

Evaluación del deterioro del pavimento asfáltico en el tramo Ramal de Aspuzana-Nuevo Progreso mediante la metodología VIZIR en el año 2021

Evaluation of the asphalt pavement deterioration on the Aspuzana-Nuevo Progreso branch using the VIZIR methodology in the year 2021

Recibido: octubre 22 de 2021 | Revisado: noviembre 10 de 2021 | Aceptado: noviembre 30 de 2021

GIANMARCO HERRERA SUAREZ¹
LEONEL CHAHUARES PAUCAR¹

RESUMEN

La evaluación de pavimentos permite entender el comportamiento de los deterioros superficiales a través del tiempo y optimizar costos en trabajos correctivos. El objetivo de esta investigación fue determinar el estado de deterioro del pavimento asfáltico aplicando la metodología VIZIR y plantear propuestas de rehabilitación. La técnica de recolección de datos consistió en la observación y como instrumentos de la metodología VIZIR se utilizó formatos de registro adoptados de la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras (INVIAS-2008). Centramos nuestra atención en la ruta nacional 5N entre las localidades de Ramal de Aspuzana y Nuevo Progreso ubicadas en el distrito de Nuevo Progreso, provincia de Tocache, departamento de San Martín, con ancho promedio de 8.70 metros y longitud de 48.8 kilómetros. Los resultados obtenidos muestran que el estado de deterioro del pavimento evaluado es calificado como marginal según rangos del método VIZIR. A través de este método se determinó que en las unidades de muestra evaluadas existen dos deterioros de tipo A relacionados a la condición estructural con mayor grado de incidencia: Fisuras piel de cocodrilo (35.2%), bacheos o parcheos (35.6%) y la existencia de dos deterioros de tipo B relacionados a la condición funcional con mayor grado de incidencia: Pérdida de la película de ligante (26.2%), pulimento de agregados (37.2%). Se concluye que el tramo evaluado requiere de rehabilitación por refuerzo y reconstrucción debido a la calificación del pavimento como marginal además de estar expuesto a cargas y riesgo por drenaje superficial.

Palabras clave: Método VIZIR; deterioros; evaluación

ABSTRACT

Pavement evaluation allows understanding the behavior of surface deterioration over time and optimizing costs in corrective work. The objective of this study was to determine the state of deterioration of the asphalt pavement applying the VIZIR methodology and to propose rehabilitation proposals. The data collection technique consisted of observation and as instruments of the VIZIR methodology registration formats adopted from the Methodological Guide for the design of rehabilitation works of asphalt road pavements (INVIAS-2008) were used. The study population was the national route 5N between the towns of Ramal de Aspuzana and Nuevo Progreso located in the District of Nuevo Progreso Province of Tocache Department of San Martin with an average width of 8.70 meters and length of 48.8 kilometers. The results obtained show that the state of deterioration of the evaluated pavement is classified as marginal according to the ranges of the VIZIR method.

¹ Universidad Peruana Unión
(UPeU). Lima, Perú

Autor para correspondencia
E-mail: gianmarcohs@upeu.edu.pe

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres. Este artículo se distribuye en los términos de la Licencia Creative Commons Atribución No-comercial – Compartir-Igual 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea debidamente citada. Para uso comercial contactar a: revistacampus@usmp.pe.

<https://doi.org/10.24265/campus.2021.v26n32.07>

Through this method it was determined that in the evaluated sample units there are 2 type A deteriorations related to the structural condition with the highest incidence crocodile skin fissures (35.2%) potholes or patches (35.6%) and the existence of 2 type B deteriorations related to the functional condition with a higher incidence Loss of the binder film (26.2%) Aggregate polish (37.2%). It was concluded that the evaluated section requires rehabilitation by reinforcement and reconstruction due to the classification of the pavement as marginal in addition to being exposed to loads and risk due to surface drainage.

Key words: VIZIR Method; deterioration; evaluation

Introducción

El buen servicio de un pavimento asfáltico se determina según la capacidad para proporcionar a los usuarios confort, garantía y economía. El nivel del servicio de los pavimentos asfálticos es afectado por los diferentes tipos de deterioros y según el nivel de gravedad. La recuperación del nivel de servicio de los pavimentos asfálticos requiere de una evaluación que incluye arte y ciencia debido a la inexistencia de ábacos comprobados o fórmulas como se tiene para el diseño. Por lo tanto, requiere de criterio del ingeniero para determinar la técnica más acertada a ejecutar en el proceso de rehabilitación del pavimento asfáltico considerando el tipo de deterioro que presenta el pavimento a intervenir (INVIAS, 2008).

La conservación de pavimentos es un conjunto de actividades de ingeniería vial, con la finalidad de evitar el deterioro prematuro de los elementos que conforman una vía asfáltica. Además, se debe considerar los aspectos económicos ejecutando las actividades de rehabilitación de manera eficiente y oportuna para minimizar gastos y cumplir las metas que se programen según el periodo anual (MTC, 2018).

La aplicación del método VIZIR en la evaluación de deterioros de pavimentos asfálticos dispone una diferencia clara entre las fallas estructurales y funcionales, categorizando los deterioros en tipos A y B que permite clasificar el estado de un pavimento mediante inspección visual (Rojas, 2011). Los deterioros de tipo A son las que caracterizan la condición estructural del pavimento, estos daños pueden ser ahuellamientos, deformaciones, agrietamientos relacionados con la fatiga del pavimento y con respecto a los deterioros de tipo B son los que caracterizan los daños funcionales, que pueden tener su origen en deficiencias constructivas o condiciones locales que se evidencian en la calzada.

La evaluación de pavimentos es necesaria e importante porque permite conocer los deterioros superficiales a través de tiempo para poder ejecutar correcciones adecuadas considerando el tiempo óptimo que permitirá la optimización de los costos por obras de rehabilitación, mejorando el nivel de servicio vial y ahorrando gastos mayores para los usuarios y la administración vial (Zevallos, 2018).

En el presente artículo, no solo se identifican los tipos de deterioros

encontrados en el tramo de estudio. Además se proponen técnicas de rehabilitación, condición de drenaje superficial, causas que dieron origen a los deterioros y finalmente se presenta un mapa gráfico según categorización de deterioro.

Métodos

La presente investigación se desarrolló en la carretera nacional 5N entre el tramo Ramal de Aspuzana y Nuevo Progreso, ubicada en el distrito de Nuevo Progreso, provincia de Tocache, departamento

de San Martín (Figura 1). Los trabajos de inspección o campo que requiere el estudio se efectuaron en los meses de abril y mayo de 2021.

El clima en la zona de estudio es característico de la selva: templado, con abundante humedad durante todas las estaciones del año con temperatura máxima de 35°C, promedio de 25°C y mínima de 15°C. La precipitación anual acumulada máxima es 5087.4 mm, el promedio 4489.25 mm y el mínimo es 3952.2 mm (SENAMHI, 2021).

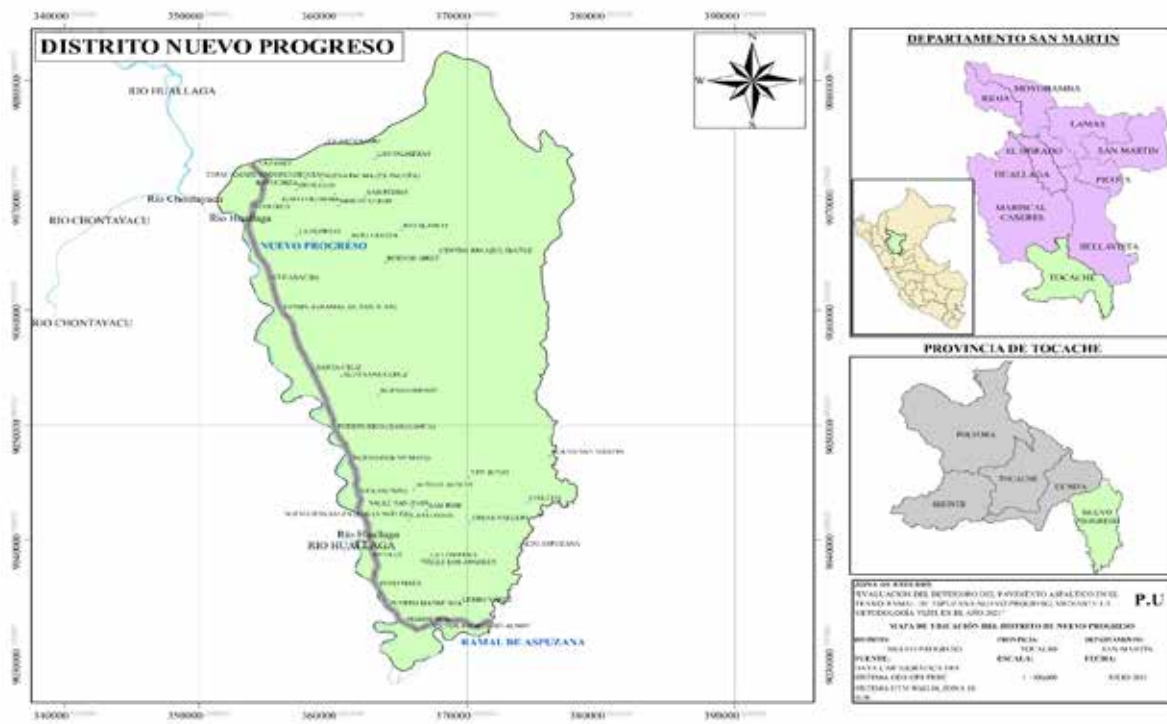


Figura 1. Ubicación del tramo en estudio

La investigación se desarrolló en tres pasos de acuerdo al esquema general que se presenta en la Figura 2. Cada paso identifica los componentes que se desarrollaron para la investigación, como

en el paso 1 de los estudios de campo, el paso 2 de proceso de datos y finalmente, el paso 3 de modelación gráfica de los resultados de la evaluación.

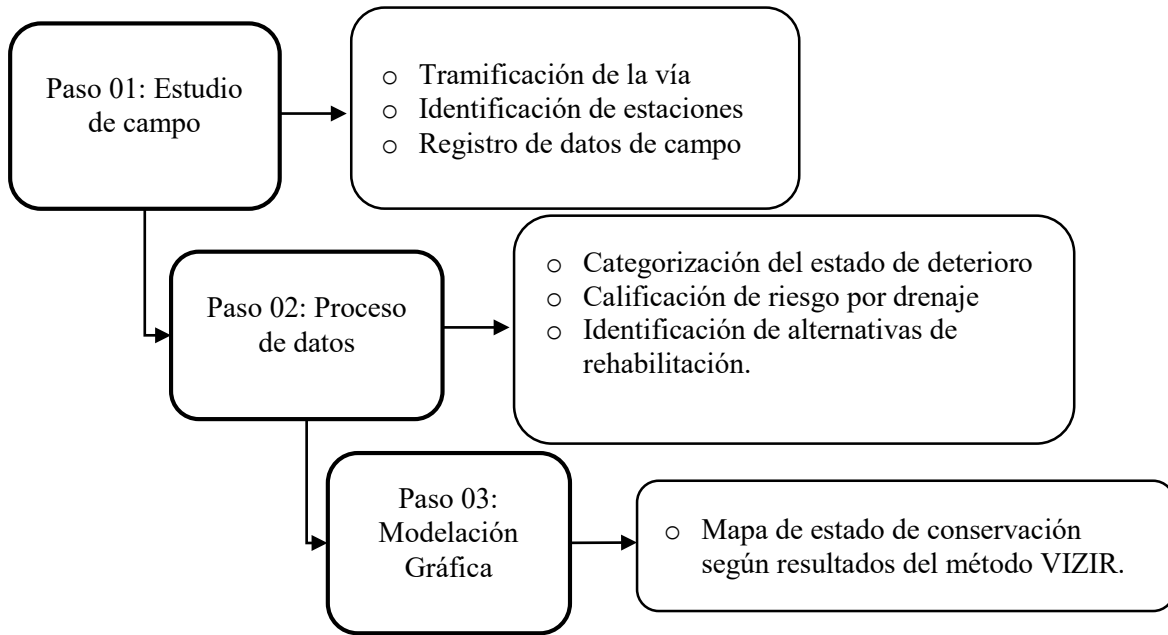


Figura 2. Esquema general de la metodología para el desarrollo de la investigación

Estudio de campo

La tramificación se refiere a la subdivisión del tramo a evaluar de acuerdo a los parámetros que permanecen en el tiempo, como estructura, tránsito y clima. Además, es necesario indicar que la metodología CONREVIAL es la más manejada en el Perú; sin embargo, no es una metodología patrón. La metodología de exploración es normalmente seleccionada por la empresa responsable de la auscultación de degradaciones generalmente según la experiencia y criterio del personal encargado (Hidalgo, 2006).

Considerando que el tramo en estudio corresponde a un solo tipo de estructura

diseñada para tránsito ligero y pesado, además de considerar que en el tramo a evaluar predomina un solo clima denominado A(r) A' H4: (Muy húmedo lluvioso con precipitación abundante todo en año), se procedió con el primer paso de la investigación que consistió en la tramificación del tramo de estudio en 10 secciones de 1000 metros cada.

La longitud total del tramo es de 48,8 kilómetros, las distancias de las secciones se midieron en campo (Tabla 1) y de igual proceder se tomó las estaciones para el aforo vehicular (Tabla 2). Las coordenadas son parte del trabajo de campo, se obtuvo con GPS navegador y un cuentakilómetros de moto.

Tabla 1

Tramificación de la vía a inspeccionar según el método VIZIR y riesgo por drenaje superficial

Secciones	Punto	COORDENADAS		PROGRESIVA
		Este (m)	Norte (m)	km
Tramo I	P1	370597	9032445	00+000
	P2	369758	9032957	01+000
Tramo II	P3	366159	9032241	05+000
	P4	365339	9032744	06+000
Tramo III	P5	363278	9036004	10+000
	P6	363104	9036930	11+000
Tramo IV	P7	362675	9040718	15+000
	P8	362481	9041682	16+000
Tramo V	P9	361807	9045297	20+000
	P10	361620	9046252	21+000
Tramo VI	P11	360056	9049842	25+000
	P12	359926	9050818	26+000
Tramo VII	P13	358519	9054606	30+000
	P14	358074	9055502	31+000
Tramo VIII	P15	356766	9059256	35+000
	P16	356155	9060055	36+000
Tramo IX	P17	355038	9063883	40+000
	P18	354493	9064719	41+000
Tramo X	P19	353997	9068520	45+000
	P20	354299	9069400	46+000

Tabla 2

Selección de estaciones para aforo vehicular

Nº	ESTACIÓN	COORDENADAS		PROGRESIVA	CÓDIGO DE ESTACIÓN
		Este (m)	Norte(m)	km	
1	Ramal de Aspuzana	370400	9032480	0+100	E-001
2	Madre Mía	365839	9032549	5+500	E-002
3	Sitully	363332	9037865	12+000	E-003
4	San Jacinto	362011	9043281	18+000	E-004
5	Santa Cruz	358519	9054606	30+000	E-005
6	Nuevo Progreso	355038	9063883	40+000	E-006
7	La Florida	354112	9069301	46+000	E-007

Como instrumento para aplicar la metodología VIZIR, se utiliza un formato de registro de deterioros de tipo A y B, el cual incluye la calificación del nivel

de gravedad, la longitud, área y en los casos que lo requiera la profundidad. La recopilación de información de campo se obtuvo entre los meses de abril y mayo

de 2021. Se menciona la fecha porque es necesario tener en conocimiento como es el comportamiento de los deterioros a través del tiempo.

Determinación del estado superficial según el Método VIZIR (Visión Inspección de Zonas e Itinerarios en Riesgo)

La metodología (VIZIR) se originó en Francia a partir de los años 60 para pavimentos flexibles “Visión Inspection de Zonas et Itinéraires Á Risqué”, y fue publicada por el laboratorio central de puentes y carreteras “Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)” (VIZIR, 1996).

El método VIZIR es considerado una herramienta para realzar una evaluación visual de las degradaciones en los pavimentos flexibles y estos pueden clasificarse como daños estructurales y daños superficiales, además de contemplar la gravedad y extensión de

las degradaciones (Unidad de Gestión Municipal, 2012).

Los deterioros son alteraciones producidas en la superficie de un pavimento asfáltico que pueden ser detectados visualmente y pueden producirse por acciones de las cargas de tránsito, por las condiciones climáticas, deficiencias en el proceso de producción y construcción, así también puede ser por la calidad de los materiales (Leguizamo, 2008). Los deterioros de acuerdo a la metodología VIZIR se clasifican y cuantifican en Tipo “A”, que caracteriza los deterioros que afectan la condición estructural y en Tipo” B”, los que caracterizan los deterioros que afecta la condición funcional.

Los tipos de deterioros juntamente con su nivel de gravedad (1, 2 o 3) y descripción se observan en la Tabla 2, para deterioros de Tipo “A” y en la Tabla 3 para deterioros de Tipo “B”.

Tabla 3
Descripción y niveles de gravedad de deterioros Tipo A

NIVEL DE GRAVEDAD			
DETERIORO	1	2	3
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante Prof. < 20 mm	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos. 20 mm ≤ Prof. ≤ 40 ≤ mm	Deformaciones que afectan de manera importante la comodidad y la seguridad de los usuarios. Prof. > 40 mm
Fisuras longitudinales por fatiga	Fisuras finas en la huella de rodamiento. <6 mm	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas.	Fisuras muy ramificadas, y/o muy abiertas. Bordes de fisuras ocasionalmente degradados.
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas (> 500 mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales.	Mallas más densas (<500mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (<200 mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales.
Bacheos y Parcheos	Intervención de superficie ligada a deterioros tipo B.	Intervenciones ligadas a deterioros tipo A Comportamiento satisfactorio de la reparación.	Ocurrencia de fallas en las zonas reparadas.

Tabla 4
Descripción y niveles de gravedad de deterioros Tipo B

DETERIORO		NIVEL DE GRAVEDAD			
		1	2		3
Fisura longitudinal de junta de construcción		Fina y única < 6 mm	-Ancha (≤ 6 mm) sin desprendimiento o - Fina ramificada		Ancha (≤ 6 mm) con desprendimientos o ramificada
Fisuras de contracción térmica		Fisuras finas < 6 mm	Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimiento, o finas con desprendimientos o fisuras ramificadas		Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos
Fisuras parabólicas		Fisuras finas < 6 mm	Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimientos		Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos
Fisuras de borde		Fisuras finas < 6 mm	Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimientos		Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos
Abultamientos		$h < 20$ mm	$20 \text{ mm} \leq h \leq 40$ mm		$h > 40$ mm.
Ojos de pescado* 100m	Cantidad	< 5	5 a 10	< 5	> 10 5 a 10
	\varnothing (mm)	≤ 300	≤ 300	≤ 1000	≤ 300 ≤ 1000
Desprendimientos: - Pérdida de película ligante - Pérdida de agregado		Pérdidas aisladas	Pérdidas continuas		Pérdidas generalizadas y muy marcadas
Descascaramiento	Prof. (mm)	≤ 25	≤ 25	> 25	> 25
	Área (m ²)	≤ 0.8	> 0.8	≤ 0.8	> 0.8
Pulimentos agregados		Long. Comprometida < 10% de la sección (100m).	Long. Comprometida $\geq 10\%$ a < 50% de la sección (100m)		Long. Comprometida > 50% de la sección (100m)
Exudación		Puntual, área específica	Continúa sobre las trayectorias por donde circulan las ruedas del vehículo.		Continua y muy marcada, en diversas aéreas.
Afloramientos: De mortero y de agua		Localizados y apenas perceptibles	Intensos		Muy intensos
Desintegración de los bordes del pavimento		Inicio de la desintegración, sectores localizados	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o más.		Erosión extrema que conduce a la desintegración del revestimiento asfáltico
Escalonamiento entre calzadas y berma		Desnivel entre 10 mm a 50 mm	Desnivel entre 50 y 100 mm		Desnivel superior a 100 mm
Erosión de las bermas		Erosión incipiente	Erosión pronunciada		La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios.
Segregación		Longitud comprometida < 10% de la sección (100 m).	Long. comprometida $\geq 10\%$ a < 50% de la sección (100 m)		Long. comprometida > 50% de la sección (100m)

*Cuando el número de ojo de pescado supere el número y tamaño descrito en la tabla, se deberá considerar como un deterioro del tipo A.

El método VIZIR para calificar el deterioro superficial de un pavimento asfáltico hace uso de dos índices: el índice de fisuración (If) que está relacionado a los agrietamientos de tipo estructural, y el índice de deformación (Id), está relacionado a las deformaciones de tipo estructural, ambos índices permiten determinar el índice de deterioro superficial (Is) según la extensión y gravedad (Porta, 2016).

La rehabilitación de deterioros de tipo A aporta tácitamente el atenuante para los defectos de tipo B, de manera que los defectos de este tipo solo se intervienen en ausencia de defectos de tipo A. Por tal motivo en la calificación del Índice de deterioro superficial (Is) solo se considera los deterioros de tipo A. Inicialmente se determina el Índice de fisuración (If) y el Índice de deformación (Id), los cuales están valorados cuantitativamente en función a su gravedad y extensión de fisuras o deformaciones estructurales. El acoplamiento de ambos índices genera un primer índice de calificación, el cual es corregido en función de la extensión y calidad de los trabajos de parcheo y bacheo, una vez ejecutada la corrección se determina el Índice de deterioro superficial (Is), el cual califica la sección escogida para el cálculo (Instituto Nacional de Vías, 2008).

A partir del Índice de deterioro superficial (Is), se categoriza en tres la condición del pavimento. Valores de (Is) 1 y 2 representan pavimentos con muy pocos fisuramientos y deformaciones, los

valores de (Is) 3 y 4 muestran pavimentos con fisuras de origen estructural y limitadas deformaciones y finalmente los valores de (Is) 5, 6 y 7 son pavimentos con abundancia de fisuras y deformaciones estructurales (Apolinario, 2012).

Inspección y establecimientos de niveles de riesgo por drenaje superficial

Las fisuras en los pavimentos facilitan la infiltración del agua que acelera la extensión y gravedad de los fenómenos de degradación en los pavimentos, llevando a la aparición de bordes agrietados, desprendimiento de material hasta la posterior formación de ojos de pescado (Echeverry, 2004).

Para determinar el nivel de riesgo por drenaje superficial se consideran tres parámetros básicos para valorar los daños causados por el agua. La Impermeabilidad del revestimiento (R). Recopila información de la superficie del pavimento, para ver la impermeabilidad que tiene la calzada. R=0, R=1, y R=2, Drenaje superficial (A). Recopila información del diseño geométrico de la vía y de las estructuras de drenaje superficial. A=0, A=1 y A=2, Ambiente hidrogeológico del pavimento (H). Registra los posibles efectos de degradación que puede tener las estructuras del pavimento debido a las corrientes de agua temporales y no temporales sobre la carpeta asfáltica o en los laterales del pavimento. H=0, H=1 y H=2 (González, 2008). La calificación final se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5
Calificación de niveles de riesgo por drenaje superficial

CALIFICACIÓN		RIESGO
0-2	N (NO HAY RIESGO)	Condiciones no propicias para que se presente daño en la estructura por causa del agua.
3-4	B (BAJO RIESGO)	Condiciones que pueden generar daño en la estructura por efectos del agua.
5-6	E (ELEVADO DE RIESGO)	Condiciones determinantes para causar la aparición y rápida degradación de la estructura por presencia del agua.

Selección de técnicas de rehabilitación

Las técnicas más comunes de rehabilitación consisten en la colocación de sobrecapas y en muchas ocasiones no se ha considerado el estado y capacidad estructural del pavimento. Es necesario que la corrección de los deterioros existentes mejore el estado estructural,

funcional y drenaje del pavimento (Instituto Nacional de Vías, 2008). Las alternativas de rehabilitación de los pavimentos asfálticos están agrupadas en las 4R (restauración, refuerzo, reciclado y reconstrucción) de acuerdo a la Figura 3, y las posibles causas de deterioros según técnica de rehabilitación en la Figura 4.

CATEGORÍA DEL DETERIORO	TIPO DE DETERIORO	R1				R2		R3		R4		TRATAMIENTOS PREVIOS															
		RESTAURACIÓN				REFUERZO		RECICLADO		RECONSTRUCCIÓN																	
		TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RIEGO EN NEGRO	LECHADA ASFÁLTICA	MICROAGLOMERADO (EN FRÍO O CALENTE)	SELO ARENA - ASFALTO	MEZCLA DRENANTE	SOBRECAPA DELGADA	SOBRECAPA ESTRUCTURAL	FRESADO Y SOBRECAPA	RECICLADO SUPERFICIAL EN CALENTE	RECICLADO EN FRÍO EN EL SITIO	RECICLADO EN PLANTA EN CALENTE	REMOCIÓN Y REEMPLAZADO DE CAPAS	WHITETOPPING	PARCHO	BACHEO	MEJORAMIENTO DEL DRENAJE	GEOTEXTILES*	GEOMALLAS*	SAMI	SELO DE GRIETAS	RUTEO Y SELLO	MICROFRESADO	FRESADO	RELLENO DE ZONAS AHUELLADAS	CAPA DE NIVELACIÓN
FISURAS	Longitudinal	x		o	o		x	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	*	*	x	o	x					
	Piel cocodrilo					x		x	x	*	*	*	*	*	*	*	o	o	*	x	o			o			
	Transversal	x		o	o			*	*	*	o	*	o	o	o	o		*	*	*	*	*	o	o			
	Reflexión	x		o	o			*	*	*	o	*	o	o	o	o		*	*	*	*	*	o	o			
	Bloque	x		o	o			o	*	o	*	o	o	o				*	*	*	*	o	o	o			
	Borde	o		o	o			o	*	o	o	o					*	o	o	o							
DEFORMACIÓN	Ahuellamiento				x			*	*	*	o	*	*	*	*	*	o						o	*	*	*	
	Ondulaciones						*	o	*	*	o	o	o	o	o	o	*						*	*	o		
	Levantamientos						o	*	*	o	*	*	*	*	*	*							*	*	*		
	Depresiones						o	o	o		o	o	*	*	o	*	o						*	o	*		
	Resalto en sobrecapas			o	*			o			o	o	o	o	o	o	*	*		o	o	*	*				
DESPRENDIMIENTOS	Descaramiento						*			o	*	o	o	o	*				o								
	Ojo de pescado						*	o		o	*	o	o	o	o	o	*		o	*							
	Pérdida de agregados	*	o	*	*	o	*	*	*	o	*	o	o	o	o	*	o	*	*				o	*			
	Pérdida de ligante						*		*	*	*	o	o	o	*			o	o				*	*			
	Pulimento de agregados	*		*	*	o	*	o	*	*	o	o	o	o	*	o							*	*			
	Bombeo						o		*	*	*	*	*	*	*	*	o	o									
OTROS	Segregación					o	o	o	o	*	*	o	o	o	o	*		o	o								
	Cuarateado					*	o	o	*	o	*	o	o	o	*	*							*	*			
	Exudación			o	o	*	o	o	o	o	*	o	o	o	o	*			o				o	*			

* Tratamiento más adecuado o Tratamiento marginal * Requiere sobrecapa y otro tratamiento superficial apropiado
 x Se requieren técnicas o productos especiales ** Ocasionalmente se puede requerir una capa de nivelación

Figura 3. Técnicas de rehabilitación y posibles causas

	ALTERNATIVA	TÉCNICAS POSIBLES	CAUSAS DE LOS DETERIOROS																																													
			BAJA ESTABILIDAD	GRADACIÓN DEFICIENTE	BAJO CONTENIDO DE ASFALTO	ALTO CONTENIDO DE ASFALTO	VACÍOS CON AIRE BAÍOS	VACÍOS CON AIRE ALTOS	CONTENIDO DE FINOS INADECUADO	MEZCLA TIERRA	MEZCLA SEGREGADA	DEFICIENTE PREPARACIÓN DE LA SUP.	EXCESO O DEFECTO DE LIGA	INADECUADO SELLADO DE GRIETAS	COMPACTACIÓN INADECUADA	EXCESO DE HUMEDAD EN LA MEZCLA	BAJO ESPESOR DE CAPAS ASFÁLTICAS	BAJO ESPESOR DE BASE/SUBBASE	DEFICIENTE COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	DEFICIENTE COMPACTACIÓN BASE/SUBBASE	DEFICIENTE GRADACIÓN BASE/SUBBASE E	ALTA VISCOSIDAD DEL ASFALTO	BAJA VISCOSIDAD DEL ASFALTO	ASFALTO MUY SUSCEPTIBLE A LA TEMPERATURA	ASFALTO DE RÁPIDO ENVEJECIMIENTO	MEZCLA SENSITIVA A LA HUMEDAD	AGREGADO DE ESCASA DURABILIDAD	AGREGADOS DE ESCASA SOLIDEZ	AGREGADOS SUCIOS	ALTA EXPOSICIÓN A LA HUMEDAD	BAJA TEMPERATURA AMBIENTE	ALTA TEMPERATURA AMBIENTE	CICLOS DIARIOS DE TEMPERATURA FUERTES	ALTO VOLÚMEN DE TRÁNSITO	ALTO NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES	ESTRUCTURA INSUFICIENTE	DEFICIENTE SELECCIÓN DE MATERIALES	DRENAJE DEFICIENTE	BERRIA ESTRECHA O INEXIS TENTE	CARRILES ANGOSTOS	RUIDO							
RESTAURACIÓN	Tratamiento superficial											x																																				
	Riego en negro				o																																											
	Lechada asfáltica				o		o	o				x																																				
	Microaglomerado (frío o caliente)				o		o	o	o	o		x																																				
	Sello de arena - asfalto				o																																											
	Mezcla drenante																										o																					
	Sobrecapa delgada				o	o	o	o	o	o																																						
REFUERZO	Sobrecapa estructural		*	o	*	*	*	*	*	*	o	o	o	*	o	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	Fresado y sobrecapa		o	*	*	*	*	*	*	*	o	o	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
RECICLADO	Reciclado superficial en caliente		o	*	*	*	*	*	*	*	o	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	Reciclado en frío en el sitio		o	o	o	o	o	o	o	o	o															o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	Reciclado en planta en caliente		*	*	*	*	*	*	*	*	o	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
RECONSTRUCCIÓN	Remoción y reemplazo de capas		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	White topping		*	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
TRATAMIENTOS PREVIOS**	Parcheo									o		o	o																																			
	Bacheo									*	*	o	o																																			
	Mejoramiento del drenaje																																															
	Geotextiles*		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o		
	Geomalla*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	SAMI											o	o																																			
	Sello de grietas													o																																		
	Ruteo y sello de grietas													o																																		
	Microfresado												o	o																																		
	Fresado											*																																				
	Relleno de zonas ahuelladas																																															
Capa de nivelación											o																																					

* Tratamiento más adecuado o Tratamiento marginal * Requiere sobrecapa u otro tratamiento superficial apropiado
**Ocasionalmente se puede requerir una nivelación x Se requieren técnicas o productos especiales

Figura 4. Tipos de deterioros y posibles técnicas de rehabilitación

Los pavimentos de las carreteras se someten a un proceso de deterioro no lineal desde el inicio de su vida útil, pero a diferencia de otros activos civiles, los pavimentos sobre el suelo se pueden tratar fácilmente para un determinado lugar y condición específica a través de mantenimiento, rehabilitación o tratamiento de reconstrucción (Kelly, Dalaney, Chai, & Mohamed, 2014). Para definir los trabajos de rehabilitación de los pavimentos asfálticos también es necesario tener en cuenta la composición del tránsito mediante la determinación del volumen vehicular en el tramo a evaluar. La distribución vehicular se clasifica en vehículos ligeros que comprenden autos,

station wagon, camionetas, micro y buses de dos ejes y mayor a tres ejes, vehículos pesados son considerados los camiones de dos, tres y cuatro ejes, los semi trailer y finalmente están los trailer.

Mapa de estado de conservación según resultados del método VIZIR

El mapa del estado de conservación del tramo evaluado es la representación de la calificación y estaciones de inspección de campo de acuerdo a las secciones calculadas con la metodología VIZIR, es presentado conforme a los resultados del Índice de deterioro superficial (I_s) obtenidos en la evaluación, también se

representa los resultados por nivel de riesgo por drenaje superficial.

La condición del pavimento en el tramo evaluado está representada según los tres niveles de Índice de deterioro superficial (Is) (buena, marginal o regular y deficiente), a la vez serán descritos con los colores verde, amarillo y rojo.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos se presentan siguiendo la secuencia del esquema de metodología.

En primer lugar, se identifica los deterioros existentes en el tramo de estudio tanto para los de tipo A y los de tipo B con su respectivo dato de incidencia. En segundo lugar, se muestran los valores calculados según la metodología VIZIR en los diferentes tramos evaluados con sus respectivos datos de incidencia en el consolidado de categorización; en tercer lugar, se presentan los resultados

del establecimiento de nivel de riesgos por drenaje en el tramo de estudio con su respectivo dato de incidencia. En el cuarto lugar, se presenta las técnicas de rehabilitación seleccionadas juntamente con las posibles causas de los deterioros y su comparación económica de estado de deterioro con la rehabilitación y finalmente se presenta el mapa del estado de deterioro del tramo evaluado en la investigación con su respectiva leyenda.

Fallas existentes en el tramo de estudio

En el recorrido del tramo evaluado se han encontrado deterioros de tipo A (degradación estructural) y de tipo B (degradación funcional), de los cuales las fallas de tipo A que presentan mayor incidencia son los deterioros de bacheo y parcheo (B) con 35.6 % como se observa en la Figura 5 y las fallas de tipo B que presenta mayor incidencia es el deterioro de pulimentos de agregados (PU) como se observar en la Figura 6.

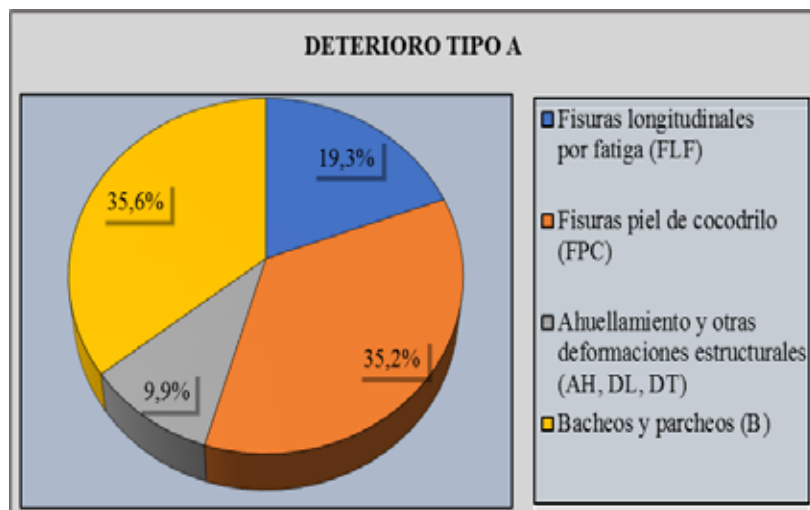


Figura 5. Deterioros de tipo A registrados en el tramo de estudio

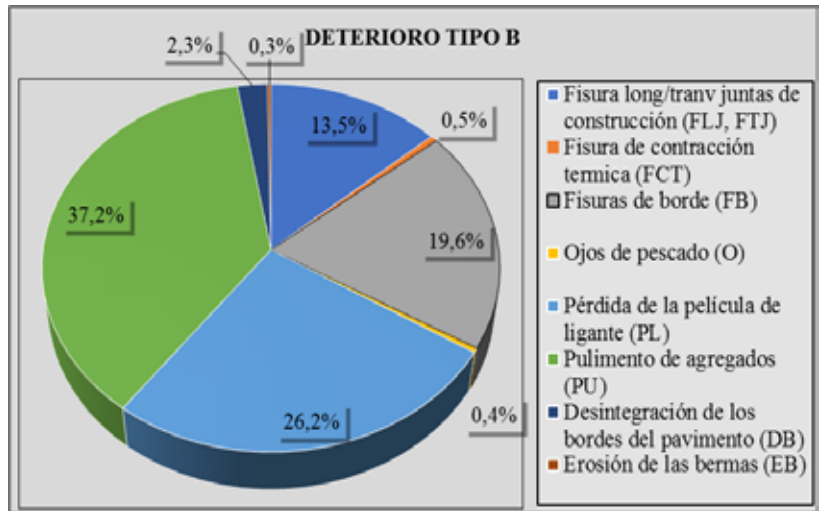


Figura 6. Deterioros de tipo B registrados en el tramo de estudio

Valores de Índice de deterioro superficial (Is) por tramo según el método VIZIR

El tramo evaluado presenta un estado de deterioro marginal o también considerado regular según los siguientes porcentajes obtenidos del Índice de

deterioro superficial (Is): Categoría buena 25.0%, categoría marginal 42.5% y categoría deficiente 32.5%. El resultado del tramo evaluado se presenta en la Figura 7 según la categorización final del estado de deterioro según la metodología VIZIR.

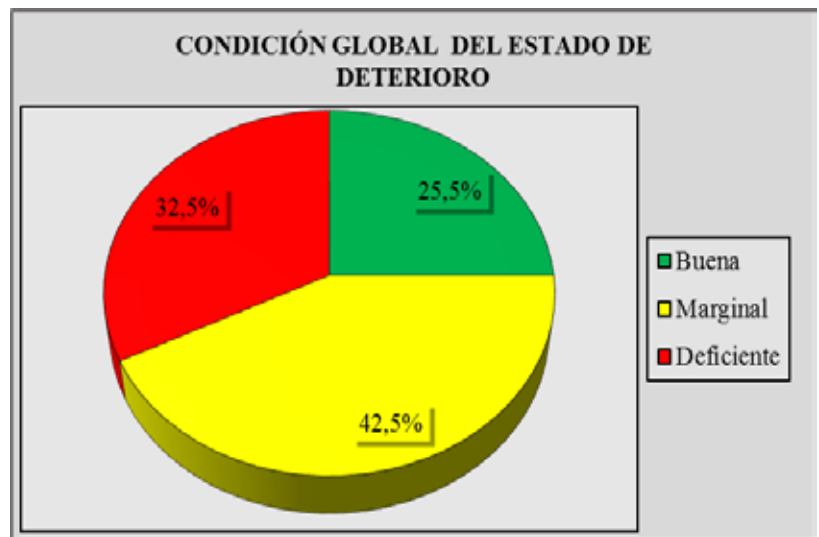


Figura 7. Condición global del estado de deterioro del pavimento asfáltico en el tramo evaluado

Valor de nivel de riesgo por drenaje en el tramo evaluado

La inspección y calificación de la condición del drenaje superficial se obtuvo

de acuerdo a los parámetros indicados en el desarrollo. Son los siguientes: Impermeabilidad del revestimiento (R), Drenaje superficial (A) y Ambiente hidrogeológico del pavimento (H). La

inspección de la condición del drenaje superficial se realizó en los 100 metros de acuerdo a los tramos que evalúa la condición del pavimento de los cuales se obtuvo que la condición de drenaje

superficial está en bajo riesgo según los siguientes resultados de incidencia: Bajo riesgo 60.0 %, No hay riesgo 27.0% y Elevado riesgo 13%.

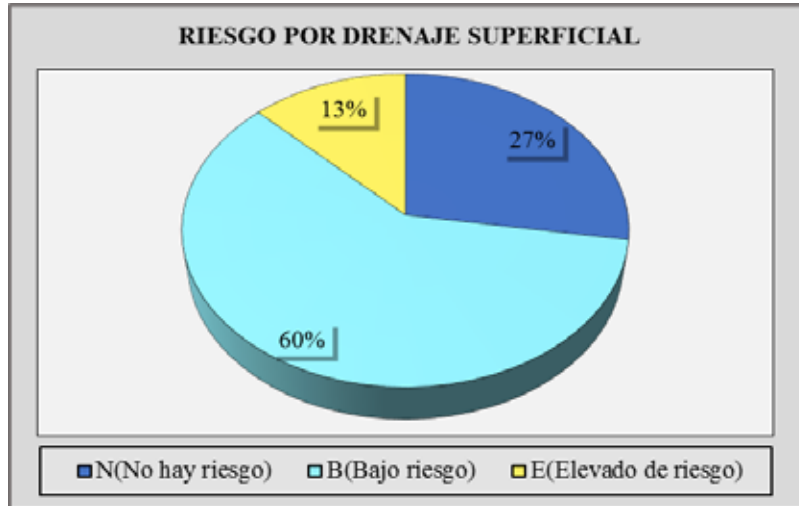


Figura 8. Valores de riesgo por drenaje superficial en la zona de estudio

Alternativas y técnicas de rehabilitación seleccionadas

El aforo vehicular es también un indicador del tipo de rehabilitación que requiere el pavimento, además de dar mayor certeza de las posibles causas que generan los deterioros. El registro del aforo vehicular se realizó por 12 horas diarias por 7 días para determinar

la distribución vehicular en el tramo evaluado. Se consideró 12 horas (7:00 am - 7:00 pm) por el mayor tránsito debido a la restricción del decreto supremo N° 123-2021-PCM Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia a Nivel Nacional por las graves consecuencias que afecta a la vida de las personas a consecuencia de la COVID-19, los resultados se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6

Resultados de aforo vehicular por 7 días en el tramo de estudio

Resultados Aforo Vehicular		% según tipo de Vehículo		Distribución (%)
Tipo de vehículo	IMDs	% Ligero	%Pesado	
Vehículos ligeros	646	71.00		71.00
Vehículos pesados	267		29.00	29.00
Transito diario	913	Total (%)		100.00

Del aforo vehicular se ha logrado determinar el volumen de tránsito en ambos sentidos del tráfico, predominando

los vehículos ligeros con un 71 % y los vehículos pesados con 29%. Según los resultados obtenidos los futuros deterioros

estructurales y funcionales en el tramo de estudio (Ramal de Aspuzana – Nuevo Progreso), no solo estarán asociados al tiempo de vida del pavimento o al efecto de las cargas por vehículos pesados, sino que se debe considerar los efectos de riesgo por drenaje superficial.

Las técnicas de rehabilitación fueron seleccionadas de acuerdo a lo considerado en el desarrollo en la Figura 2, además de la selección más acertada de la técnica de rehabilitación también se consideró el tratamiento previo según el tipo de deterioro, como se puede ver en la Tabla 7.

Tabla 7

Técnicas de rehabilitación seleccionadas en el tramo de estudio.

	Deterioros encontrados	Símbolo	Tratamiento previo	Técnica de rehabilitación
TIPO A (Condición Estructural)	Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	Geotextiles*	Sobrecapa estructural
	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	Bacheo	Sobrecapa estructural
	Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	AH, DL, DT	Bacheo	Remoción y reemplazado de capas
	Bacheos y Parcheos	B	Bacheo	Sobrecapa estructural
TIPO B (Condición Funcional)	Fisura Long/transv juntas de construcción	FLJ, FTJ	Sello de grietas	Microaglomerado (en frío o caliente)
	Fisura de contracción térmica	FCT	Sello de grietas	Microaglomerado (en frío o caliente)
	Fisuras de borde	FB	Sello de grietas	Microaglomerado (en frío o caliente)
	Ojos de pescado	O	Bacheo	Sobrecapa estructural
	Pérdida de la película de ligante	PL	Bacheo	Sobrecapa estructural
	Pulimento de agregados	PU	Parcheo	Microaglomerado (en frío o caliente)
	Desintegración de los bordes del pavimento	DB	Bacheo	Sobrecapa delgada
Erosión de las bermas	EB	Bacheo	Sobrecapa delgada	

Una vez seleccionada las técnicas de rehabilitación y considerando la Figura 4 de la metodología, se determinó las posibles causas de los deterioros registrados en el tramo de acuerdo a las técnicas de rehabilitación seleccionadas como se puede ver en la Tabla 8.

Cabe resaltar que las alternativas de rehabilitación seleccionadas pertenecen a los grupos de refuerzo y reconstrucción para tratar adecuadamente las degradaciones del pavimento ocasionados por el tiempo de vida, factores de carga y sobre todo factores climáticos.

Tabla 8

Causas de los posibles deterioros registrados en el tramo evaluado

POSIBLES CAUSAS DE DETERIOROS DEL TRAMO	
Técnicas de rehabilitación	Causa
Microaglomerado (en frío o caliente)	Alta exposición a la humedad
Sobrecapa estructural	Alta exposición a la humedad
	Drenaje deficiente
	Deficiente compactación base/subbase
Remoción y reemplazado de capas	Alta exposición a la humedad
	Deficiente compactación base/subbase
	Deficiente compactación de subrasante
Sobrecapa delgada	Drenaje deficiente
	Alta exposición a la humedad
	Agregado de escasa durabilidad

En el estudio de (Chavez & Cusquisiban, 2017) se aplicó la metodología VIZIR para plantear técnicas de rehabilitación en el distrito de Ventanilla-Lima, considerando que el pavimento asfáltico evaluado es de categoría regular, siendo vías de bajo tránsito pesado y de precipitación anual mínima se consideró alternativas de rehabilitación por refuerzo y reconstrucción. La principal propuesta está la demolición del pavimento asfáltico en parches de pistas por 5232 m².

En otro estudio que realizó (Patarroyo, 2019) sobre evaluación de pavimento asfáltico, determinó el estado de deterioro del pavimento asfáltico como deficiente, además de calificar el riesgo por drenaje en nivel E (Elevado riesgo). La técnica de rehabilitación que considera es la Reconstrucción de toda la estructura del pavimento.

Mapa de deterioro de pavimentos método VIZIR

El mapa del estado de deterioro del pavimento en el tramo evaluado contiene los resultados del estado de deterioro del pavimento evaluado con la metodología VIZIR, descritos por colores, el color verde representa al estado bueno, el color amarillo representa al estado marginal y el color rojo representa el estado deficiente. Describe los niveles de riesgo por drenaje superficial, el color azul representa que no hay riesgo, el color celeste representa que el riesgo es bajo y el color amarillo claro representa el elevado riesgo. Además, presenta el clima y la ubicación de las estaciones donde se realizó el conteo vehicular de acuerdo a su código de estación.

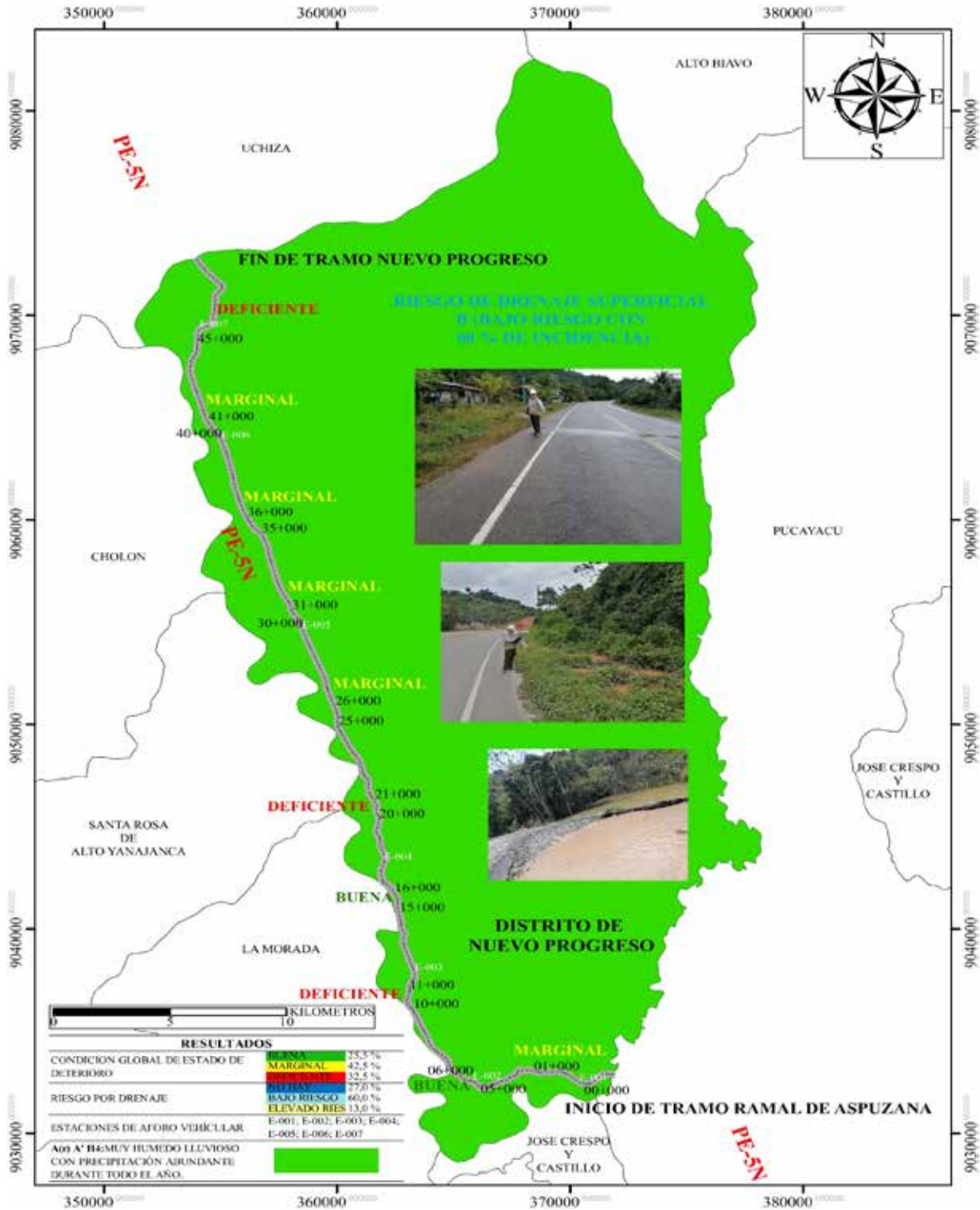


Figura 9. Mapa del estado de conservación

Conclusiones

El tramo evaluado corresponde desde la localidad de Ramal de Aspuzana a Nuevo Progreso en el distrito de Nuevo Progreso, provincia de Tocache, departamento de San Martín. La inspección de campo se

realizó en los meses de abril y mayo de 2021. De acuerdo con la metodología VIZIR, se obtuvo que el índice de deterioro superficial (Is) promedio es 3,68 y la condición global de conservación con mayor incidencia es marginal con 42,5% siendo el indicador de la condición de

deterioro del pavimento asfáltico en el tramo evaluado.

El establecimiento de nivel de riesgo por drenaje superficial en el tramo inspeccionado es de Bajo riesgo (B) con un grado de incidencia de 60 %, siendo esta una de las principales causas que acelera la gravedad y extensión en los deterioros, sobre todo los deterioros de tipo A, debido al efecto que tiene en la condición estructural del pavimento y los deterioros ojo de pescado del tipo B por su desarrollo acelerado ante la combinación de factores como agua y tránsito pesado.

El volumen de tránsito pesado en el tramo evaluado es solo de 29 % y de tránsito ligero, 71%, por lo que indica que la presencia de los deterioros registrados y los que están en desarrollo no son generados por tránsito pesado ni por el tiempo de

vida del pavimento, más bien la condición climática con precipitación promedio anual acumulado de 4489,25 mm está dando señal de su efecto de degradación.

Así mismo, los deterioros que más afectan a la condición del pavimento en el tramo evaluado en función al grado de incidencia son: del tipo A están los Bacheos y Parcheos (B) con 35.6 % esto es debido al mantenimiento rutinario de sello de grietas con asfalto y arena, también están las fisuras de piel de cocodrilo (FPC) con 35.2 % entre sus causas posibles esta la alta exposición a la humedad, drenaje deficiente y errores en el proceso constructivo. Del tipo B, el deterioro que más afecta la condición del pavimento de acuerdo a su grado de incidencia es el pulimento de agregados (PU) con 37.2 %. Entre las posibles causas están la alta exposición a la humedad.

Referencias

- Apolinario, E. (2012). *Inovación del método VIZIR en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito*. Repositorio de Universidad Nacional de Ingeniería.
- Chavez, S., & Cusquisiban, E. (2017). *Planteamiento de Estrategias de Rehabilitación del Pavimento Flexible Aplicando la Metodología VIZIR, Para la Optimización de Recursos en la Avenida 225 (Ventanilla-Lima)*. Repositorio USMP.
- Echeverry, C. (2004). *Manual de Drenaje de Carreteras*. Repositorio de Universidad de los Andes.
- González, R. (2008). Anexo D: Instructivo para la inspección y la calificación del sistema de drenaje. En *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras* (págs. 4-8). Instituto Nacional de Vías.
- Hidalgo, C. (2006). *Evaluación del sistema de gestión de pavimentos flexibles en el Perú*. Repositorio de Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas.
- Instituto Nacional de Vías. (2008). Parte 3: Evaluación de la condición global del pavimento. En *Guía Metodológica para el Diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. (págs. 209-211). Ministerio de Transporte.

- Instituto Nacional de Vías. (2008). Parte 4: Selección de técnicas de rehabilitación. En *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras* (págs. 261-263,308,310). Ministerio de Transporte.
- INVIAS. (2008). *Guía Metodológica para el Diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Ministerio de Transporte.
- Kelly, G., Dalaney, D., Chai, G., & Mohamed, S. (2014). Optimising local council's return on investment from annual pavement rehabilitation budgets through targeting of the average pavement condition index. *ScienceDirect*, 469.
- Leguizamo, P. (2008). Anexo B: Instructivo para la inspección visual y la evaluación de los deterioros de los pavimentos asfálticos de carreteras. En *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras* (págs. 4-36). Instituto Nacional de Vías.
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Patarroyo, S. (2019). *Evaluación de Patologías Método VIZIR en Pavimentos Flexibles y Posibles Técnicas de Rehabilitación del Tramo Comprendido entre el KM 8+500 hasta el km 9+000 de la vía Ibagué-Rovira, Departamento de Tolima*. Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia.
- Porta, S. (2016). *Evaluación y comparación de metodologías índice de condición de pavimentos (PCI) y visión e inspección de zonas e itinerarios en riesgo (VIZIR) en la avenida Mariscal castilla tramo: Fundo el Porvenir-La Victoria*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Rojas, U. (2011). *Evaluación superficial por el método VIZIR carretera Cañete-Chupaca. Política de mantenimiento*. Repositorio de Universidad Nacional de Ingeniería.
- SENAMHI. (22 de Junio de 2021). *Mapa climatico del Perú*. Obtenido de Datos Hidrometeorológicos: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Unidad de Gestión Municipal. (2012). *Comparación de métodos de análisis: Notas de calidad (FWD-VIZIR), Notas calidad (FWD-IRI) Y PCI, para escogencia de tipo intervenció en las redes viales cantonales*. Universidad de Costa Rica.
- VIZIR. (1996). *Método con ayuda de computador para la estimación de necesidades en el mantenimiento de una red carretera*. LCPC, Laboratoire central des ponts et chaussées.
- Zevallos, R. (2018). *Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca-2017*. Repositorio Universidad César Vallejo.