



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL PAVIMENTO RÍGIDO
SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS
Y QUÍMICAS DE LA AV. TRUJILLO, HUAMACHUCO - 2020

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autor:

Italo Paul Azabache Escudero

Asesor:

Mg. Ing. Marlon Robert Cubas Armas

Trujillo – Perú

2020

TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
INDICE DE TABLAS.....	6
INDICE DE FIGURAS	7
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO II. METODOLOGIA	13
2.1. Diseño de Investigación.....	13
2.2. Unidad de Estudio.....	13
CAPITULO III.RESULTADOS	14
CAPITULO IV.CONCLUSIONES:	15
REFERENCIAS	19

INDICE DE FIGURA

Figura N° 01. Estado Actual Pavimento de la Av. Trujillo, Huamachuco.....	11
--	----

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, en el año 2013, elaboro un manual de carreteras conservación vial; donde menciona que, en el Perú, el pavimento de concreto se introdujo con el proceso de urbanización de Lima en la década del 20, las calzadas de las avenidas Alfonso Ugarte y las urbanizaciones Santa Beatriz y Lobaton, entre otras fueron construidas con las técnicas más avanzadas de la época. De igual manera se ejecutaron dos importantes carreteras: la de Lima al Callao, denominada después Av. Venezuela, obra emblemática de concreto en el país y el tramo a Chosica de carretera Central. La expansión de Lima, en los inicios del 50 y posteriormente en la década del 60, se efectuó con pavimentos de concreto; lo cual nos dio a conocer que el pavimento era duradero.

Tulio, J., en el año 2010, en su investigación “Determinación y evolución de las fallas del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba”, se plantea como objetivo determinar tipo y nivel de las fallas, concluyendo que los pavimentos sufren grandes desperfectos por la mala ejecución, debido a que no se respetaban los parámetros establecidos para contener las lluvias en dicha ciudad, la mala calidad del agregado grueso, lo cual hacía que el pavimento se parta y formen las grietas, logrando así su deterioro total, además la inclemencia del tiempo y el tipo de suelo tiene bastante responsabilidad en dichas grietas. Este estudio nos da el alcance de centrar nuestra información directa en el tipo de fallas, para tener una posible solución adecuada y objetiva, en este caso que tipo de falla, y el grado de severidad que están presentan.

Espinoza T., en el año 2010, en su investigación: “Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura”, busca determinar el tipo y nivel de patología basándose en un rango de 1 a 5, así como el índice de integridad estructural y la condición operacional de la superficie de los pavimentos; logrando determinar que el 50% corresponde a un nivel (3) considerado como regular o estado regular. Para lo cual se concluye que los pavimentos sufren grandes desperfectos por la ejecución y calidad de los agregados, siendo la ejecución la mayor consecuencia, dado que no hay un control en cada fase de ejecución, tanto en la compactación como en la distribución correcta del material por nivelación. Este estudio nos sirve para determinar el rango de 1 a 5 según el tipo y nivel de patología, así como la forma de actuar frente a dicha severidad.

Teniendo en cuenta la **Norma CE.010**, pavimentos urbanos; al suelo se debe realizar ensayos para determinar la determinación cuantitativa la cantidad de cloruros solubles en suelos y aguas subterráneas según norma NTP 339177:2002. En donde para el concreto; el método de ensayo para determinar el contenido de cloruros en las aguas usadas en la elaboración de concretos según norma NTP 339.076:1982.

En las mezclas de concreto hidráulico durante la ejecución de las obras:

- ✓ Previamente a la colocación de la mezcla de concreto hidráulico, el contratista presentará al supervisor su diseño de mezcla.
- ✓ La supervisión deberá definir la antelación con la que se presentará el diseño de mezcla.
- ✓ El responsable del proyecto definirá el tipo y cantidad de ensayos necesarios para el diseño de mezcla.

Una vez aprobado el diseño de mezcla se hará un control directo de las cantidades de agregados, agua y cemento Portland que intervienen en la mezcla; y una vez aprobado el diseño de mezcla se hará un control directo de las cantidades de agregados, agua y cemento Portland que intervendrán en la mezcla.

Se harán controles directos de la consistencia de la mezcla y de la calidad de los materiales, para cumplir con el módulo de rotura (resistencia a la tracción por flexión) especificado en el proyecto, pudiendo hacerse paralelamente ensayos a compresión que permitan correlacionar flexo-tracción y compresión.

El control de la mezcla en obra se podrá hacer mediante ensayos de compresión de probetas cilíndricas que deberán cumplir los criterios de aceptación indicados.

En los pavimentos de concreto hidráulico terminados; la Supervisión está obligada a efectuar las siguientes verificaciones:

- ✓ La superficie acabada, no podrá presentar irregularidades mayores de tres milímetros (3 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja la Supervisión. Norma CE.010 (2010) – Pavimentos Urbanos.
- ✓ La resistencia a flexo-tracción (módulo de rotura) a los 28 días, no será menor que la resistencia de diseño. En probetas prismáticas, se tolerará hasta 3,5 kg/cm² por debajo

de la resistencia de diseño, siempre que al menos el 80% de los ensayos realizados sean iguales o superiores a la resistencia de diseño.

- ✓ La verificación del espesor la efectuará el Contratista cada trescientos cincuenta metros cuadrados (350 m²) o fracción, debiendo extraerse al menos dos (2) testigos cilíndricos mediante equipos provistos de brocas rotativas. Los testigos se extraerán después de transcurridos siete (7) días desde la colocación del concreto.

Mediante el expediente técnico de proyecto de pavimentación Av. Trujillo (Cuadras. 1, 2, 3,4 y 5), se plantea realizar trabajos preliminares, trazo y replanteo, nivelación, compactación de subrasante, rasante y la capa de rodadura de 0.20 m. de espesor usando concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y sus respectivas juntas de dilatación, también colocación de tubo de $D = 4''$ a cada 3 m. para la evacuación de aguas de lluvia.

Por su topografía variada y una altitud promedio de 3169 m.s.n.m. con las siguientes coordenadas geográficas (latitud: $07^{\circ}49'03''$ S – longitud: $78^{\circ}03'11''$ W), presentando un clima frío – seco con temperaturas máxima de 18°C y mínima de 3°C .

INEI, en el año 2017, determino una población de 59407 habitantes en la ciudad de Huamachuco, para lo cual se tuvieron en cuenta lo siguiente:

- ✓ Estructuras Propuestas; se tomó en cuenta; el diseño de mezcla de acuerdo a la norma de la asociación nacional de concreto (**ACI**), con cemento portland ASTM - tipo I, los agregado debiendo cumplir con la norma ASTM C – 33, además el pavimento tiene una pendiente de 1.0% para cada eje, el agua que se utilizo era fresca, limpia y bebible.
- ✓ El asentamiento de diseño no debe ser menor de 3'', si el caso de la temperatura sea entre 26°C a 34°C ; Según expediente el pavimento debería tener una duración no menor a 40 años; la pavimentación alcanzada fue de 3436.35 m². Expediente técnico – Pavimentación Av. Trujillo (CDRs. 1,2,3,4 y 5)
- ✓ Trabajos efectuados fueron; 5 Calicatas de 80 cm a 1.0 metro de profundidad y así tomar las muestras necesarias para determinar sus propiedades, características y mecánicas en laboratorio, se realizó el ensayo de densidad in situ a una profundidad de 0.80 m y 1.0 m. los resultados fueron: (OL), (GM).

La siguiente Tabla N° 1 muestra los resultados del expediente técnico de la Av. Trujillo, en las cuadras 1,2,3,4 y 5 de la ciudad de Huamachuco.

Tabla N° 01: Resultados promedios Calles 1, 2, 3, 4 y 5

Densidad máxima teórica	2.03 gr/cc.
Densidad suelo natural	86%
Humedad natural.	10.90%
Granulometría.	Arena limosa y grava limosa
Clasificación unificada SUCS	ML y GM
CBR Arena Limosa	14%
CBR Grava Limosas	46%

Fuente: Municipalidad Provincial Huamachuco – Av. Trujillo

1.2. Realidad problemática

El hombre ha modificado su entorno de acuerdo con las necesidades de su tiempo. Actualmente en la era de las comunicaciones, la necesidad de construir caminos más fuertes y seguros intensifica su mirada en el concreto, el cual es un material de grandes posibilidades para el desarrollo de los caminos en el mundo contemporáneo. Duran, (2014). Introducción a los pavimentos – Universidad Peruana Los Andes.

Figura N° 02. Estado Actual Av. Trujillo, Huamachuco.



Fuente: Imagen propia.

La historia de las modernas técnicas de construcción en caminos tiene sus inicios alrededor de 1850, con Tressaguet en Francia y John Metcalfe en el Reino Unido, quienes desarrollaron un método de construcción con base en la colocación de piedras largas, limitadas por piedras de tamaño progresivamente más pequeño. Este tipo de caminos, junto con otros realizados con piedras, grava y arena, fueron diseñados para los bajos volúmenes

y velocidades de los primeros vehículos, hasta que la industria automotriz, al ir creciendo a pasos agigantados, fue demandando mejores carreteras y caminos urbanos, pero fue Jhon Loundon Mac Adam, a principios del siglo XIX quien desarrollo el sistema notablemente más económico que se usa en la actualidad.

En la ciudad de Huamachuco (3169 m.s.n.m) al igual que la mayoría de las ciudades de la sierra peruana, se utiliza prioritariamente pavimento rígido, como atenuante de daño por los agentes climáticos como bajas temperaturas, clima seco, húmedo y la intensidad de radiación solar en promedio anual es de 5 μm a 6 μm ; El promedio de lluvia anual en precipitaciones es de 852 mm. Sin embargo, la mala práctica del control durante el proceso constructivo no solo es un atenuante para la calidad de dicho pavimento, si no que ha esto se suma la falta de canteras en la zona, contando con solo una en los exteriores de la ciudad, además de la mala calidad de los materiales utilizados que se encuentra en Huamachuco como componentes del concreto y sobre todo la no aplicación de una política de gestión de mantenimiento y conservación vial; A parte de no tener juntas de dilatación adecuadas para la dilatación y contracción del pavimento rígido.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo influye las propiedades físico- mecánicas y químicas en la calidad del pavimento rígido de la Av. Trujillo, Huamachuco – 2020?

1.4. Justificación

La evaluación estructural del pavimento rígido contribuirá la mejora de la calidad y duración de las futuras pavimentaciones, mejorando de esta manera su estética y el servicio de tránsito, dándole satisfacción a la población.

Se utilizara uso de la Norma Técnica CE- 010 del pavimento urbano, donde dicha norma tiene por objeto establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimientos, rotura y reposición de pavimentos urbanos, desde los puntos de vista de la mecánica de suelos y de la ingeniería de pavimentos, a fin de asegurar la durabilidad, el uso racional de los recursos y el buen comportamiento que conforma de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida de servicio.

El clima, la temperatura, el tipo de suelo tiene mucho que ver y el tráfico de vehículos son factor que inciden dentro de las fallas del concreto, se busca determinar en índice de condición de pavimento de concreto (PCI), que permita tomar las medidas correctivas tales como el control de calidad durante la ejecución de las obras. Si bien es cierto en nuestro país hay diversas entidades, las cuales se pueden beneficiar con esta información, dentro de las cuales tenemos a: Provías Nacional, o el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), el cual es el ente encargado de la ejecución de proyectos de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la Red Vial Nacional, con el fin de brindar a los usuarios un medio de transporte eficiente y seguro, que contribuya a la integración económica y social del país.

En la mayoría de casos, el deterioro en el pavimento, fue causado debido al tipo de cemento que se utilizó según el expediente, siendo en este caso Cemento Portland Tipo I; el cual género, una pérdida económica para el estado y la sociedad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del pavimento rígido sobre las propiedades físico-mecánicas y químicas en la Av. Trujillo, Huamachuco.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Diagnosticar del tipo y nivel de fallas en el pavimento de la Av. Trujillo, Huamachuco, mediante el método índice condición de pavimento de concreto (PCI).
- ✓ Analizará las propiedades físicas como densidad, absorción, porosidad, capilaridad y permeabilidad, de la superficie de rodadura del pavimento en la Av. Trujillo, Huamachuco.
- ✓ Evaluar las propiedades químicas como: PH, salinidad, conductividad, iones sulfatos y solidos totales suspendidos de la superficie de rodadura del pavimento en la Av. Trujillo, Huamachuco.

- ✓ Identificar y Verificar el Comportamiento de la resistencia a la compresión del pavimento rígido, con testigos tomados con diamantina.

- ✓ Analizar y comparar las resistencias a la compresión, bajo la norma técnica de edificaciones NTE – 050, y comparar la verificación del diseño del pavimento respecto de la norma vigente CE- 010 del pavimento urbano.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Se realizó una investigación sistemática de los artículos científicos, la cual consistió en recolectar información acerca de la calidad del pavimento rígido sobre las propiedades físico – mecánicas y químicas en el Perú, con un periodo de 20 años de antigüedad a la fecha y en idiomas español. Esta información fue buscada en páginas ubicadas en Google Académico, como, por ejemplo: Redalyc, Latindex, Scielo, entre otras; utilizando como palabras claves: calidad, pavimento rígido, propiedades físico-mecánicas y químicas. Las que no cuenten con estos criterios no serán parte del presente estudio.

Luego de ello se seleccionó entre todos los **artículos de revistas, tesis, libros**, etc. Se seleccionó 20 artículos **cuya estructura es IMRD**, que estuvieren entre los **20 años de antigüedad** y tenían de la calidad del pavimento rígido sobre las propiedades físico – mecánicas y químicas en el Perú. Los artículos posteriores en antigüedad fueron descartados por ser una información tradicional y poco innovadora desde ya hace varias décadas, así como, por facilidad al leer los artículos de descarto los que no estaban en español.

Acto seguido, de éstos 20 artículos, se procedió a recopilar los párrafos más importantes para un mejor análisis, se relacionaron las ideas en común que tenían los diversos artículos encontrados para ordenarlo, con criterio lógico, las ideas más relevantes. Asimismo, se realizaron tablas comparativas para tener en cuenta y realizar un cuadro comparativo de relación de portal web y número de artículos encontrados, también se registró los artículos detallando, el nombre del artículo, su autor o autores, el año de publicación y el portal en donde se ubicó.

2.1. Diseño de investigación

El estudio a realizar es del tipo descriptivo, analítico, y de corte transversal.

- ✓ Descriptivo porque describe la realidad, sin alterarla.
- ✓ Analítico porque estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas.
- ✓ Corte transversal porque se está analizando en un periodo exclusivo.

2.2. Unidad de estudio

Concreto estructurado de las calles 1,2,3,4 y 5 de la Av. Trujillo, Huamachuco.

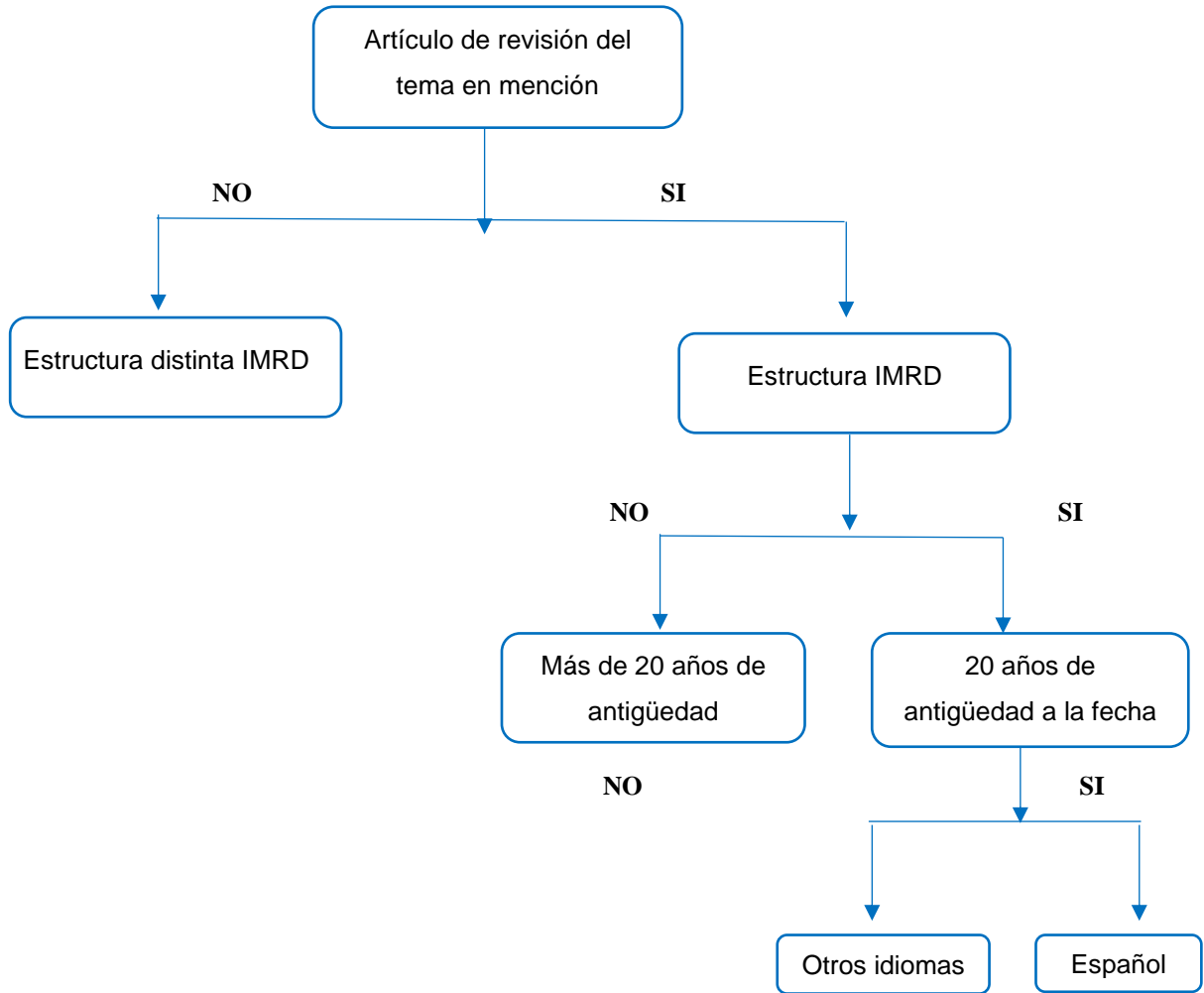
Tabla N^o 02: Matriz registro de artículos.

N ^o	Base de Datos	Autor / Autores	Año	Título de artículo de investigación
1	Latindex	ASOCEM	2000	Guía para el reconocimiento de fallas en pavimentos rígidos.
2	redalyc	Carreón, Loyola	2009	Mejora de la productividad para los procesos de pavimentación con concreto hidráulico de vías
3	Latindex	Díaz Misael	2017	Diseño de pavimentos. Duran L, (2014). Introducción a los pavimentos – Universidad Peruana Los Andes.
4	redalyc	Durán Luis Felipe	2014	Introducción a los pavimentos - Universidad Peruana Los Andes.
5	Scielo	Espinoza Ordinola T	2010	Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura.
6	Scielo	Expediente técnico,	2001	Pavimento Av. 10 de julio (Cdrs. 2,3,4,5 y 6. Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión
7	Latindex	JNE	2017	Autoridades regionales y municipales
8	Latindex	MTC	2018	Manual de Carreteras Conservación Vial - Ministerio de Transportes
9	redalyc	Provias - Lima - Callao	2019	Manual de identificación, clasificación y tratamientos de fallas en pavimentos urbanos"
10	Scielo	UNT	2019	Manual de laboratorio de tecnología del cemento y concreto
11	redalyc	Miranda Rebolledo	2010	Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos". Universidad Austral de Chile.
12	Latindex	RNE	2020	Norma CE.010 pavimentos urbanos. Reglamento nacional de edificaciones
13	Latindex	RNE	2019	Norma técnica de edificaciones E -10
14	redalyc	RNE	2019	Norma técnica de edificaciones E - 0.50.
15	redalyc	AASHTO	1993	Norma de (Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte, AASHTO - 1993) - Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos.
16	Scielo	ASTM	1998	Norma de la Sociedad Americana de Pruebas de Materiales (ASTM 5340) (1998). Método de evaluación.
17	Latindex	Pino A	2017	diagrama esfuerzo- deformación
18	Latindex	Shiraz Tayabji	2009	Construcción y tecnología en concreto: pavimentos
19	Scielo	Sanchez, J & Yopez	2017	Calidad del Pavimento Rígido sobre las propiedades físicas, químicas y mecánicas en la Av. 10 de Julio
20	redalyc	Tulio, J	2010	Determinación y evolución de las fallas del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO III. RESULTADOS

Figura 02: Métodos de revisión sistemática.



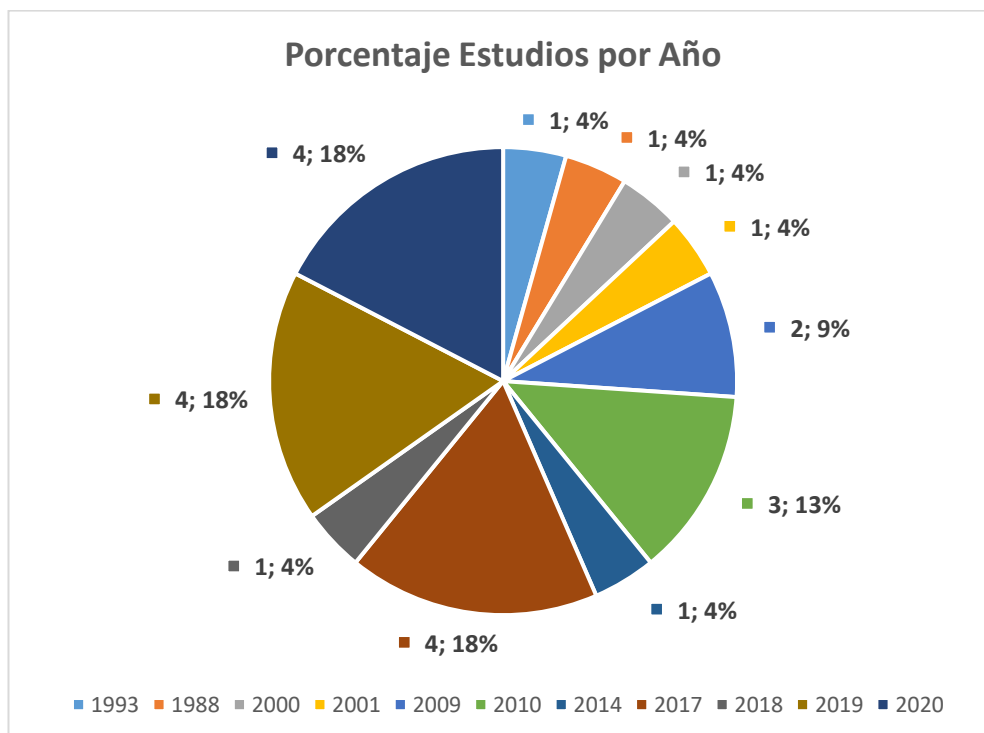
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 03: Registro de Publicaciones por año

Años de Estudio	Cantidad
1993	1
1988	1
2000	1
2001	1
2009	2
2010	3
2014	1
2017	4
2018	1
2019	4

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 03: Porcentaje de estudio por año de publicación del artículo



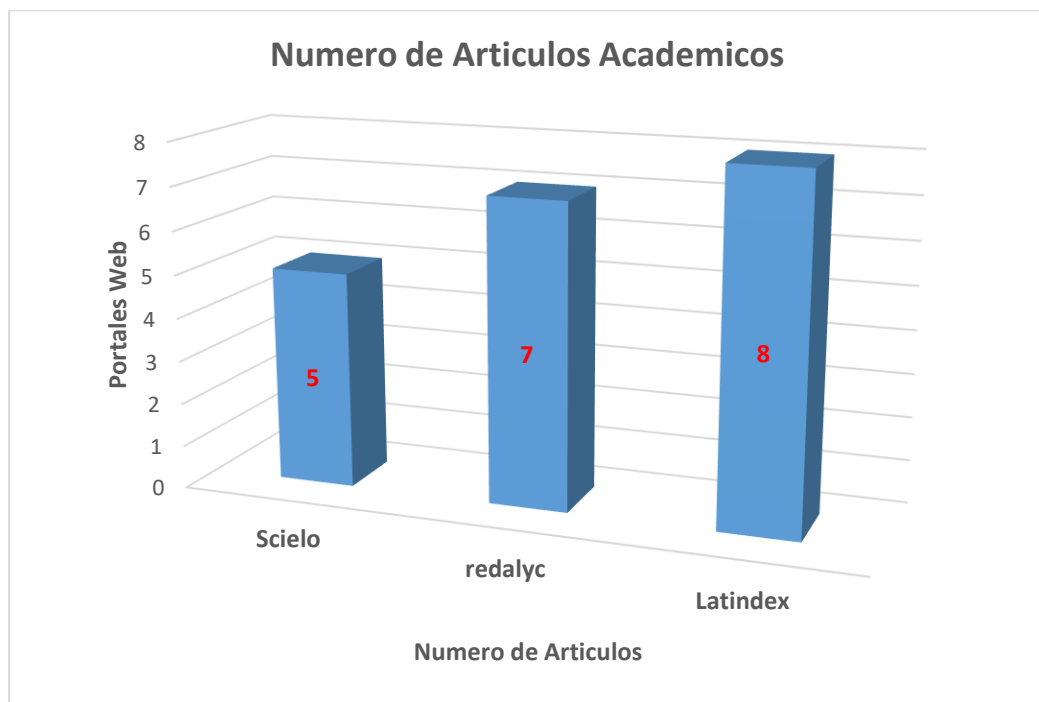
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 04: Registro de Base de Datos de Artículos Académicos.

Base Datos	Cantidad
Scielo	5
redalyc	7
Latindex	8

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 04: Cantidad de Artículos por portales web.



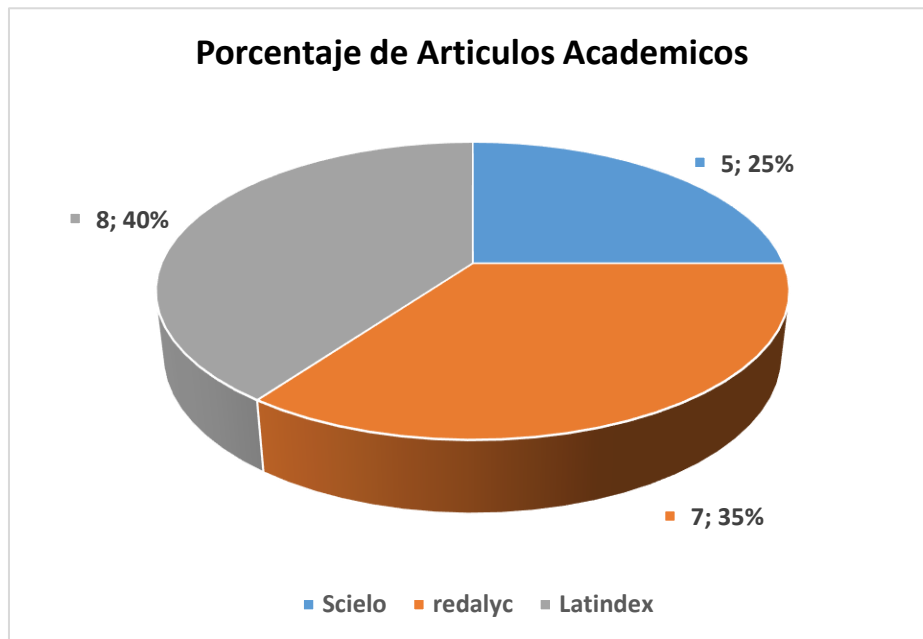
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N^o 02: Registro de Base de Datos de Artículos Académicos.

Portal Web	Número de Artículos	Porcentaje
Scielo	5	25%
redalyc	7	35%
Latindex	8	40%
TOTAL	20	

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N^o 04: Porcentaje de artículos academias según portal web



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N^o 3: Características de los estudios

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS								
Tipo de documento	F	Porcentaje	Año de publicación	F	Porcentaje	Revista de Publicación del artículo	F	Porcentaje
Artículos científicos	10	50%	1993	1	4%	Innovaciones	6	30%
Tesis	6	30%	1988	1	4%	Artículos de revisión	5	25%
Libros	4	20%	2000	1	4%	Metodología y métodos	5	25%
			2001	1	4%	Investigación original	4	20%
			2009	2	9%			
			2010	3	13%			
			2014	1	4%			
			2017	4	17%			
			2018	1	4%			
			2019	4	17%			
			2020	4	17%			
TOTAL	20	100%	TOTAL	23	100%	TOTAL	20	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Después de investigar en los artículos académicos Scielo, Redalyc, Latindex podemos determinar que es de suma importancia analizar la calidad del pavimento rígido, será necesario evaluar la calidad del concreto a través de su comportamiento de la resistencia a la compresión, resistencia del hormigón in -situ, evaluar las fallas de las juntas. Finalmente, se evaluarán las propiedades físicos y químicas del pavimento en la Av. Trujillo – Huamachuco

CAPITULO IV. CONCLUSIONES

- ✓ Después de haber realizado la búsqueda de información en los artículos académicos de Scielo, Redalyc, Latindex se determinó la importancia del estudio de la calidad de los pavimentos rígidos en el Perú.
- ✓ Se determinó que de la investigación de artículos académicos el 40% corresponde a Latindex, el 35% a Redalyc y 25% a Scielo.
- ✓ Se determinó que los artículos, tesis, revistas, libros de los años 20017 y 2019 aportan un 18% para nuestra investigación.
- ✓ La información leída en los artículos académicos nos explica la importancia de evaluar los materiales in-situ tanto en sus propiedades físicas, químicas y mecánicas.
- ✓ Es importante identificar los tipos de fallas si son de grado de severidad: ligero, moderado o alto y en que parte del pavimento influyeron.
- ✓ Debemos aplicar en cada proceso de recolección de datos la normas ASTM y las NTP correspondiente a los pavimentos rígidos.
- ✓ Para verificar la calidad durante la ejecución de las obras. Debemos beneficiar la información, en Provias Nacional, o el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), el cual es el ente encargado de la ejecución de proyectos de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la Red Vial Nacional, con el fin de brindar a los usuarios un medio de transporte eficiente y seguro, que contribuya a la integración económica y social del país.

REFERENCIAS

- ✓ Asociación de productores del cemento del Perú (ASOCEM - 2000), Guía para el reconocimiento de fallas en pavimentos rígidos.
- ✓ Carreón, Loyola (2009). Investigación “Mejora de la productividad para los procesos de pavimentación con concreto hidráulico de vías”. Ecuador.
- ✓ Díaz Misael, (2017). Diseño de pavimentos. Duran L, (2014). Introducción a los pavimentos – Universidad Peruana Los Andes.
- ✓ Durán Luis Felipe, (2014). Introducción a los pavimentos – Universidad Peruana Los Andes.
- ✓ Espinoza Ordinola T, (2010). Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Católica los Angeles de Chimbote. Facultad de Ingeniería.
- ✓ Expediente técnico, (2001). Pavimento Av. 10 de julio (Cdrs. 2,3,4,5 y 6. Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión – Huamachuco
- ✓ JNE Autoridades regionales y municipales 2017.
- ✓ Manual de Carreteras Conservación Vial - Ministerio de Transportes.
- ✓ Manual de identificación, clasificación y tratamientos de fallas en pavimentos urbanos”. De la Asistencia Técnica en Estudios de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao- Perú.
- ✓ Manual de laboratorio de tecnología del cemento y concreto - Universidad Nacional de Trujillo.
- ✓ Miranda Rebolledo (2010). Investigación: “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos”. Universidad Austral de Chile. Chile.
- ✓ Norma CE.010 pavimentos urbanos. Reglamento nacional de edificaciones.
- ✓ Sanchez, J & Yopez, S (2017) Tesis: Calidad del Pavimento Rígido sobre las propiedades físicas, químicas y mecánicas en la Av. 10 de Julio – La Libertad
- ✓ Norma técnica de edificaciones E -10
- ✓ Norma técnica de edificaciones E - 0.50.
- ✓ Norma de (Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte, AASHTO - 1993) - Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos.
- ✓ Norma de la Sociedad Americana de Pruebas de Materiales (ASTM 5340) (1998). Método de evaluación.

- ✓ Pavimentos de concreto – estado de arte de los pavimentos en el Perú.

- ✓ Pino A, (2017) diagrama esfuerzo- deformación.
- ✓ Shiraz Tayabji, et. al. (2009). Construcción y tecnología en concreto: pavimentos
- ✓ Tulio, J, (2010), en su tesis: “Determinación y evolución de las fallas del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba”.

ANEXO