2	2				172.00	4	91	4	51.00	44.00	42.00	2	2	2				143.00	3	85	5	51.00	44.00	2	2	2	2				103.00	2	73	6	51.00	2	2	2	2	2				61.00	1	61	7													8													9													10																								<b>Max VDC=</b>		<b>92</b>	<p><b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =</b></p> <table border="1"> <tr><td><b>100-(Máx VDC o Total VD)</b></td></tr> <tr><td><b>8</b></td></tr> </table> <p><b>GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:</b></p> <table border="1"> <tr><td><b>FALLADO</b></td></tr> </table>		<b>100-(Máx VDC o Total VD)</b>	<b>8</b>	<b>FALLADO</b>																																																																																												
N°	VALORES DEDUCIDOS									VDT	q	VDC																																																																																																																																																																																																																																																												
1	51.00	44.00	42.00	31.00	23.00	6.50				197.50	6	90																																																																																																																																																																																																																																																												
2	51.00	44.00	42.00	31.00	23.00	2				193.00	5	92																																																																																																																																																																																																																																																												
3	51.00	44.00	42.00	31.00	2	2				172.00	4	91																																																																																																																																																																																																																																																												
4	51.00	44.00	42.00	2	2	2				143.00	3	85																																																																																																																																																																																																																																																												
5	51.00	44.00	2	2	2	2				103.00	2	73																																																																																																																																																																																																																																																												
6	51.00	2	2	2	2	2				61.00	1	61																																																																																																																																																																																																																																																												
7																																																																																																																																																																																																																																																																								
8																																																																																																																																																																																																																																																																								
9																																																																																																																																																																																																																																																																								
10																																																																																																																																																																																																																																																																								
											<b>Max VDC=</b>		<b>92</b>																																																																																																																																																																																																																																																											
<b>100-(Máx VDC o Total VD)</b>																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>8</b>																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>FALLADO</b>																																																																																																																																																																																																																																																																								

Fuente: Elaboración propia



Tabla 66: Evaluación UM-13 mediante la Metodología VANT

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																																																					
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"																																																																																																																																																					
DENOMINACIÓN DE LA VIA:			CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UM-13																																																																																																																																											
EVALUADORES:			VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			25+381 - 25+417																																																																																																																																											
ANCHO DE CALZADA (m):			6.5				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			230.1																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de Cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en Bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamientos y Hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de Borde</td><td>GB</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de reflexión de junta</td><td>GR</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril/Berma</td><td>DN</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas Longitudinales y Transversales</td><td>GLT</td><td>m</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parqueo</td><td>PA</td><td>m2</td></tr> <tr><td>12</td><td>Pulimiento de Agregados</td><td>PU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>13</td><td>Huecos</td><td>HUE</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	2	Exudación	EX	m2	3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	5	Corrugación	COR	m2	6	Depresión	DEP	m2	7	Grieta de Borde	GB	m	8	Grieta de reflexión de junta	GR	m	9	Desnivel Carril/Berma	DN	m	10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	11	Parqueo	PA	m2	12	Pulimiento de Agregados	PU	m2	13	Huecos	HUE	und	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>17</td><td>Grieta Parabólica</td><td>GP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	15	Ahuellamiento	AHU	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango PCI %</th> <th>Color</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-10</td><td></td><td>Falla</td></tr> <tr><td>11-25</td><td></td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>26-40</td><td></td><td>Malo</td></tr> <tr><td>41-55</td><td></td><td>Regular</td></tr> <tr><td>56-70</td><td></td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>71-85</td><td></td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>86-100</td><td></td><td>Excelente</td></tr> </tbody> </table>				Rango PCI %	Color	Estado	0-10		Falla	11-25		Muy Malo	26-40		Malo	41-55		Regular	56-70		Bueno	71-85		Muy Bueno	86-100		Excelente	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SEVERIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LOW</td> <td>BAJA</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>MEDIUM</td> <td>MEDIA</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>HIGH</td> <td>ALTA</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>				SEVERIDADES			LOW	BAJA	L	MEDIUM	MEDIA	M	HIGH	ALTA	H														
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																																		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2																																																																																																																																																		
2	Exudación	EX	m2																																																																																																																																																		
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2																																																																																																																																																		
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2																																																																																																																																																		
5	Corrugación	COR	m2																																																																																																																																																		
6	Depresión	DEP	m2																																																																																																																																																		
7	Grieta de Borde	GB	m																																																																																																																																																		
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m																																																																																																																																																		
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m																																																																																																																																																		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																																																																																																																																																		
11	Parqueo	PA	m2																																																																																																																																																		
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2																																																																																																																																																		
13	Huecos	HUE	und																																																																																																																																																		
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																																																		
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																																		
15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																																																		
16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																																																		
17	Grieta Parabólica	GP	m2																																																																																																																																																		
18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																																																		
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																																																		
Rango PCI %	Color	Estado																																																																																																																																																			
0-10		Falla																																																																																																																																																			
11-25		Muy Malo																																																																																																																																																			
26-40		Malo																																																																																																																																																			
41-55		Regular																																																																																																																																																			
56-70		Bueno																																																																																																																																																			
71-85		Muy Bueno																																																																																																																																																			
86-100		Excelente																																																																																																																																																			
SEVERIDADES																																																																																																																																																					
LOW	BAJA	L																																																																																																																																																			
MEDIUM	MEDIA	M																																																																																																																																																			
HIGH	ALTA	H																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th colspan="7">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD (%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>L</td> <td>1.13</td> <td>0.60</td> <td>0.50</td> <td>0.12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.35</td> <td>1.02%</td> <td>10.00</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>L</td> <td>6.00</td> <td>6.54</td> <td>2.19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>14.73</td> <td>6.40%</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>L</td> <td>1.05</td> <td>9.52</td> <td>3.07</td> <td>1.74</td> <td>0.35</td> <td>0.58</td> <td></td> <td>16.31</td> <td>7.09%</td> <td>6.00</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>L</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.00</td> <td>0.43%</td> <td>9.00</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>L</td> <td>2.40</td> <td>1.69</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4.09</td> <td>1.78%</td> <td>13.00</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>L</td> <td>14.71</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>14.71</td> <td>6.39%</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td colspan="10"></td> <td><b>TOTAL VD=</b></td> <td><b>46.00</b></td> </tr> </tbody> </table>											FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	1	L	1.13	0.60	0.50	0.12				2.35	1.02%	10.00	7	L	6.00	6.54	2.19					14.73	6.40%	4.00	10	L	1.05	9.52	3.07	1.74	0.35	0.58		16.31	7.09%	6.00	13	L	1.00							1.00	0.43%	9.00	15	L	2.40	1.69						4.09	1.78%	13.00	19	L	14.71							14.71	6.39%	4.00											<b>TOTAL VD=</b>	<b>46.00</b>	Valor deducido mas alto (HV Di): 13.00 Numero de valores deducidos >2 (q): 6 Numero maximo de valores deducidos (mi): 9 $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$		VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)																																								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																																										
1	L	1.13	0.60	0.50	0.12				2.35	1.02%	10.00																																																																																																																																										
7	L	6.00	6.54	2.19					14.73	6.40%	4.00																																																																																																																																										
10	L	1.05	9.52	3.07	1.74	0.35	0.58		16.31	7.09%	6.00																																																																																																																																										
13	L	1.00							1.00	0.43%	9.00																																																																																																																																										
15	L	2.40	1.69						4.09	1.78%	13.00																																																																																																																																										
19	L	14.71							14.71	6.39%	4.00																																																																																																																																										
										<b>TOTAL VD=</b>	<b>46.00</b>																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="7">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>13.00</td> <td>10.00</td> <td>9.00</td> <td>6.00</td> <td>4.00</td> <td>4.00</td> <td></td> <td>46.00</td> <td>6</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>13.00</td> <td>10.00</td> <td>9.00</td> <td>6.00</td> <td>4.00</td> <td>2</td> <td></td> <td>44.00</td> <td>5</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>13.00</td> <td>10.00</td> <td>9.00</td> <td>6.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>42.00</td> <td>4</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>13.00</td> <td>10.00</td> <td>9.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>38.00</td> <td>3</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>13.00</td> <td>10.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>31.00</td> <td>2</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>13.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td></td> <td>23.00</td> <td>1</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="10"></td> <td><b>Max VDC=</b></td> <td><b>23</b></td> </tr> </tbody> </table>											N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	1	13.00	10.00	9.00	6.00	4.00	4.00		46.00	6	17	2	13.00	10.00	9.00	6.00	4.00	2		44.00	5	20	3	13.00	10.00	9.00	6.00	2	2		42.00	4	20	4	13.00	10.00	9.00	2	2	2		38.00	3	23	5	13.00	10.00	2	2	2	2		31.00	2	23	6	13.00	2	2	2	2	2		23.00	1	23	7											8											9											10																					<b>Max VDC=</b>	<b>23</b>	<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =</b>		<table border="1"> <tr> <td>100-(Máx VDC o Total VD)</td> </tr> <tr> <td>77</td> </tr> </table>		100-(Máx VDC o Total VD)	77
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC																																																																																																																																											
1	13.00	10.00	9.00	6.00	4.00	4.00		46.00	6	17																																																																																																																																											
2	13.00	10.00	9.00	6.00	4.00	2		44.00	5	20																																																																																																																																											
3	13.00	10.00	9.00	6.00	2	2		42.00	4	20																																																																																																																																											
4	13.00	10.00	9.00	2	2	2		38.00	3	23																																																																																																																																											
5	13.00	10.00	2	2	2	2		31.00	2	23																																																																																																																																											
6	13.00	2	2	2	2	2		23.00	1	23																																																																																																																																											
7																																																																																																																																																					
8																																																																																																																																																					
9																																																																																																																																																					
10																																																																																																																																																					
										<b>Max VDC=</b>	<b>23</b>																																																																																																																																										
100-(Máx VDC o Total VD)																																																																																																																																																					
77																																																																																																																																																					
<b>GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:</b>											<table border="1"> <tr> <td>MUY BUENO</td> </tr> </table>		MUY BUENO																																																																																																																																								
MUY BUENO																																																																																																																																																					

Fuente: Elaboración propia



Tabla 68: Evaluación UM-15 mediante la Metodología VANT

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																																																
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"																																																																																																																																																
DENOMINACIÓN DE LA VIA:			CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UM-15																																																																																																																																						
EVALUADORES:			VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			29+417 - 29+452																																																																																																																																						
ANCHO DE CALZADA (m):			6.3				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			217.71																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de Cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en Bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamientos y Hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de Borde</td><td>GB</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de reflexión de junta</td><td>GR</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril/Berma</td><td>DN</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas Longitudinales y Transversales</td><td>GLT</td><td>m</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parqueo</td><td>PA</td><td>m2</td></tr> <tr><td>12</td><td>Pulimiento de Agregados</td><td>PU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>13</td><td>Huecos</td><td>HUE</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	2	Exudación	EX	m2	3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	5	Corrugación	COR	m2	6	Depresión	DEP	m2	7	Grieta de Borde	GB	m	8	Grieta de reflexión de junta	GR	m	9	Desnivel Carril/Berma	DN	m	10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	11	Parqueo	PA	m2	12	Pulimiento de Agregados	PU	m2	13	Huecos	HUE	und	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>17</td><td>Grieta Parabólica</td><td>GP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	15	Ahuellamiento	AHU	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango PCI %</th> <th>Color</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-10</td><td></td><td>Falla</td></tr> <tr><td>11-25</td><td></td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>26-40</td><td></td><td>Malo</td></tr> <tr><td>41-55</td><td></td><td>Regular</td></tr> <tr><td>56-70</td><td></td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>71-85</td><td></td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>86-100</td><td></td><td>Excelente</td></tr> </tbody> </table>				Rango PCI %	Color	Estado	0-10		Falla	11-25		Muy Malo	26-40		Malo	41-55		Regular	56-70		Bueno	71-85		Muy Bueno	86-100		Excelente	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SEVERIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LOW</td> <td>BAJA</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>MEDIUM</td> <td>MEDIA</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>HIGH</td> <td>ALTA</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>				SEVERIDADES			LOW	BAJA	L	MEDIUM	MEDIA	M	HIGH	ALTA	H									
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																													
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2																																																																																																																																													
2	Exudación	EX	m2																																																																																																																																													
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2																																																																																																																																													
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2																																																																																																																																													
5	Corrugación	COR	m2																																																																																																																																													
6	Depresión	DEP	m2																																																																																																																																													
7	Grieta de Borde	GB	m																																																																																																																																													
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m																																																																																																																																													
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m																																																																																																																																													
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																																																																																																																																													
11	Parqueo	PA	m2																																																																																																																																													
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2																																																																																																																																													
13	Huecos	HUE	und																																																																																																																																													
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																																													
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																													
15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																																													
16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																																													
17	Grieta Parabólica	GP	m2																																																																																																																																													
18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																																													
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																																													
Rango PCI %	Color	Estado																																																																																																																																														
0-10		Falla																																																																																																																																														
11-25		Muy Malo																																																																																																																																														
26-40		Malo																																																																																																																																														
41-55		Regular																																																																																																																																														
56-70		Bueno																																																																																																																																														
71-85		Muy Bueno																																																																																																																																														
86-100		Excelente																																																																																																																																														
SEVERIDADES																																																																																																																																																
LOW	BAJA	L																																																																																																																																														
MEDIUM	MEDIA	M																																																																																																																																														
HIGH	ALTA	H																																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th colspan="7">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD (%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>L</td> <td>4.78</td> <td>0.84</td> <td>1.53</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7.15</td> <td>3.28%</td> <td>22.00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>M</td> <td>1.35</td> <td>0.66</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.01</td> <td>0.92%</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>L</td> <td>5.49</td> <td>3.14</td> <td>4.14</td> <td>2.72</td> <td>3.73</td> <td></td> <td></td> <td>19.22</td> <td>8.83%</td> <td>5.00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>L</td> <td>4.70</td> <td>10.31</td> <td>1.38</td> <td>1.85</td> <td>4.12</td> <td>4.42</td> <td></td> <td>26.78</td> <td>12.30%</td> <td>9.00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>H</td> <td>11.01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>11.01</td> <td>5.06%</td> <td>23.00</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>L</td> <td>0.24</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.24</td> <td>0.11%</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>M</td> <td>4.02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4.02</td> <td>1.85%</td> <td>14.00</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>L</td> <td>1.24</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.24</td> <td>0.57%</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>L</td> <td>17.71</td> <td>15.93</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>33.64</td> <td>15.45%</td> <td>7.00</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: right;"><b>TOTAL VD=</b></td> <td></td> <td><b>85.00</b></td> </tr> </tbody> </table>											FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	1	L	4.78	0.84	1.53					7.15	3.28%	22.00	3	M	1.35	0.66						2.01	0.92%	1.00	7	L	5.49	3.14	4.14	2.72	3.73			19.22	8.83%	5.00	10	L	4.70	10.31	1.38	1.85	4.12	4.42		26.78	12.30%	9.00	10	H	11.01							11.01	5.06%	23.00	11	L	0.24							0.24	0.11%	0.00	11	M	4.02							4.02	1.85%	14.00	15	L	1.24							1.24	0.57%	4.00	19	L	17.71	15.93						33.64	15.45%	7.00	<b>TOTAL VD=</b>											<b>85.00</b>	Valor deducido mas alto (HV Di): <b>23.00</b> Numero de valores deducidos >2 (q): <b>7</b> Numero maximo de valores deducidos (mi): <b>8.1</b> $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$	
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																																					
1	L	4.78	0.84	1.53					7.15	3.28%	22.00																																																																																																																																					
3	M	1.35	0.66						2.01	0.92%	1.00																																																																																																																																					
7	L	5.49	3.14	4.14	2.72	3.73			19.22	8.83%	5.00																																																																																																																																					
10	L	4.70	10.31	1.38	1.85	4.12	4.42		26.78	12.30%	9.00																																																																																																																																					
10	H	11.01							11.01	5.06%	23.00																																																																																																																																					
11	L	0.24							0.24	0.11%	0.00																																																																																																																																					
11	M	4.02							4.02	1.85%	14.00																																																																																																																																					
15	L	1.24							1.24	0.57%	4.00																																																																																																																																					
19	L	17.71	15.93						33.64	15.45%	7.00																																																																																																																																					
<b>TOTAL VD=</b>											<b>85.00</b>																																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="7">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>23.00</td> <td>22.00</td> <td>14.00</td> <td>9.00</td> <td>7.00</td> <td>5.00</td> <td>4.00</td> <td>84.00</td> <td>7</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>23.00</td> <td>22.00</td> <td>14.00</td> <td>9.00</td> <td>7.00</td> <td>5.00</td> <td>2</td> <td>82.00</td> <td>6</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>23.00</td> <td>22.00</td> <td>14.00</td> <td>9.00</td> <td>7.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>79.00</td> <td>5</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>23.00</td> <td>22.00</td> <td>14.00</td> <td>9.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>74.00</td> <td>4</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>23.00</td> <td>22.00</td> <td>14.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>67.00</td> <td>3</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>23.00</td> <td>22.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>55.00</td> <td>2</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>23.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>35.00</td> <td>1</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: right;"><b>Max VDC=</b></td> <td><b>43</b></td> </tr> </tbody> </table>											N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	1	23.00	22.00	14.00	9.00	7.00	5.00	4.00	84.00	7	41	2	23.00	22.00	14.00	9.00	7.00	5.00	2	82.00	6	39	3	23.00	22.00	14.00	9.00	7.00	2	2	79.00	5	41	4	23.00	22.00	14.00	9.00	2	2	2	74.00	4	42	5	23.00	22.00	14.00	2	2	2	2	67.00	3	43	6	23.00	22.00	2	2	2	2	2	55.00	2	41	7	23.00	2	2	2	2	2	2	35.00	1	35	8											9											10											<b>Max VDC=</b>										<b>43</b>	Índice de Condición del Pavimento (PCI) = $100 - (\text{Máx VDC o Total VD})$ <b>57</b> Grado de la Condición del Pavimento: <b>BUENO</b>	
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC																																																																																																																																						
1	23.00	22.00	14.00	9.00	7.00	5.00	4.00	84.00	7	41																																																																																																																																						
2	23.00	22.00	14.00	9.00	7.00	5.00	2	82.00	6	39																																																																																																																																						
3	23.00	22.00	14.00	9.00	7.00	2	2	79.00	5	41																																																																																																																																						
4	23.00	22.00	14.00	9.00	2	2	2	74.00	4	42																																																																																																																																						
5	23.00	22.00	14.00	2	2	2	2	67.00	3	43																																																																																																																																						
6	23.00	22.00	2	2	2	2	2	55.00	2	41																																																																																																																																						
7	23.00	2	2	2	2	2	2	35.00	1	35																																																																																																																																						
8																																																																																																																																																
9																																																																																																																																																
10																																																																																																																																																
<b>Max VDC=</b>										<b>43</b>																																																																																																																																						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69: Evaluación UM-16 mediante la Metodología VANT

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																																																																																																																																																
PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"																																																																																																																																																
DENOMINACIÓN DE LA VIA:			CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UM-16																																																																																																																																						
EVALUADORES:			VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			31+435 - 31+470																																																																																																																																						
ANCHO DE CALZADA (m):			6.2				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			219.48																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de Cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en Bloque</td><td>BLO</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamientos y Hundimientos</td><td>ABH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td><td>COR</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DEP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de Borde</td><td>GB</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de reflexión de junta</td><td>GR</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel Carril/Berma</td><td>DN</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas Longitudinales y Transversales</td><td>GLT</td><td>m</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parqueo</td><td>PA</td><td>m2</td></tr> <tr><td>12</td><td>Pulimiento de Agregados</td><td>PU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>13</td><td>Huecos</td><td>HUE</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	2	Exudación	EX	m2	3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	5	Corrugación	COR	m2	6	Depresión	DEP	m2	7	Grieta de Borde	GB	m	8	Grieta de reflexión de junta	GR	m	9	Desnivel Carril/Berma	DN	m	10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	11	Parqueo	PA	m2	12	Pulimiento de Agregados	PU	m2	13	Huecos	HUE	und	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FALLAS</th> <th>COD.</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AHU</td><td>m2</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>17</td><td>Grieta Parabólica</td><td>GP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HN</td><td>m2</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desprendimiento de Agregados</td><td>DAG</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD	15	Ahuellamiento	AHU	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	17	Grieta Parabólica	GP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2	19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango PCI %</th> <th>Color</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0-10</td><td></td><td>Falla</td></tr> <tr><td>11-25</td><td></td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>26-40</td><td></td><td>Malo</td></tr> <tr><td>41-55</td><td></td><td>Regular</td></tr> <tr><td>56-70</td><td></td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>71-85</td><td></td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>86-100</td><td></td><td>Excelente</td></tr> </tbody> </table>					Rango PCI %	Color	Estado	0-10		Falla	11-25		Muy Malo	26-40		Malo	41-55		Regular	56-70		Bueno	71-85		Muy Bueno	86-100		Excelente	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SEVERIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LOW</td> <td>BAJA</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>MEDIUM</td> <td>MEDIA</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>HIGH</td> <td>ALTA</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>				SEVERIDADES			LOW	BAJA	L	MEDIUM	MEDIA	M	HIGH	ALTA	H								
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																													
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2																																																																																																																																													
2	Exudación	EX	m2																																																																																																																																													
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2																																																																																																																																													
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2																																																																																																																																													
5	Corrugación	COR	m2																																																																																																																																													
6	Depresión	DEP	m2																																																																																																																																													
7	Grieta de Borde	GB	m																																																																																																																																													
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m																																																																																																																																													
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m																																																																																																																																													
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																																																																																																																																													
11	Parqueo	PA	m2																																																																																																																																													
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2																																																																																																																																													
13	Huecos	HUE	und																																																																																																																																													
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2																																																																																																																																													
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD																																																																																																																																													
15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																																													
16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																																																																													
17	Grieta Parabólica	GP	m2																																																																																																																																													
18	Hinchamiento	HN	m2																																																																																																																																													
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2																																																																																																																																													
Rango PCI %	Color	Estado																																																																																																																																														
0-10		Falla																																																																																																																																														
11-25		Muy Malo																																																																																																																																														
26-40		Malo																																																																																																																																														
41-55		Regular																																																																																																																																														
56-70		Bueno																																																																																																																																														
71-85		Muy Bueno																																																																																																																																														
86-100		Excelente																																																																																																																																														
SEVERIDADES																																																																																																																																																
LOW	BAJA	L																																																																																																																																														
MEDIUM	MEDIA	M																																																																																																																																														
HIGH	ALTA	H																																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FALLA</th> <th>SEVERIDAD</th> <th colspan="7">CANTIDADES PARCIALES</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD (%)</th> <th>VALOR DEDUCIDO (VD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>L</td> <td>0.71</td> <td>1.23</td> <td>0.56</td> <td>0.20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.70</td> <td>1.23%</td> <td>12.00</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>L</td> <td>0.37</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.37</td> <td>0.17%</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>M</td> <td>5.12</td> <td>8.99</td> <td>2.50</td> <td>3.57</td> <td>3.32</td> <td>3.67</td> <td></td> <td>27.17</td> <td>12.38%</td> <td>15.00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>L</td> <td>0.66</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.66</td> <td>0.30%</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>M</td> <td>1.19</td> <td>1.79</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.98</td> <td>1.36%</td> <td>12.00</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>L</td> <td>4.33</td> <td>6.47</td> <td>4.27</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>15.07</td> <td>6.87%</td> <td>23.00</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>L</td> <td>1.95</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.95</td> <td>0.89%</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: right;"><b>TOTAL VD=</b></td> <td></td> <td><b>70.00</b></td> </tr> </tbody> </table>											FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	1	L	0.71	1.23	0.56	0.20				2.70	1.23%	12.00	6	L	0.37							0.37	0.17%	4.00	7	M	5.12	8.99	2.50	3.57	3.32	3.67		27.17	12.38%	15.00	10	L	0.66							0.66	0.30%	0.00	11	M	1.19	1.79						2.98	1.36%	12.00	15	L	4.33	6.47	4.27					15.07	6.87%	23.00	16	L	1.95							1.95	0.89%	4.00	<b>TOTAL VD=</b>											<b>70.00</b>	Valor deducido mas alto (HV Di): <b>23.00</b> Numero de valores deducidos >2 (q): <b>6</b> Numero maximo de valores deducidos (mi): <b>8.1</b> $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$																									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																																																																																					
1	L	0.71	1.23	0.56	0.20				2.70	1.23%	12.00																																																																																																																																					
6	L	0.37							0.37	0.17%	4.00																																																																																																																																					
7	M	5.12	8.99	2.50	3.57	3.32	3.67		27.17	12.38%	15.00																																																																																																																																					
10	L	0.66							0.66	0.30%	0.00																																																																																																																																					
11	M	1.19	1.79						2.98	1.36%	12.00																																																																																																																																					
15	L	4.33	6.47	4.27					15.07	6.87%	23.00																																																																																																																																					
16	L	1.95							1.95	0.89%	4.00																																																																																																																																					
<b>TOTAL VD=</b>											<b>70.00</b>																																																																																																																																					
											VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)																																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th colspan="7">VALORES DEDUCIDOS</th> <th>VDT</th> <th>q</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>23.00</td> <td>15.00</td> <td>12.00</td> <td>12.00</td> <td>4.00</td> <td>4.00</td> <td></td> <td>70.00</td> <td>6</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>23.00</td> <td>15.00</td> <td>12.00</td> <td>12.00</td> <td>4.00</td> <td>4.00</td> <td>2</td> <td>68.00</td> <td>5</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>23.00</td> <td>15.00</td> <td>12.00</td> <td>12.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>66.00</td> <td>4</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>23.00</td> <td>15.00</td> <td>12.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>56.00</td> <td>3</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>23.00</td> <td>15.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>46.00</td> <td>2</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>23.00</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>33.00</td> <td>1</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: right;"><b>Max VDC=</b></td> <td><b>37</b></td> </tr> </tbody> </table>											N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	1	23.00	15.00	12.00	12.00	4.00	4.00		70.00	6	32	2	23.00	15.00	12.00	12.00	4.00	4.00	2	68.00	5	34	3	23.00	15.00	12.00	12.00	2	2	2	66.00	4	37	4	23.00	15.00	12.00	2	2	2	2	56.00	3	36	5	23.00	15.00	2	2	2	2	2	46.00	2	34	6	23.00	2	2	2	2	2	2	33.00	1	33	7											8											9											10											<b>Max VDC=</b>										<b>37</b>		
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC																																																																																																																																						
1	23.00	15.00	12.00	12.00	4.00	4.00		70.00	6	32																																																																																																																																						
2	23.00	15.00	12.00	12.00	4.00	4.00	2	68.00	5	34																																																																																																																																						
3	23.00	15.00	12.00	12.00	2	2	2	66.00	4	37																																																																																																																																						
4	23.00	15.00	12.00	2	2	2	2	56.00	3	36																																																																																																																																						
5	23.00	15.00	2	2	2	2	2	46.00	2	34																																																																																																																																						
6	23.00	2	2	2	2	2	2	33.00	1	33																																																																																																																																						
7																																																																																																																																																
8																																																																																																																																																
9																																																																																																																																																
10																																																																																																																																																
<b>Max VDC=</b>										<b>37</b>																																																																																																																																						
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =											<table border="1"> <tr> <td>100-(Máx VDC o Total VD)</td> </tr> <tr> <td>63</td> </tr> </table>		100-(Máx VDC o Total VD)	63																																																																																																																																		
100-(Máx VDC o Total VD)																																																																																																																																																
63																																																																																																																																																
GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:											<table border="1"> <tr> <td style="background-color: yellow;">BUENO</td> </tr> </table>		BUENO																																																																																																																																			
BUENO																																																																																																																																																

Fuente: Elaboración propia



Tabla 71: Evaluación UMA-02 mediante la Metodología VANT

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE												
<b>PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"</b>												
DENOMINACIÓN DE LA VIA:		CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UMA-02			
EVALUADORES:		VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			32+284 - 32+320			
ANCHO DE CALZADA (m):		6.23				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			220.542			
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD		N°	FALLAS	COD.	UNIDAD				
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2		15	Ahuellamiento	AHU	m2				
2	Exudación	EX	m2		16	Desplazamiento	DES	m2				
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2		17	Grieta Parabólica	GP	m2				
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2		18	Hinchamiento	HN	m2				
5	Corrugación	COR	m2		19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2				
6	Depresión	DEP	m2									
7	Grieta de Borde	GB	m									
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m									
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
11	Parqueo	PA	m2									
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2									
13	Huecos	HUE	und									
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2									

Rango PCI %	Color	Estado
0-10	Grigio	Falla
11-25	Naranja	Muy Malo
26-40	Rojo	Malo
41-55	Amarillo	Regular
56-70	Verde Claro	Bueno
71-85	Verde Medio	Muy Bueno
86-100	Verde Oscuro	Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	L	2.90	1.33	2.06						6.29	2.85%	20.00
11	L	1.01								1.01	0.46%	1.00
11	M	0.51	5.66							6.17	2.80%	17.00
15	L	0.94								0.94	0.43%	4.00
15	M	5.77								5.77	2.62%	29.00
19	L	28.32								28.32	12.84%	6.00
<b>TOTAL VD=</b>											<b>77.00</b>	

Valor deducido mas alto (HV Di): **29.00**  
 Numero de valores deducidos >2 (q): **5**  
 Numero maximo de valores deducidos (mi): **7.5**  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$  VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	29.00	20.00	17.00	6.00	4.00			
2	29.00	20.00	17.00	6.00	2			
3	29.00	20.00	17.00	2.00	2			
4	29.00	20.00	2.00	2	2			
5	29.00	2.00	2	2	2			
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
<b>Max VDC=</b>								<b>45</b>

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =**

100-(Máx VDC o Total VD)
55

**GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:**

	<b>BUENO</b>
--	--------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72: Evaluación UMA-03 mediante la Metodología VANT

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE												
<b>PROYECTO: "EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGIA TRADICIONAL DEL PCI Y LA METODOLOGIA VANT EN LA CARRETERA TRANSVERSAL 28G (CUSCO-PISAC)"</b>												
DENOMINACIÓN DE LA VIA:			CARRETERA 28G				UNIDAD DE MUESTRA:			UMA-03		
EVALUADORES:			VICTOR PALIZA Y BENJAMIN CHUYACAMA				PROGRESIVA (km):			32+284 - 32+320		
ANCHO DE CALZADA (m):			6.23				ÁREA DE LA MUESTRA (m2):			220.54		
N°	FALLAS	COD.	UNIDAD				N°	FALLAS	COD.	UNIDAD		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2				15	Ahuellamiento	AHU	m2		
2	Exudación	EX	m2				16	Desplazamiento	DES	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2				17	Grieta Parabólica	GP	m2		
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2				18	Hinchamiento	HN	m2		
5	Corrugación	COR	m2				19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2		
6	Depresión	DEP	m2									
7	Grieta de Borde	GB	m									
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m									
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
11	Parqueo	PA	m2									
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2									
13	Huecos	HUE	und									
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2									

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	L	2.32								2.32	1.05%	10.00
7	L	2.01	1.86	5.70	1.63	5.92				17.12	7.76%	4.00
10	L	0.51	0.92	1.21						2.64	1.20%	0.00
11	L	0.07	0.04	0.14	0.17	0.28	0.17			0.87	0.39%	0.00
13	L	1.00	1.00							2.00	0.91%	18.00
15	L	3.82	3.24							7.06	3.20%	18.00
19	L	14.20	14.35							28.55	12.95%	6.00
<b>TOTAL VD=</b>											<b>56.00</b>	

Valor deducido mas alto (HV Di): **18.00**  
 Numero de valores deducidos >2 (q): **5**  
 Numero maximo de valores deducidos (mi): **8.5**  $m = 1 + (9/98) (100-HDV) \leq 10$  VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	18.00	18.00	10.00	6.00	4.00				56.00	4	31
2	18.00	18.00	10.00	6.00	2				54.00	3	34
3	18.00	18.00	2	2	2				42.00	2	33
4	18.00	2	2.00	2	2				26.00	1	26
5											
6											
7											
8											
9											
10											
<b>Max VDC=</b>											<b>34</b>

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) =** 100-(Máx VDC o Total VD)  
66

**GRADO DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO:**  **BUENO**

Fuente: Elaboración propia







### 3.6.3. Análisis de nivel de confiabilidad de la metodología VANT frente a la metodología tradicional de PCI

Para realizar el análisis de nivel de confianza de la metodología VANT frente a la tradicional de PCI se recurre al software SPSS v.28, haciendo comparación de los resultados de P-valor y el valor  $\alpha$ , mediante la prueba de normalidad.

	TRADICIONAL	DRON
1	3.00	5.00
2	50.00	55.00
3	20.00	27.00
4	87.00	95.00
5	75.00	83.00
6	34.00	35.00
7	30.00	41.00
8	32.00	29.00
9	32.00	32.00
10	50.00	52.00
11	81.00	82.00
12	52.00	66.00
13	40.00	47.00
14	85.00	83.00
15	5.00	8.00
16	65.00	68.00
17	75.00	67.00
18	8.00	9.00
19	59.00	57.00
20	97.00	83.00
21	19.00	18.00

Figura 152: Ingreso de datos al software SPSS v.28

Fuente: Elaboración propia

A continuación se da los pasos a seguir:

a) Formulación de la hipótesis

$H_0$ = No hay diferencia significativa entre los resultados de la metodología tradicional y la metodología VANT (Hipótesis nula)

$H_1$ = Hay diferencia significativa entre los resultados de la metodología tradicional y la metodología VANT (Hipótesis alterna)

b) Nivel de significancia

Para una confiabilidad del 95% se da a  $\alpha = 0.05 - 5\%$

c) Selección de la prueba estadística

Para esta investigación que es un estudio longitudinal y el PCI una variable fija se realiza una prueba paramétrica tipo numérica siendo esta la prueba T de Student (muestras relacionadas o emparejadas), el cual debe estar en una distribución normal.

d) Prueba de normalidad

Se utiliza el 100% de los datos ingresados



Tabla 75: Verificación de 100% de datos ingresados

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
TRADICIONAL	21	100.0%	0	0.0%	21	100.0%
DRON	21	100.0%	0	0.0%	21	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Para muestras menores 50 se considera la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y para muestras mayores a 50 Kolmogorov-Smirnov. Siendo nuestro caso se toma en cuenta la prueba de Shapiro-Wilk.

Tabla 76: Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TRADICIONAL	.139	21	.200*	.960	21	.516
DRON	.137	21	.200*	.950	21	.334

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Criterios para determinar la normalidad

P-valor  $\Rightarrow \alpha$ , aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal

P-valor  $< \alpha$ , aceptar  $H_1$  = Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 77 Criterios de Evaluación de Normalidad:

Evaluación de Normalidad		
P-valor (Tradicional)	0.516 >	$\alpha = 0.05$
P-valor (Drone)	0.334 >	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia

En base a los datos obtenidos se observa que los resultados de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT provienen de una distribución normal.



### 3.6.4. Análisis de eficiencia de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT

Para determinar el costo y beneficio se considera el precio y tiempo empleado para cada metodología, tanto la metodología tradicional como la metodología VANT y de esta formar verificar cual es mas eficiente.

El tiempo empleado para la obtención de datos de cada unidad de muestra en la metodología tradicional del PCI es de 2 horas (teniendo en cuenta actividades adicionales como arribo al lugar, ubicación exacta el UM con ayuda del gps, delimitación de área del tramo, dimesionamiento de fallas y panel fotográfico), considerando que diariamente se realiza 3 unidades de muestra. Para 21 unidades de muestra se realizó el levantamiento en campo en 7 días. Mientras que para el procesamiento y análisis de datos se realizó en un tiempo de 6 días, trabajando 6 horas diarias.

El tiempo empleado para la obtención de fotografías de cada unidad de muestra en la metodología VANT es de 45 minutos (teniendo en cuenta actividades adicionales como arribo al lugar, ubicación exacta el UM con ayuda del gps, colocacion de puntos de foto control aledaños a la vida, georreferenciación de puntos de foto control ya sea con la estación total o GPS diferencial y panel fotográfico). Para las 21 unidades de muestra se realizó la obtención de fotografías en 2 días trabajando a 8 horas diarias. El tiempo empleado en gabinete para el procesamiento de imágenes, obtención de ortofoto procesada, elaboración de plano de fallas y dimensionamiento de éstas; se realizó en un tiempo de 1 hora para cada unidad de muestra. Se realiza en 4 días trabajando a 7 horas diarias todo el proceso de gabinete. Mientras que para el procesamiento y análisis de datos se realizó en un tiempo de 6 días, trabajando 6 horas diarias.

Los tiempos anteriormente mencionados son promediados teniendo en cuenta que las unidades de muestra no son homogéneas y además han sido considerados asumiendo que no hubo ningún tipo de error.

Para la obtención de precios de la evaluación de la carretera 28G mediante la metodología tradicional del PCI se obtuvo un total de S/. 4735.00 nuevos soles el cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 78: Presupuesto para la Evaluación de la Carretera 28G mediante la Metodología Tradicional del PCI

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
-TÉCNICO 1	DIA	13	S/. 120.00	S/. 1560.00
-TÉCNICO 2	DIA	13	S/. 120.00	S/. 1560.00
-AYUDANTE	DIA	7	S/. 60.00	S/. 420.00
-ALQUILER - VEHÍCULO	DIA	7	S/. 100.00	S/. 700.00
-COMBUSTIBLE	GAL	10.5	S/. 20.00	S/. 210.00
-ODÓMETRO	UND	1	S/. 170.00	S/. 170.00
-EPPs	UND	2	S/. 50.00	S/. 100.00
-YESO	BLS	2	S/. 7.50	S/. 15.00
			<b>TOTAL</b>	<b>S/. 4735.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Para la obtención de precios de la evaluación de la carretera 28G mediante la metodología VANT se obtuvo un total de S/. 4545.00 nuevos soles el cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 79: Presupuesto para la Evaluación de la Carretera 28G mediante la Metodología VANT

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
-TÉCNICO 1	DIA	12	S/. 120.00	S/. 1440.00
-TÉCNICO 2	DIA	12	S/. 120.00	S/. 1440.00
-AYUDANTE	DIA	2	S/. 60.00	S/. 120.00
-ALQUILER VEHÍCULO	DIA	2	S/. 100.00	S/. 200.00
-ALQUILER DRONE Y EQUIPOS	DIA	2	S/. 500.00	S/. 1000.00
-COMBUSTIBLE	GAL	3	S/. 20.00	S/. 60.00
-ODÓMETRO	UND	1	S/. 170.00	S/. 170.00
-EPPs	UND	2	S/. 50.00	S/. 100.00
- YESO	BLS	2	S/. 7.50	S/. 15.00
			<b>TOTAL</b>	<b>S/. 4545.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Los precios mencionados en las tablas 59 y 60 han sido considerados asumiendo que no hubo ningún tipo de error durante la obtención de datos.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Resultados del PCI realizado mediante la metodología tradicional

Se presenta los resultados en función a los indicadores de la metodología, siendo éstos: a) metrado de fallas, b) distribución de deterioros, c) condición de pavimento

#### 4.1.1. Resumen de metrado de fallas

*Tabla 80: Resumen de Metrado de Fallas*

N°	TIPO DE FALLAS	UNIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	SUBTOTAL
1	PIEL DE COCODRILO (M2)	M2	L	78.88
			M	177.61
			H	18.99
2	EXUDACION (M2)	M2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M2)	M2	L	20.37
			M	23.72
			H	17.03
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M2)	M2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
5	CORRUGACION (M2)	M2	L	28.92
			M	8.82
			H	0.00
6	DEPRESION (M2)	M2	L	11.68
			M	2.20
			H	0.00
7	GRIETA DE BORDE (M)	M	L	363.06
			M	137.55
			H	0.00
8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (M)	M	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA (M)	M	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (M)	M	L	147.08
			M	85.00
			H	10.90
11	PARCHEO (M2)	M2	L	134.56
			M	181.06
			H	93.32
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	M2	L	0.39
			M	1.52
			H	0.00
13	HUECOS (UND)	UND	L	12.00
			M	3.00
			H	8.00
14	CRUCE DE VIA FERREA (M2)	M2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
15	AHUELLAMIENTO (M2)	M2	L	234.96
			M	23.52
			H	0.00
16	DESPLAZAMIENTO (M2)	M2	L	1.96
			M	0.00
			H	0.00
17	GRIETA PARABÓLICA (M2)	M2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
18	HINCHAMIENTO (M2)	M2	L	8.70
			M	0.00
			H	0.00
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	M2	L	337.09
			M	9.93
			H	9.43

Fuente: Elaboración propia



4.1.2. Datos generales de fallas en las unidades de muestra

Tabla 81: Fallas encontradas en todas las unidades de muestra mediante la metodología tradicional del PCI

N°	TIPO DE FALLAS	SEVERIDAD	UM-1	UMA-02	UM-2	UMA-04	UM-3	UM-4	UM-5	UM-6	UM-7	UMA-01	UM-8	UMA-03	UM-9	UM-10	UM-11	UM-12	UM-13	UM-14	UM-15	UM-16	UM-17	SUBTOTAL		
1	PIEL DE COCODRILO (M2)	L	8.70	4.82	0.98		8.85			1.64	1.05	0.60		3.49	0.71	0.45	8.25	0.31	2.90	20.89	7.02	3.14	5.08	78.88		
		M	36.04		21.44				1.04	8.10	19.01	8.85	13.73					15.42			25.06			28.92	177.61	
		H	6.71		0.49				2.28									5.91						3.60	18.99	
2	EXUDACION (M2)	L																						0.00		
		M																							0.00	
		H																							0.00	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M2)	L	1.75											12.30	6.12				0.20						20.37	
		M	19.62		1.10																	2.10			23.72	
		H	12.89		3.64									0.50											17.03	
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M2)	L																							0.00	
		M																							0.00	
		H																							0.00	
5	CORRUGACION (M2)	L			2.28									23.04			3.60								28.92	
		M			8.82																				8.82	
		H																							0.00	
6	DEPRESION (M2)	L								1.54	9.60							0.34					0.20		11.68	
		M								2.20															2.20	
		H																							0.00	
7	GRIETA DE BORDE (M)	L					35.40	15.40	9.40	17.70			35.40	12.00			70.80	70.80	11.50	59.46	13.60	2.10	9.50		363.06	
		M				4.35		21.20	13.20			22.30	2.55			12.20	35.75					26.00			137.55	
		H																							0.00	
8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (M)	L																							0.00	
		M																							0.00	
		H																							0.00	
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA (M)	L																							0.00	
		M																							0.00	
		H																							0.00	
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (M)	L			8.90	33.06			21.60		1.70		3.00	4.70	2.40		5.00	11.80	14.00	20.32	17.25	0.85	2.50		147.08	
		M	3.00					19.30	17.00		0.70		3.10		13.60					3.00					85.00	
		H																							10.90	
11	PARCHEO (M2)	L		0.75	1.61	9.05	17.12	30.91		18.00		1.33		3.58	23.36	3.22	19.78	0.16			10.90		1.35		134.56	
		M	43.09	4.81	0.64					1.88	20.96		10.93			39.19					83.42	4.20	2.30	51.50	181.06	
		H	9.90																						93.32	
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	L								0.18				0.21											0.39	
		M	1.32											0.20											1.52	
		H																							0.00	
13	HUECOS (UND)	L						2.00			1.00	2.00		3.00		1.00	1.00	1.00	1.00						12.00	
		M																							3.00	
		H	6.00																						8.00	
14	CRUCE DE VIA FERREA (M2)	L																							0.00	
		M																							0.00	
		H																							0.00	
15	AHUELLAMIENTO (M2)	L		0.92	39.20		17.70	20.66	49.28	9.38	21.24	8.00		5.72		12.30	19.20	6.00	4.50	1.26	1.20	14.40	4.00		234.96	
		M		6.72								14.00									2.80					23.52
		H																								0.00
16	DESPLAZAMIENTO (M2)	L																				1.96			1.96	
		M																							0.00	
		H																							0.00	
17	GRIETA PARABÓLICA (M2)	L																							0.00	
		M																							0.00	
		H																							0.00	
18	HINCHAMIENTO (M2)	L														0.70	8.00								8.70	
		M																							0.00	
		H																							0.00	
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	L		28.32	0.35		35.40			0.35	77.18		51.11	28.32	49.56		10.14		15.93	3.24	33.63		3.56		337.09	
		M	9.45																						9.93	
		H			2.19								1.50													9.43

Fuente: Elaboración propia



Tabla 82: Porcentaje total de fallas encontradas - Método Tradicional PCI

TIPO DE FALLAS	% PORCENTAJE DE FALLAS ENCONTRADAS - METODO TRADICIONAL
PIEL DE COCODRILO (M2)	14.18%
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M2)	5.22%
GRIETA DE BORDE (M)	13.43%
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (M)	11.94%
PARCHEO (M2)	13.43%
HUECOS (UND)	7.46%
AHUELLAMIENTO (M2)	12.69%
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	10.45%
OTROS	11.19%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

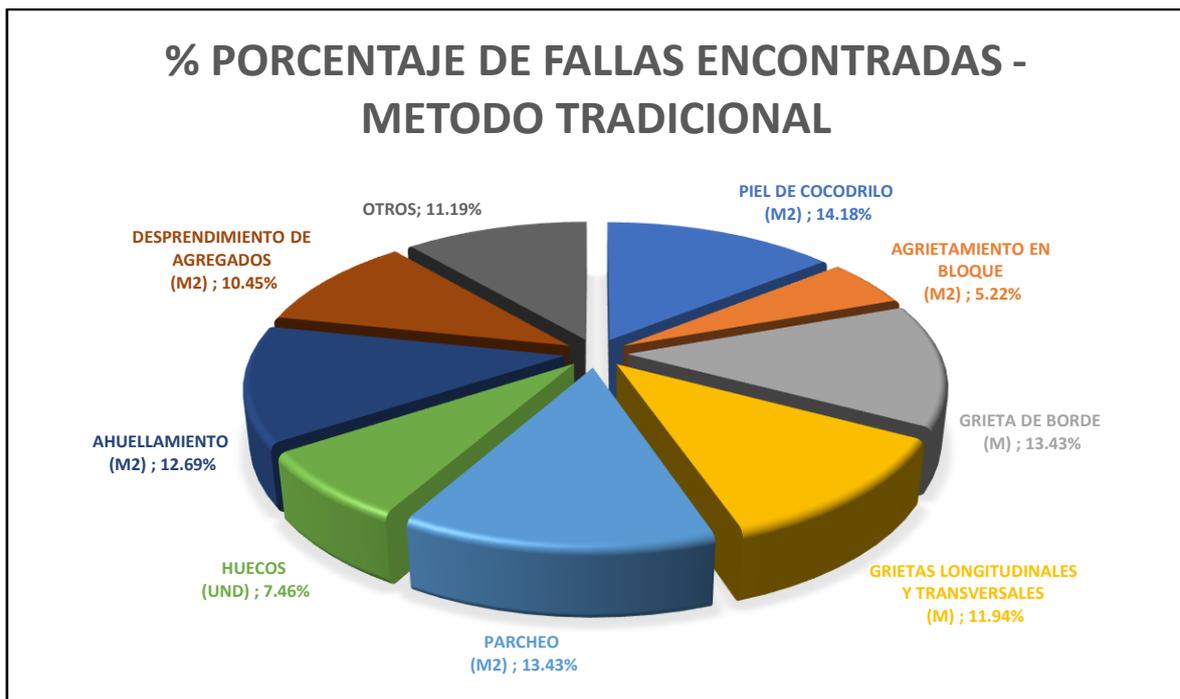


Figura 153: Porcentaje total de fallas encontradas - Método Tradicional PCI

Fuente: Elaboración propia



### 4.1.3. Distribución de deterioros en la carretera 28G

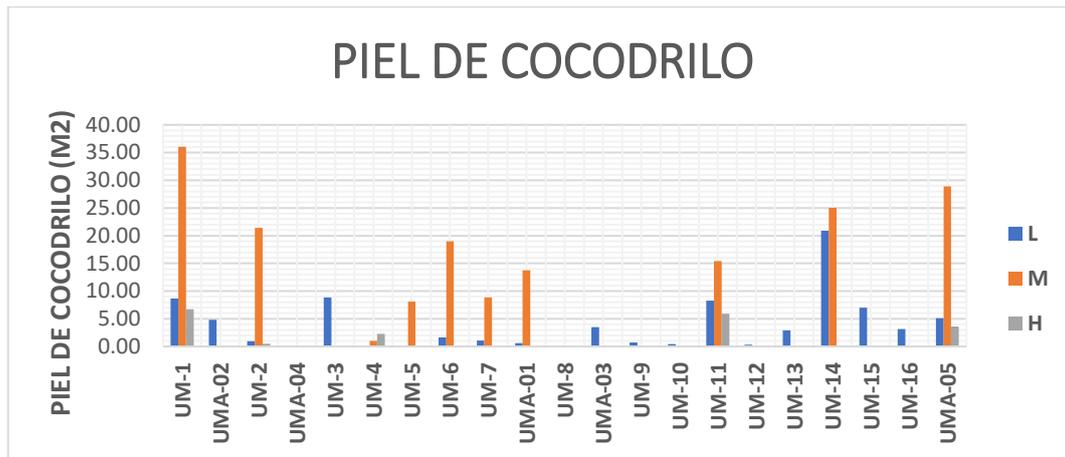


Figura 154: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – PIEL DE COCODRILO

Fuente: Elaboración propia



Figura 155: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – EXUDACIÓN

Fuente: Elaboración propia

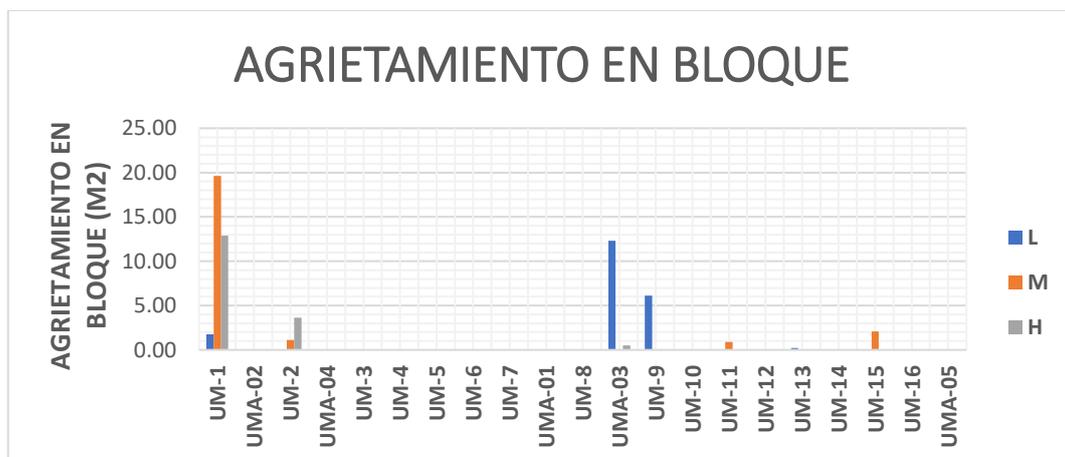


Figura 156: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – AGRIETAMIENTO EN BLOQUE

Fuente: Elaboración propia



Figura 157: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS

Fuente: Elaboración propia



Figura 158: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – PIEL DE CORRUGACIÓN

Fuente: Elaboración propia

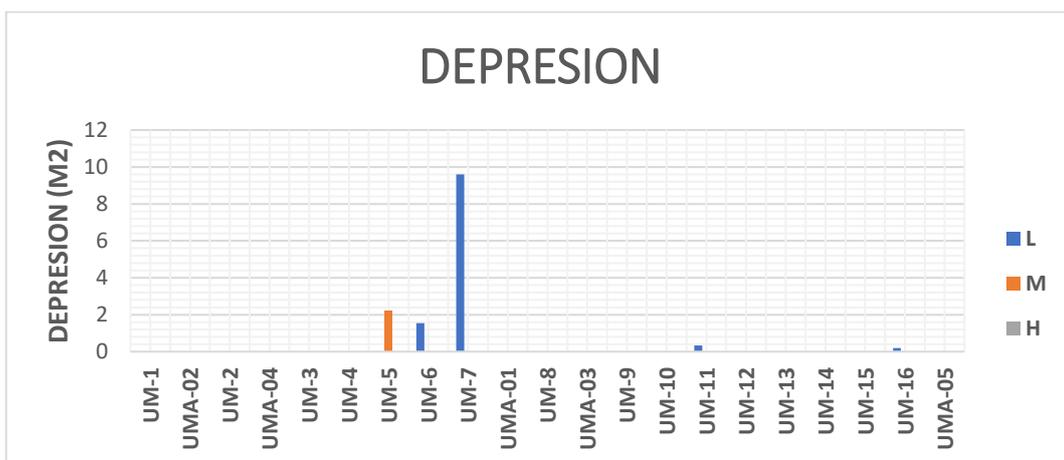


Figura 159: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – DEPRESIÓN

Fuente: Elaboración propia

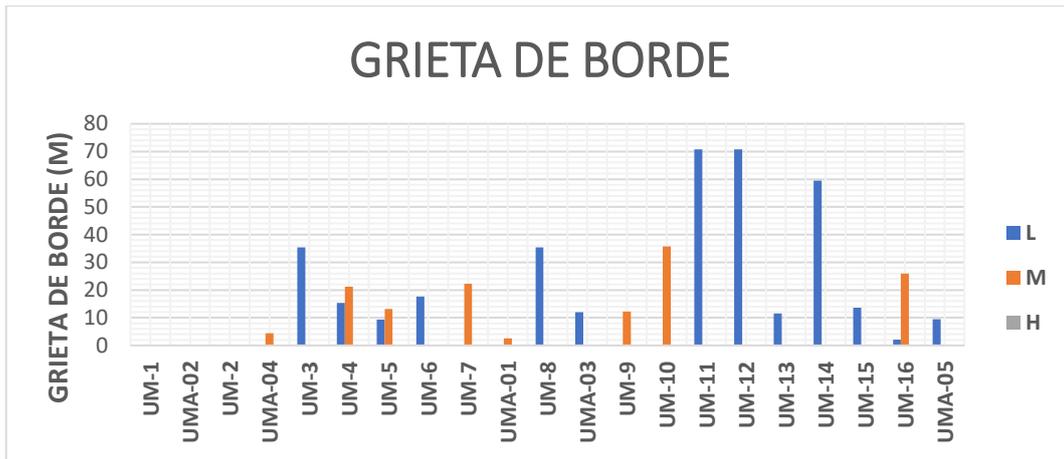


Figura 160: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – GRIETA DE BORDE

Fuente: Elaboración propia



Figura 161: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA

Fuente: Elaboración propia

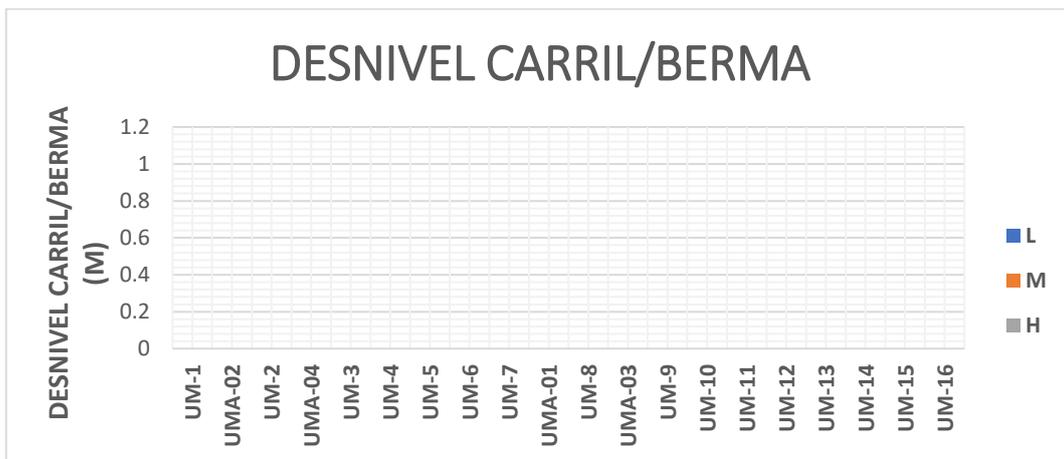


Figura 162: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – DESNIVEL CARRIL/BERMA

Fuente: Elaboración propia

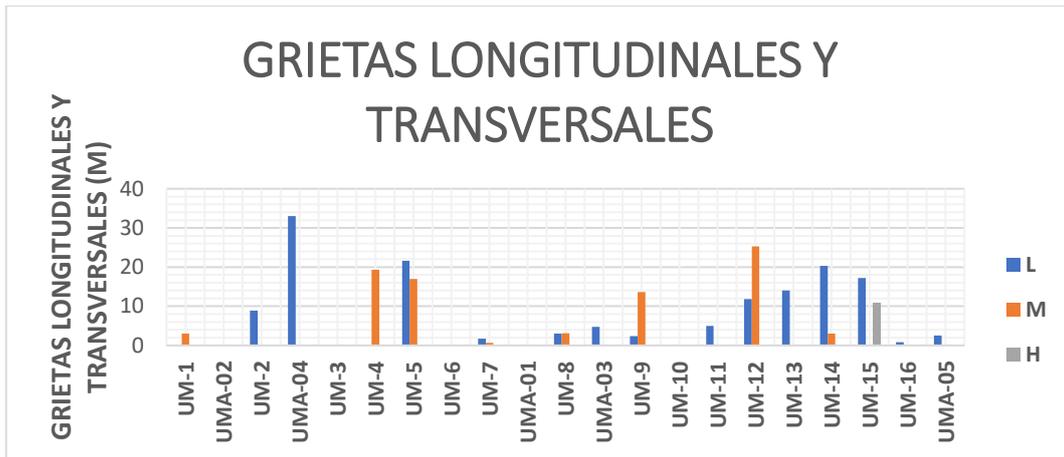


Figura 163: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

Fuente: Elaboración propia

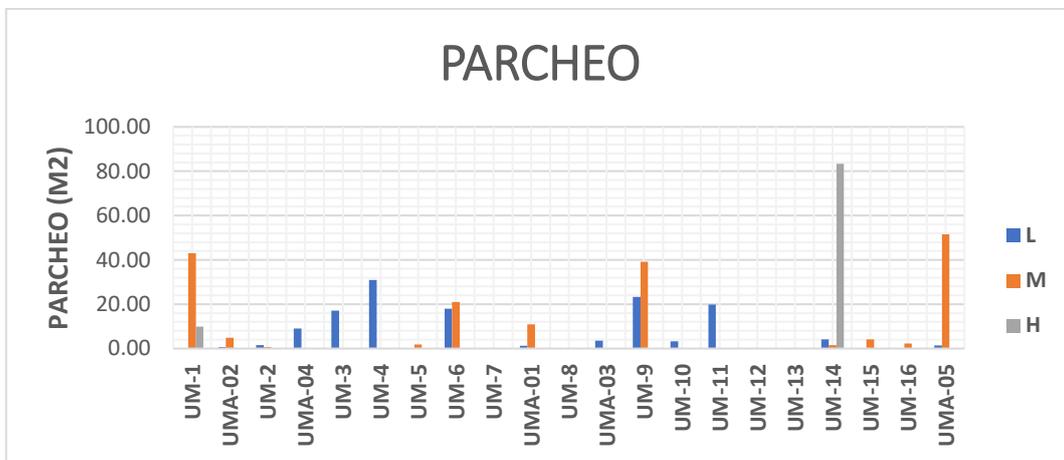


Figura 164: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – PARCHEO

Fuente: Elaboración propia

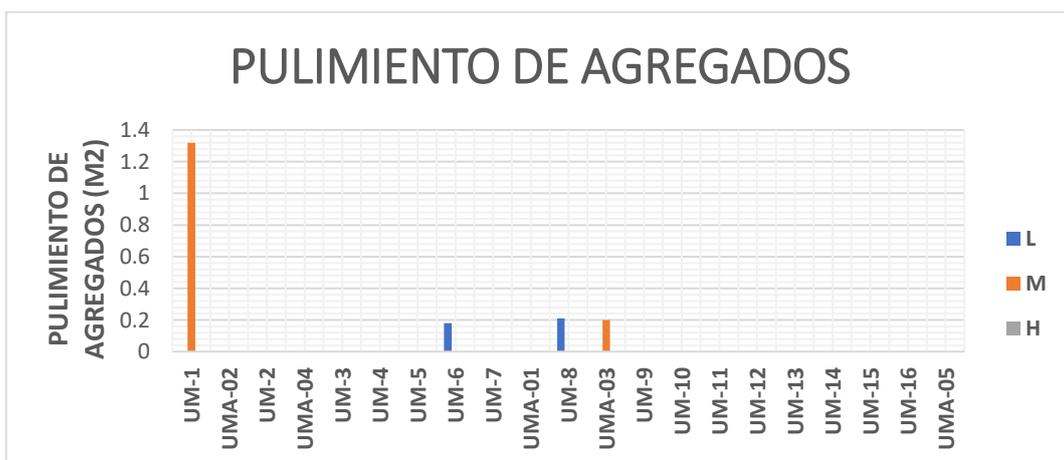


Figura 165: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – PULIMIENTO DE AGREGADOS

Fuente: Elaboración propia

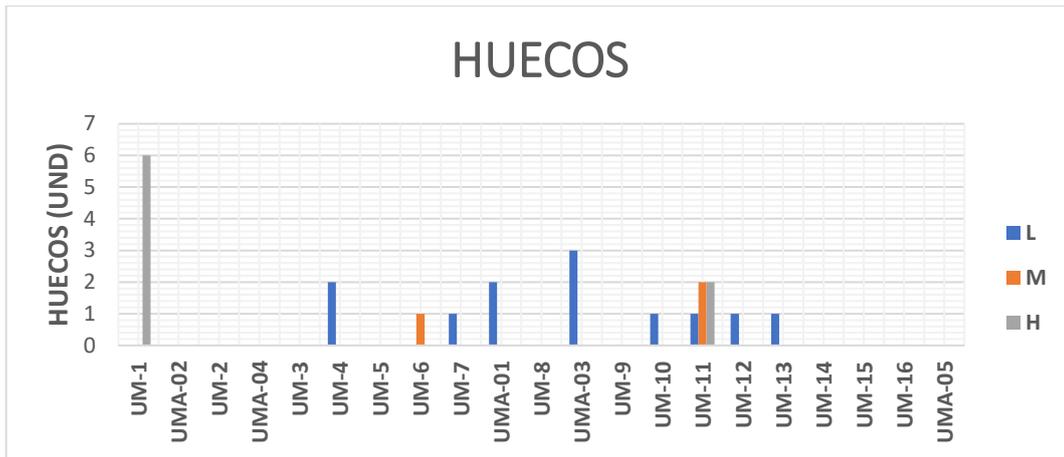


Figura 166: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – HUECOS

Fuente: Elaboración propia

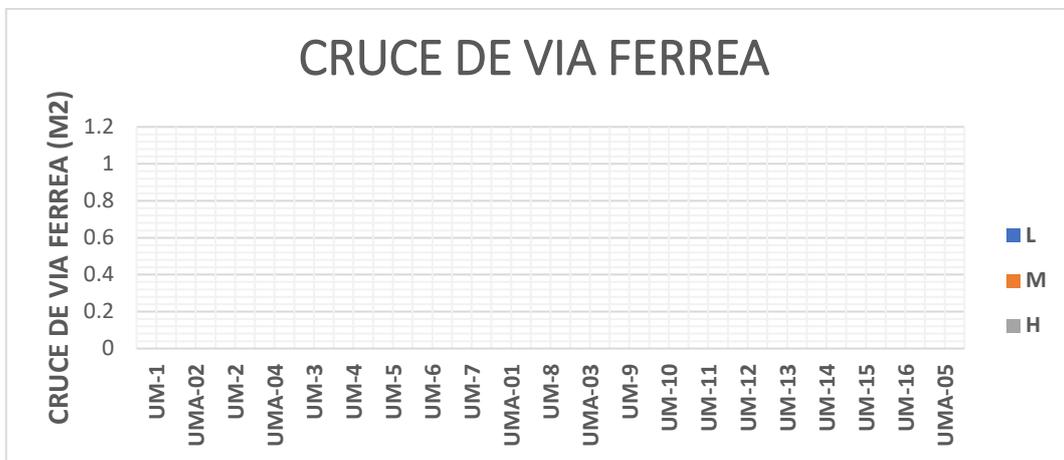


Figura 167: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – CRUCE DE VIA FERREA

Fuente: Elaboración propia

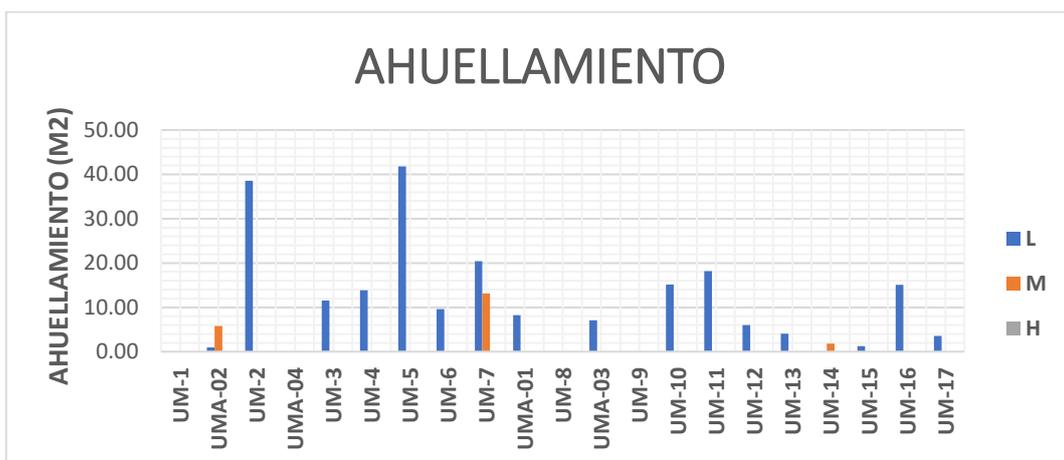


Figura 168: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – AHUELLAMIENTO

Fuente: Elaboración propia



Figura 169: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI –  
*DESPLAZAMIENTO*

Fuente: Elaboración propia



Figura 170: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI –  
*GRIETA PARABÓLICA*

Fuente: Elaboración propia

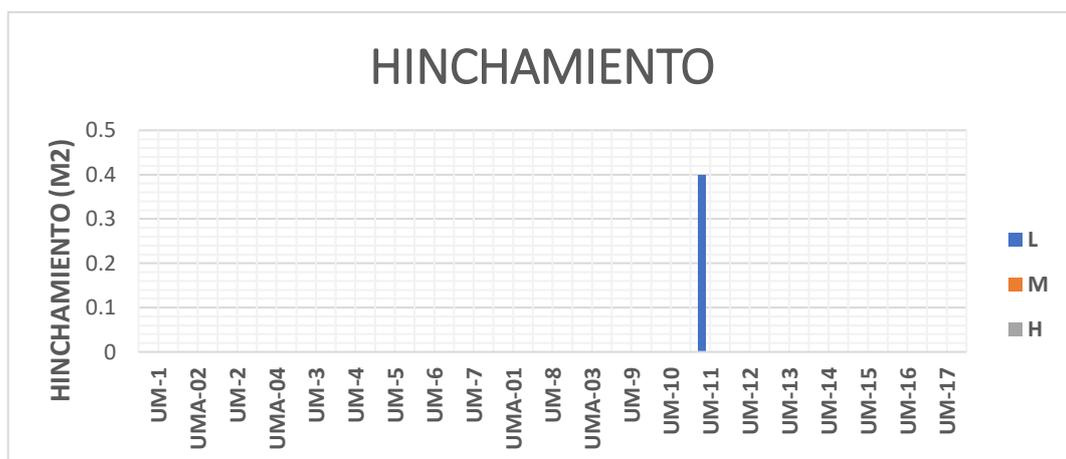


Figura 171: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI –  
*HINCHAMIENTO*

Fuente: Elaboración propia

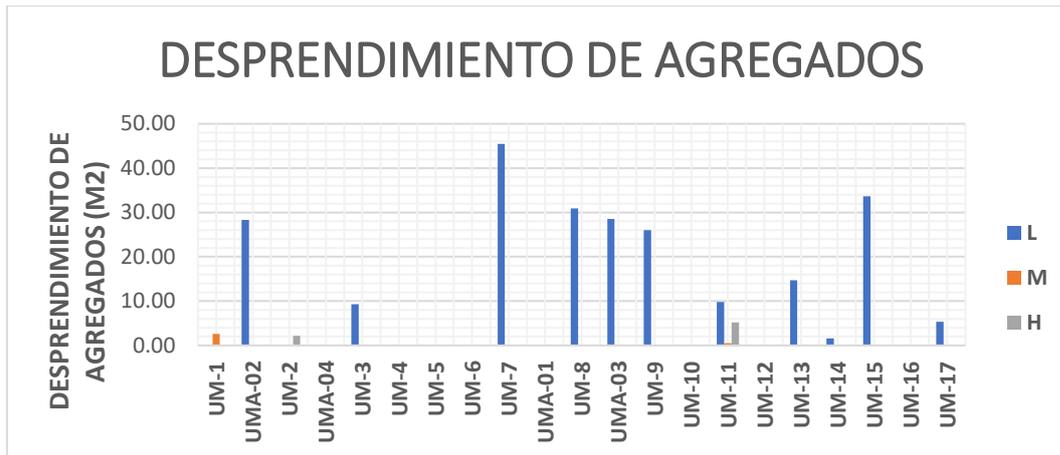


Figura 172: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del PCI – DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4. Tabla de resultados de PCI

Tabla 83: PCI de cada Unidad de Muestra mediante la Metodología Tradicional

UM	PROGRESIVA	VDT o Máx VDC	PCI - TRADICIONA	CONDICIÓN
UM-1	1+168 - 1+203	96.2	3.8	FALLADO
UMA-02	2+761 - 2+796	42	58	BUENO
UM-2	3+186 - 3+221	74	26	MALO
UMA-04	4+956 - 4+991	13	87	EXCELENTE
UM-3	5+203 - 5+239	42	58	BUENO
UM-4	7+221 - 7+257	66	34	MALO
UM-5	9+239 - 9+274	62	38	MALO
UM-6	11+257 - 11+292	68	32	MALO
UM-7	13+275 - 13+310	68	32	MALO
UMA-01	12+708 - 12+744	50	50	REGULAR
UM-8	15+292 - 15+328	19	81	MUY BUENO
UMA-03	16+602 - 16+638	38	62	BUENO
UM-9	17+310 - 17+346	52	48	REGULAR
UM-10	19+328 - 19+363	35	65	BUENO
UM-11	21+346 - 21+381	94	6	FALLADO
UM-12	23+364 - 23+399	34	66	BUENO
UM-13	25+381 - 25+417	25	75	MUY BUENO
UM-14	27+399 - 27+435	92	8	FALLADO
UM-15	29+417 - 29+452	44	56	BUENO
UM-16	31+435 - 31+470	43	57	BUENO
UMA-05	32+284 - 32+320	81	19	MUY MALO

Fuente: Elaboración propia



#### 4.1.5. Perfil del PCI de la carretera 28G

Se muestra a continuación el perfil del índice de condición de pavimento de las 21 Unidades de Muestra de la carretera 28G mediante la metodología tradicional del PCI:

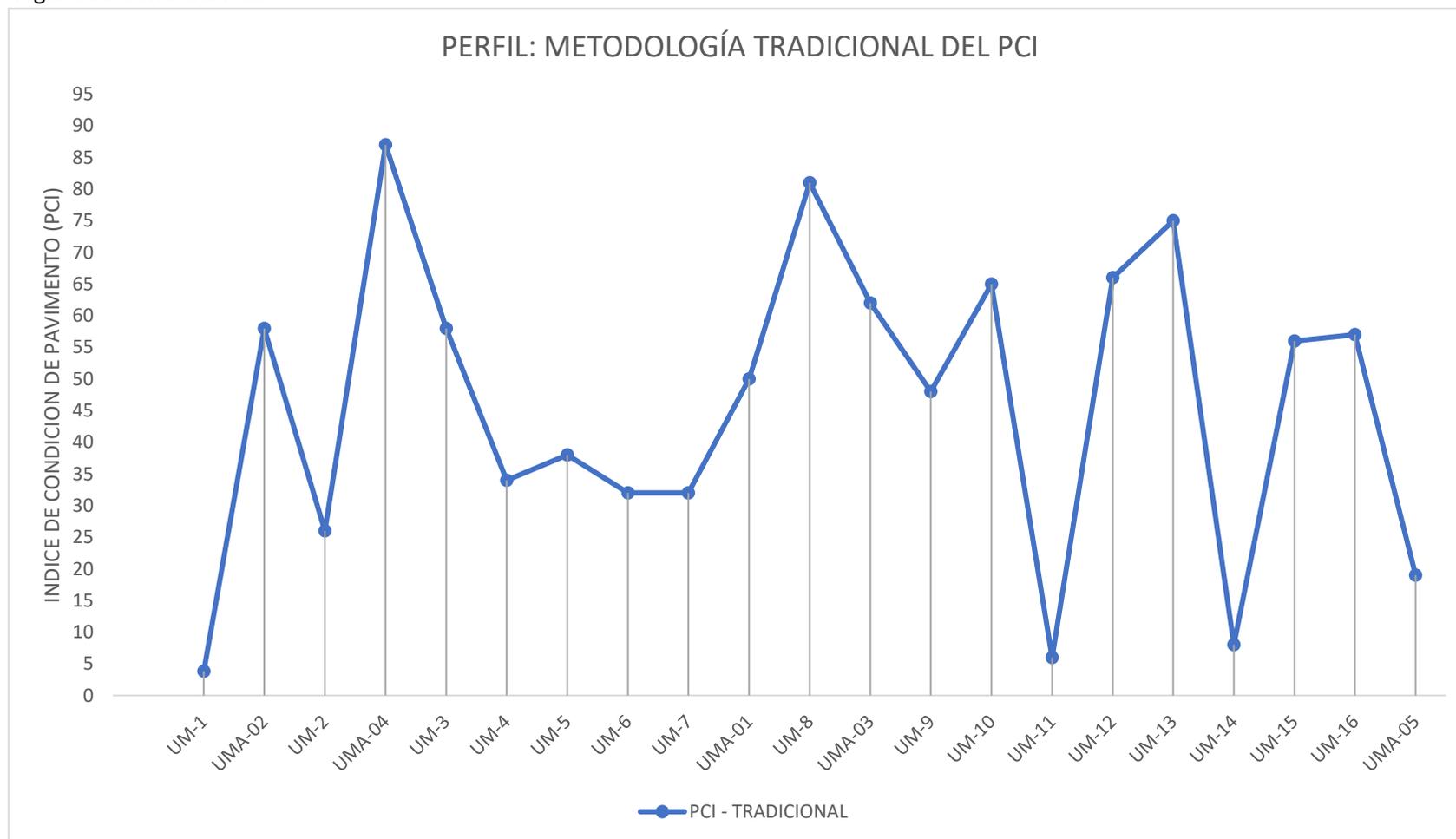


Figura 173: Perfil de los Resultados de las Unidades de Muestra mediante la Metodología del PCI

Fuente: Elaboración propia



#### 4.1.6. Condición del pavimento

Una vez obtenido todos los resultados de índice de condición de pavimento de las muestras representativas y adicionales, que han sido elegidas de forma aleatoria. Se debe considerar un promedio ponderado para hallar el PCI de toda la vía. Utilizando formula de promedio ponderado. (ver paso 7 del ítem 2.2.4.4).

$$PCI_s = \frac{[(N - A)xPCI_R] + (AxPCI_A)}{N}$$

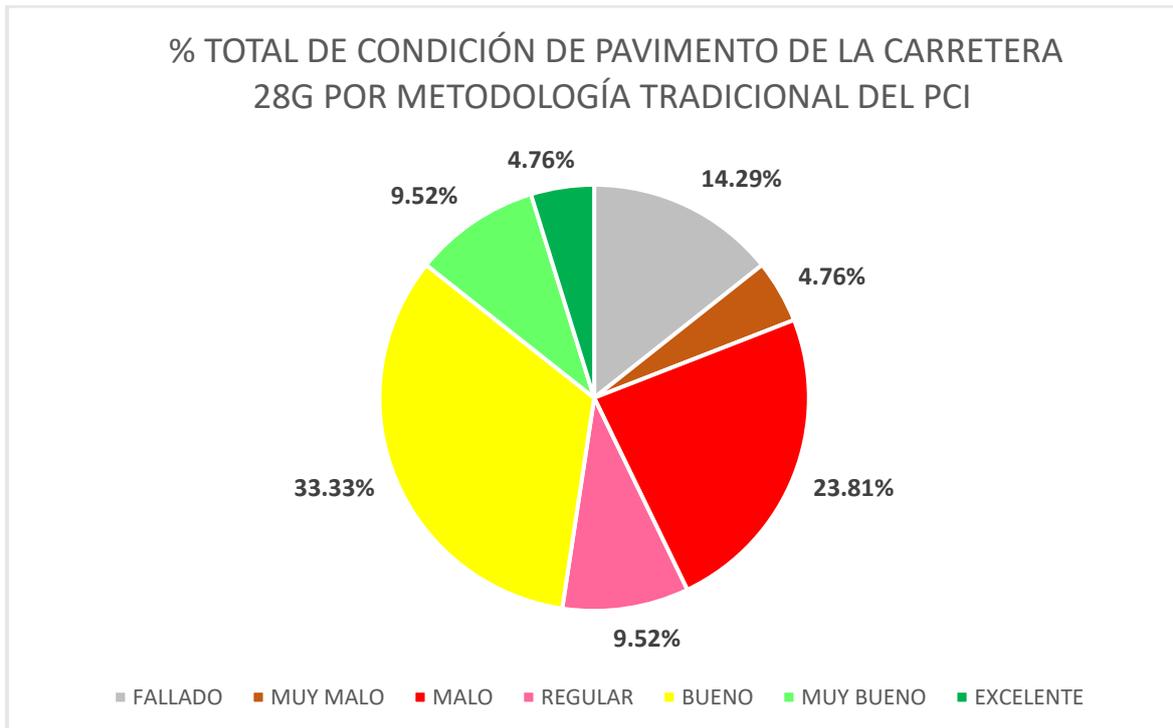
Por lo tanto, el índice de condición de pavimento es de 45.80, determinando que el pavimento flexible de la carretera 28G (Cusco – Pisac) se encuentra en un estado de conservación Regular.

A continuación, se presenta los porcentajes de cada tipo de condición del pavimento encontrado en toda la carretera 28G (Cusco – Pisac)

*Tabla 84: Porcentaje de Condición de Pavimento de la Carretera 28G mediante la Metodología Tradicional del PCI*

TRADICIONAL		
CONDICION	UNIDAD DE MUESTREO	% de Condición de Pavimento
FALLADO	3	14.29%
MUY MALO	1	4.76%
MALO	5	23.81%
REGULAR	2	9.52%
BUENO	7	33.33%
MUY BUENO	2	9.52%
EXCELENTE	1	4.76%

Fuente: Elaboración propia



*Figura 174: Porcentaje de Condición de Pavimento de la Carretera 28 G mediante la Metodología Tradicional del PCI*

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en la evaluación de las 21 unidades de muestra que se evaluaron en la carretera 28G (Cusco – Pisac), existe un 14.29% en condición de “Fallado”, un 4.76% “Muy malo”, un 23.81% “Malo”, un 9.52% “Regular”, un 33.33% “Bueno”, un 9.52% “Muy bueno” y un 4.76% “Excelente”.



## 4.2. Resultados PCI realizado mediante la metodología VANT

### 4.2.1. Resumen de metrado de fallas

Tabla 85: Resumen de metrado de fallas encontradas

N°	TIPO DE FALLAS	UNIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	SUBTOTAL
1	PIEL DE COCODRILO (M2)	M2	L	67.99
			M	181.11
			H	22.38
2	EXUDACION (M2)	M2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M2)	M2	L	5.61
			M	22.11
			H	8.94
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M2)	M2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
5	CORRUGACION (M2)	M2	L	28.90
			M	7.32
			H	0.00
6	DEPRESION (M2)	M2	L	2.74
			M	0.00
			H	0.00
7	GRIETA DE BORDE (M)	M	L	389.90
			M	122.71
			H	0.00
8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (M)	M	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA (M)	M	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (M)	M	L	154.19
			M	104.27
			H	11.01
11	PARCHEO (M2)	M2	L	166.29
			M	170.98
			H	99.72
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	M2	L	0.59
			M	1.64
			H	0.00
13	HUECOS (UND)	UND	L	12.00
			M	3.00
			H	10.00
14	CRUCE DE VIA FERREA (M2)	M2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
15	AHUELLAMIENTO (M2)	M2	L	215.20
			M	20.72
			H	0.00
16	DESPLAZAMIENTO (M2)	M2	L	1.95
			M	0.00
			H	0.00
17	GRIETA PARABÓLICA (M2)	M2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
18	HINCHAMIENTO (M2)	M2	L	0.40
			M	0.00
			H	0.00
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	M2	L	233.64
			M	3.13
			H	7.38

Fuente: Elaboración propia



#### 4.2.2. Datos generales de unidades de muestra

Tabla 86: encontradas en todas las unidades de muestra mediante la metodología VANT

N°	TIPO DE FALLAS	SEVERIDAD	UM-1	UMA-02	UM-2	UMA-04	UM-3	UM-4	UM-5	UM-6	UM-7	UMA-01	UM-8	UMA-03	UM-9	UM-10	UM-11	UM-12	UM-13	UM-14	UM-15	UM-16	UM-17	SUBTOTAL		
1	PIEL DE COCODRILO (M2)	L	6.17	6.29			0.44			2.64	1.12	0.63		2.32	0.80	0.61	7.91	0.51	2.35	20.82	7.15	2.70	5.53	67.99		
		M	43.41		19.25			1.00	7.67	12.20	10.78	12.10						15.52			26.73				32.45	181.11
		H	9.43		0.83			2.23										5.69						4.20	22.38	
2	EKUDACION (M2)	L																							0.00	
		M																								0.00
		H																								0.00
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (M2)	L	0.40												5.21							2.01			5.61	
		M	18.27		1.05																				22.11	
		H	5.71		3.23																					8.94
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (M2)	L																							0.00	
		M																								0.00
		H																								0.00
5	CORRUGACION (M2)	L			1.54								22.73				4.63								28.90	
		M			7.32																					7.32
		H																								0.00
6	DEPRESION (M2)	L							2.07									0.30					0.37		2.74	
		M																							0.00	
		H																								0.00
7	GRIETA DE BORDE (M)	L					35.30			23.33				36.02	17.12		60.41	58.95	45.41	14.73	59.33	19.22		20.08	389.90	
		M				4.07		22.63	12.38		20.72	4.32				31.42								27.17	122.71	
		H																								0.00
8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (M)	L																							0.00	
		M																								0.00
		H																								0.00
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA (M)	L																							0.00	
		M																								0.00
		H																								0.00
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (M)	L			5.96	31.77	2.76				2.66		3.35	2.64	0.73		7.26	7.16	16.31	43.42	26.78	0.66	2.73	154.19		
		M	4.50					34.88	17.11		1.35		4.60		11.76			16.39		13.68					104.27	
		H																					11.01		11.01	
11	PARCHEO (M2)	L		1.01	0.50	8.57	14.75	48.79		31.88		1.05		0.87	42.41		10.32	0.21		4.33	0.24			1.36	166.29	
		M	32.55	6.17	1.76			1.74	24.03		11.80				38.43						1.36	4.02	2.98	46.14	170.98	
		H	11.29																		88.43					99.72
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	L											0.59												0.59	
		M	1.64																						1.64	
		H																								0.00
13	HUECOS (UND)	L					3.00				1.00	2.00		2.00		1.00	1.00	1.00							12.00	
		M																								3.00
		H	8.00																							10.00
14	CRUCE DE VIA FERREA (M2)	L																							0.00	
		M																								0.00
		H																								0.00
15	AHUELLAMIENTO (M2)	L		0.94	38.58		11.55	13.84	41.78	9.57	20.44	8.21		7.06		15.13	18.17	5.99	4.09			1.24	15.07	3.54	215.20	
		M		5.77								13.10														20.72
		H																								0.00
16	DESPLAZAMIENTO (M2)	L																					1.95		1.95	
		M																								0.00
		H																								0.00
17	GRIETA PARABÓLICA (M2)	L																							0.00	
		M																								0.00
		H																								0.00
18	HINCHAMIENTO (M2)	L															0.40								0.40	
		M																								0.00
		H																								0.00
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	L		28.32			9.28				45.48		30.90	28.55	26.01		9.83		14.71	1.60	33.64		5.32	233.64		
		M	2.62														0.51								3.13	
		H			2.16													5.22								7.38

Fuente: Elaboración propia



Tabla 87: : Porcentaje total de fallas encontradas - Método VANT

TIPO DE FALLAS	% PORCENTAJE DE FALLAS ENCONTRADAS - METODO VANT
PIEL DE COCODRILO (M2)	15.08%
GRIETA DE BORDE (M)	14.29%
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (M)	13.49%
PARCHEO (M2)	13.49%
HUECOS (UND)	7.94%
AHUELLAMIENTO (M2)	13.49%
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (M2)	10.32%
OTROS	11.90%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

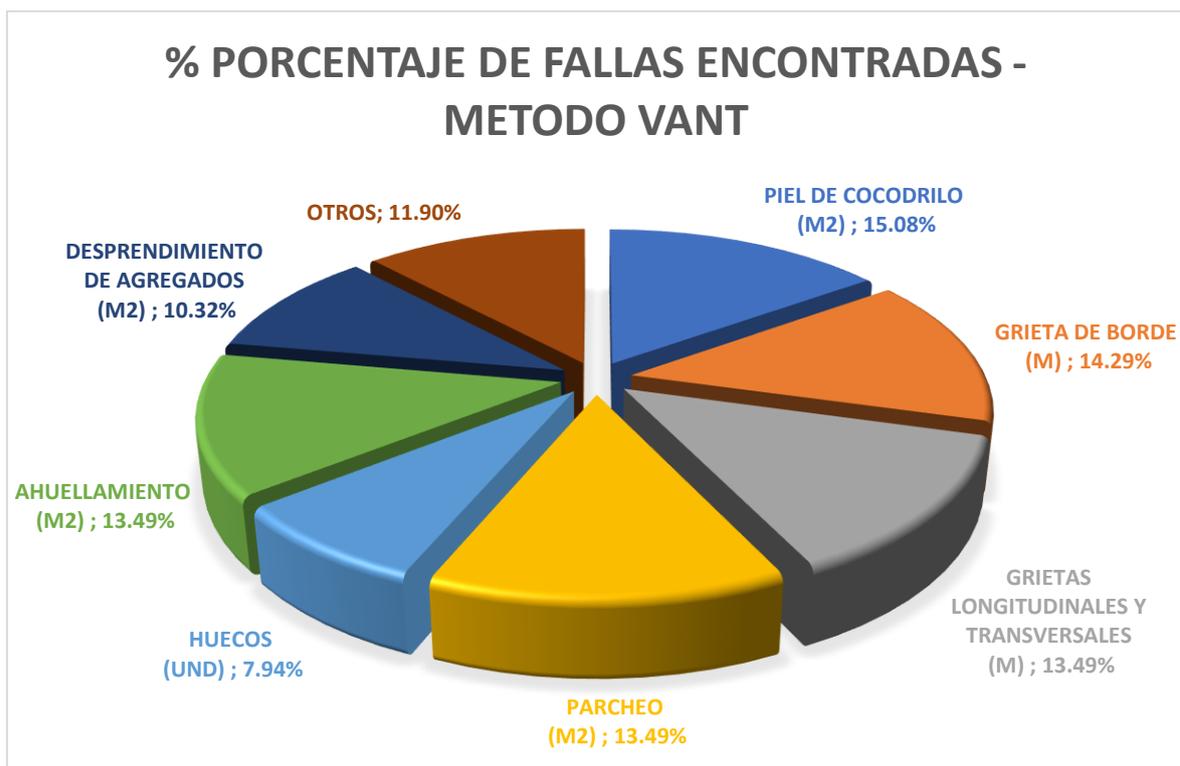


Figura 175: Porcentaje total de fallas encontradas - Método VANT

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.3. Distribución de deterioros de la carretera

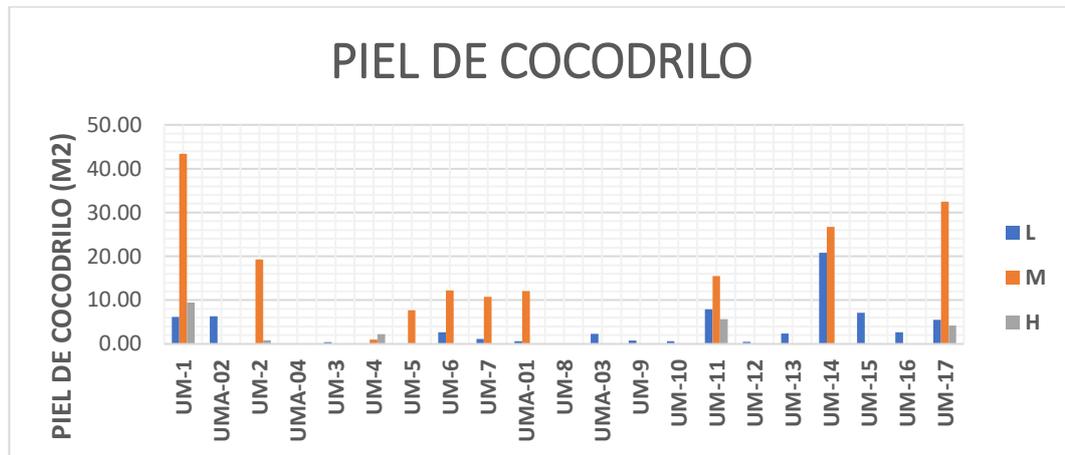


Figura 176: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – PIEL DE COCODRILO

Fuente: Elaboración propia



Figura 177: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – EXUDACIÓN

Fuente: Elaboración propia

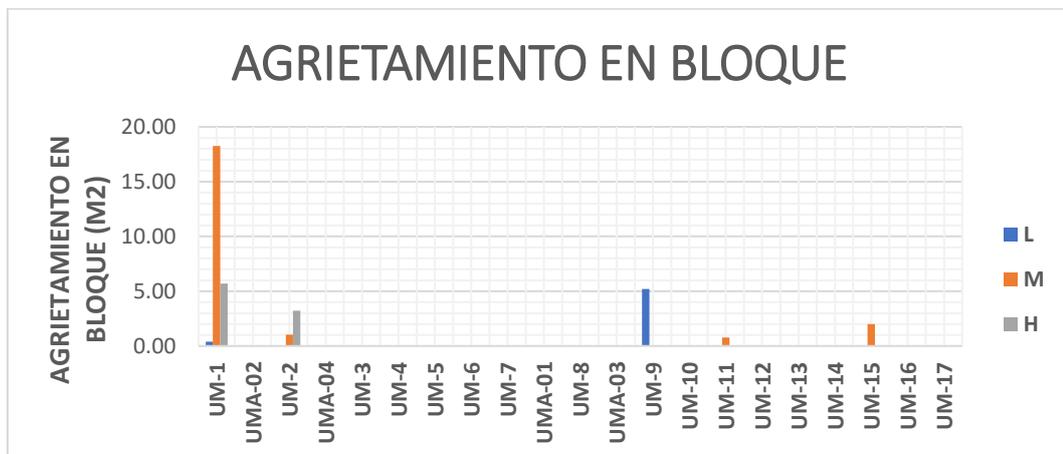


Figura 178: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – AGRIETAMIENTO EN BLOQUE

Fuente: Elaboración propia



Figura 179: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS  
Fuente: Elaboración propia



Figura 180: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – PIEL DE CORRUGACIÓN  
Fuente: Elaboración propia

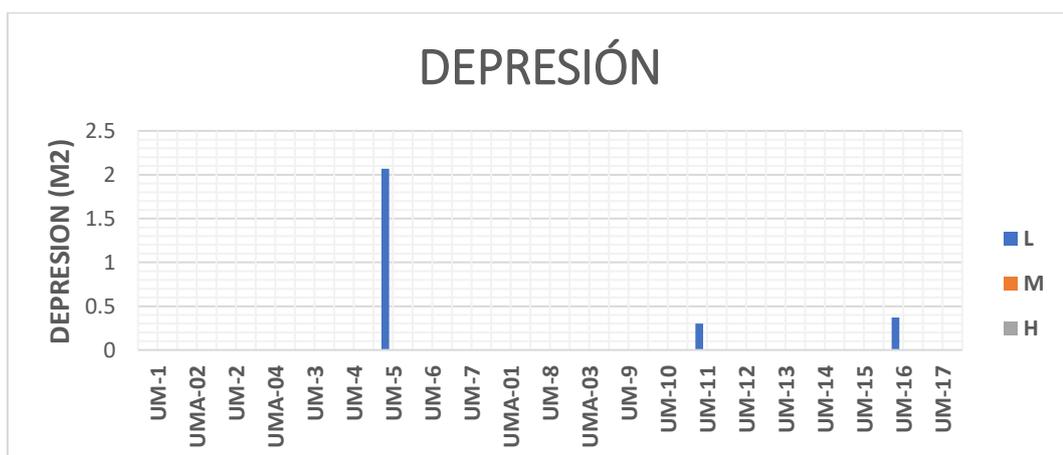


Figura 181: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – DEPRESIÓN  
Fuente: Elaboración propia

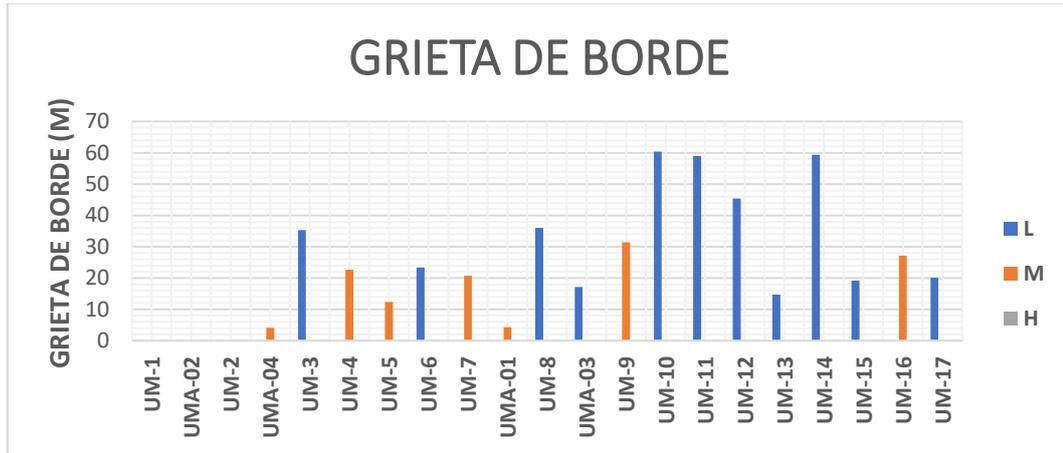


Figura 182: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – GRIETA DE BORDE  
Fuente: Elaboración propia



Figura 183: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA  
Fuente: Elaboración propia

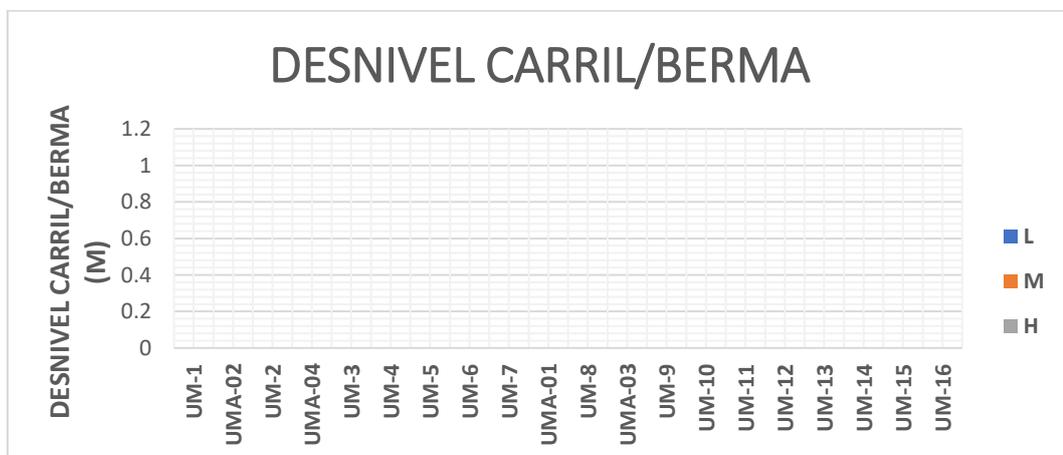


Figura 184: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – DESNIVEL CARRIL/BERMA  
Fuente: Elaboración propia

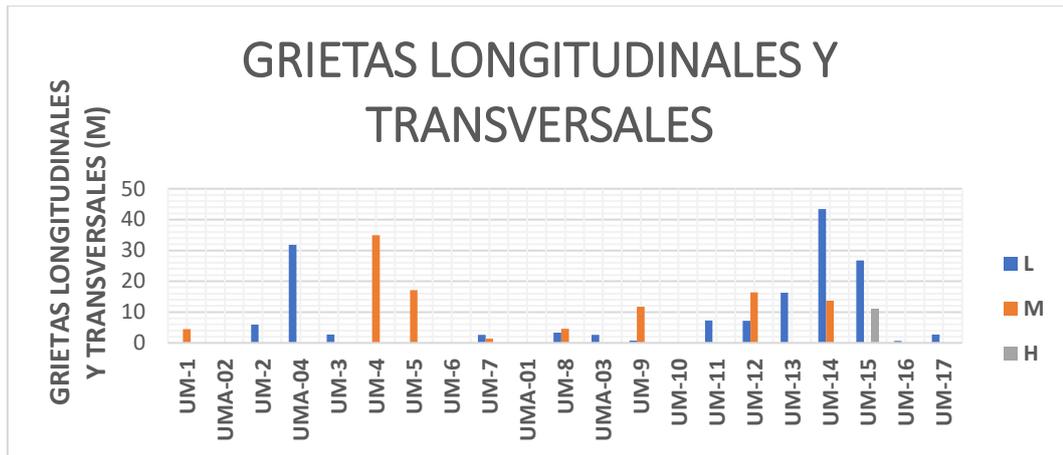


Figura 185: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES  
Fuente: Elaboración propia

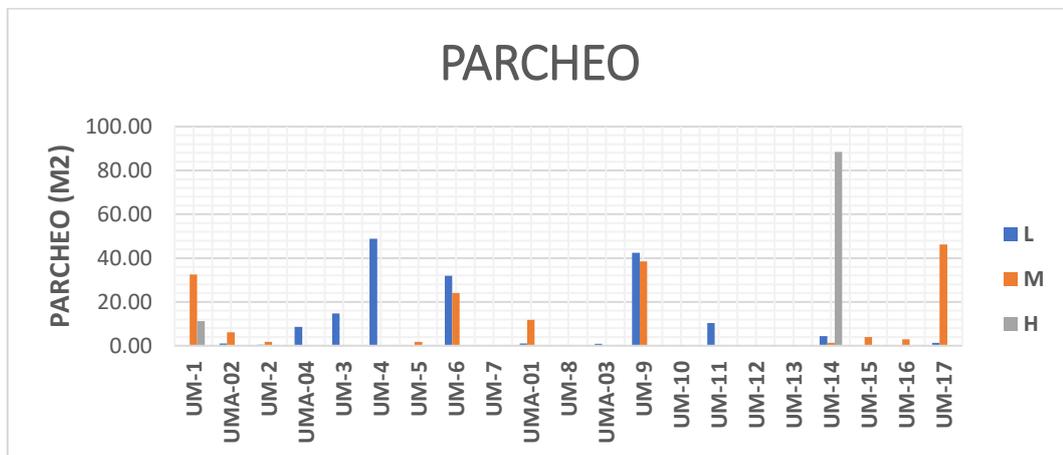


Figura 186: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – PARCHEO  
Fuente: Elaboración propia

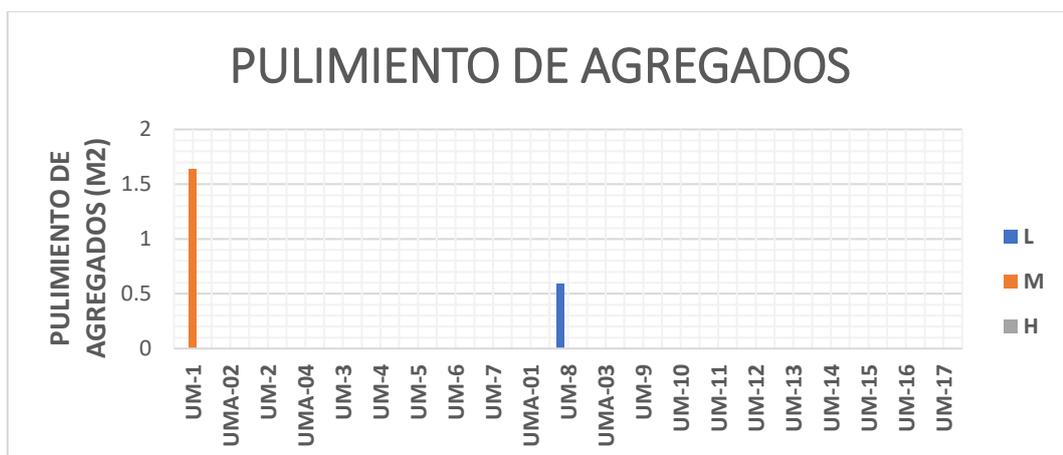


Figura 187: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – PULIMIENTO DE AGREGADOS  
Fuente: Elaboración propia

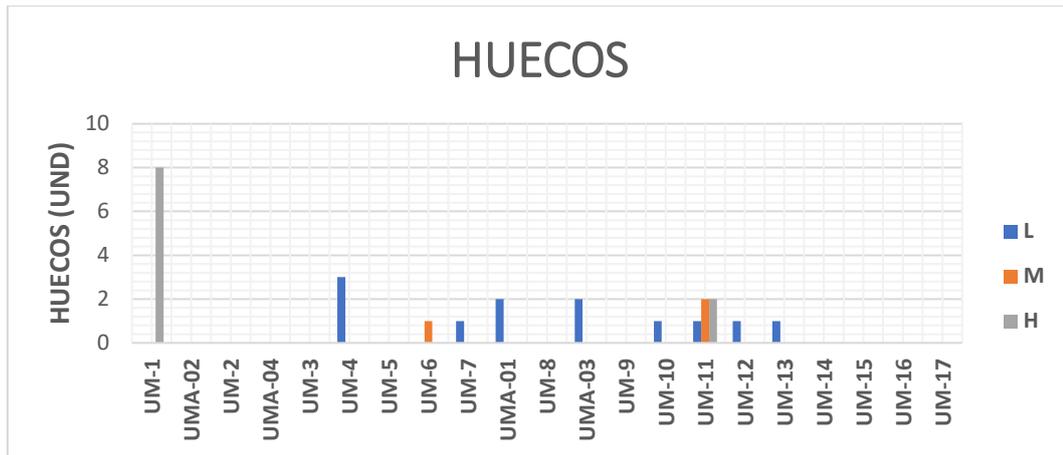


Figura 188: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – HUECOS

Fuente: Elaboración propia

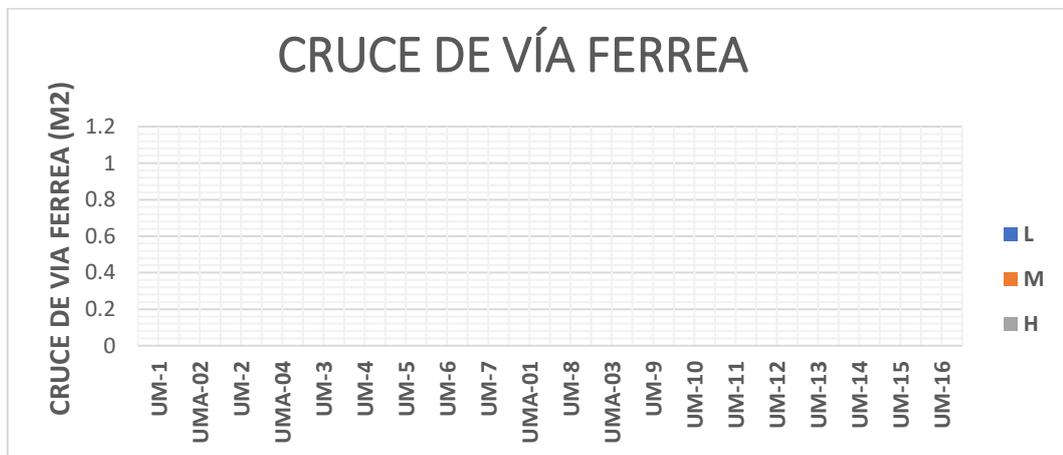


Figura 189: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – CRUCE DE VIA FERREA

Fuente: Elaboración propia

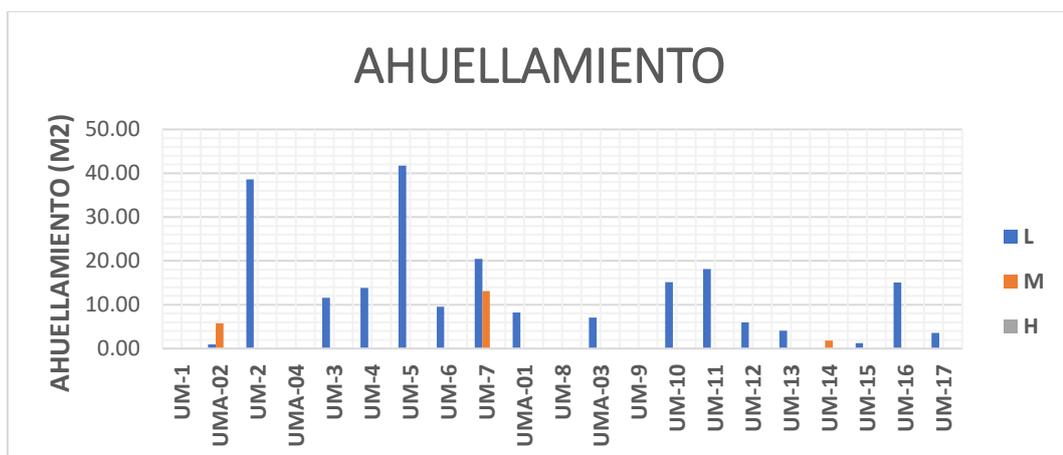


Figura 190: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – AHUELLAMIENTO

Fuente: Elaboración propia



Figura 191: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT –  
*DESPLAZAMIENTO*  
Fuente: Elaboración propia



Figura 192: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT –  
*GRIETA PARABÓLICA*  
Fuente: Elaboración propia

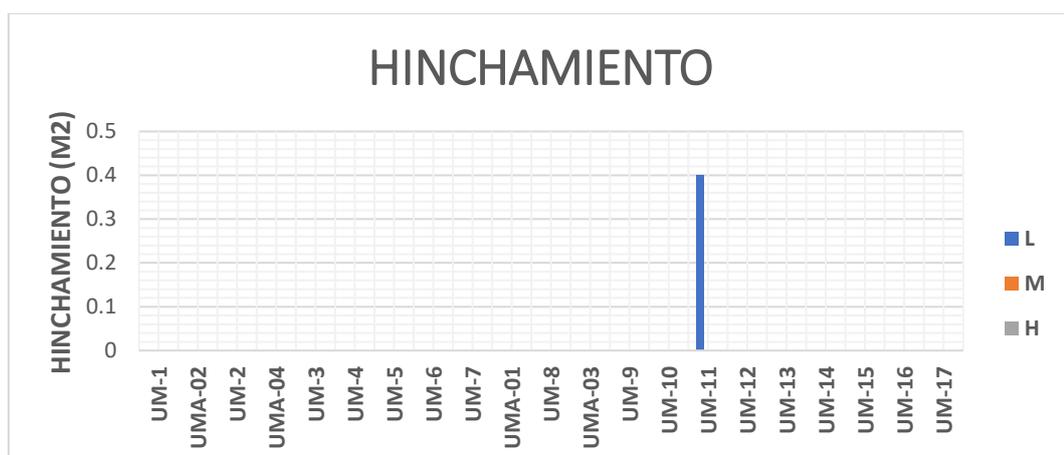


Figura 193: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT –  
*HINCHAMIENTO*  
Fuente: Elaboración propia



Figura 194: Distribución de deterioros de las UMs mediante la metodología del VANT – *DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS*

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. Tabla de resultados del PCI

Tabla 88: PCI de cada Unidad de Muestra mediante la Metodología VANT

UM	PROGRESIVA	VDT o Máx VDC	PCI - VANT	CONDICIÓN
UM-1	1+168 - 1+203	95	5	FALLADO
UMA-02	2+761 - 2+796	45	55	BUENO
UM-2	3+186 - 3+221	73	27	MALO
UMA-04	4+956 - 4+991	14	86	EXCELENTE
UM-3	5+203 - 5+239	37	63	BUENO
UM-4	7+221 - 7+257	65	35	MALO
UM-5	9+239 - 9+274	59	41	REGULAR
UM-6	11+257 - 11+292	71	29	MALO
UM-7	13+275 - 13+310	68	32	MALO
UMA-01	12+708 - 12+744	48	52	REGULAR
UM-8	15+292 - 15+328	18	82	MUY BUENO
UMA-03	16+602 - 16+638	34	66	BUENO
UM-9	17+310 - 17+346	53	47	REGULAR
UM-10	19+328 - 19+363	37	63	BUENO
UM-11	21+346 - 21+381	92	8	FALLADO
UM-12	23+364 - 23+399	32	68	BUENO
UM-13	25+381 - 25+417	23	77	MUY BUENO
UM-14	27+399 - 27+435	91	9	FALLADO
UM-15	29+417 - 29+452	43	57	BUENO
UM-16	31+435 - 31+470	37	63	BUENO
UMA-05	32+284 - 32+320	82	18	MUY MALO

Fuente: Elaboración propia



#### 4.2.5. Perfil del PCI mediante metodología VANT de la carretera 28g

Se muestra a continuación el perfil del índice de condición de pavimento de las 21 Unidades de Muestra de la carretera 28G mediante la metodología VANT:

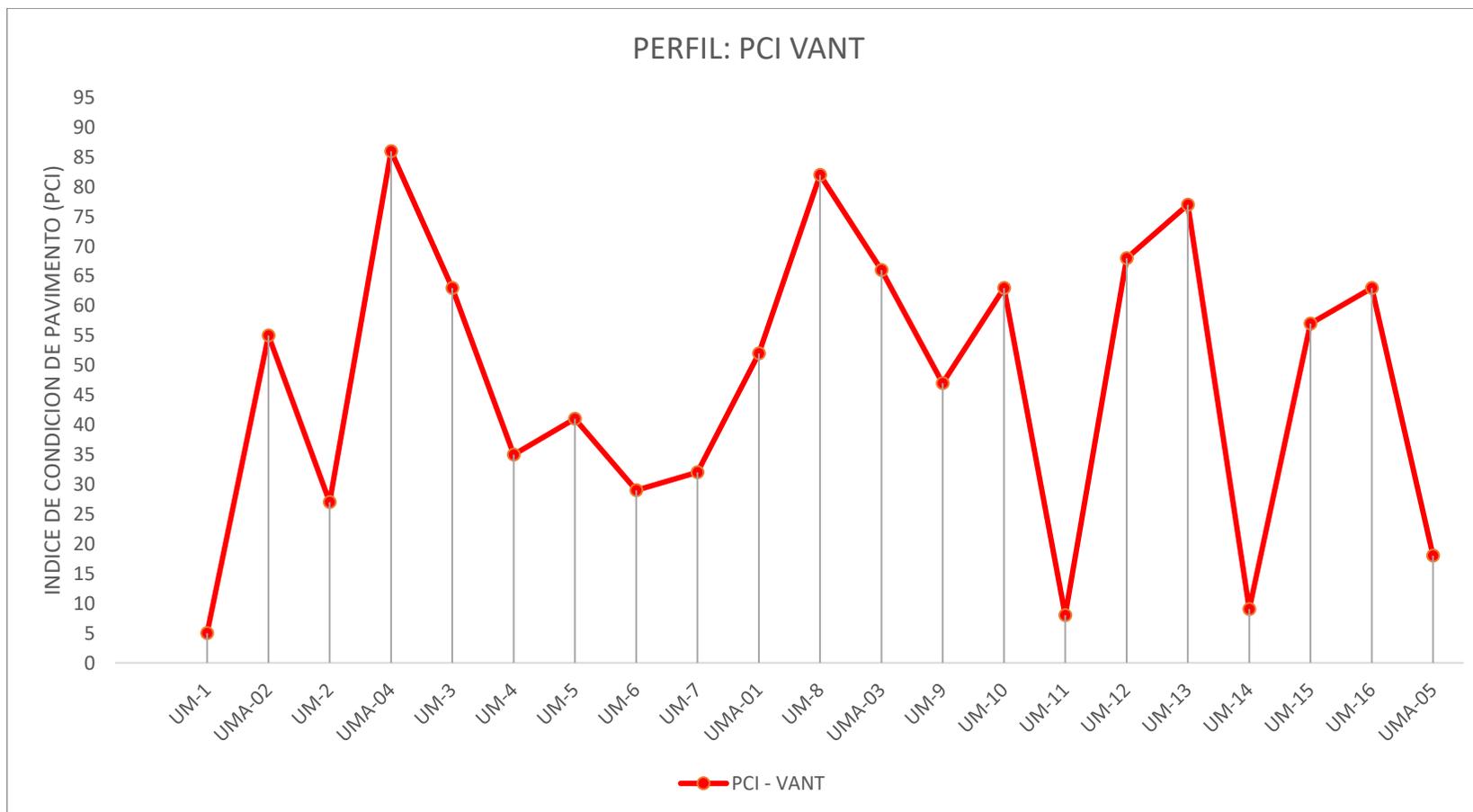


Figura 195: Perfil de los Resultados de las Unidades de Muestra mediante la Metodología VANT

Fuente: Elaboración propia



#### 4.2.6. Condición de Pavimento

Cuando se obtenga todos los resultados de índice de condición de pavimento de la metodología VANT de las muestras representativas y adicionales, que han sido elegidas de forma aleatoria. Se debe considerar un promedio ponderado para hallar el PCI de toda la vía. Utilizando la fórmula de promedio ponderado. (ver paso 7 del ítem 2.2.4.4).

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

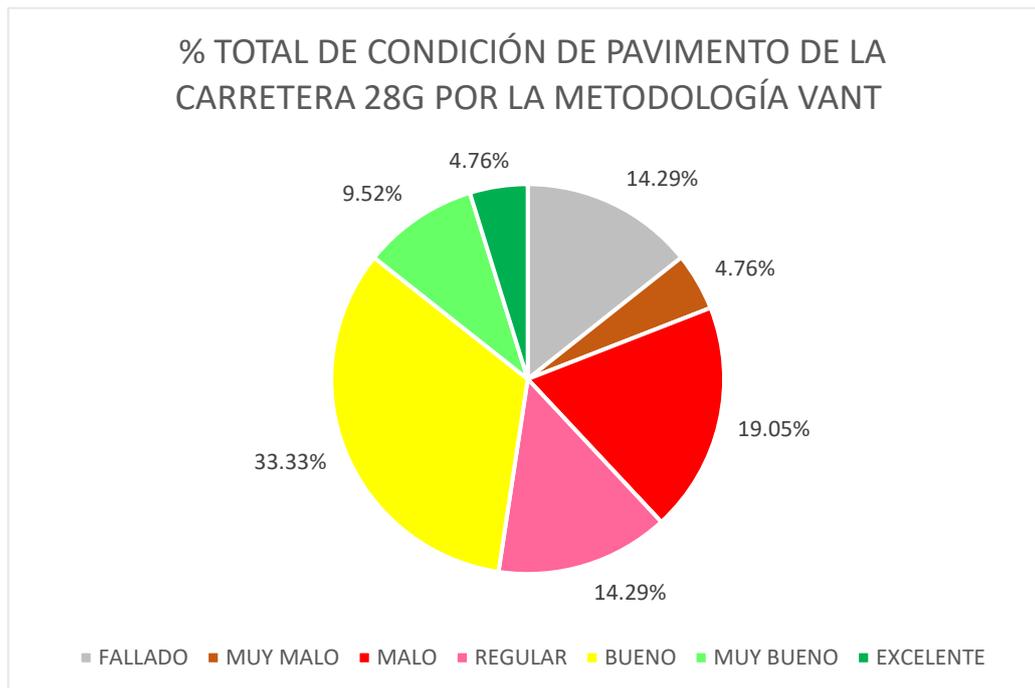
Por lo tanto, el índice de condición de pavimento de la metodología VANT es 46.81 y determina que el pavimento flexible de la carretera 28G (Cusco – Pisac) se encuentra en un estado de conservación Regular.

A continuación, se presenta los porcentajes de cada tipo de condición del pavimento por la metodología VANT encontrado en toda la carretera 28G (Cusco – Pisac)

*Tabla 89: Porcentaje de Condición de Pavimento de la Carretera 28G mediante la Metodología VANT*

VANT		
CONDICION	UNIDAD DE MUESTREO	% TOTAL DE PCI
FALLADO	3	14.29%
MUY MALO	1	4.76%
MALO	4	19.05%
REGULAR	3	14.29%
BUENO	7	33.33%
MUY BUENO	2	9.52%
EXCELENTE	1	4.76%

Fuente: Elaboración propia



*Figura 196: Porcentaje de Condición de Pavimento de la Carretera 28 G mediante la Metodología VANT*  
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en la evaluación de las 21 unidades de muestra que se evaluaron en la carretera 28G (Cusco – Pisac), existe un 14.29% en condición de “Fallado”, un 4.76% “Muy malo”, un 19.05% “Malo”, un 14.29% “Regular”, un 33.33% “Bueno”, un 9.52% “Muy bueno” y un 4.76% “Excelente”.



### 4.3. Comparación de resultados entre la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT

Verificación del contraste de los resultados de las 21 unidades de muestra tomadas mediante ambas metodologías, visualizando que no hay diferencias significativas entre los perfiles de índice de condición de pavimento de ambas metodologías.

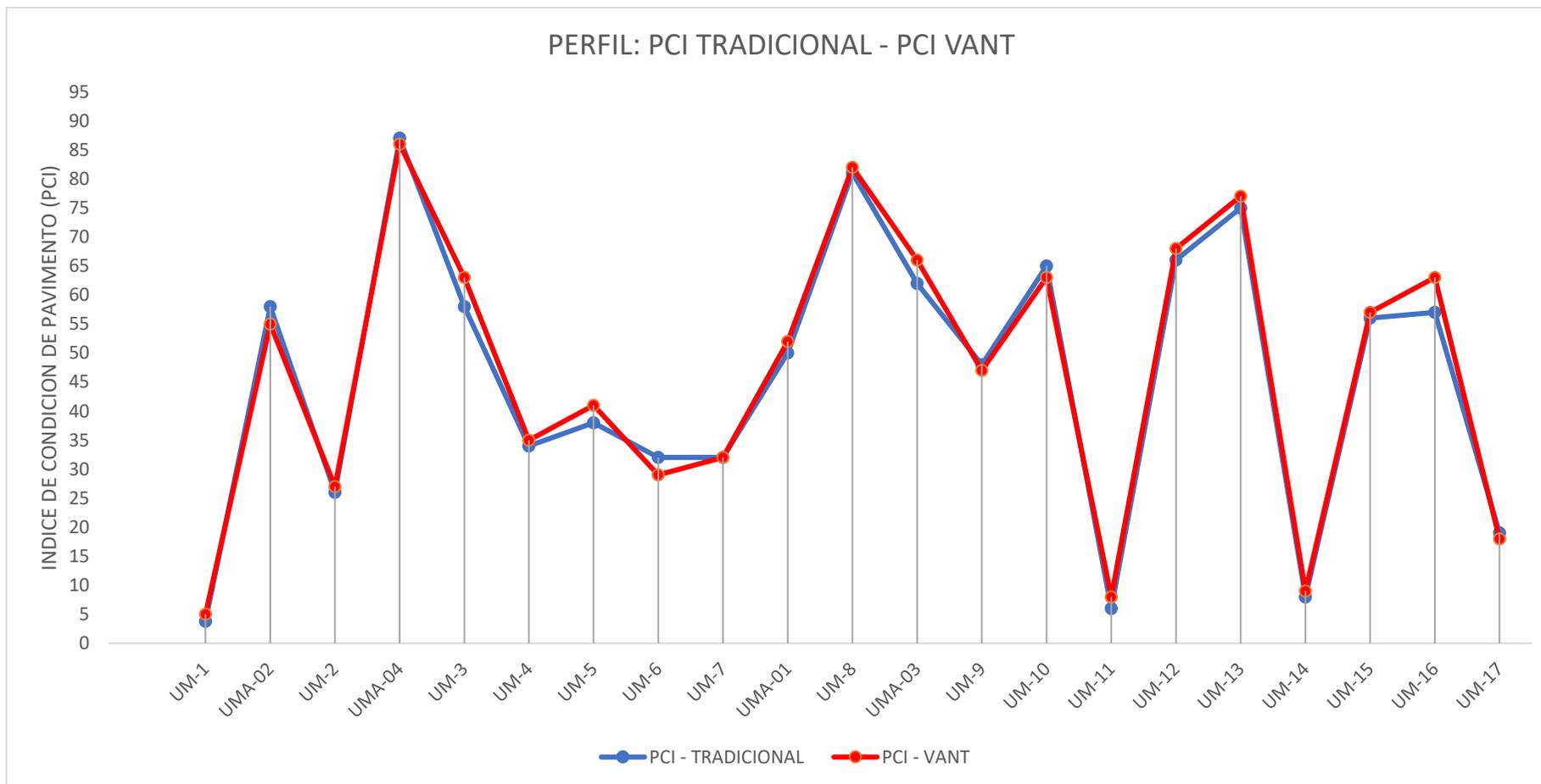


Figura 197: Perfil de los Resultados de las Unidades de Muestra mediante la Metodología del PCI vs la Metodología VANT

Fuente: Elaboración propia

Tabla 90: Alternativas de Mantenimiento para las Unidades de Muestras

UM	PROGRESIVA	PCI - TRADICION AL	CONDICIÓN	PCI - VANT	CONDICIÓN	MANTENIMIENTO
UM-1	1+168 - 1+203	3.8	FALLADO	5	FALLADO	Bacheo profundo; incluido reposición de base granular; Escarificación del pavimento existente y reconstrucción parcial con base granular y carpeta o tratamiento asfáltico
UMA-02	2+791 - 2+796	58	BUENO	55	BUENO	Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal) y Bacheo superficial nivelante; mezclas asfálticas en frío/o caliente.
UM-2	3+186 - 3+221	26	MALO	27	MALO	Bacheo parcial (capa asfáltica); mezclas asfálticas en frío/o caliente,
UMA-04	4+956 - 4+991	87	EXCELENTE	86	EXCELENTE	No requiere mantenimiento.
UM-3	5+203 - 5+239	58	BUENO	63	BUENO	Sellado de fisuras con mortero asfáltico; asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena
UM-4	7+221 - 7+257	34	MALO	35	MALO	Bacheo profundo; incluido reposición de base granular.
UM-5	9+239 - 9+274	38	MALO	41	REGULAR	Bacheo parcial (capa asfáltica); mezclas asfálticas en frío/o caliente y Sellado de fisuras con mortero asfáltico; asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena
UM-6	11+257 - 11+292	32	MALO	29	MALO	Bacheo parcial (capa asfáltica); mezclas asfálticas en frío/o caliente y Sellado de fisuras con mortero asfáltico; asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena
UM-7	13+275 - 13+310	32	MALO	32	MALO	Bacheo parcial (capa asfáltica); mezclas asfálticas en frío/o caliente, Sellado de fisuras con mortero asfáltico; asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena.
UMA-01	12+708 - 12+744	50	REGULAR	52	REGULAR	Sellado de la superficie afectada con emulsión bituminosa, Bacheo parcial (capa asfáltica); mezclas asfálticas en frío/o caliente y Sellado de fisuras con mortero asfáltico; asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena
UM-8	15+292 - 15+328	81	MUY BUENO	82	MUY BUENO	No requiere mantenimiento.
UMA-03	16+602 - 16+638	62	BUENO	66	BUENO	Bacheo superficial; mezclas asfálticas en frío/o caliente.
UM-9	17+310 - 17+346	48	REGULAR	47	REGULAR	Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal)
UM-10	19+328 - 19+363	65	BUENO	63	BUENO	Bacheo superficial; mezclas asfálticas en frío/o caliente.
UM-11	21+346 - 21+381	6	FALLADO	8	FALLADO	Bacheo profundo; incluido reposición de base granular y Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal)
UM-12	23+364 - 23+399	66	BUENO	68	BUENO	Bacheo superficial; mezclas asfálticas en frío/o caliente. y Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal)
UM-13	25+381 - 25+417	75	MUY BUENO	77	MUY BUENO	No requiere mantenimiento.
UM-14	27+399 - 27+435	8	FALLADO	9	FALLADO	Escarificación del pavimento existente y reconstrucción parcial con base granular y carpeta o tratamiento asfáltico
UM-15	29+417 - 29+452	56	BUENO	57	BUENO	Sellado de fisuras con mortero asfáltico; asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena y Sellado de la superficie afectada con emulsión bituminosa
UM-16	31+435 - 31+470	57	BUENO	63	BUENO	Sellado de fisuras con mortero asfáltico; asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena y Sellado de la superficie afectada con emulsión bituminosa
UMA-05	32+284 - 32+320	19	MUY MALO	18	MUY MALO	Bacheo profundo; incluido reposición de base granular y Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal)

Fuente: Elaboración propia



## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN**

### **a) Contraste de resultados referentes del marco teórico**

En contraste con los resultados obtenidos de la investigación y recolección de la información según el marco teórico se obtuvo que la metodología tradicional del PCI tuvo un valor promedio para las 21 unidades de muestra de 45.80 denotando al pavimento de la carretera 28G (Cusco – Pisac) con un estado conservación “Regular”. Mientras que para la metodología VANT tuvo como resultado un valor promedio para las 21 unidades de muestra de 46.81 denotando al pavimento de la carretera 28G (Cusco – Pisac) con un estado conservación “Regular”, según especifica la norma ASTM D6433. Verificándose que no hay una diferencia significativa entre los resultados de ambas metodologías, mostrando que la metodología VANT puede ser utilizada para la evaluación superficial de condición de pavimento.

### **b) Interpretación de los resultados encontrados en la investigación**

Mediante la metodología tradicional del PCI se encontraron valores con variación de 3.80 a 87 en las 21 unidades de muestra teniendo un valor promedio 45.80. Mientras que para la metodología del VANT se encontraron valores con variación de 5 a 86 en las 21 unidades de muestra teniendo un valor promedio 46.81. Lo cual muestra que en todo el tramo de la carretera no es uniforme ya que algunos tramos están más deteriorados que otros. Esto se debe al tráfico y los factores climatológicos.

Por los resultados obtenidos se puede validar a la metodología VANT, como una nueva alternativa para la evaluación superficial de pavimentos.

Se muestra que en la carretera 28G no posee un tipo de falla predominante, ya que se identifica variedad de fallas, asumiendo de esta forma que el pavimento flexible ya requiere un mantenimiento en tramos específicos.

### **c) Comentario de la demostración de la hipótesis**

Se realizó la evaluación y demostración de la hipótesis general por la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT demostrando que la condición de pavimento de la carretera 28G se encuentra en un estado de conservación regular, habiendo tramos que se encuentran en excelentes condiciones y también tramos que se encuentran fallados y necesitan un mantenimiento adecuado. Para sub hipótesis n° 01 se encontró que en ambas metodologías hay 13 tipos de fallas de las 19 que menciona la norma ASTM D6433, las cuales fueron: hinchamiento, agrietamiento en bloque, depresión, grieta de borde, parcheo, pulimiento de agregados, huecos, ahuellamiento, desplazamiento, desprendimiento de



agregados, corrugación, piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales, encontradas en las diferentes unidades de muestra. Para la sub hipótesis n°02 se encontró una diferencia porcentual entre las dos metodologías de 2.18% debido a que la verificación y dimensionamiento de los tipos de fallas encontradas con la ortofoto en la metodología VANT no se identificaron apropiadamente las fallas no predominantes. Para la sub hipótesis n°03 se confirma que no existe diferencia significativa entre los resultados promedios de ambas metodologías según el modelo teórico t-student para el nivel de confiabilidad de 95% de las 21 unidades de muestra, siendo así que la metodología VANT brinda resultados confiables cercanos a la metodología tradicional para la evaluación superficial de pavimentos. Para la sub hipótesis n°04 se presenta a la metodología VANT como una alternativa más eficiente en vista que conlleva un menor tiempo y demanda un menor costo para la obtención de resultados.

#### **d) Aporte de la investigación**

La aplicación de nuevas tecnologías como son los drones para la evaluación superficial de pavimentos, se muestra como una alternativa nueva, eficiente en costo y tiempo durante su proceso de aplicación, el cual debería incentivar su uso en los gobiernos municipales, regionales y nacionales encargados del mantenimiento y rehabilitación de sus respectivas vías, brindando información detallada de los tipos de falla y su ubicación exacta.

Los datos obtenidos mediante la aplicación de ambas metodologías sirven como base para posteriores intervenciones de mantenimiento o rehabilitación de la carretera 28G (Cusco – Pisac)

La presente investigación servirá como base para futuros proyectos de investigación en vista de que la aplicación de la metodología VANT es reciente en su aplicación de evaluación de pavimentos, por lo cual puede emplearse para distintas vías urbanas, autopistas, carreteras, trochas, etc. De esta forma profundizar más en el tema de los drones porque conforme pasa el tiempo la tecnología aumenta y mejora en cuanto a calidad y precisión en los proyectos en general. Por lo que puede aplicarse los drones para diferentes usos en la ingeniería siendo la principal la fotogrametría, control de obras, cálculo de volúmenes, estudios hidrológicos, geotécnicos y tráfico.

#### **e) Incorporación de temas nuevos que se han presentado durante el proceso de la investigación que no estaba considerado dentro de los objetivos de la investigación.**

Se puede realizar inspecciones periódicas al pavimento en vista que, por el tiempo, el tráfico, el envejecimiento de los materiales de la capa de rodadura, los factores climatológicos influyen en el deterioro del pavimento, encontrándose nuevas fallas y el



aumento de severidad. Al tener puntos de foto control ya establecidos, se puede realizar evaluaciones periódicas sin la necesidad de tener bastante personal, llegando a una versatilidad en la aplicación de la metodología. De esta forma obtener la variación del PCI a través del paso de tiempo. Dando lugar a un nuevo tema de investigación para ver la evolución del índice de condición de pavimento en el tiempo de una determinada vía hasta su mantenimiento o rehabilitación.



## GLOSARIO

### **Eficiencia**

Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función optimizando recursos.

### **Confiabilidad**

Grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes.

### **Mantenimiento**

Conjunto de actividades encaminadas para mantener de forma adecuada la vía.

### **T-student**

Modelo teórico que sirve para evaluar las medidas de uno o dos grupos mediante pruebas de hipótesis.

### **Vía**

Calle, arteria, camino o carretera en el territorio nacional, destinado al uso público en especial al tránsito peatonal y vehicular.

### **ASTM**

Asociación Americana para el ensayo de materiales (American Society for Testing Materials).

### **Fallas de pavimentos**

Daños reportados en los pavimentos.

### **UM**

Unidad de muestra considerada para la toma de datos.

### **PCI**

Índice de condición de pavimento (Pavement Condition Index).

### **Punto de foto control**

Puntos marcados georreferenciados aledaños a los tramos de estudio.



### **Drone**

Vehículo aéreo no tripulado que se controla de forma remota

### **Ortofoto**

Imagen cartográfica georreferenciada del terreno cuya proyección central ha sido transformada en una proyección ortogonal.

### **DJI**

Empresa de tecnología china encargada de la fabricación de drones.

### **Georreferenciación**

Proceso que permite determinar la posición de un elemento en un sistema de coordenadas espaciales.

### **Traslape**

Superposición parcial de las fotografías tomadas con el drone.

### **GSD**

Es la distancia entre el centro de dos píxeles consecutivos medidos en el suelo (ground sample distance)

### **MDE**

Un modelo digital de elevación es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo.



## CONCLUSIONES

### Conclusión General:

Se logró demostrar la hipótesis general **“El análisis comparativo del estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT, no varía significativamente en los resultados, en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac).”**

Aplicando la metodología tradicional del Pavement Condition Index (PCI) se determina que la carretera 28G (Cusco – Pisac) tiene un valor promedio de PCI de 45.80, el cual se encuentra en un estado de conservación “Regular”. Mientras que en la aplicación de la metodología por un vehículo aéreo no tripulado (VANT) se determina que la carretera 28G (Cusco – Pisac) tiene un valor promedio de PCI de 46.81, el cual se encuentra en un estado de conservación “Regular”. Visualizando que no hay diferencias significativas entre los resultados del estado actual del pavimento entre ambas metodologías.

### Conclusión N°01:

Se logró demostrar la Sub-hipótesis N°01 **“Las fallas encontradas del pavimento mediante la metodología del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac) son depresiones, ahuellamientos, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales.”**

Dentro de la evaluación de pavimentos mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT se lograron identificar todas las fallas mencionadas en la hipótesis, siendo estas: depresiones, ahuellamientos, piel de cocodrilo y grietas longitudinales. Además de ello se encontraron fallas adicionales a estas, las cuales: son agrietamiento en bloque, corrugación, hinchamiento, pulimiento de agregados, parcheo, huecos, desplazamiento, grietas de borde y desprendimiento de agregados. Habiéndose encontrado un total de 13 tipos de falla de las 19 que menciona la norma ASTM D6433-03.

### Conclusión N°02:

Se logró demostrar la Sub-hipótesis N°02 **“La comparación de los resultados de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT difiera en un 2% a 3%”**

Los resultados obtenidos por la metodología tradicional del Pavement Condition Index (PCI) en la carretera 28G (Cusco – Pisac) tiene un valor promedio de PCI de 45.80. Mientras que en la aplicación de la metodología por un vehículo aéreo no tripulado (VANT)



se determina que tiene un valor promedio de PCI de 46.81. Habiendo una diferencia de 1.01 unidad en los valores determinados, el cual equivale a una diferencia porcentual de 2.18%. Debido a que algunas fallas no predominantes no fueron detectadas apropiadamente en el proceso de recolección de datos en la metodología del VANT por lo cual influyeron en la diferencia de los resultados.

**Conclusión N°03:**

Se logró demostrar la Sub-hipótesis N°03 **“El nivel de confiabilidad de la metodología VANT frente a la metodología tradicional del PCI es de un 95%”**

Mediante la metodología tradicional del PCI se encontraron valores con variación de 3.80 a 87 en las 21 unidades de muestra teniendo un valor promedio 45.80. Mientras que para la metodología del VANT se encontraron valores con variación de 5 a 86 en las 21 unidades de muestra teniendo un valor promedio 46.81, considerando que la altura de vuelo para las unidades de muestra es de 30 metros. Aplicando el modelo teórico t-student se demuestra con una confiabilidad del 95% de las 21 UM de ambas metodologías, que no existe diferencia significativa entre los resultados promedios.

**Conclusión N°04:**

Se logró demostrar la Sub-hipótesis N°04 **“La metodología VANT es más eficiente en tiempo y costo para la evaluación de pavimentos flexibles.”**

El tiempo estimado para la evaluación de la metodología tradicional del PCI de la carretera 28G (Cusco – Pisac) con 21 unidades de muestra fue de 13 días, con un costo total de S/. 4735.00 nuevos soles. Mientras que la evaluación de la metodología VANT de la carretera 28G (Cusco – Pisac) con 21 unidades de muestra tuvo un tiempo estimado de 12 días, con un costo total de S/. 4545.00 nuevos soles. Demostrando que la aplicación de la metodología VANT optimiza el tiempo y costo para la evaluación superficial de condición de pavimento (PCI).



## RECOMENDACIONES

### **Recomendación N°01**

Considerando que los vuelos se realizaron a una altura de 30 metros se obtuvieron imágenes buena calidad, por lo cual se recomienda realizar vuelos a corta distancia para tener mayor detalle y una mejor imagen, en vista que si los vuelos se realizarán a mayor altura la calidad de imagen se distorsiona y no permite verificar todas las fallas encontradas.

### **Recomendación N°02**

Se recomienda que El Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional (PROVIAS NACIONAL) se encarguen de realizar un mantenimiento periódico a la carretera 28G a fin de que la carretera se encuentre en muy buenas condiciones, brindando un buen confort al usuario y de esta forma evitar accidentes.

### **Recomendación N°03**

En vista que se utilizó el GPS diferencial y la estación total para disminuir el error de la georreferenciación de las imágenes. Se recomienda el uso de drones modernos para simplificar el uso de puntos de control y disminuir el error en la recolección de datos.

### **Recomendación N°04**

En vista que en los antecedentes utilizaron los drones para hallar el PCI en las vías departamentales y caminos vecinales. Se recomienda utilizar la metodología VANT para la aplicación en otras vías nacionales.

### **Recomendación N°05**

Se recomienda georreferenciar de forma correcta los puntos de control para aumentar la precisión al momento de procesar las imágenes para llegar a la obtención de la ortofoto, de esta forma reduciendo el error de traslape entre las fotos tomadas en campo.

### **Recomendación N°06**

En vista de que mientras a mayor altura de vuelo la imagen pierde calidad. Se recomienda realizar planificaciones de vuelos a alturas mayores de 30 metros y verificar la máxima altura de vuelo a considerar para obtener resultados confiables en la metodología VANT.



#### **Recomendación N°07**

Se debe tener en cuenta las condiciones climáticas para realizar los vuelos, ya que los factores climatológicos tales como la lluvia, fuertes vientos, granizo, etc; pueden influir en la toma de datos o malograr el dron.

#### **Recomendación N°08**

Se recomienda realizar vuelo en los horarios de 10:00 am hasta las 04:00pm verificando que no existan sombras en el lugar de estudio, porque perjudican en la visualización de fallas durante el procesamiento de imágenes.

#### **Recomendación N°09**

Se recomienda la evaluación de la evolución del índice de condición del pavimento de una determinada vía hasta su mantenimiento o rehabilitación.

#### **Recomendación N°10**

Se recomienda utilizar los datos obtenidos del PCI de la presente tesis para variar la desviación estándar en el proceso de muestreo a fin realizar una nueva inspección para una próxima investigación en la misma carretera.



## REFERENCIAS

- 2003, C. a. (2006). *Manual de inspeccion visual de pavimentos flexibles*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia , Ministerio de Transportes Intituo Nacional de Vías.
- Ali Mohamed, A., Kushardjoko, W., & Yulipriyono, E. (2001). *Evaluation pavement distresses using Pavement Condition Index*. Indonesia: University of Diponegoro Semarang.
- ASSHTO-93. (2001). *AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURE 1993*. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- ASTM D6433, C. (2004). *Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433-03)*. WASHINGTON D.C.: American ociety for Testing and materials.
- Atahui Contreras, J. C., & Morales Huaman, G. G. (2020). *Evaluación de la condición del pavimento flexible aplicando las metodologías Vizir y PCI para proponer alternativas de mantenimientos - Av. Malecón Checa*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Avila Ezquivel, T., Badilla Vargas, G., & Aguiar Moya, J. P. (2013). *Calibracion del modelo de serviciabilidad de pavimentos flexibles de AASHTO para Costa Rica*. Costa Rica: Programa de infraestructura del transporte.
- Bulnes Gallardo, J. L. (2017). *Determinación y evaluación de las patologías de la capa de rodadura de la carretera tramo km 5 al km 6 Marcavelica - Ignacio Escudero Sullana-Piura - diciembre-2017*. Piura: Universidad Catolica los Angeles Chimbote.
- Chang Albitres, C. (2006). *Modelaje y Caracterización del Comportamiento de los Materiales con fines de diseño de pavimentos AASHTO 2002*. Texas: Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG) 2001-2020, 1.



- Chumbe Coveñas, G., & Ortiz Velasques, R. G. (2021). *Aplicación de Slurry Seal para la optimización de costos en mantenimiento para vías no pavimentadas*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Cordo, O. (2006). *Manual de Diseño de Pavimentos en Base al Método AASHTO - 93*. La Paz: Instituto Nacional de Carreteras de Estados Unidos (NHI).
- Corros B., M., Urbaz P., E., & Corredor M., G. (2009). *Maestría en Vías terrestres moldulo III, Diseño de Pavimentos I, Evaluacion de Pavimentos*. Venezuela: MTI.
- Cruz Toribio, J. O. (2019). *Evaluacion superficial de vias urbanas empleando vehiculo aereo no tripulado (VANT)*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Flitntsch, G., & Fernández Gómez, W. (20 de Enero de 2022). *Revista Vial*. Obtenido de <https://revistavial.com/comparacion-de-los-costos-del-ciclo-de-vida-de-tres-alternativas-de-mantenimiento-y-rehabilitacion-de-pavimentos/>
- Florez Meza, M. (2021). *Evaluación del uso de sensores remotos en la identificación de patologías superficiales en el pavimento*. Bogotá: Universidad Santo Tomas.
- Gerencia, I. d. (2010). *Norma Tecnica CE.010 Pavimentos Urbanos*. Lima: ICG.
- Hernández Sampieri, R., Fernádes Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Irigoyen Ray, J. L. (2016). *Identificacion de fallas en pavimentos y tecnicas de reparacion*. Republica Dominicana: Ministerio de obras publicas y comunicaciones.
- Leguia Loarte, P. B., & Pacheco Risco, H. F. (2016). *EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN Y MIGUEL GRAU (HUACHO-HUAURA-LIMA)*. Lima: Respositorio Academico USMP.
- Li, Y., & Tan, Y. (2019). Carretera 3D basada en fotogrametría UAV Detección de socorro. *Revista Internacional de Información geográfica*, 24.
- Marchan Moreno, R. (2005). *Metodos de Rehabilitación en pavimentos*. Mexico: Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de ingeniería y arquitectura unidad zacatenco.



- Martinez Fernandez, P., Ojeda Martinez, D., Perez García, E., & Bravo Lorenzo, F. (2009). *Vehículos Aereos no tripulados (VANT) en Cuba, aplicados a la geomática, estado actual, perspectivas y desarrollo*. Cuba: Unidad científico técnica Geocuba Investigación y Consultoría.
- Merino Rodriguez, F. G., & Fiestas Leon, C. D. (2020). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible a la Av. Don Bosco - Piura usando drones*. Piura: Universidad de Piura.
- Ministerio de transportes de Colombia. (2006). *Manual de inspeccion visual de pavimentos flexibles*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia , Ministerio de Transportes Intituo Nacional de Vías.
- Ministerio de vivienda, c. y., & Sencico. (2021). *Reglamento nacional de edificaciones*. Lima: Grupo Editorial Megabyte SAC.
- Miranda Rebolledo, R. J. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingenieria de Pavimentos*. Bogota: Universidad Catolica de Colombia Ediciones y Publicaciones.
- Pavements, A. D. (2001). *AASHTO GUIDE FOR DESING OF PAVEMENT STRUCTURES*. Washington: The American Associaton of State highway and Transportation.
- Quispe Enriquez, O. C. (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*. Lima: Universidad Privada del Norte.
- Rimaicuna Chuquisusma, C. E. (2018). *Mantenimiento periodico para el pavimento asfaltico del tramo de la carretera nacional, EMP.PE-INL desde Sajino (KM. 0+000)-C.P la Saucha (KM. 5+600), Distrito de Paimas, Provincia de Ayavaca, Departamento de Piura*. Piura: Universidad nacional de piura.
- Rodriguez Paez, B., & Tacza Herrera, E. (2018). *Evaluacion de fallas mediante el metodo PCI y plantamiento de alternativas de intervencion para mejorar la condicion*



*operacional del pavimento flexible en el carril segregado de corredor Javier Prado.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Rodriguez Velasquez, E. D. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito Castilla.* Piura: Repositorio institucional PIRHUA.

Rondon Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2022). *Pavimentos materiales, construcción y diseño.* Bogota: Ecoe Ediciones.

Sullca Esplana, E. R. (2016). *EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL PAVIMENTO SEGÚN LA NORMA PERUANA DE PAVIMENTOS, DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCION CARRETERA HUANCVELICA - LIRCAY, PERIODO 2016.* Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.

Thenoux Z., G., & Gaete P., R. (1995). *Evaluación Técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico.* Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Vasquez Velara, L. (2002). *Pavement Condition Index parapavimentos asfálticos y carreteras.* Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

Yauri Malpartida, Z. M., & Mamani Velazco, M. W. (2019). *Elaboracion de un plan de gestión de pavimentos con el metodo del PCI mediante el uso del UAV en la urbanización ingeniería Larapa grande en San Jeronimo - Cusco 2019.* Cusco: Repositorio digital de tesis Universidad Andina del Cusco.





TITULO: "Evaluación del estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac) "					
MATRIZ DE CONSISTENCIA					
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
¿Cuál es el análisis comparativo del estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac) ?	Determinar el análisis comparativo del estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac)	El análisis comparativo del estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT, no varía significativamente en los resultados, en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac)	<b>Variables independientes:</b> UI: Metodología del PCI WI: Metodología VANT XI: Estado actual del pavimento	<b>Indicadores de las variables independientes:</b> UI: Clasificación WI: Clasificación XI: Grado de deterioro  <b>Indicadores de las variables dependientes:</b> YI: Inventario ZI: Porcentaje AI: Soles y horas	<b>Tipo de investigación:</b> Cuantitativo  <b>Nivel de investigación:</b> Descriptiva  <b>Método de investigación:</b> Método Hipotético deductivo  <b>Técnica de recolección de datos:</b> Información visual Llenado de fichas y tablas Uso del vehículo aéreo no tripulado  <b>Población:</b> Pavimentos flexibles  <b>Muestra:</b> Pavimentos flexibles de la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac) desde el tramo 6+000km - 20+000km
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variables dependientes:		
¿Cuáles son las fallas encontradas mediante la metodología del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac) ?	Determinar las fallas encontradas mediante la metodología del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac)	Las fallas encontradas mediante la metodología del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac) son depresiones, ahuellamientos, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales	YI: Fallas ZI: Nivel de confiabilidad AI: Eficiencia en costo y beneficio		
¿Cuáles es la comparación de los resultados de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT?	Determinar la comparación de los resultados de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT	La comparación de los resultados de la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT difiere en un 2% a 3%			
¿Cuál es el nivel de confiabilidad de la metodología VANT frente a la metodología tradicional del PCI?	Determinar el nivel de confiabilidad de la metodología VANT frente a la metodología tradicional del PCI	El nivel de confiabilidad de la metodología VANT frente a la metodología tradicional del PCI es de un 95%			
¿Qué metodología es más eficiente en tiempo y costo para la evaluación de pavimentos flexibles?	Determinar que metodología es más eficiente en tiempo y costo para la evaluación de pavimentos flexibles	La metodología VANT es más eficiente en tiempo y costo para la evaluación de pavimentos flexibles			

Figura 199: Matriz de consistencia

Fuente: Elaboración propia



Tabla 91: Datos para valores deducidos de piel de cocodrilo

1.- PIEL DE COCODRILO			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	3.1	6.4	11.8
0.2	3.8	9.3	15.6
0.3	4.6	11.6	18.4
0.4	5.3	13.5	20.6
0.5	6.1	15.3	22.6
0.6	6.9	16.8	24.3
0.7	7.6	18.3	25.9
0.8	8.4	19.7	27.3
0.9	9.1	20.9	28.6
1	9.9	22	29.9
2	16.7	28.2	40.05
3	20.7	32.5	45.5
4	23.6	35.6	49.3
5	25.8	38	52.2
6	27.6	39.9	54.6
7	29.1	41.6	56.7
8	30.5	43	58.4
9	31.6	44.3	60
10	33	45.6	61.3
20	40.8	55.4	70.4
30	45.9	60.9	75.8
40	49.5	64.8	79.5
50	52.4	67.8	82.5
60	54.7	70.2	84.9
70	56.6	72.3	86.9
80	58.3	74.1	88.6
90	59.8	75.7	90.2
100	61.1	77.1	91.6

Fuente: Elaboración propia



Figura 200: Curva para valores deducidos de piel de Cocodrilo

Fuente: Elaboración propia



Tabla 92: Datos para valores deducidos de exudación

2.- EXUDACION			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			2.2
0.2		0.8	2.7
0.3		1.4	3.1
0.4		1.8	3.5
0.5		2.1	3.9
0.6		2.4	4.3
0.7		2.6	4.7
0.8		2.8	5.1
0.9		2.95	5.5
1	0.1	3.3	5.8
2	0.3	5	8.7
3	0.6	6	11
4	0.9	7	13.1
5	1.2	8.1	14.9
6	1.7	9.1	16.6
7	2.1	10.1	18.2
8	2.6	11.2	19.7
9	3.1	12.2	21.1
10	3.4	13	23
20	5.9	18.3	34.1
30	8.2	22.4	41.6
40	10.3	25.8	47.9
50	12.4	28.8	53.4
60	14.3	31.5	58.4
70	16.2	34	63
80	18.1	36.4	67.3
90	19.9	38.6	71.3
100	21.6	40.6	75.1

Fuente: Elaboración propia

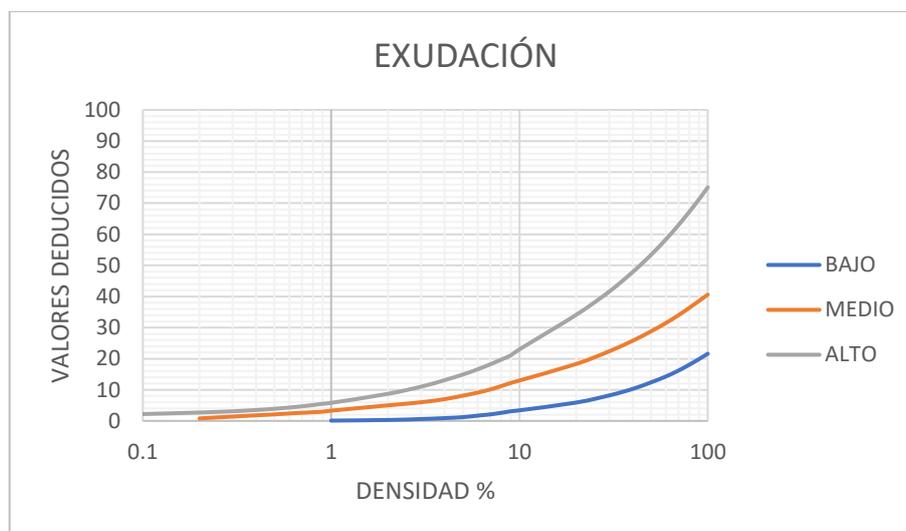


Figura 201: Curva para valores deducidos de exudación

Fuente: Elaboración propia



Tabla 93: Datos para valores deducidos de agrietamiento en bloque

3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			0.2
0.2			0.9
0.3			1.7
0.4			2.4
0.5			3.2
0.6		0.4	3.9
0.7		0.8	4.7
0.8		1.2	5.4
0.9		1.5	6.2
1	0	1.7	7
2	1.3	5.8	11.1
3	2.9	8.2	14.3
4	4.1	10	17
5	5	11.3	19.5
6	5.7	12.5	21.9
7	6.3	13.4	24
8	6.9	14.2	26.1
9	7.4	14.9	28
10	8	16	29.5
20	13.1	22.9	39.6
30	16.5	28	46.4
40	19	31.1	51.9
50	20.9	33.8	56.6
60	22.4	35.9	60.8
70	23.7	37.7	64.6
80	24.8	39.3	68
90	25.8	40.7	71.2
100	26.7	42	74.2

Fuente: Elaboración propia

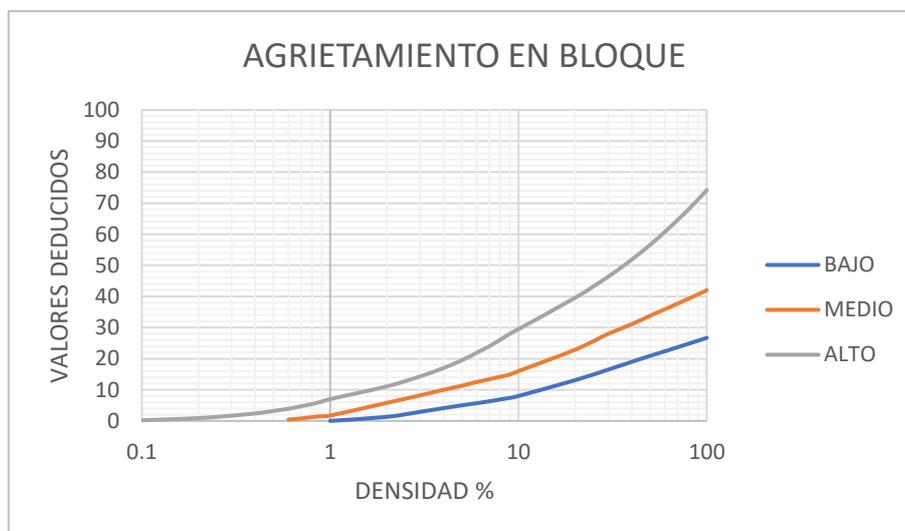


Figura 202: Curva para valores deducidos agrietamiento en bloque

Fuente: Elaboración propia



Tabla 94: Datos para valores deducidos de abultamiento y hundimientos

4.- ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3		4.4	20.5
0.4	0.9	6.4	23.1
0.5	1.6	7.9	25.3
0.6	2.2	9.2	27.3
0.7	2.7	10.2	29.1
0.8	3.2	11.2	30.8
0.9	3.6	12	32.3
1	3.9	12.7	33.7
2	6.8	17.6	44.8
3	8	21.9	50.5
4	9.2	25.5	55
5	10.4	28.7	58.8
6	11.5	31.7	62.1
7	12.7	34.4	65
8	13.9	36.9	67.6
9	15.1	39.3	70
10	16.3	41.6	72.3
20	28.1	60.2	88.8
30	39.9	74.8	100.2
32	40	75	100.3
50			
60			
70			
80			
90			
100			

Fuente: Elaboración propia

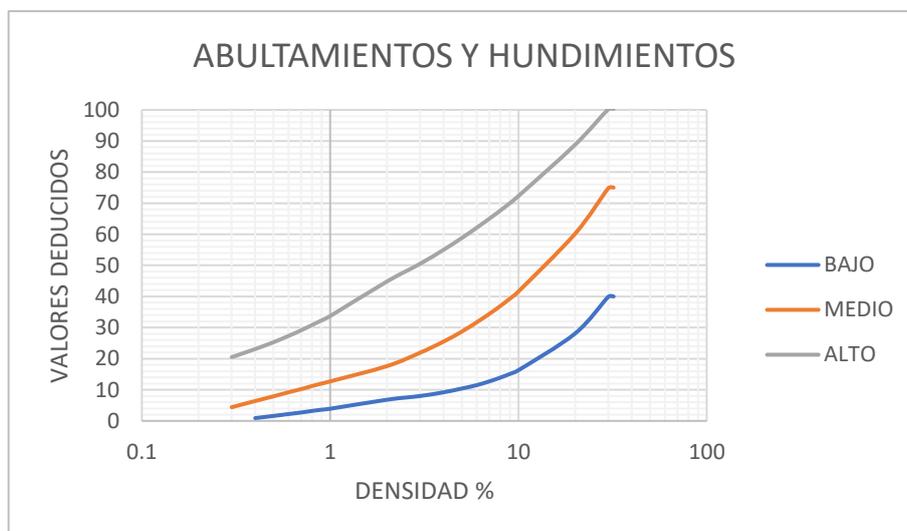


Figura 203: Curva para valores deducidos de abultamientos y hundimientos

Fuente: Elaboración propia



Tabla 95: Datos para valores deducidos de piel de corrugación

5.- CORRUGACION			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	1.4	5.5	10.9
0.2	1.5	6.7	18.3
0.3	1.6	7.9	22.6
0.4	1.6	9	25.7
0.5	1.7	10.2	28
0.6	1.8	11.4	30
0.7	1.8	12.6	31.6
0.8	1.9	13.8	33
0.9	2	15	34.3
1	2.4	16.2	35.5
2	4.2	22.4	41.9
3	5.6	26.7	46.7
4	6.9	29.7	50.1
5	8.1	32	52.8
6	9.2	33.9	55
7	10.3	35.5	56.8
8	11.1	36.9	58.4
9	11.8	38.1	59.8
10	12.5	39.5	61.6
20	20.4	48.8	72.3
30	25	54.4	78
40	28.3	58.8	82
50	30.9	62.4	85.1
60	32.9	65.5	87.6
70	34.7	68.3	89.8
80	36.2	70.8	91.7
90	37.6	73	93.3
100	38.8	75.1	94.8

Fuente: Elaboración propia

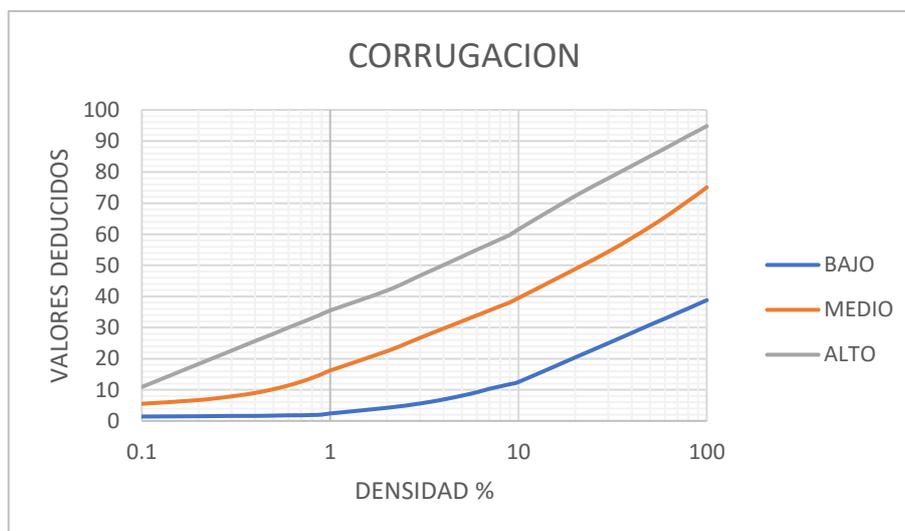


Figura 204: Curva para valores deducidos corrugación

Fuente: Elaboración propia



Tabla 96: Datos para valores deducidos de depresión

6.- DEPRESION			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	3.8	7.8	12.6
0.2	3.9	7.8	13
0.3	3.9	7.8	13.5
0.4	3.9	7.9	14
0.5	3.9	8	14.5
0.6	3.9	8.1	15
0.7	4	8.1	15.5
0.8	4	8.2	15.9
0.9	4	8.3	16.4
1	4.1	9	17
2	5.4	11.2	20.7
3	6.8	14	24.6
4	8.1	16.4	27.8
5	9.4	18.6	30.6
6	10.8	20.6	33.1
7	12.1	22.4	35.4
8	13.5	24.1	37.5
9	14.8	25.7	39.4
10	16.2	27.3	41.3
20	29.8	42	56.9
30	34.5	50.3	61.3
40	37.8	52.7	64.5
50	40.4	54.6	66.9
60	42.5	56.2	68.9
70	44.3	57.5	70.6
80	45.9	58.6	72
90	47.2	59.6	73.3
100	48.4	60.5	74.5

Fuente: Elaboración propia

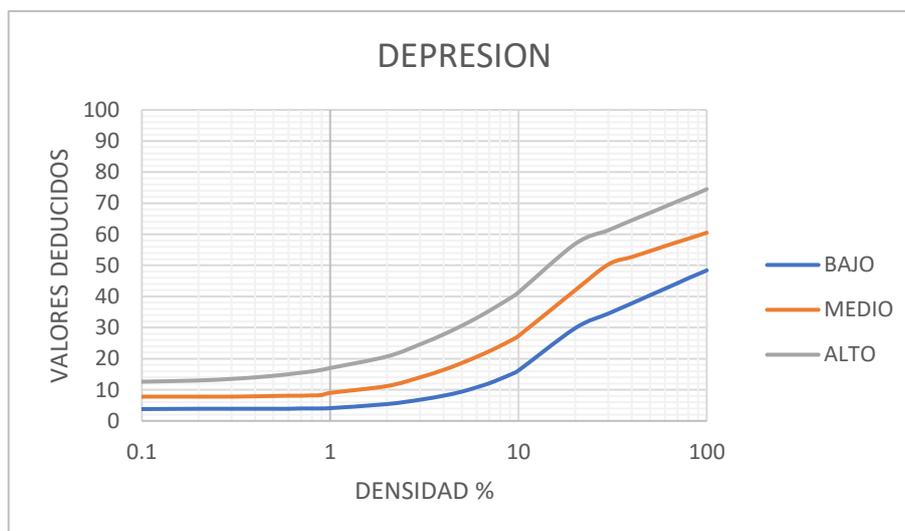


Figura 205: Curva para valores deducidos agrietamiento en bloque

Fuente: Elaboración propia



Tabla 97: Datos para valores deducidos de grieta de borde

7.- GRIETA DE BORDE			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4	1.2	3.9	7.9
0.5	1.2	4.3	8.2
0.6	1.3	4.6	8.4
0.7	1.4	4.8	8.6
0.8	1.5	5.1	8.8
0.9	1.6	5.3	9
1	1.7	5.5	9.2
2	3.2	7.1	10.7
3	3.4	8.4	12.9
4	3.6	9.5	14.7
5	3.8	10.4	16.2
6	4	11.2	17.6
7	4.3	11.9	18.9
8	4.5	12.6	20.1
9	4.7	13.2	21.2
10	4.9	13.8	22.3
20	7.1	18.4	30.5
30	9.3	21.8	36.7
40	11.5	24.6	41.9
50	13.7	26.9	46.4
60	15.9	29.1	50.4
70			
80			
90			
100			

Fuente: Elaboración propia

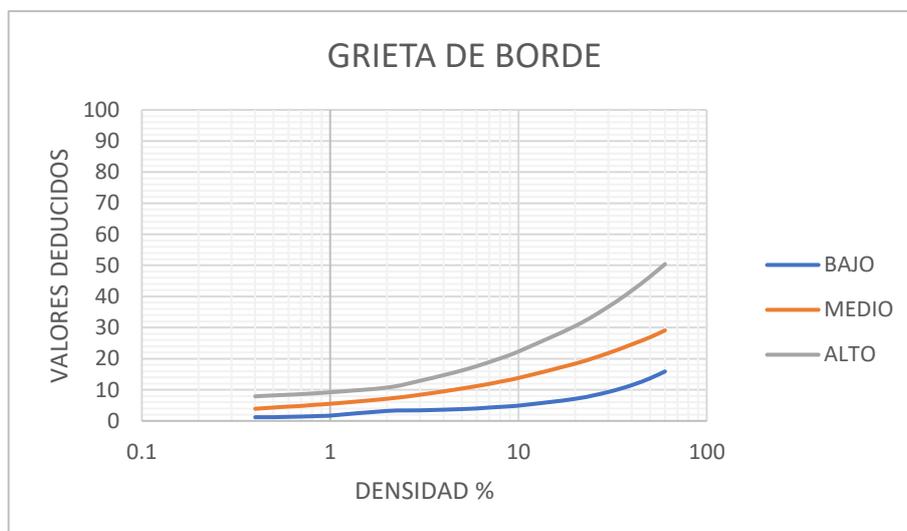


Figura 206: Curva para valores deducidos grieta de borde

Fuente: Elaboración propia



Tabla 98: Datos para valores deducidos de grieta de reflexión de junta

8.- GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4		1.6	2.8
0.5		1.8	4
0.6		2	5
0.7		2.1	5.8
0.8		2.3	6.5
0.9		2.5	7.1
1	0.4	2.6	7.1
2	1.1	4.3	11.2
3	1.9	5.9	14.4
4	2.6	7.5	17.3
5	3.3	9.2	19.9
6	4	10.8	22.3
7	4.7	12.5	24.5
8	5.4	14.1	26.7
9	6.1	15.7	28.7
10	6.6	16.6	30.7
20	10.1	26.2	49.5
30	12.9	31.8	59
40	15.3	36.1	63.8
50	17.5	38.1	66.6
60	19.5	39.8	68.9
70	21.5	41.2	70.8
80	23.3	42.2	72.5
90	25	43.5	73.9
100	26.6	44.4	75.3

Fuente: Elaboración propia

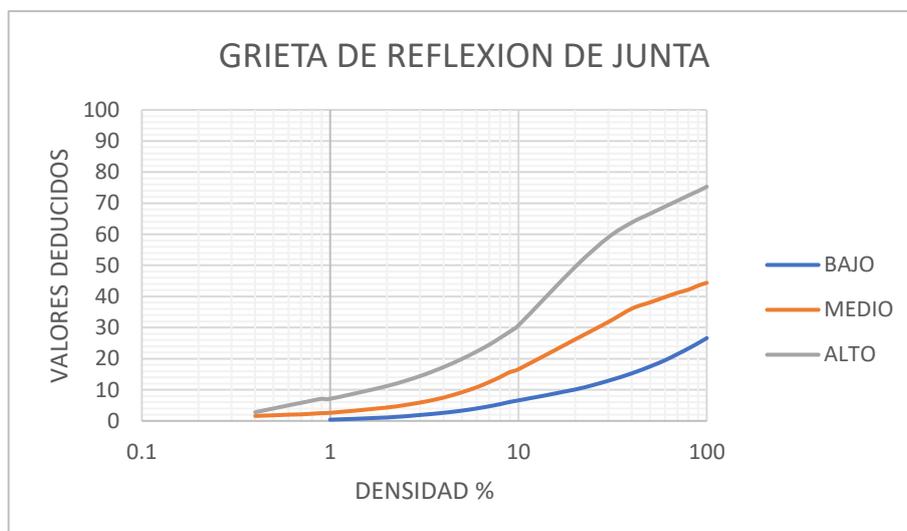


Figura 207: Curva para valores deducidos de grieta de reflexión de junta

Fuente: Elaboración propia



Tabla 99: Datos para valores deducidos de desnivel carril-berma

9.- DESNIVEL CARRIL-BERMA			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1			
2	1.9	3.9	7
3	2.2	4.4	7.8
4	2.5	4.9	8.6
5	2.8	5.4	9.4
6	3.1	5.9	10.2
7	3.4	6.4	11
8	3.7	6.9	11.8
9	4	7.4	12.6
10	4.3	7.9	13.4
20	7.3	12.8	21.5
30	10.3	17.8	29.6
40	13.4	22.7	37.6
50	16.4	27.7	45.7
60			
70			
80			
90			
100			

Fuente: Elaboración propia

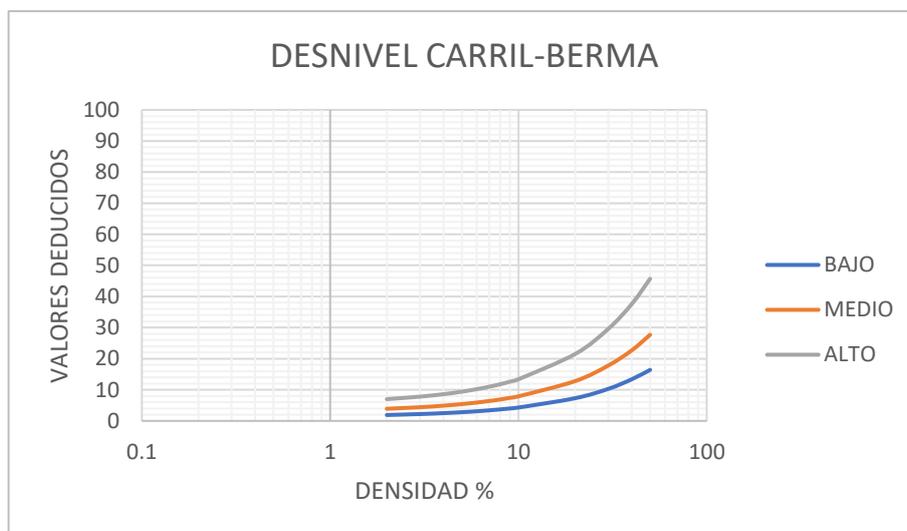


Figura 208: Curva para valores deducidos desnivel carril - berma

Fuente: Elaboración propia



Tabla 100: Datos para valores deducidos de grietas longitudinales y transversales

10.- GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			4.3
0.5			4.9
0.6		1.4	5.6
0.7		1.7	6.2
0.8		1.9	6.7
0.9		2.1	7.3
1		2.4	7.8
2	0.1	4.6	12.3
3	2	6.9	16.1
4	3.3	9.2	19.5
5	4.3	11.5	22.6
6	5.1	13	25.5
7	5.8	14.3	28.2
8	6.4	15.8	30.8
9	7	17.1	32.5
10	8	18.3	34.3
20	12.2	26.1	50.3
30	15.1	30.6	59.7
40	17.7	33.9	66.3
50	19.9	36.4	71.5
60	22	38.4	75.7
70	23.9	40.1	79.3
80	25.6	41.6	82.3
90	27.3	43	85.1
100	28.9	44.2	87.5

Fuente: Elaboración propia

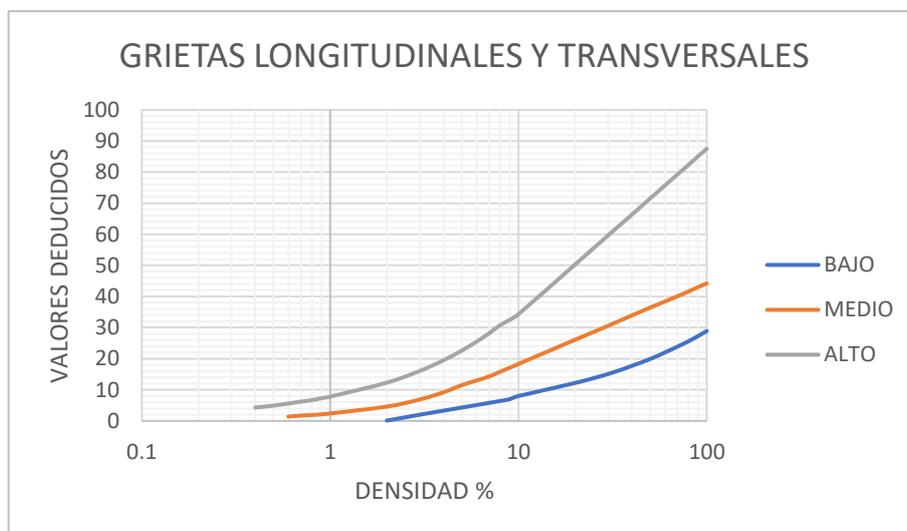


Figura 209: Curva para valores deducidos de grietas longitudinales y transversales

Fuente: Elaboración propia



Tabla 101: Datos para valores deducidos de parcheo

11.- PARCHEO			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1		3.7	6.5
0.2		4.5	9.2
0.3		5.2	11.2
0.4		6	12.9
0.5	1.2	6.7	14.4
0.6	1.4	7.5	15.8
0.7	1.6	8.2	17.1
0.8	1.9	9	18.3
0.9	2.1	9.7	19
1	2.3	10.1	20
2	4.4	14.3	26
3	6.6	17.4	30.8
4	8	20.1	34.8
5	9.9	22.4	38.2
6	11.7	24.6	41.2
7	13.2	26.5	44
8	14.6	28.3	46.5
9	15.7	30	48.9
10	16.8	31.5	52
20	23.7	41	67.5
30	27.8	47.9	73.1
40	30.7	53.4	77
50	32.9	58.2	80.1
60			
70			
80			
90			
100			

Fuente: Elaboración propia

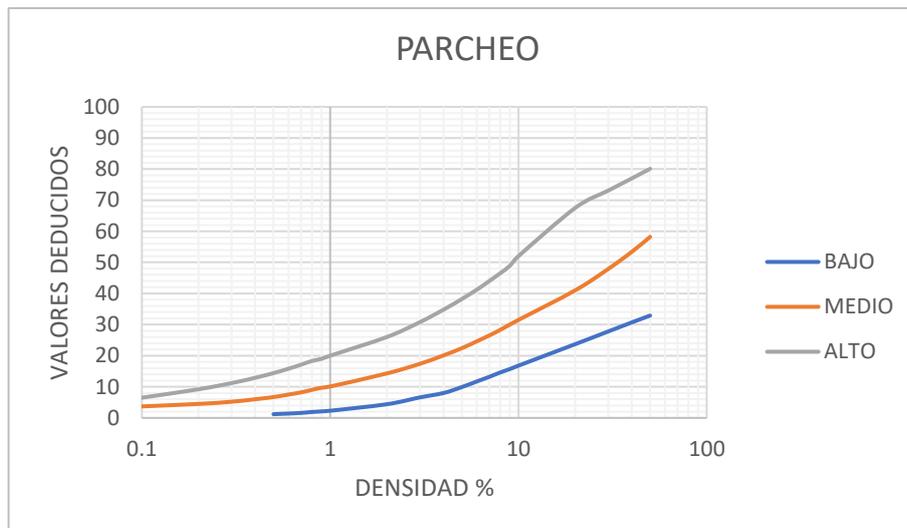


Figura 210: Curva para valores deducidos de parcheo

Fuente: Elaboración propia



Tabla 102: Datos para valores deducidos de agregados pulidos

12.- AGREGADOS PULIDOS			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1			
2			
3			
4		0.5	
5		1.2	
6		1.8	
7		2.3	
8		2.8	
9		3.1	
10		3.5	
20		6.5	
30		8.3	
40		10.1	
50		11.8	
60		13.6	
70		15.4	
80		17.1	
90		18.9	
100		20.7	

Fuente: Elaboración propia

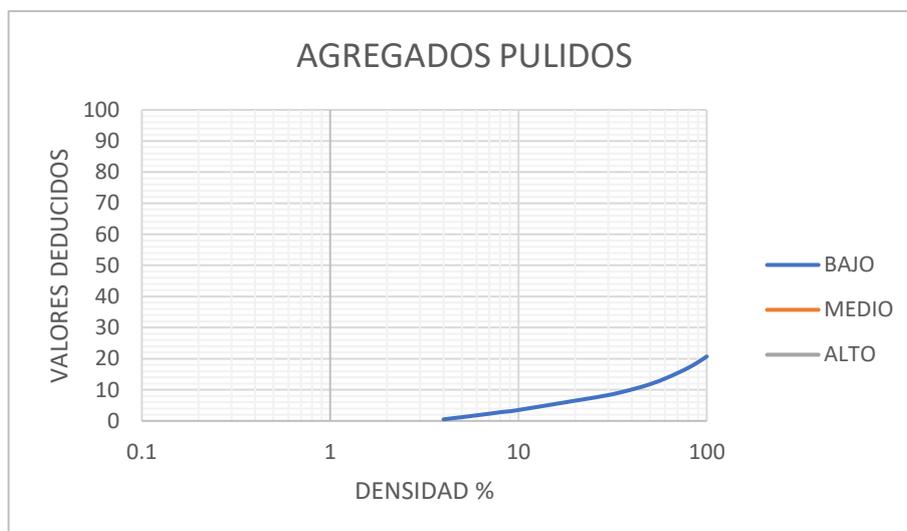


Figura 211: Curva para valores deducidos de agregados pulidos

Fuente: Elaboración propia



Tabla 103: Datos para valores deducidos de huecos

13.- HUECOS			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	3.5	5.2	19.9
0.2	5.3	9.4	26.7
0.3	7.2	13.4	31.7
0.4	9.1	17.2	35.8
0.5	10.9	20.5	39.4
0.6	12.8	23.9	42.5
0.7	14.6	25.9	45.4
0.8	16.5	27.8	48
0.9	18.3	30	50.5
1	18.8	32	51.4
2	29.7	46	66.9
3	36.1	55	76
4	40.6	62.1	82.4
5	44.1	67.6	87.4
6	46.9	72.1	91.5
7	50	75.5	95
8	52	79.1	100
9	53.3	82	
10	55	86.5	
15	62	100	
30	74.3		
40	79.5		
50	83.6		
60	87		
70	89.8		
80	92.2		
90	94.4		
100	96.3		

Fuente: Elaboración propia

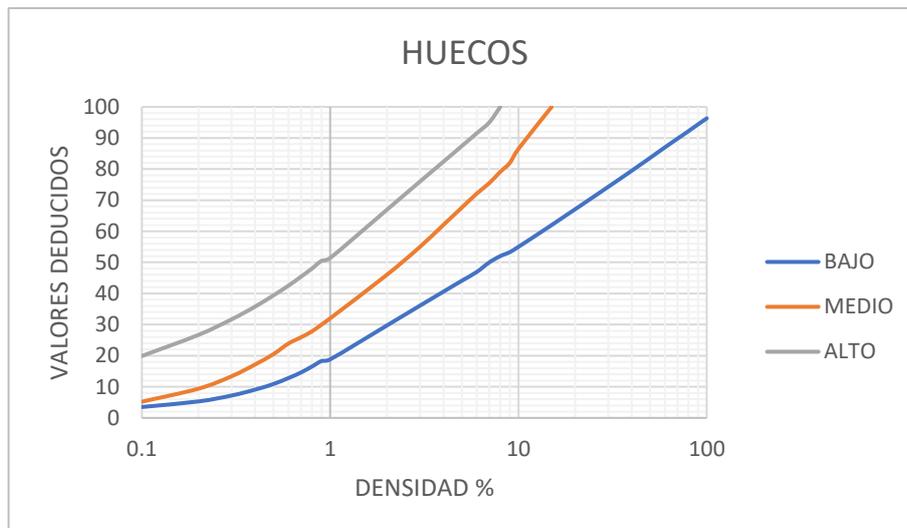


Figura 212: Curva para valores deducidos de huecos

Fuente: Elaboración propia



Tabla 104: Datos para valores deducidos de cruce vía férrea

14.- CRUCE VIA FERREA			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1	2	6.5	21.2
2	3.2	12.1	30.6
3	4.4	17.2	37.9
4	5.6	22.2	44.2
5	6.8	27	49.7
6	8	31.7	54.7
7	9.2	35	59.4
8	10.5	36.8	63.8
9	11.7	37.7	66
10	13.1	38.6	68
20	16.5	44.5	75.6
30	18.5	48	78.9
40	19.9	50.4	81.2
50	20.9	52.3	83.1
60			
70			
80			
90			
100			

Fuente: Elaboración propia

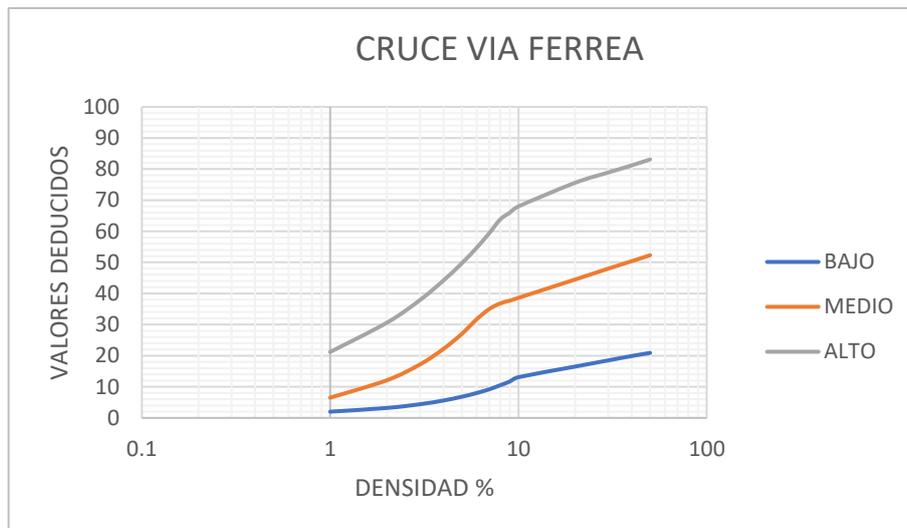


Figura 213: Curva para valores deducidos de vía férrea

Fuente: Elaboración propia



Tabla 105: Datos para valores deducidos de ahuellamiento

15.- AHUELLAMIENTO			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	1.1	4.6	6
0.2	2	7.1	12.4
0.3	2.8	9	16.1
0.4	3.6	10.8	18.8
0.5	4.3	12.3	20.8
0.6	5.1	13.8	22.5
0.7	5.8	15.1	23.9
0.8	6.5	16.4	25.2
0.9	7.2	17.6	26.2
1	7.9	18.2	26.7
2	14	25.3	36.2
3	17.1	30.1	42.4
4	19.1	33.4	46.8
5	20.8	36.1	50.2
6	22.3	38.2	53
7	23.6	39.8	55.3
8	24.9	41.6	57.4
9	26	42.9	59.2
10	27.1	44.2	60.8
20	35.9	53	73
30	41.4	57.9	79.3
40	43.4	60.3	81.8
50	45.1	62.1	83.8
60	46.5	63.7	85.4
70	47.7	65.1	86.8
80	48.8	66.3	87.9
90	49.7	67.4	89
100	50.6	68.4	89.9

Fuente: Elaboración propia



Figura 214: Curva para valores deducidos de ahuellamiento

Fuente: Elaboración propia



Tabla 106: Datos para valores deducidos de deslizamiento

16.- DESLIZAMIENTO			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1		2.2	8
0.2		3.1	9.63
0.3		4	10.7
0.4		4.8	12
0.5	1.1	5.7	13.3
0.6	2	6.6	14.6
0.7	2.8	7.5	15.9
0.8	3.5	8.3	17.2
0.9	4.1	9.2	18.6
1	4.6	10.5	19.5
2	7.7	15.4	26.1
3	10.6	19	31.2
4	13	22.1	35.4
5	14.9	24.8	39
6	16.5	27.3	42.3
7	17.8	29.6	45.2
8	18.9	31.7	48
9	19.9	33.7	50.5
10	21.3	35.6	53.1
20	28	49.3	65.2
30	31.9	55.9	72.3
40	34.6	60.5	77.3
50	36.8	64.1	81.2
60			
70			
80			
90			
100			

Fuente: Elaboración propia

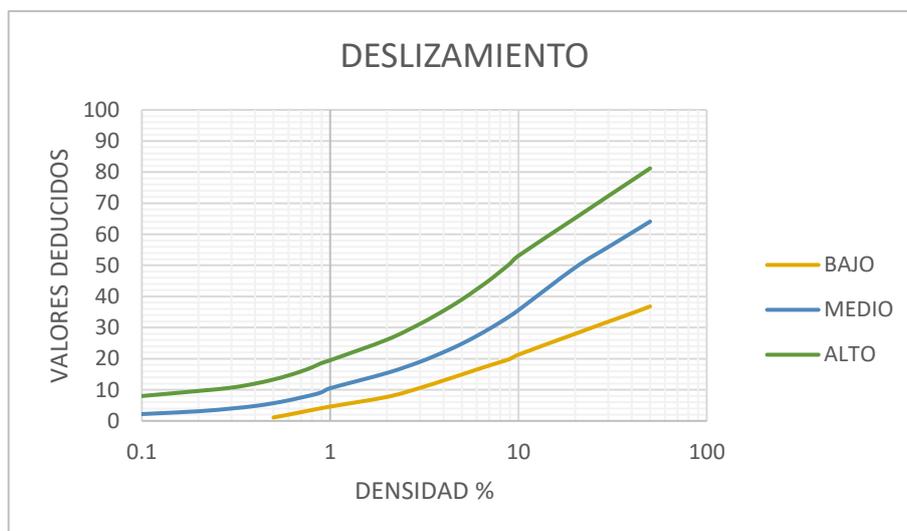


Figura 215: Curva para valores deducidos de deslizamiento

Fuente: Elaboración propia



Tabla 107: Datos para valores deducidos de grieta parabólica

17.- GRIETA PARABOLICA			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1		1	4
0.2	0.8	3.6	6.5
0.3	1.6	5.2	8.6
0.4	2.1	6.3	10.6
0.5	2.5	7.2	12.4
0.6	2.9	7.9	14
0.7	3.2	8.5	15.6
0.8	3.4	9	17.2
0.9	3.7	9.5	18.7
1	4.3	10.6	20
2	10.2	19.3	30.2
3	14.2	25.3	37.5
4	17.1	29.6	43.6
5	19.3	32.9	49.1
6	21.1	35.6	54.1
7	22.6	37.8	58.8
8	24	40	63.1
9	25.1	42	67.2
10	27.2	44	69.9
20	35.4	52.7	78
30	40.2	57.2	81
40	43.6	60.4	83.2
50	46.2	62.9	85.4
60	48.4	64.9	87.1
70	50.2	66.7	88.6
80	51.8	68.2	89.9
90	53.2	69.5	91.1
100	54.4	70.6	92.1

Fuente: Elaboración propia

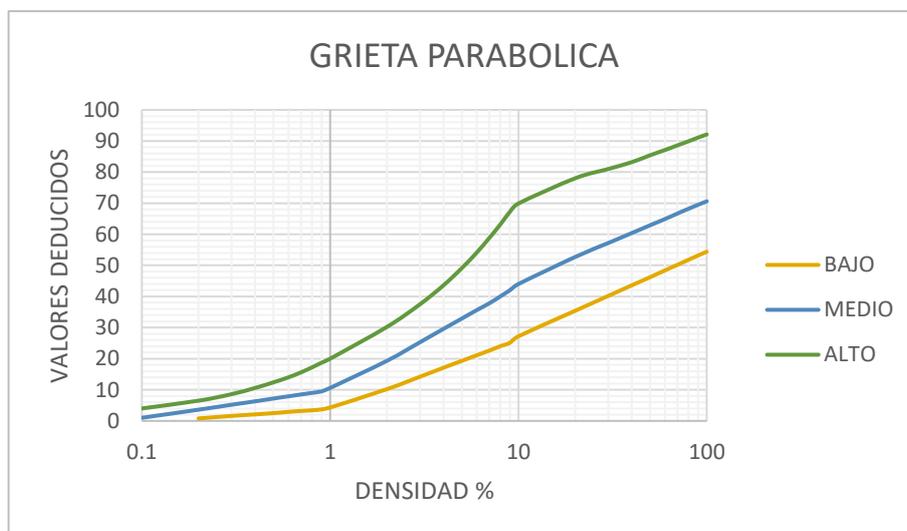


Figura 216: Curva para valores deducidos de grieta de parabólica

Fuente: Elaboración propia



Tabla 108: Datos para valores deducidos de hinchamiento

18.- HINCHAMIENTO			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1	2.8	14.1	32.5
2	4.4	18.5	37.8
3	5.7	21.8	41.3
4	6.8	24.4	44
5	7.8	26.7	46.2
6	8.7	28.7	48.1
7	9.6	30.5	49.8
8	10.5	32.2	51.3
9	11.3	33.8	52.6
10	12	35.2	53.8
20	18.6	46.4	62.7
30	23.9	54.6	68.5
40			
50			
60			
70			
80			
90			
100			

Fuente: Elaboración propia

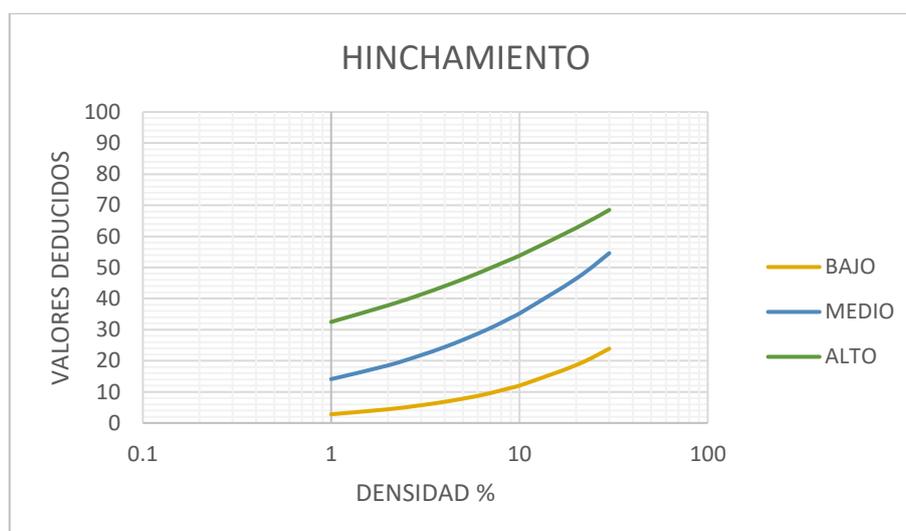


Figura 217: Curva para valores deducidos de hinchamiento

Fuente: Elaboración propia



Tabla 109: Datos para valores deducidos de agregados

19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	0.3	4.4	5.7
0.2	0.4	5.7	8.8
0.3	0.8	6.5	10.6
0.4	1.2	7	11.9
0.5	1.4	7.4	12.9
0.6	1.6	7.8	13.7
0.7	1.7	8.1	14.4
0.8	1.9	8.3	15
0.9	2	8.5	15.5
1	2	8.9	16
2	2.3	10	21
3	2.7	11.2	24.9
4	3	12.3	28.2
5	3.3	13.4	30.9
6	3.7	14.5	33.4
7	4	15.7	35.6
8	4.3	16.8	37.7
9	4.6	17.9	39.6
10	4.6	19	42
20	8	25.3	54.5
30	10	29.9	60.6
40	11.4	33.1	65
50	12.5	35.6	68.4
60	13.4	37.6	71.1
70	14.1	39.3	73.5
80	14.8	40.8	75.5
90	15.3	42.1	77.3
100	15.8	43.3	78.9

Fuente: Elaboración propia

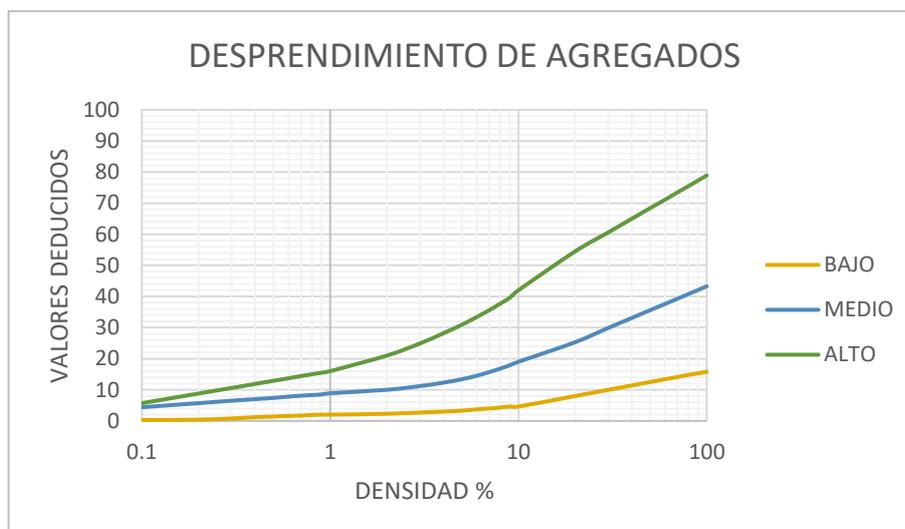


Figura 218: Curva para valores deducidos de desprendimiento de agregados

Fuente: Elaboración propia



Tabla 110: Datos para curvas de valores deducidos corregidos

VDT	CURVAS DE VALORES CORREGIDOS DEDUCIDOS						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0	0						
10	10						
12	12	8					
18	18	12.5	8				
20	20	14	10				
25	25	18	13.5	8			
28	28	20.4	15.6	10.4	8		
30	30	22	17	12	10		
40	40	30	24	19	17		
42	42	31.4	25.4	20.4	18.2	15	15
50	50	37	31	26	23	20	20
60	60	44	38	33	29	26	26
70	70	51	44.5	39	35	32	32
80	80	58	50.5	45	41	38	38
90	90	64	57	51	46	44	44
100	100	71	63	57	52	49	49
110		76	68	62	57	54	54
120		81	73	68	62	59	59
130		86	78.5	73	67	63	63
135		88.5	81.5	75.5	69.5	65	65
140		91	84	78	72	68	67
150		94	88	82	76	72	70
160		98	93	86	81	76	74
166		100	94.8	88.4	83.4	79	75.2
170			96	90	85	81	76
180			99	93	88	84	79
182			100	93.6	88.6	84.8	79.6
190				96	91	88	82
200				98	94	90	84

Fuente: Elaboración propia

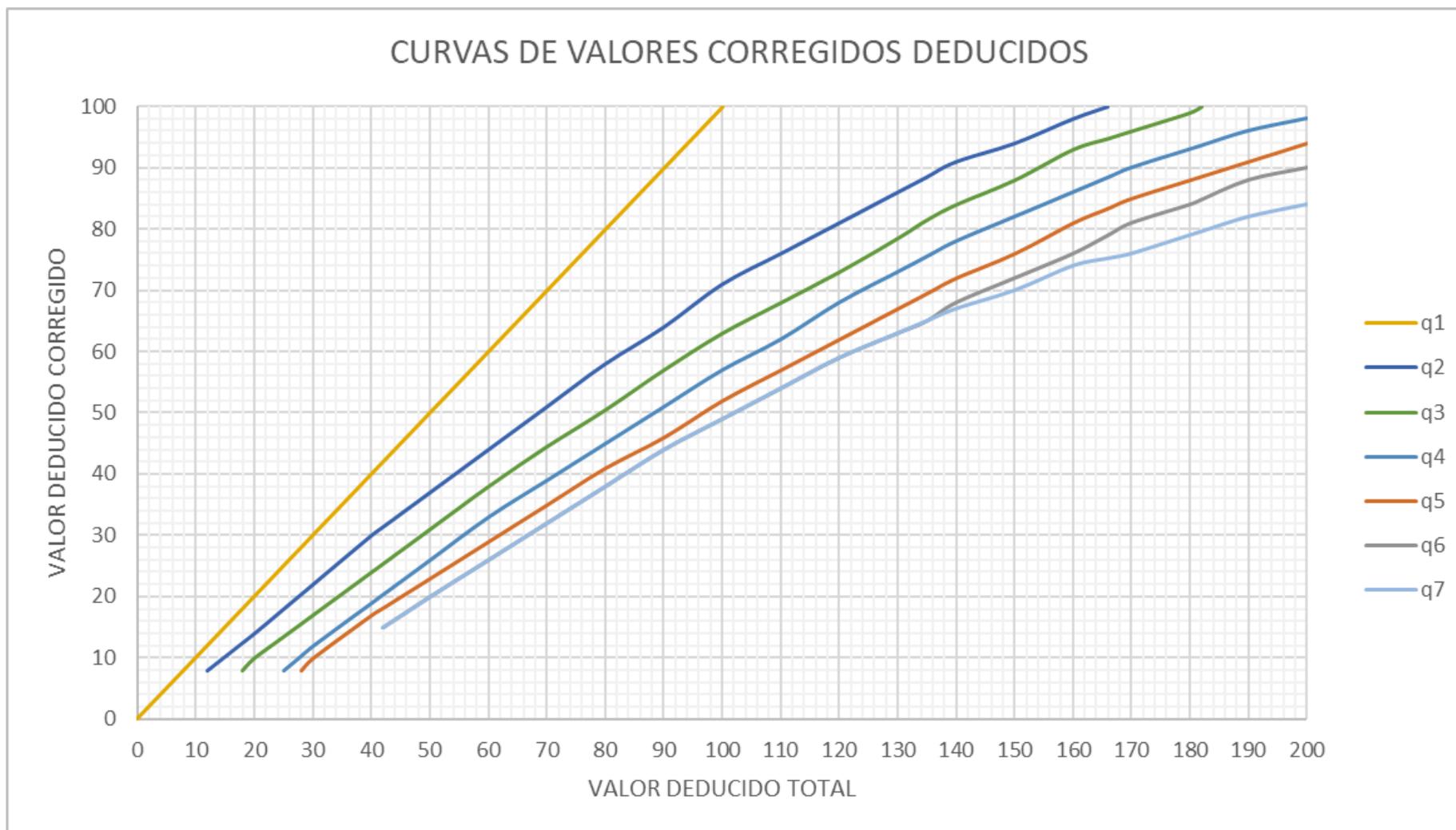


Figura 219: Curva para valores corregidos deducidos  
Fuente: Elaboración propia

**Panel fotográfico**  
Unidad de muestra N°01



*Figura 220: Recolección de datos del UM-01 mediante la metodología VANT*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 221: Recolección de datos del UM-01 mediante la metodología tradicional del PCI*

Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°02



Figura 222: Recolección de datos del UM-02 mediante la metodología tradicional del PCI  
Fuente: Elaboración propia



Figura 223: Enmarcación del UM-02 para la recolección de datos  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°03



Figura 224: Recolección de datos del UM-03 mediante la metodología tradicional del PCI  
Fuente: Elaboración propia



Figura 225: Georreferenciación de puntos de foto control en el UM-03  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°04



*Figura 226: Georreferenciación de puntos de foto control en el UM-04*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 227: Delimitación del área del UM-04*  
Fuente: Elaboración propia

Unidad de muestra N°05



*Figura 228: Verificación de la depresión en el UM-05*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 229: Recolección de datos del UM-05 en la metodología VANT*  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°06



Figura 230: Recolección de datos del UM-06 mediante la metodología tradicional del PCI  
Fuente: Elaboración propia



Figura 231: Recolección de datos del UM-06 mediante la metodología VANT con el ayudante  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 232: Huevo con severidad media, mayor a los 25.4 mm*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 233: Ahuellamiento de severidad baja, menor a los 13mm de altura*  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°07



*Figura 234: Delimitación del UM-07*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 235: Recolección de datos del UM-07 mediante la metodología VANT*

Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°08



*Figura 236: Recolección de datos del UM-08 mediante la metodología VANT*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 237: Medición de las grietas longitudinales encontradas en el UM-08*  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°09



*Figura 238: Uso del odómetro para la delimitación del UM-09*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 239: Recolección de datos del UM-09 mediante la metodología tradicional del PCI*  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°10



*Figura 240: 35.4 m para la delimitación del UM-10*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 241: Recolección de datos del UM-10 mediante la metodología VANT*  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°11



*Figura 242: Recolección de datos del UM-11 mediante la metodología VANT*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 243: Desprendimiento de agregados de severidad alta*  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°12



*Figura 244: Georreferenciación de puntos de foto control en el UM-012*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 245: Recolección de datos del UM-012 mediante la metodología tradicional del PCI*  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°13



*Figura 246: Georreferenciación de puntos de foto control en el UM-013*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 247: Recolección de datos del UM-013 mediante la metodología tradicional del PCI*  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°14



Figura 248: Recolección de datos del UM-014 mediante la metodología tradicional del PCI

Fuente: Elaboración propia



Figura 249: Parqueo deteriorado de severidad media

Fuente: Elaboración propia

Unidad de muestra N°15



*Figura 250: Control remoto del drone Mavic 2 Pro*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 251: Recolección de datos del UM-15 mediante la metodología VANT*  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra N°16



*Figura 252: Corrugación de nivel de severidad baja*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 253: Recolección de datos del UM-016 mediante la metodología tradicional del PCI*  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra adicional N°01



*Figura 254: Recolección de datos del UMA-01 mediante la metodología VANT*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 255: Recolección de datos del UMA-01 mediante la metodología tradicional del PCI*  
Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra adicional N°02



*Figura 256: Georreferenciación de puntos de foto control en el UMA-02*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 257: GPSmap 60CSx*  
Fuente: Elaboración propia

Unidad de muestra adicional N°03



*Figura 258: Recolección de datos del UMA-03 mediante la metodología VANT*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 259: Georreferenciación de puntos de foto control en el UMA-03*

Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra adicional N°04



*Figura 260: Recolección de datos del UMA-04 mediante la metodología tradicional del PCI*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 261: Delimitación del UMA-04*

Fuente: Elaboración propia



Unidad de muestra adicional N°05



*Figura 262: Recolección de datos del UMA-05 mediante la metodología tradicional del PCI*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 263: Corrugación con un nivel de severidad media*

Fuente: Elaboración propia



ORTOFOTOS



*Figura 264: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°01*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 265: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°02*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 266: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°03*  
Fuente: Elaboración propia



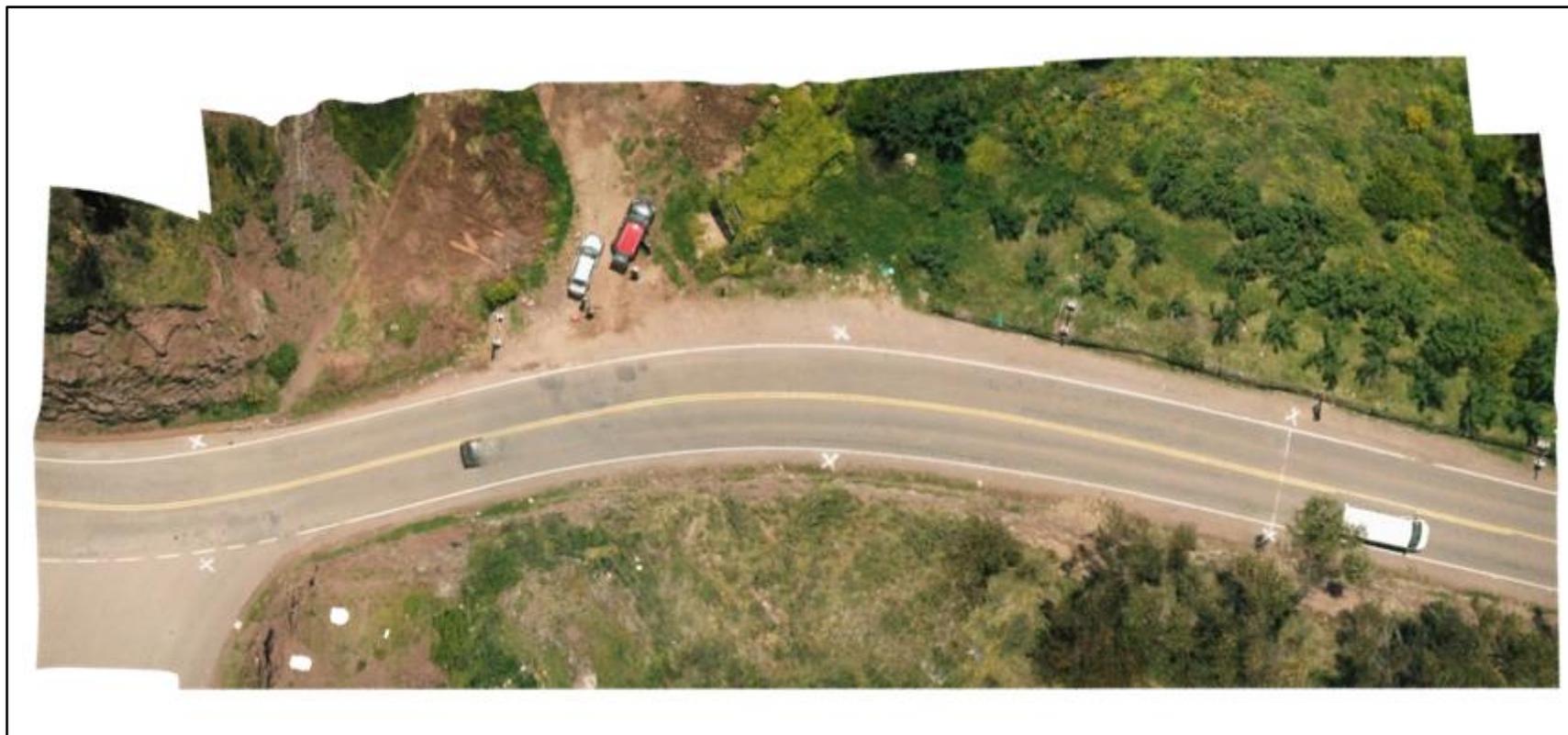
*Figura 267: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°04*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 268: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°05*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 269: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°06*  
Fuente: Elaboración propia



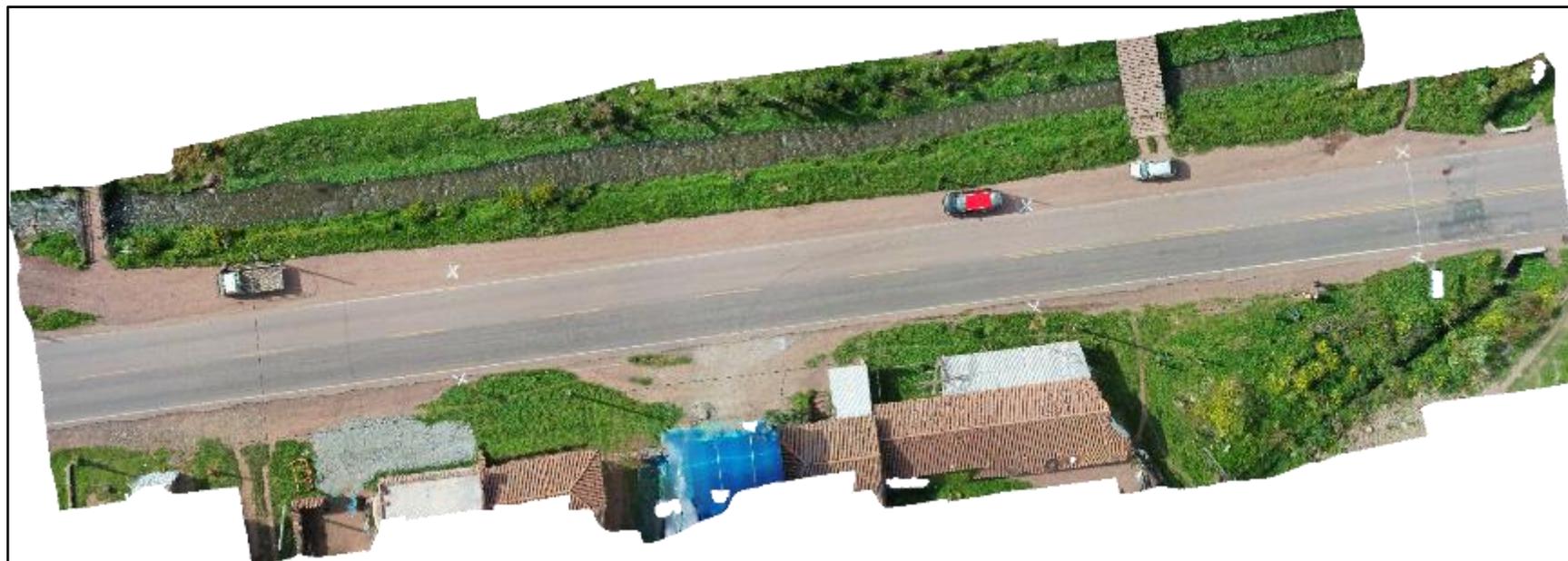
*Figura 270: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°07*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 271: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°08*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 272: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°09*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 273: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°10*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 274: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°11*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 275: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°12*  
Fuente: Elaboración propia



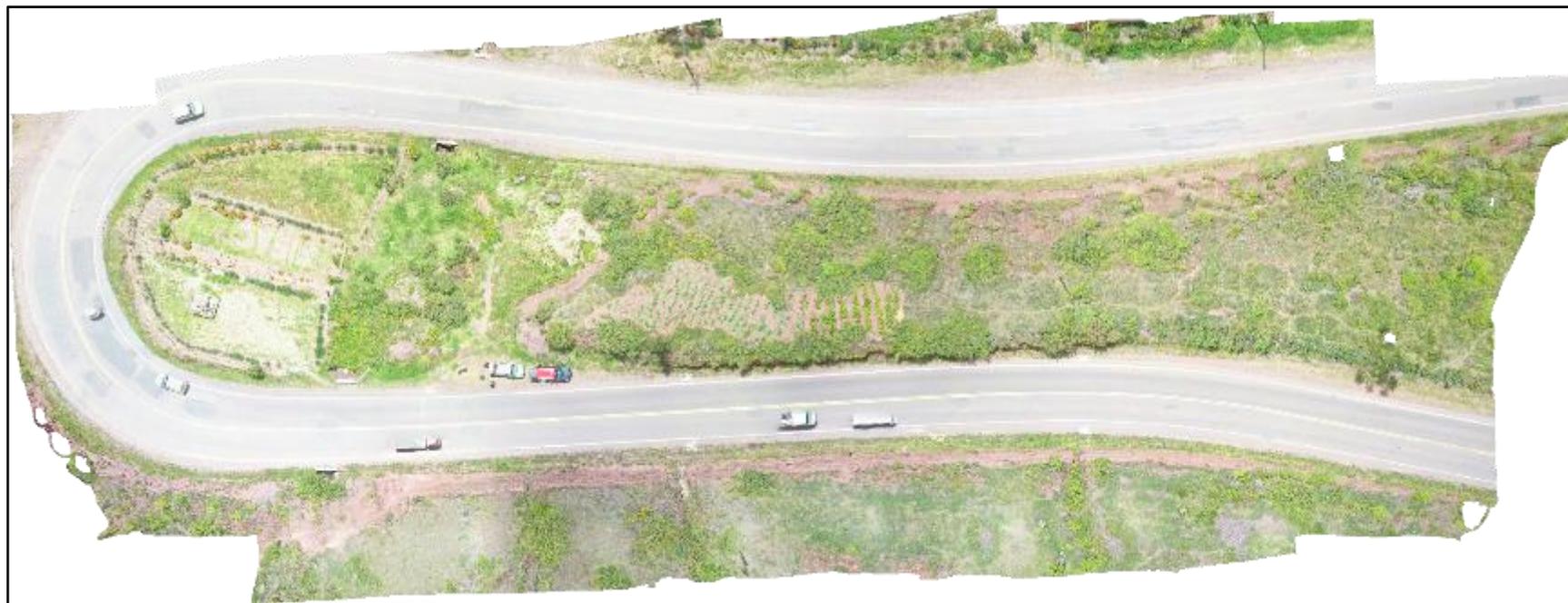
*Figura 276: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°13*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 277: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°14*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 278: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°15*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 279: Ortofoto de la Unidad de Muestra N°16*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 280: Ortofoto de la Unidad de Muestra Adicional N°01*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 281: Ortofoto de la Unidad de Muestra Adicional N°02*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 282: Ortofoto de la Unidad de Muestra Adicional N°03*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 283: Ortofoto de la Unidad de Muestra Adicional N°04*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 284: Ortofoto de la Unidad de Muestra Adicional N°05*  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 111: Evaluación de patologías en pavimentos con superficie de concreto asfáltico

		EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS					
		METODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)					
		PATRÓN DE EVALUACIÓN POR CADA CLASE DE FALLA					
N°	TRANSIABILIDAD	SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					I	II	III
					Low (Baja)	Medium (Medio)	High (Alta)
0	Calidad del Tránsito	TRA		Incomodidad de usuarios	Ninguna	Moderada	Alta
				Reducción de velocidad	Nula	Regular	Considerable
				Rebotes y Vibraciones	Ligera	Significativo	Excesivo
N°	CLASE DE FALLA	SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					I	II	III
					Low (Baja)	Medium (Medio)	High (Alta)
1	Piel de Cocodrilo	PC	m <sup>2</sup>	Severidad de grietas	s < 10mm	10mm < s < 30mm	s > 30mm
				Interconexión	Baja	Definida	Bien definida
				Descascaramientos	NP (no presenta)	Ligero	Bien definido
				Desprendimientos	NP (no presenta)	NP (no presenta)	Bien definido
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>	Grado de exudación	Ligero	Medio	Intenso
				El asfalto se pega a las ruedas de vehículos y zapatos	Pocos días al año	Pocas semanas al año	Varias semanas al año
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m <sup>2</sup>	Severidad de grietas que definen los bloques	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m <sup>2</sup>	Severidad del tránsito	baja	media	alta
5	Corrugación	COR	m <sup>2</sup>	Severidad del tránsito	baja	media	alta
6	Depresión	DEP	m <sup>2</sup>	Severidad del tránsito	13mm < h < 25mm	25mm < h < 51mm	h > 51mm
7	Grieta de Borde	GB	m	Fragmentación o desprendimientos	NP (no presenta)	Poco Definido	Bien definido
				Severidad	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
				Agrietamiento	bajo	medio	severo
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	Grieta sin relleno	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
				Grieta con relleno	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
9	Desnivel Carril Berma	DN	m	Elevación entre el borde del pavimento y la berma	25mm < h < 51mm	51mm < h < 102mm	h > 102mm
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	Severidad de las grietas	s < 10mm	10mm < s < 76mm rodeado o no por grietas alcatorias	s > 76mm rodeado por grietas alcatorias de severidad M o H
11	Parcheo	PA	m <sup>2</sup>	Condición del parche	Buen estado	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado
				Severidad del tránsito	baja	media	alta
12	Pulimento de Agregados	PU	m <sup>2</sup>	Grado de pulimento deberá ser significativo para ser considerado como defecto.	ND (no definido)	ND (no definido)	ND (no definido)
13	Huecos	HUE	unidad	Huecos con diametro menor a 762mm (d < 762mm)	102mm < d < 203mm h < 25.4mm	102mm < d < 203mm h > 50.8mm	203mm < d < 457mm h > 50.8mm
					102mm < d < 203mm 25.4mm < h < 50.8mm	203mm < d < 457mm 25.4mm < h < 50.8mm	457mm < d < 762mm 25.4mm < h < 50.8mm
					203mm < d < 457mm h < 25.4mm	457mm < d < 762mm h < 25.4mm	457mm < d < 762mm h > 50.8mm
				Huecos con diametro mayor a 762mm (d > 762mm) N = A.0.47	No definido	h ≤ 25mm	h ≥ 25mm
14	Cruce de vía férrea	CVF	m <sup>2</sup>	Severidad del tránsito	baja	media	alta
15	Abuellamientos	AHU	m <sup>2</sup>	Profundidad media del abuellamiento (mm)	6mm < h < 13mm	13mm < h < 25mm	h > 25mm
16	Desplazamientos	DES	m <sup>2</sup>	Severidad del tránsito	baja	media	alta
17	Grieta Parabólica	GP	m <sup>2</sup>	Severidad de la grieta	s < 10mm	10mm < s < 38mm	s > 38mm
				Área alrededor de la grieta	Normal	Fracturada levemente	Fracturada severamente
18	Hinchamiento	HN	m <sup>2</sup>	Severidad del tránsito	baja	media	alta
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m <sup>2</sup>	Desprendimientos	bajo	regular	considerable
				Textura superficial	Normal	Moderadamente rugosa y abuecada	Muy rugosa y severamente abuecada
					No puede penetrarse con una moneda	Puede penetrarse con una moneda	Agregados sueltos

Fuente: (Leguia Loarte & Pacheco Risco, 2016)