



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“METODOLOGIAS DE EVALUACION FUNCIONAL Y
ESTRUCTURAL EN PAVIMENTOS”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autor:

Nehemías Eliseo Cruz Flores

Asesor:

Mg. Marlon Farfán Córdova

Trujillo - Perú

2019

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar, a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE, mi MADRE, a mis hermanos y a todos mis tíos; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último, a mis compañeros de estudios y a mi docente de proyecto de tesis por brindar su conocimiento.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	12
CAPÍTULO III. RESULTADOS	15
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	22
CAPÍTULO V. REFERENCIAS	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Referencias de los documentos revisados	13
Tabla 2 Trabajos encontrados mediante el uso de las palabras clave	16
Tabla 3: Preselección de documentos encontrados, mediante el uso de las palabras clave	17
Tabla 4: Preselección de trabajos de investigación, mediante el uso de las palabras clave	18
Tabla 5: Documentos Preseleccionados y Descartados.	19
Tabla 6: Documentos Seleccionados y Excluidos	19
Tabla 7: Base de Datos Generales de Información	20
Tabla 8: Comparación de información obtenida	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Búsqueda y Selección de Información.	15
Figura 2: Investigaciones científicas publicadas en plataformas virtuales consultadas.	16
Figura 3: Investigaciones encontradas por año de publicación	17
Figura 4: Investigaciones por idioma de publicación	18
Figura 5: Investigaciones de acuerdo a base de datos	21

RESUMEN

En presente trabajo de Revisión sistemática busca como pregunta indicar ¿Qué investigaciones sobre Metodologías De Evaluación Funcional y Estructural en Pavimentos han sido realizadas en los últimos 10 años?, cuyo objetivo es: Realizar el estudio de las Metodologías De Evaluación Funcional Y Estructural En Pavimentos que se realizaron durante los últimos 10 años, haciendo uso de la documentos científicos en buscadores académicos confiables de información primaria. Se hizo uso de la metodología de revisiones sistemáticas, buscadores académicos como Scielo, Redalyc, Google Académico cuyos criterios de elegibilidad de documentos y periodo se establecieron en el capítulo de resultados.

PALABRAS CLAVES: Metodología, Evaluación Funcional, Evacuación Estructural, Pavimentos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad frente a un mundo cada vez más integrado, que intercambia más bienes y servicios, la importancia de las carreteras se ha incrementado notablemente, con lo cual se han convertido en verdaderas vías que impulsan la competitividad de la economía y también el desarrollo social. Es indispensable contar con infraestructuras de carreteras que aseguren una circulación segura, cómoda y fluida. (Gonzales, Ruiz y Guerrero ,2019)

El pavimento es la capa o base que constituye el suelo de una construcción o de una superficie no natural. El pavimento funciona como sustento de los seres vivos y de las cosas. Dado que un gran porcentaje de los accidentes automovilísticos que tienen lugar todos los días en las grandes ciudades están relacionados con el deterioro de las calles, resulta de gran importancia prolongar la vida de los pavimentos (Pérez y Gardey, 2012)

Vergara(2015) , afirma que; “ el pavimento constituye una de las partes más importantes de la ingeniería de carreteras tanto desde el punto de vista técnico, en el proyecto, construcción y conservación, como económico y también desde el punto de vista general de valoración de los usuarios que mayoritariamente califican a la carretera por el estado en el que se encuentra”.

La infraestructura vial es un componente de gran importancia, pues permite la comunicación e interrelación entre centros poblados, así como el intercambio de bienes y servicios. En este orden de ideas, la evaluación de la estructura de pavimento juega un papel preponderante, ya que su objetivo es ofrecer a los usuarios un rodaje cómodo, seguro y económico. El pavimento es una de las pocas estructuras civiles que tiene un período de diseño finito, por lo que su falla está prevista al término de ésta. (Gonzales, Ruiz y Guerrero ,2019)

Branco (2011) considera que los pavimentos, luego de su construcción, comienzan a ser sometidos a acciones diversas, que continuamente contribuyen a su degradación; incluso antes de “entrar en servicio”, las acciones de los agentes atmosféricos provocan solicitaciones en los pavimentos, más o menos severas, de acuerdo con su constitución y localización. Es por esto la necesidad de una metodología de evaluación tanto estructural como funcional de los pavimentos para tener conocimiento de la condición en la que encuentran ayudando a la toma de decisiones futuras.

Antecedentes:

Vergara (2015) en su Investigación “EVALUACIÓN DEL ESTADO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGÍA PCI TRAMO QUICHUAY -INGENIO DEL KM 0+000 AL KM 1+000 2014”, Universidad Nacional del Centro del Perú, En este trabajo se presenta la aplicación de una metodología de inspección visual de calificación de estado del pavimento. Esta es la Metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento) quizás la más recomendada por su objetividad, un kilómetro de carretera ha sido estudiado a detalle con dicha metodología para calificar el estado de la vía. De acuerdo al análisis podemos determinar el estado real del pavimento, las fallas más perjudiciales para dicho estado y teniendo el valor del PCI es posible determinar el tipo de mantenimiento y rehabilitación (M&R) menos costoso y más eficiente, con eso el pavimento lograría un buen estado, para brindar comodidad y seguridad a los usuarios que es su principal función.

Gonzales, Ruiz y Guerrero (2019) en su Investigación “PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS MEDIANTE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)” Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba Santiago de Cuba,, Durante los años en que un pavimento se encuentra

al servicio es solicitado por las acciones de las condiciones climáticas y el tránsito, lo cual disminuye progresivamente la calidad de las características mecánicas y funcionales de los materiales que lo constituyen. Este trabajo refleja los resultados de un análisis bibliográfico que permite establecer, en primer lugar, los diferentes métodos de evaluación de los pavimentos flexibles, con énfasis en los índices globales y dentro de estos en el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Seguidamente se aplica la metodología propuesta en el trabajo para el PCI al tramo Seminario Bautista-Loma la Cruz (Acceso Camino Viejo del Cobre) de la Carretera Central. Se obtuvo como resultado que el estado del pavimento es regular, según la escala que muestra el método. Palabras clave: pavimentos flexibles, índice global, método de evaluación PCI...

Ruitón (2018) en su investigación “APLICACIÓN DE LOS METODOS VIZIR Y PCI Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACION DEL ESTADO DE LA CARRETERA SAN MARCOSICHOCAN: 2018” Universidad Privada del Norte, El trabajo de investigación describe los métodos que permiten realizar una evaluación del estado de una carretera, después de un período de transmisibilidad; estos métodos son: el VIZIR y PCI. El objetivo de este trabajo fue analizar los estudios teóricos y empíricos sobre la aplicación de los métodos VIZIR y PCI con el fin de evaluar el estado de la carretera en los últimos 10 años. Esta revisión teórica se realizó bajo la metodología de la revisión sistemática utilizando primordialmente el buscador Google académico, Scholar Google y Ebscohots, para la elección de la literatura se eligió las investigaciones que oscilan entre los años 2008 y 2018, por la importancia sus contenidos. Los resultados obtenidos producto del análisis de los estudios teóricos y empíricos permitieron determinar que los métodos VIZIR y PCI, son muy utilizados y tienen una gran influencia en la evaluación del estado de una carretera en cualquier parte de mundo que cuente con pavimento flexible o rígido; sin embargo una de las limitaciones fue no poder usar la bibliografía en inglés. En conclusión la literatura científica

revisada en los buscadores Google académico, Scholar Google y Ebscohots dieron los suficientes alcances para cumplir con el objetivo.

Teniendo en cuenta a la información previamente redactada en los párrafos, se aprecia la necesidad de contar con una metodología de evaluación tanto funcional como estructural de los pavimentos para saber en qué omento es necesario renovarlos o realizar el cuidado mantenimiento respectivo.

Objetivo general. Realizar el estudio de las Metodologías De Evaluación Funcional Y Estructural En Pavimentos que se realizaron durante los últimos 10 años.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Tipo de estudio.

Para la obtención de nuestra información hemos aplicado la Revisión Sistemática. Según Ferreira, Urrutia y Coello, (2011) la definen de la siguiente manera: "Las revisiones sistemáticas son investigaciones científicas en las cuales la unidad de análisis son los estudios originales primarios. Constituyen una herramienta esencial para sintetizar la información científica disponible, incrementar la validez de las conclusiones de estudios individuales e identificar áreas de incertidumbre donde sea necesario realizar investigación"

La información que se tomó en cuenta fue entre los años 2010 hasta 2019 como fuente principal de información (criterio de selección: actualidad).

Pregunta de investigación.

¿Qué investigaciones sobre Metodologías De Evaluación Funcional y Estructural en Pavimentos han sido realizadas en los últimos 10 años?

Estrategia de búsqueda de información.

Para una rápida y mejor búsqueda se emplearon las siguientes palabras clave: "Metodologías", "Evaluación", "Estructural", "Funcional" "Pavimentos". Para poder realizar una búsqueda rápida y específica, se realizó un protocolo mediante el cual se realizaron combinaciones de los términos establecidos: "Evaluación Estructural en Pavimentos", "Metodologías en pavimentos", "Evaluación Funcional en Pavimentos", para ello se accedió a buscadores de información primaria, como *Redalyc*, *Scielo* y *Google Académico*.

Criterios de inclusión y exclusión.

Se tomaron en cuenta los documentos que contienen información primaria y que e publicaron en la base de datos confiables como; *Redalyc, Scielo, Google Académico* entre los años 2010 y 2019, a la vez indexadas en el idioma español para un mejor entendimiento, de la misma manera se realizó el estudio de tesis publicadas en distintas universidades peruanas como: *Universidad Privada dl Norte y Universidad Nacional del Centro del Perú.*

Los criterios de exclusión que se aplicaron fueron los siguientes: los documentos redactados en idioma diferente al español, estudios publicados en fuentes de baja credibilidad ya que se puede hacer una interpretación errónea de la información proporcionada, debido a la poca veracidad de sus estudios.

Procedimiento de recopilación y selección de datos.

La información de los estudios seleccionados se ordenaron en la siguiente tabla donde se especifica título, año de publicación y país.

Tabla 1: Referencias de los documentos revisados

Base de Datos	Título	Año	País
Redalyc	Propuesta De Metodología Para La Evaluación De Pavimentos Mediante El Índice De Condición Del Pavimento (Pci)	2019	Cuba

Google Académico	Aplicación De Los Métodos Vizir Y Pci Y Su Incidencia En La Evaluación Del Estado De La Carretera San Marcosichocan: 2018	2018	Perú
Google Académico	Evaluación Del Estado Funcional Y Estructural Del Pavimento Flexible Mediante La Metodología Pci Tramo Quichuay -Ingenio Del Km 0+000 Al Km 1+000 2014"	2015	Perú
Google Académico	Pavimentos Rodoviaros	2011	Portugal

Fuente: Propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

La revisión sistemática tiene como finalidad consultar información primaria de carácter científico, publicadas en fuentes confiables, en el diagrama se muestra el criterio de elección de documentos indexados en fuentes primarias.

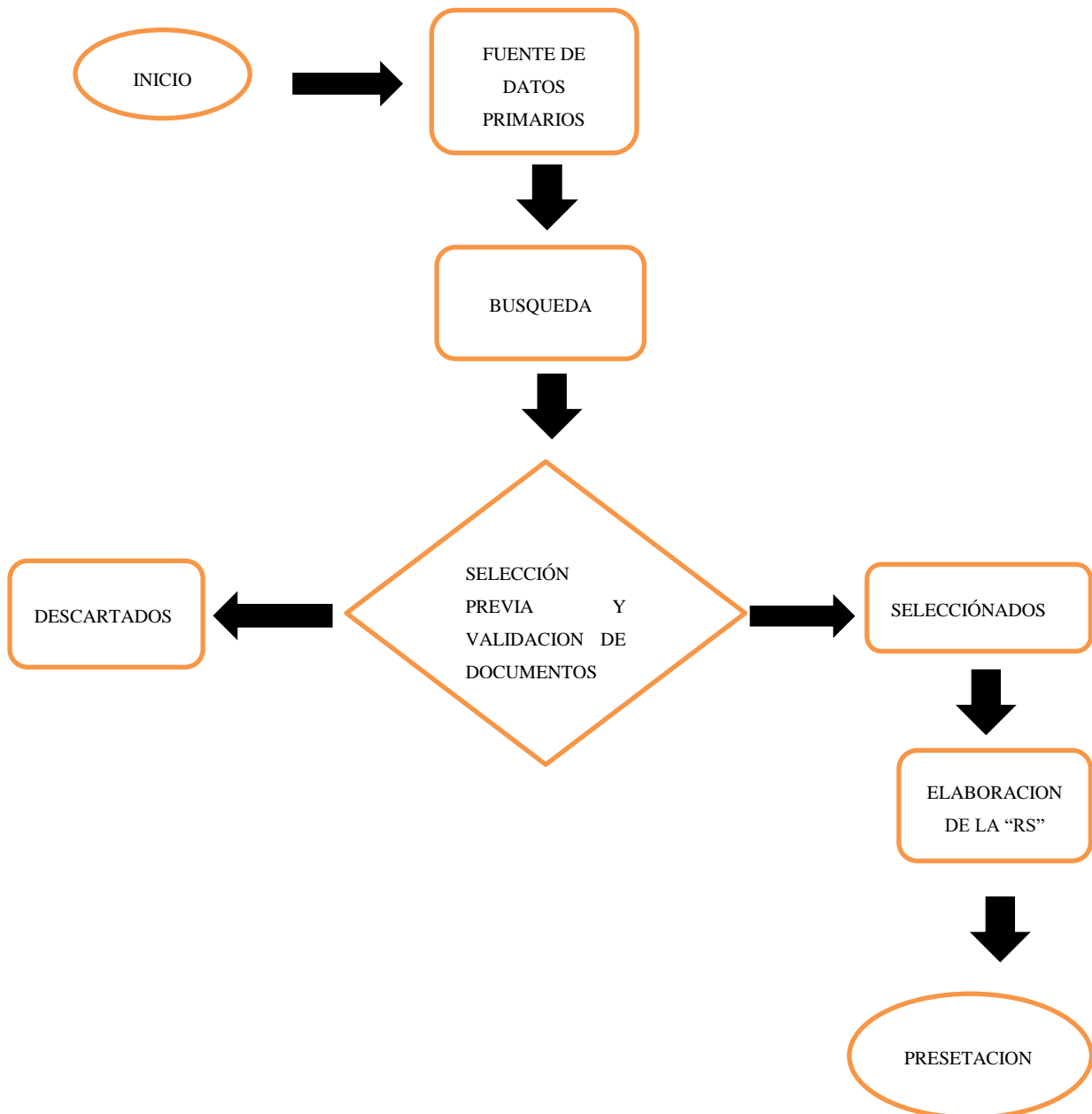


Figura 1. Búsqueda y Selección de Información.

Fuente: Elaboración propia

Con la información relacionada, se procede con la preselección y selección final de los documentos que se consideren indispensables para la mayor comprensión del tema seleccionado.

Los documentos científicos seleccionados se encuentran en las plataformas virtuales consultadas como Redalyc, Scielo, Google Académico.

Tabla 2: Trabajos encontrados mediante el uso de las palabras clave

N°	Palabras clave	Redalyc	Scielo	Google Académico	total
1	Metodologías en Pavimentos	60970	6	28530	89506
2	Evaluación Funcional en Pavimentos	70168	0	16150	86318
3	Evaluación Estructural en Pavimentos	56472	6	19010	75488
	total	187610	12	63690	251312

Fuente: Elaboración propia

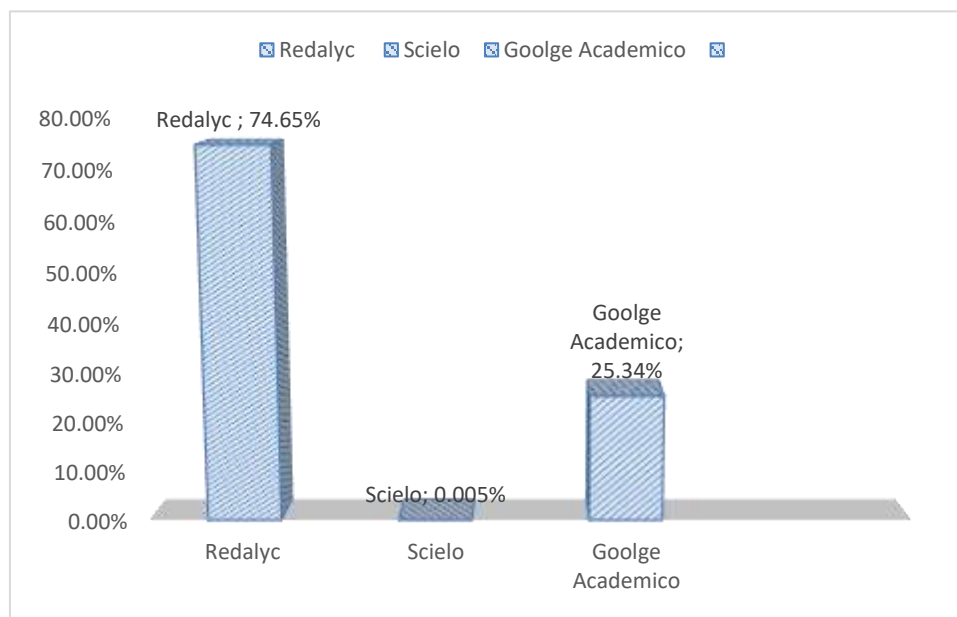


Figura 2. Investigaciones científicas publicadas en plataformas virtuales consultadas.

Fuente: Tabla 2.

En la figura 2 apreciamos que la fuente virtual de información "Redalyc" posee la mayor cantidad de documentos científicos, con un 74.65 % del total, seguido de Google Académico con 25.34% del total de documentos científicos encontrados.

Etapa de preselección.

Se contabilizaron 251312 documentos, los cuales fueron seleccionados mediante criterios de Idioma y Antigüedad.

Tabla 3: Preselección de documentos encontrados, mediante el uso de las palabras clave.

N°	Palabras clave	Año de publicación			total
		2010-2012	2013-2015	2016-2019	
1	Metodologías en Pavimentos	24870	29169	35467	89506
2	Evaluación Funcional en Pavimentos	27437	29844	29037	86318
3	Evaluación Estructural en Pavimentos	22743	26404	26341	75488
	total	75050	85417	90845	251312

Fuente: Elaboración propia

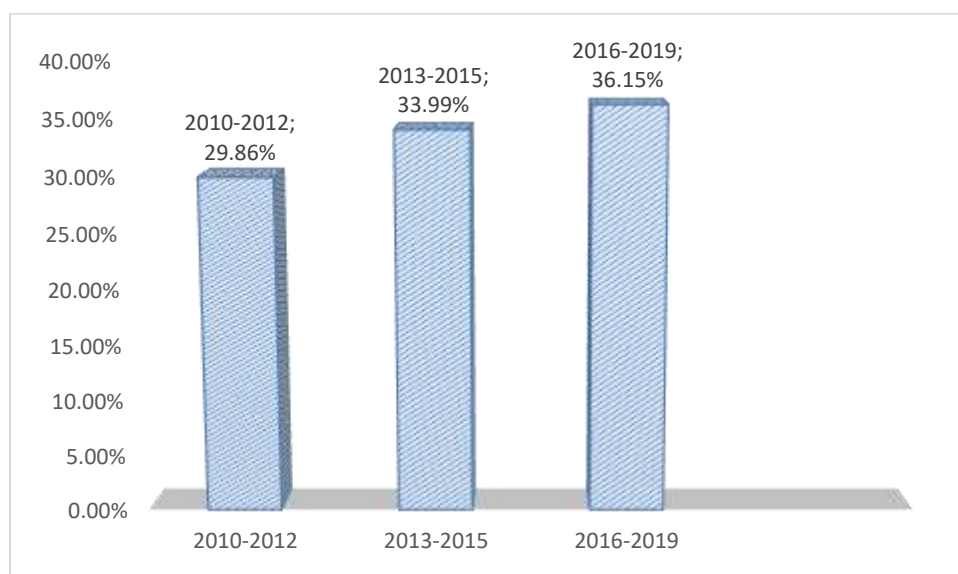


Figura 3. Investigaciones encontradas por año de publicación

Fuente: Tabla 3.

En la figura 3 se aprecia que durante los años 2016-2019 se realizó la mayor publicación de información científica con 36%, y en los años 2010-2012 se han realizado la menor investigación con 30%.

Tabla 4: Preselección de trabajos de investigación, mediante el uso de las palabras clave.

N°	Palabras clave	Español	Portugués	Ingles	total
1	Metodologías en Pavimentos	23174	42612	3055	68841
2	Evaluación Funcional en Pavimentos	64597	16685	2586	83868
3	Evaluación Estructural en Pavimentos	66969	2113	1899	70981
	total	154740	61410	7540	223690

Fuente: Elaboración propia

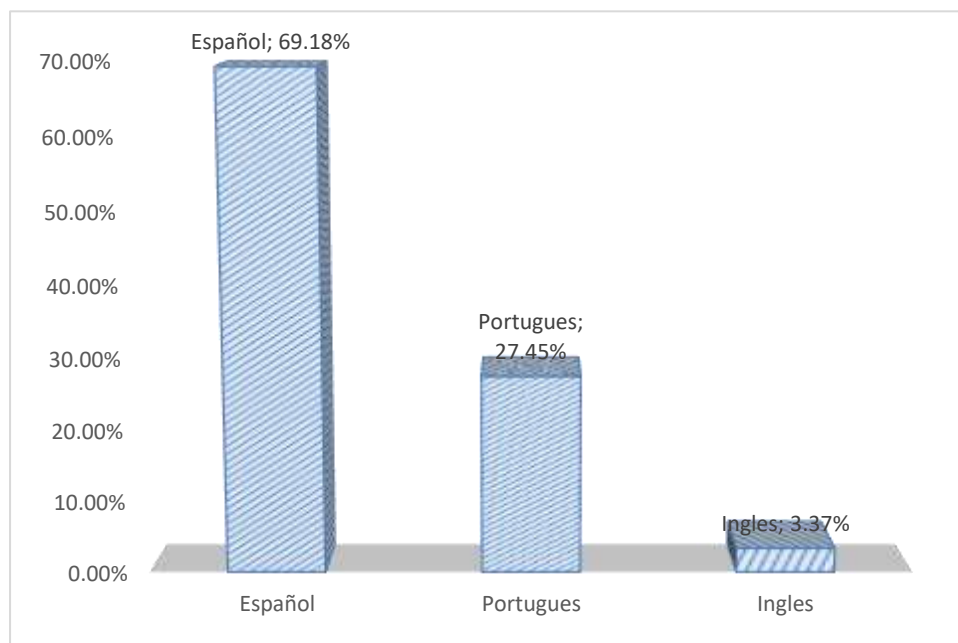


Figura 4. Investigaciones por idioma de publicación

Fuente: Tabla 4

En la figura 4 se aprecia que el español fue el idioma en el que se publicaron la mayor cantidad de archivos 69% del total, seguido por el portugués con 28%.

Después del uso de los filtros se preseleccionaron 10 documentos del total que se encontraron, estos cumplen con los criterios y se relacionan con el tema de investigación.

Tabla 5: Documentos Preseleccionados y Descartados.

N°	Selección final	Redalyc	Scielo	Google Académico	Total
2	Archivos Preseleccionados	3	1	6	10
3	Archivos descartados	187607	11	63684	251302
	Total	187610	12	63690	251312

Fuente: Elaboración propia

La fuente de la que se eligió la mayor información fue Google académico (6 documentos).

Etapas final de selección de información.

La fuente de donde extrajo la mayor cantidad de información necesaria fue Google Académico, con 3 documentos.

Del total de documentos encontrados mediante el uso de palabras clave, se preseleccionaron 10 archivos, de los cuales se eligieron 4 documentos que tienen una relación con el tema de interés.

Tabla 6: Documentos Seleccionados y Excluidos.

N°	Selección final	Redalyc	Scielo	Google Académico	Total
1	Selección Final	1	0	3	4
2	Descartados	2	1	3	6
	Total	3	1	6	10

Fuente: Elaboración propia

Apreciamos que 4 documentos fueron seleccionados después de la búsqueda y revisión de los mismos, de los cuales su procedencia es detallada a continuación.

Tabla 7: Datos Globales de Información

Tipo de Documento	Título	Autores	Año	País
Tesis	Propuesta De Metodología Para La Evaluación De Pavimentos Mediante El Índice De Condición Del Pavimento (Psi)	Gonzales, Ruiz y Guerrero	2019	Cuba
Tesis	Aplicación De Los Métodos Vizir Y Pci Y Su Incidencia En La Evaluación Del Estado De La Carretera San Marcosichocan: 2018	Ruitón	2018	Perú
Tesis	Evaluación Del Estado Funcional Y Estructural Del Pavimento Flexible Mediante La Metodología Pci Tramo Quichuay -Ingenio Del Km 0+000 Al Km 1+000 2014"	VERGAR A	2015	Perú
Tesis	Pavimentos Rodoviaros	Branco	2011	Portugal

Fuente: Elaboración propia

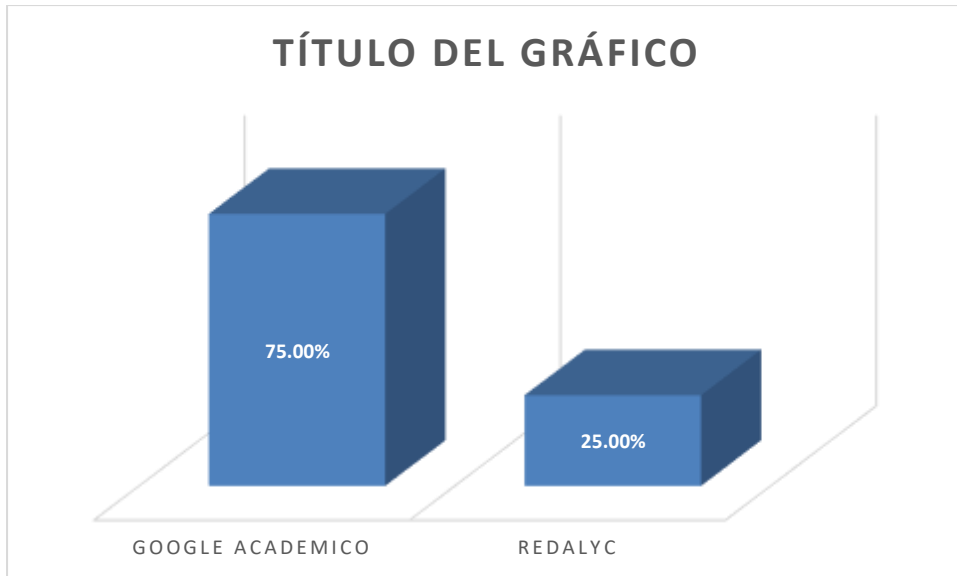


Figura 5. Investigaciones de acuerdo a base de datos
Fuente: Tabla 7

En la figura 5 se observa que la fuente en donde se encontró la mayor información necesaria es Google Académico con 75 %.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Vergara (2015), en su Revisión Sistemática resalta el empleo del método del Pci con la finalidad de evaluar la condición del pavimento, concluyendo que las vías se encuentran en su mayoría en pésimos estados, por lo que requieren un mantenimiento inmediato, por lo que podemos comprender la necesidad de monitorear el constate deterioro de nuestras vis tanto en su estructura como en su función. En la siguiente tabla apreciamos un análisis comparativo de la fuente y el país de donde se recaudó la mayor información.

Tabla 8: Comparación de información obtenida

Autores	Fuente de información		País	
	Fuente	% de documentos seleccionados	Nombre	% de documentos seleccionados
Vergara	Dialnet	33	Chile	30
	SciELO	45	Perú	40
	Google Académico	22	Colombia	30
Cruz			Portugal	25
	Goggle Académico	75	Cuba	25
	Redalyc	25	Perú	50

Fuente: Propia

En la Tabla 8 apreciamos que Vergara su fuente de donde selecciono la mayor información fue SciELO con 33 % del total, en nuestro caso fue Google Académico, por lo que concluimos que para obtener una información más completa es necesario consultar diferentes fuentes de información.

También observamos que tanto para Vergara como en nuestro caso, el país en donde se realizó a mayor cantidad de publicaciones de información que seleccionamos fue Perú con 40 % y 50% respectivamente.

Podemos identificado que de los 10 documentos preseleccionados ,6 de ellos fueron descartados ya que su estudio está basado en diseño y ejecución de Pavimentos así como el mejoramiento de los mismos.

Uno de los documentos más relevantes es la tesis **“PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS MEDIANTE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)”** escrito Gonzales, Ruiz y Guerrero (2019) en el cual nos mencionó que las vías de nuestro país están completamente descuidadas y que deben hacerse pronta evaluación de su estructura, así como su reparación y mejoramiento respectivo, de esto concluimos que es muy importante una evaluación constante del estado en el que se encuentra nuestros pavimentos tanto al nivel estructural como para que puedan cumplir con su función

REFERENCIAS

- Vergara, A. (2015). *Evaluación Del Estado Funcional Y Estructural Del Pavimento Flexible Mediante La Metodología Pci Tramo Quichuay -Ingenio Del Km 0+000 Al Km 1+000 2014*(Tesis).Universidad del Centro del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- González H., Ruiz P. y Guerrero D. (2019).*Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI)*.Universidad del Oriente, Cuba.
- Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738015>> ISSN 1027-2887
- Branco, F. (2011). *Pavimentos Rodoviários*. Portugal.
- Gonzales, I. & Urrutia, G. y Coello, P. (2011). *Revisiones sistemáticas y meta análisis: bases conceptuales e interpretación* (Artículo medico). Hospital Vall d'Hebron, Barcelona, España.
- Ruitón, M. (2018). *Aplicación De Los Métodos Vizir Y Pci Y Su Incidencia En La Evaluación Del Estado De La Carretera San Marcosichocan* (Tesis).Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.