

Evaluación y clasificación de vías en el corregimiento de David Sur, aplicando el método PCI

Evaluation and classification of roads in the David South township, applying the PCI method

Mike Justavino¹, Max Tiemann¹, Airam Morales^{1, *}

¹Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Chiriquí, Facultad de Ingeniería Civil, Panamá

Fecha de recepción: 18 de noviembre de 2022. **Fecha de aceptación:** 19 de abril de 2023.

***Autor de correspondencia:** airam.morales@utp.ac.pa

Resumen. Una inversión en rehabilitación o reconstrucción de una calle es sumamente mayor al costo del mantenimiento de los pavimentos. De acuerdo con esto, este estudio tiene como objetivo exponer el estado de las tres calles en el corregimiento de David Sur, debido a el nulo mantenimiento, mala construcción y al alto volumen de tráfico. Además, se busca promover el uso del PCI (Pavement Condition Index), ya que en nuestro país es un método poco implementado. Por estos motivos, surge la decisión de usar el método conocido como PCI, que está dentro de la norma ASTM D6433-20. Los resultados obtenidos de las tres calles evaluadas fueron condición grave (Calle M Sur), condición Pobre (Calle Z Sur) y condición pobre (Calle 1ra), resaltando lo mencionado anteriormente que la gran mayoría de las calles se encuentran en mal estado con una calidad de viaje mala o pésima. Cabe resaltar que el método al existir fallas que se deben categorizar según el aspecto visual o la calidad de viaje depende en gran medida de la consideración del propio inspector o persona que evalúa la calle. También existen otros métodos conocidos para evaluar pavimentos; sin embargo, resaltamos el uso del método PCI ya que globaliza múltiples fallas causadas por distintos factores con un gran acierto a la condición real de pavimento y la comparación de estas clasificaciones con otros métodos como por ejemplo el IRI (International Roughness Index) que incluso existe una posible correlación entre los dos métodos de evaluación que también se presentará en el artículo.

Palabras clave. Fallas, grietas, mantenimiento, pavimentos, PCI.

Abstract. An investment in rehabilitation or reconstruction of a street is much higher than the cost of pavement maintenance. Accordingly, this study aims to expose the state of the three streets in David Sur, due to their lack of maintenance, poor construction, and high volume of traffic. In addition, it seeks to promote the use of PCI since in our country it is a little implemented method. For these reasons, the decision arises to use the method known as PCI (Pavement Condition Index), which is within the ASTM D6433-20 standard. The results obtained from three streets evaluated were Serious (Calle M Sur), Poor (Calle Z Sur) and Poor (Calle 1ra), highlighting what was previously mentioned that most of the streets are in poor condition with poor ride quality or lousy. It should be noted that the method to exist faults that must be categorized according to the visual aspect, or the quality of the trip depends to a great extent on the consideration of the own inspector or person who evaluates the street. There are also other known methods for evaluating pavements; however, we highlight the use of the PCI method since it globalizes multiple failures caused by different factors with great accuracy to the real condition of the pavement and the comparison of these classifications with other methods such as the IRI (International Roughness Index) that even exists a possible correlation between the two evaluation methods that will also be presented in the article.

Keywords. Faults, cracks, maintenance, pavements, PCI.

1. Introducción

En la actualidad uno de los problemas que aqueja y se presenta a lo largo de diversos países es el estado deplorable de los pavimentos, que se traduce, en el escaso o nulo mantenimiento de estos. Un estado y calidad de los pavimentos inadecuados influye directamente en el nivel del viaje de los transportistas, además a largo plazo representa problemas socioeconómicos [1],[2]. Los pavimentos son parte medular del sistema de carreteras y a pesar de que los primeros años de vida útil tengan un estado excelente, sin mantenimientos, su deterioro es inminente [3].

En Panamá no se tiende a practicar ningún método regulado por una normativa que logre analizar y recopilar información útil acerca de las calles, ni mucho menos una base de datos que las almacene. A diferencia, países como Ecuador, Brasil, Perú Estados Unidos e India cuentan con un sistema de gestión de pavimentos PMS (Pavement Management System), resultando una herramienta útil y eficiente para comprender la evolución que tendrá el pavimento, también toma importante relevancia para escoger el tipo óptimo de mantenimiento o en tal caso rehabilitación [4],[5],[6],[7]. Por lo general, el método más utilizado para determinar la condición del pavimento es el PCI, ya sea en pavimento rígido o flexible, tomando en consideración el tipo, severidad y densidad de las fallas presentes en el pavimento [8],[9].

En los últimos años se han desarrollado investigaciones que demuestran que el PCI además de ser un indicador de la condición del pavimento, se puede relacionar con parámetros geométricos y de nivel de serviciabilidad como el IRI (International Roughness Index) y PSI (Present Serviceability Index) [10]. También, el PCI como método es versátil para ser utilizado en conjunto con programas SIG, creando mapas que son un valioso recurso gráfico, para la orientación de inspectores [5],[11].

El corregimiento de David Sur no escapa de la problemática planteada anteriormente, por lo que este estudio se enfoca en la aplicación del método PCI para demostrar en las condiciones que se encuentran los pavimentos de calles que ya presentan un envejecimiento, se evaluaron dos calles de pavimento flexible y una de pavimento rígido.

En las siguientes secciones se lleva a cabo todos los procedimientos que se necesitan para obtener el PCI de cada una de las calles mencionadas, basado en la norma ASTM D6433-20, se recolectaron y procesaron los datos buscando como finalidad obtener un indicador para la toma de decisiones de mantenimiento o rehabilitación.

2. Materiales y Métodos/ Metodología

Para este estudio se evaluaron las siguientes calles: La Calle M Sur de pavimento flexible ubicada próxima a la Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Chiriquí, la Calle Z Sur de pavimento flexible ubicada entre la Urb. Portal de Las Margaritas y Urb. La Riviera y por último el tramo de pavimento rígido de la Calle 1ra entre UDELAS (Universidad Especializada de las Américas) y el MIVIOT (Ministerio de Viviendas y Ordenamiento Territorial de Panamá).

Para la inspección de las calles señaladas se utilizaron materiales como: un odómetro, una cinta métrica, pintura en aerosol, cámara, chalecos reflectivos de seguridad, una regla y hojas de datos de la norma. El método utilizado fue el PCI que en sus siglas en inglés significa Pavement Condition Index, que traducido al español significa Índice de Condición de Pavimento, este método pertenece a la norma ASTM D6433-20, en la cual se especifican las diferentes fallas con sus severidades tanto para pavimentos flexibles, como para pavimentos rígidos [8].

El objetivo final del método es establecer un valor de PCI de las calles inspeccionadas en donde el rango va desde cero (0) hasta cien (100), en donde el cero es deficiente y el cien es excelente, el PCI tiene clasificaciones dentro de varios rangos que se muestran en la figura 1 en donde se detalla el rango de cada clasificación del pavimento según el número de PCI calculado en función de las fallas.

PCI	
100	Excelente
85	Satisfactorio
70	Bueno
55	Pobre
40	Muy pobre
25	Grave
10	Deficiente
0	

Figura 1. Tabla de condición de pavimento.

En la figura 2 se muestran los pasos sintetizados para la aplicación de la norma:



Figura 2. Esquema de metodología de la norma.

Al seleccionar las calles se estableció que sean vías con un tráfico considerable, escaso mantenimiento y que presentarán diversidad de fallas, para que de esta manera se tenga información útil para futuras tomas de decisiones. Posteriormente, se realizaron cálculos antes de realizar las evaluaciones, para determinar la cantidad de muestras a evaluar para cada calle como se presenta a continuación en la tabla 1, tabla 2 y tabla 3. El procedimiento ejecutado en la evaluación de las tres calles fue de medir una longitud de 400 metros para luego dividir esta longitud en secciones, se deben calcular la cantidad y el área de secciones, además de establecer que secciones se tomaran en cuenta según se observa en la ecuación 1.

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

Donde:

e =error aceptable en estimar la sección PCI

s =desviación estándar, 10 para asfalto y 15 para concreto.

N = número total de unidades de muestra en la sección

n = unidades de muestreo o secciones a evaluar.

Tabla 1. Cálculos previos de la Calle M Sur

Calle M Sur	
Ancho promedio	6.30 m
Longitud	400.00 m
Área	2520.00 m ²
Área de sección	280.00 m ²
N (total de secciones)	9 secciones
Longitud de sección	44.44 m
n (secciones a evaluar)	7 secciones

Tabla 2. Cálculos previos de la Calle Z Sur

Calle Z Sur	
Ancho promedio	7.5 m
Longitud	400 m
Área	3000 m ²
Área de sección	300 m ²
N (total de secciones)	10 secciones
Longitud de sección	40 m
n (secciones a evaluar)	7 secciones

Tabla 3. Cálculos previos de la Calle 1ra

Calle 1ra	
Ancho promedio	7.2 m
Longitud	403.3 m
N (total de secciones)	8 secciones
Cantidad de losas por sección	20 losas
n (secciones a evaluar)	7 secciones

Es necesario resaltar que en la calle 1ra se midió un poco más de 400 metros de longitud, para así abarcar secciones con losas completas. Por otra parte, aplicando la ecuación 1 establecimos las secciones a evaluar para cada calle, procediendo a inspeccionar cada una de las secciones. Para la calle de pavimento rígido, esto varía un poco ya que las secciones se dividen por número de losas y no por área, es decir que cada sección del pavimento rígido se constituye de 20 losas de una longitud no mayor a 8 metros; luego de establecer las secciones el procedimiento sería el mismo que en el pavimento flexible, que es identificar cada falla dentro de la sección con su severidad y extensión ocupante.

Para el descarte de las secciones se aplicó el término i en las calles de pavimento flexibles, que representa la relación que hay entre el número de secciones totales entre el número de muestras a evaluar [8]. El descarte para cada calle se aprecia en la tabla 4.

Tabla 4. Descarte de secciones por calle

Secciones descartadas		
Calle M Sur	$i=1.50$	3,6 y 9
Calle Z Sur	$i=1.50$	3,6 y 9
Calle 1 ^a	$i=1.14$	1

Luego de las inspecciones se procede a calcular el porcentaje de densidad para cada falla por sección, a partir de este porcentaje y la severidad que posee la falla se establece un valor deducible (DV) que se obtiene utilizando las gráficas que se encuentran en la norma. Después, se calcula a partir de la ecuación 2 la cantidad de valores deducibles máximos aplicables para la creación de la matriz cuadrada.

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right) (100 - HDV) \leq 10 \quad (2)$$

Donde:

m = número permitido de deducciones, incluyendo fracciones
 HDV = Valor de deducción individual mayor.

Después de esto, se calcula el valor deducido total, sumando todos los valores deducidos individuales, seguidamente conocidos los valores mayores que 2.0 se listan los valores deducidos de mayor a menor, obteniendo así el valor de “q”. Conocido los valores de que se determina el (CDV) que es el valor deducible corregido, a través de la curva de corrección correspondiente al tipo de pavimento que se evalúa [2], se calcula el PCI por cada sección, por medio de la ecuación 3 como se presenta a continuación:

$$PCI = 100 - CDV_{max} \quad (3)$$

Donde:

CDV_{max} = valor deducible corregido máximo.

Finalmente, el valor de PCI para las calles será el promedio de los PCI para cada unidad de muestreo como se muestra en la ecuación 4, culminando con la comparación de los rangos de condición de pavimentos establecidos en la figura 1.

$$PCI = \frac{\sum_i^n PCI_i}{n} \quad (4)$$

Donde:

PCI = índice de condición promedio del pavimento

n = unidades de muestreo.

3. Resultados y discusiones

A continuación, en esta sección se presentarán los cálculos realizados en cada calle mencionadas anteriormente. Con el objetivo de establecer el valor de PCI para cada una de ellas, además, de discutir los valores obtenidos y la clasificación en la que se encuentran siguiendo la metodología.

3.1 Cálculos y resultados de la Calle M Sur

La Calle M Sur es una calle colmadamente usada por un variado tráfico desde sedanes hasta camiones y mulas, ya que esta próxima a lugares de gran interés público, como lo son los territorios de la Feria Internacional de David y el estadio San Cristóbal. Además, de conectar el área de Lassonde con la Riviera y el centro de David. Según la inspección realizada las fallas que más extensión ocupan y que tienen mayor relevancia son las de grietas de bloque, el parcheo y la piel de cocodrilo. Esta última causada por la fatiga del propio pavimento, condición que se debe a la gran cantidad y variación de tráfico que resiste esta calle, factores que en sus inicios de diseño no fueron contemplados, por ejemplo, no se visualizó que esta calle sería utilizada por tráfico pesado. También se destaca que la gran cantidad de grietas de bloque al tratarse de una calle que probablemente ya cumplió su vida útil y el poco o nulo mantenimiento que recibe, se pueden deber a los ciclos de temperatura ya que el clima de nuestra zona es bastante intenso, húmedo y cambiante. A continuación, en la tabla 5 se plantea el resumen de los valores de PCI de cada sección inspeccionada con su clasificación según la norma, al igual que el PCI promedio de todas las secciones de interés, puesto que en total fueron 8 secciones. El promedio de las 6 secciones es el valor del PCI de la sección en general que se tomó de la calle.

Tabla 5. Resumen de los valores PCI de cada sección y el PCI promedio de la Calle M Sur

Sección	PCI	Clasificación
1	8	Deficiente
2	2	Deficiente
4	20	Grave
5	2	Deficiente
7	6	Deficiente
8	28	Muy Pobre
PCI promedio	11	Grave

Como resultado, la clasificación de la Calle M Sur según el método PCI está en una clasificación grave. En la figura 3 se presenta el estado de la calle M Sur además una de las fallas predominantes en el pavimento.

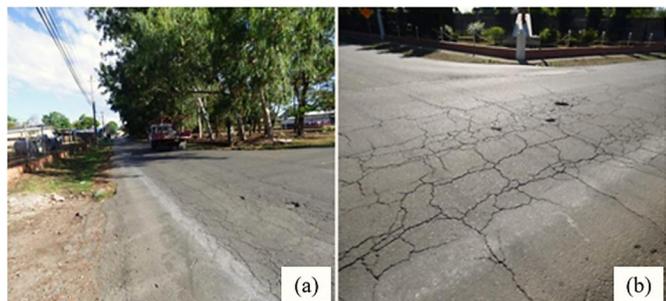


Figura 3. (a) Estado de la calle M Sur en mayo del 2022, (b) Falla de grietas de bloque presente en la calle M Sur.

3.2 Cálculos y resultados de la Calle Z Sur

La Calle Z Sur conduce hasta la calle Los Abanicos y esta a su vez a la Av. Red Gray que conduce al Aeropuerto Internacional Enrique Malek, la calle en análisis es considerada un ramal de la ruta David-Querévalo, igualmente la Calle Z Sur es ampliamente utilizada por una gran cantidad de tráfico de carros pequeños, aunque, también cuenta con tráfico pesado por ser utilizada por los camiones recolectores de basura doméstica e industrial, al ser una calle que conduce también al vertedero de la ciudad.

Es necesario resaltar que en esta calle se realizaron trabajos para introducir tuberías de aguas negras para conectar las residencias aledañas a la red de colección de estas aguas, para su tratamiento en la planta residual de la ciudad, estas tuberías van por debajo de la calle, esto a su vez trajo la necesidad de levantar la capa asfáltica y excavar la zanja en donde serian introducidas las tuberías. Por lo que existe una amplia área cubierta por un parche dado que solamente colocaron otra capa asfáltica encima de las tuberías y no reacondicionaron la calle completa.

Las fallas predominantes en esta calle y que se presentaron en la mayoría de las secciones son: el parcheo y las grietas de borde que se extiende prácticamente por todas las secciones. Podemos afirmar que las grietas de borde pueden haber sido producidas por una mala ejecución a la hora de la construcción y han sido afectadas en mayor medida por el tráfico, debido a tener una calidad de viaje más cómoda los automóviles prefieren tratar de esquivar los parches en malas condiciones y por esto se acercan mucho al borde el cual no cuenta con un debido hombro y produce que las llantas pasen sobre el borde muy próximo a donde termina la sección transversal de la calle. Se presentará en la tabla 6 a continuación el resumen de los valores de PCI obtenidos en cada sección estudiada y el valor promedio de la calle, al igual que la clasificación de cada sección y la clasificación final de la calle de acuerdo con el valor de PCI promedio obtenido.

Tabla 6. Resumen de los valores PCI de cada sección y el PCI promedio de la calle Z sur

Sección	PCI	Clasificación
1	46	Pobre
2	38	Muy Pobre
4	62	Bueno
5	68	Bueno
7	46	Pobre
8	30	Muy Pobre
10	46	Pobre
PCI promedio	48	Pobre

Como resultado, la clasificación de la Calle Z Sur según el método PCI está en una clasificación pobre, esto se puede discutir, ya que la calle a simple vista no se sitúa en tan mal estado y la experiencia de viaje es aceptablemente cómoda, que se puede mejorar con una reparación superficial de la calle. A continuación, en la figura 4 se muestra el estado de la calle Z Sur, adicional a una de las fallas predominantes en el pavimento.



Figura 4. (a) Estado de la calle Z Sur en mayo del 2022, (b) Falla predominante baches de severidad media.

3.3 Cálculos y resultados de la calle 1ra

La Calle 1ra a diferencia de las demás el pavimento es de concreto, este tramo de 400 m es una calle local que permite la accesibilidad a UDELAS y a la sede regional del MIVIOT, sin embargo, su construcción fue enfocada para los pobladores del barrio El Vedado hace más de 50 años, información constatada por parte de los moradores longevos del área, en el momento de realizar la evaluación de la calle. Por otra parte, la calle posee un tráfico variable, en el tramo inicial es más pesado, que corresponde a las secciones 6, 7 y 8 donde se encuentran ubicadas las instituciones gubernamentales mencionadas, en contraste, con un tráfico más bajo en comparación con las

demás secciones evaluadas de la calle que forman parte del proyecto de entrada del Barrio El Vedado, de hecho, esto se refleja con los valores de PCI obtenidos por sección en la Tabla 7; asimismo el valor de PCI promedio fue de 52, el cual es clasificado como pobre.

Tabla 7. Resumen de los valores PCI de cada sección y el PCI promedio de la Calle Ira

Sección	PCI	Clasificación
2	51	Pobre
3	62	Bueno
4	57	Bueno
5	47	Pobre
6	46	Pobre
7	60	Bueno
8	40	Muy pobre
PCI promedio	52	Pobre

Es necesario mencionar que durante la evaluación de la Calle Ira se encontraron losas de longitudes mayores a los 8 m, por lo tanto, se aplicó lo que describe la normativa de considerar losas imaginarias con longitudes menores a los 8 m en longitud, adicionalmente que sus respectivas juntas imaginarias serán asumidas en perfectas condiciones [8]. Por otro lado, las fallas sobresalientes en esta calle son: las grietas longitudinales, losas divididas, desnivel de hombro y daño de sello de juntas. En la figura 5 se presentan fallas identificadas en la calle Ira.



Figura 5. (a) Desnivel de hombro de severidad alta, (b) Losa dividida de severidad alta.

3.4 Discusiones

El método PCI se utiliza como indicador que permite al inspector comparar con un criterio uniforme, el estado en que se encuentra el pavimento sobre su comportamiento y

condición, para posteriormente decidir de manera justificada si el pavimento está en condición de mantenimiento, reparación y/o rehabilitación [12].

Basándonos en lo planteado anteriormente se puede comparar los valores de PCI de las calles evaluadas, por ejemplo; la Calle M Sur se halla en un estado de no retorno evaluada como grave, es decir que por más mantenimiento o reparación que se le efectuó, no va a aumentar su periodo de vida útil, por lo que es necesario una rehabilitación completa; a diferencia, en el caso de la Calle Z Sur en donde el PCI arroja una condición pobre, se podría discutir el valor obtenido, puesto que en realidad a simple vista no se aprecia un estado tan severo de la calle, donde la falla predominante es la grieta de borde en severidad alta, por el estado en que se encuentra el alrededor de la calle, realizando una escarificación del pavimento de los bordes, posteriormente su reconstrucción incluyendo la construcción de los hombros ya que son inexistentes, de igual importancia, reparando las demás fallas en gran medida es posible aumentar el periodo de vida útil de esta calle, incluso como conductor y pasajero se puede corroborar que la calidad de viaje por esta calle no es mala, algo destacable de esta calle es su ancho, por lo que la grieta de borde en realidad no afecta aun la calidad de viaje, es por eso que se afirma que con una reparación de estas grietas y una construcción de hombros el valor de PCI aumentará, resultando en una mejor condición del pavimento.

En el caso de la Calle Ira se trata de una calle de concreto, que a diferencia del pavimento flexible tiene una vida útil más larga y el mantenimiento es menos costoso, cabe resaltar que, incluso siendo el mantenimiento menos costoso, es casi nulo el que se le da a esta; el valor de PCI es bastante acertado ya que es una calle bastante avanzada en su vida útil y son evidentes sus múltiples fallas, es decir la realidad visual con la calidad de viaje y el valor de PCI son cónsonos.

La clasificación de la Calle Z Sur, su clasificación se encuentra dentro del rango de pavimento pobre, por lo que según lo analizado y expuesto en este artículo se confirma que aún está en condiciones de reparación, al contrario, si no se realiza en un futuro próximo, ya la calle se encuentra en un estado en donde el deterioro de esta se ve más acelerado de lo normal, llegará pronto al estado en donde la reparación no será útil, tanto estructural como en el tema económico. Caso que ha sucedido ya en la Calle M Sur en donde la reparación no representará una inversión factible ya que se volverá a deteriorar brevemente.

Al tener los valores de PCI representativos de cada una de las calles, se aplicó un estudio presentado por el Instituto Latinoamericano de Investigación y Estudios Viales (ILIEV), en la quinta conferencia virtual titulada: "Índice de Regularidad Internacional IRI y el "PCI"". El estudio encontró

una correlación fuerte que existe entre el IRI y PCI, sin embargo, para que exista esta correlación es necesario recalcular el PCI solamente con las fallas que afectan directamente la regularidad superficial en el pavimento. Por lo tanto, se clasifican las fallas bajo este criterio como se presenta en la tabla 8.

Tabla 8. Clasificación de las fallas de pavimento flexible

#	Clasificación	PCI _E	PCI _F	PCI _{RS}
1	Fatiga	X	X	X
2	Exudación		X	
3	Grieta de bloque		X	X
4	Elevaciones		X	X
5	Corrugaciones	X	X	X
6	Depresiones	X	X	X
7	Grietas de borde	X		
8	Reflexión de juntas		X	X
9	Desnivel de hombro		X	
10	Grietas longitudinales y transversales	X		
11	Bacheo	X	X	X
12	Agregado pulido		X	
13	Huecos	X	X	X
14	Cruce de rieles		X	X
15	Ahuellamiento	X	X	X
16	Deformación por empuje		X	X
17	Grietas de deslizamiento	X	X	X
18	Hinchamiento		X	X
19	Disgregación	X	X	X

Donde:

PCI_E = Índice de condición de pavimento estructural

PCI_F = Índice de condición de pavimento funcional

PCI_{RS} = Índice de condición de pavimento de regularidad superficial.

A continuación, se presentan los PCI por regularidad superficial de las calles M Sur y Z Sur como se aprecia en la tabla 9 y tabla 10.

Tabla 9. Resultados de PCI por regularidad superficial de la calle M Sur

Calle M Sur		
Sección	PCI _{RS}	Clasificación
1	26	Muy pobre
2	20	Grave
4	42	Pobre
5	4	Deficiente
7	6	Deficiente
8	54	Pobre
PCI_{RS}PROM	25.33	Muy Pobre

Tabla 10. Resultados de PCI por regularidad superficial de la calle Z Sur

Calle Z Sur		
Sección	PCI _{RS}	Clasificación
1	58	Bueno
2	42	Pobre
4	78	Satisfactorio
5	92	Excelente
7	56	Bueno
8	36	Muy pobre
10	50	Pobre
PCI_{RS}PROM	59	Bueno

Aplicando las ecuaciones 5 y 6 se obtiene el valor de IRI y PSI respectivamente.

En la tabla 11 se presentan los resultados finales obtenidos, además de la categoría de cada calle a partir de los parámetros evaluados.

Tabla 11. Resultados aplicando la correlación de PCI con el IRI

Calle	PCI _{RS}	IRI	Categoría IRI	PSI	Categoría PSI
Calle M Sur	25.33	5.05	Malo	2.19	Regular
Calle Z Sur	59	2.65	Regular	3.09	Buena

La valoración de una calle depende de muchos factores (seguridad, nivel de serviciabilidad, rugosidad entre otros), cuando estos se cumplen se dice que la calle es funcional, siendo compleja su valoración por ser un trabajo en parte subjetiva, tomando en cuenta que una misma calle puede ser adecuada para un sector y en cambio no lo sea para otro. Al realizar una inspección del pavimento aplicando la norma ASTM D6433-20 se calcula el PCI, sin embargo, también se facilita la obtención de la aproximación de parámetros importantes que requerirían de una cantidad de equipos y tiempo considerables como el IRI y PSI.

4. Conclusiones

Al finalizar el artículo, estudiando y analizando todo lo expuesto, investigado y aprendido; podemos concluir:

- El método del PCI depende de la toma de decisiones del propio inspector ya que existen algunas severidades que se clasifican según la calidad de viaje, o por inspección visual sin tener una medida o condición establecida como tal.
- La clasificación del PCI es un método bastante acertado y realista cuando se compara con la impresión visual de los pavimentos a la hora de evaluar las fallas.
- La vida útil de las calles depende de un mantenimiento adecuado y periódico.
- Las condiciones climáticas extremas, un mal diseño en cuanto a proyección a futuro de las calles, inexistencia de fondos estatales para mantenimiento de las calles, el alto volumen de tráfico en constante aumento son las mayores causas del deterioro acelerado en las calles de del corregimiento de David Sur.
- Los resultados obtenidos arrojan el estado deplorable de las calles evaluadas, las tres calles se encuentran en estados entre pobre y grave, siendo así los resultados que se

esperaban obtener, ya que como se mencionó se observa nulo mantenimiento y altos volúmenes de tráfico como las

$$PCI_{RS} = 150.178e^{-0.352*IRI} \quad (5)$$

$$PSI = 1.5 + 0.027 * PCI_{RS} \quad (6)$$

principales causas de las clasificaciones obtenidas.

- Basándose en el gráfico presentado en la figura 6 además de que los resultados de las tres calles son cercanos o por debajo de este valor se puede determinar que lo más factible para las calles evaluadas es una reconstrucción de estas, visto que se considera que a partir de un valor de 25 de PCI o menos el pavimento ha llegado al fin de su vida útil teniendo que reconstruir.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Universidad Tecnológica de Panamá y al IPA (Instituto Panameño del Asfalto), en especial al Ing. José Manuel Cuadrado por compartir sus conocimientos en la conferencia “La Nueva Era del Asfalto”.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores del trabajo presentado no tienen conflicto de intereses con ningún patrocinador o agencia con interés en los resultados del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Boyapati, Bharath, and R. Prasanna Kumar. "Prioritization of pavement maintenance based on pavement condition index." *Indian Journal of Science and Technology*, vol.8, Junio 2015.
- [2] H.González, P. Ruiz, D.Guerrero. “Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición de pavimento (PCI)” *Ciencia en su PC*, vol.1, no. 4, pp. 58-71, Septiembre 2019.
- [3] Inés, B.-C. G., & Pedro, R.-O. M. “Evaluación de pavimentos y decisiones de conservación con base en sistemas de inferencia difusos”. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol.15, no.3, pp- 391–402. 2014.
- [4] Baque-Solis, B. S. Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. Abril 2020.
- [5] J. Marcomini, M. Chicati, J. Sereni, C. D'arce Filetti. “Evaluation of pavement condition index by different methods: Case study of Maringá, Brazil” *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, vol. 4, Marzo 2020.
- [6] Roberto, S. C. G. (2017). “Evaluación superficial del pavimento mediante el método del PCI en la avenida dominicos en el distrito de San Martin de Porres. Lima, Perú. 2017.

- [7] S.Muhammad, N. Syed, J. Muhammad, N. Touqeer, Muhammad Afzal Soomro.” Condition Survey for Evaluation of Pavement Condition Index of a Highway” *Civil Engineering Journal*, vol 5, no.6, Junio 2019.
- [8] ASTM D6433-20, Standard Practice for Roads, and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. 2020.
- [9] Yogesh U. Shah, S.S. Jain, Devesh Tiwari, M.K. Jain. ”Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network” *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol 104, pp 332-341, Diciembre 2013.
- [10] A.Setyawan, J. Nainggolan, A. Budiarto. ”Predicting the Remaining Service Life of Road Using Pavement Condition Index.” *Procedia Engineering*, vol.125, pp.417-423, Noviembre 2015.
- [11] R. Moore, J. Montanez, G.Smith, R. Saenz. “Pavement Condition Report: City of Sacramento” Marzo 2020. Disponible:<https://www.cityofsacramento.org/-/media/Corporate/Files/Public-Works/Maintenance-Services/Sacramento-2020-Pavement-Update---FINAL-3-25-20.pdf?la=en>
- [12] Santa Cruz González, R.R. “Evaluación superficial del pavimento mediante el método del PCI en la avenida dominicos en el distrito de San Martin de Porres”. Lima. 2017.