



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“MEJORAMIENTO DE LA PERMEABILIDAD DE
UN CONCRETO INCORPORANDO DIFERENTES
MATERIALES. REVISIÓN SISTEMÁTICA”

Trabajo de investigación para optar el grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autoras:

Jessica Norelva Cabrera Paredes

Yesenia Poleth Paredes Rivera

Asesor:

Mg. Ing. Gabriel Cachi Cerna

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Al creador de todo el universo, el que me ha dado la vida, la salud y la suficiente fortaleza para continuar; por ello, con toda la humildad de mi corazón, dedico primeramente este proyecto de tesis a Dios.

De igual forma, a mis padres quienes han sido formadores con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cuales me han ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A todos mis compañeros por ser una buena influencia en mí y llenarme con buena energía espiritual.

***Cabrera Paredes Jessica Norelva
Paredes Rivera Yesenia Poleth***

AGRADECIMIENTO

Con todo Nuestro Corazón Agradecemos a Dios Todopoderoso por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr nuestros objetivos, ya que su sabiduría, misericordia y protección estuvieron siempre con nosotras a lo largo de esta travesía, además de su infinita bondad y amor.

También agradecemos a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, que han depositado en nosotras su confianza, estando presentes en cada momento de nuestras vidas, brindándonos disposición y su apoyo, al permitir que exista en sus corazones esa fe que les hace creer que somos capaces de lograr nuestras metas.

A nuestros hermanos, parece como si nunca hubiéramos estado en paz, siempre batallando por cualquier cuestión, sin embargo, siempre llegaron los momentos en los que nuestra lucha cesó e hicimos una tregua para lograr metas conjuntas. Les agradecemos no solo por estar presentes aportando buenas cosas a nuestra vida, sino por los grandes lotes de felicidad y de diversas emociones que siempre nos han causado.

Suponen los cimientos de mi desarrollo, todos y cada uno de ustedes –mi familia– han destinado tiempo para enseñarnos nuevas cosas, para brindarnos aportes invaluableles que servirán para toda nuestra vida, les agradecemos con creces.

Agradezco a mi compañera de tesis por el apoyo mutuo que nos brindamos a lo largo de este tiempo.

A nuestros docentes por su dedicación, paciencia, por sus exigencias que nos demuestran cómo ser mejores tanto profesional como estudiantilmente, por ese ahínco y espíritu de enseñanza que posee, que permite que el alumno se esmere y se esfuerce para obtener buenos resultados.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	42
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES	54
REFERENCIAS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Búsqueda de información en el Google Académico utilizando palabras claves.....	13
Tabla N°2. Búsqueda de información en la herramienta virtual ProQuest utilizando palabras clave.....	14
Tabla N°3. Búsqueda de información en Redalyc.org Utilizando palabras clave.....	14
Tabla N°4. Detalle de los datos de búsqueda de información.....	18
Tabla N°5. Detalle de los datos de información excluida.....	26
Tabla N°6. Detalle de los datos de información incluida.....	33
Tabla N°7. Porcentaje de artículos publicados por país de procedencia	44
Tabla N°8. Porcentaje de artículos publicados por tipo de base de datos consultada.....	44
Tabla N°9. Porcentaje de artículos publicados por tipo de palabra clave de búsqueda.....	45
Tabla N°10. Porcentaje de artículos publicados por tipo de metodología.....	45
Tabla N°11. Leyenda según código generado por artículo.....	46
Tabla N°12. Investigaciones con palabra clave "Concreto permeable"	46
Tabla N°13. Investigaciones con palabra clave "Porosidad"	47
Tabla N°14. Investigaciones con palabra clave "Adición de un material al concreto"	48
Tabla N°15. Investigaciones con palabra clave "Adición de un material al concreto"	49
Tabla N°16. Investigaciones con palabra clave "Adición de un material al concreto" ...	50
Tabla N°17. Porcentaje de investigaciones cualitativas	52
Tabla N°18. Porcentaje de investigaciones cualitativas.....	52

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N°1: Diagrama de Flujo según la metodología para la elección de los artículos y revistas científicas.....	42
Gráfica N°2: Porcentaje de artículos publicados por año	43

RESUMEN

La presente investigación se enfocó en indagar la información que existe acerca de la permeabilidad de un concreto, estableciéndose de esta manera el objetivo de conocer todo lo relacionado con las investigaciones acerca del mejoramiento de la permeabilidad de un concreto incorporando diferentes materiales, se ha creído conveniente tomar como referencia toda la información de los últimos 14 años, en español, haciendo uso de las siguientes bases de datos, Google Académico, ProQuest y Redalyc.org.

Para la inclusión de la información mediante un diagrama de flujo se clasificó la información recolectada y se excluyó aquellos artículos donde la metodología no abastecía o la información no era pertinente para la investigación. Por lo que de los 46 artículos que se examinaron, 13 fueron considerados en el cuadro de inclusión.

Mediante la sistematización de la información se llegó a la conclusión la incorporación de materiales al concreto, tales como el agregado sostenible (concreto reciclado, residuos de construcción civil y asfalto como referencia para producir CoPe), sillar, caliza, tiras de plástico (polipropileno) y andesita, que ayudan al mejoramiento de la permeabilidad de dicho concreto.

PALABRAS CLAVE: concreto permeable, porosidad y adición de un material al concreto.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La importancia del concreto en los proyectos de infraestructura radica en su versatilidad, desarrollo de tecnologías que lo han llevado a límites insospechados en su desempeño, usos y aplicaciones. Actualmente, es el material de construcción más ampliamente utilizado en el mundo con una producción mundial cercana a los 13,000 millones de m³ por año. (Arana, 2016)

El concreto hoy en día es un material de construcción muy útil, se le puede definir como la mezcla de cemento portland, agua, agregados y aire, su apariencia es a la de una roca artificial que puede parecer simple, pero con una compleja naturaleza interna, sus características especiales como la de la resistencia a la congelación, permeabilidad y hermeticidad lo hacen perfecto para pavimentos ya que tiene una vida larga y un bajo costo en mantenimiento. (Anguiano Gómez & Pérez Fletes, 2013)

El concreto permeable es un tipo especial de concreto con una alta porosidad que se obtiene mediante un elevado contenido de vacíos interconectados, es usado en superficies de concreto que permiten el paso a través de él agua proveniente de precipitaciones y otras fuentes, reduciendo la escorrentía superficial de un sitio y recargando los niveles de agua subterránea. Este concreto se usa principalmente como pavimento en aplicaciones de vialidades de bajo tráfico, áreas de estacionamientos, senderos y caminos para peatones o ciclistas.

Existen varios materiales como el agregado sostenible (concreto reciclado, residuos de construcción civil y asfalto como referencia para producir CoPe), sillar, caliza, tiras de plástico (polipropileno) y andesita que mejoran una de las propiedades físicas del concreto como lo es la permeabilidad, dichos materiales tienen diferentes características, su función

puede asemejarse a la de un aditivo que logra mejorar la porosidad y por ende la permeabilidad.

Es así que surge un tema importante para realizar en la investigación basándose en la pregunta: ¿Qué se ha investigado del mejoramiento de la permeabilidad de un concreto incorporando diferentes materiales?, esta investigación estará enfocada en lo que se conoce del mejoramiento de la permeabilidad de un concreto, el objetivo principal será investigar estudios a nivel internacional realizados anteriormente sobre el mejoramiento de la permeabilidad de un concreto incorporando diferentes materiales, de la misma manera, los objetivos específicos serán: investigar acerca de los estudios existentes de la incorporación de diferentes materiales al concreto para mejorar su permeabilidad, indagar sobre las características que tienen los materiales, estudiar la información obtenida para diferenciar las más óptimas para el desarrollo del tema de investigación, obtener la información necesaria acerca del mejoramiento de la permeabilidad de un concreto. Con esta información, el tema quedará enfocada en realizar la investigación sobre el mejoramiento de la permeabilidad de un concreto incorporando agregado sostenible (concreto reciclado, residuos de construcción civil y asfalto como referencia para producir CoPe), sillar, caliza, tiras de plástico (polipropileno) y andesita.

El tema de investigación es importante ya que nos permitirá conocer la influencia de los diferentes tipos de materiales en el concreto para mejorar su permeabilidad.

El proyecto de investigación permitirá dar un aporte importante puesto que servirá para dar una comparación entre agregado sostenible (concreto reciclado, residuos de construcción civil y asfalto como referencia para producir CoPe), sillar, caliza, tiras de plástico (polipropileno) y andesita, cuál de estas alcanza una mejor permeabilidad y poder usarla en las construcciones de pavimentos.

Los resultados que se obtengan de la presente investigación podrán utilizarse como referencia en otras investigaciones y servirá a las personas, ingenieros, empresas y demás instituciones, para conocer los materiales que mejoran la permeabilidad de un concreto en el uso de una carpeta de rodadura en pavimentos, con el propósito de filtrarse el agua, para eliminar por completo la escorrentía superficial.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La presente investigación es una revisión sistemática de la literatura científica, puesto que esta analiza, recolecta, clasifica, organiza, evalúa y sintetiza, la evidencia respecto al estudio. En la investigación, se ha planteado la siguiente pregunta ¿Qué se ha investigado del mejoramiento de la permeabilidad de un concreto incorporando diferentes materiales?, recaudando información e investigación con la finalidad de mejorar las prácticas actuales o para servir de base para nuevos enfoques de investigación, para posibles usos en la construcción, conocimiento sobre el tema y enriquecimiento en el ámbito científico. (Velásquez, 2014)

El estudio de revisión sistemática se desarrolló por etapas definidas, empezando por la definición del tema, formulación de la pregunta de investigación, búsqueda de información en bases de datos, selección de la información a través de los procesos de exclusión e inclusión, y finalmente el análisis y síntesis de la información más relevante.

Las estrategias de búsqueda de información se llevaron a cabo a través de 3 palabras claves como: concreto permeable, porosidad en el concreto, adición de un material al concreto. Para los criterios de inclusión se consideró la relación con las preguntas de investigación, la calidad, el idioma y la antigüedad, debido a que estos criterios validan a la información más importante para la revisión sistemática. En la relación con las preguntas de investigación, se consideró todas las bases de datos que responden a las mismas, y aquellas que se relacionen exclusivamente con materiales que mejoren la permeabilidad del concreto. En la calidad, se consideró bases de datos reconocidas y confiables para asegurar que la información obtenida sea fiable en la investigación. En el idioma se incluyó información encontrada en español. Finalmente, para el criterio de antigüedad se incorporó la información comprendida entre los años 2006 y 2020, es decir con 14 años de antigüedad,

para tener un enfoque mucho más actualizado de la información investigada, y en cuanto a disciplina enfocado en la rama Ingeniería.

Para la obtención de información del estudio se tuvo en cuenta las siguientes bases de datos, Google Académico, la biblioteca virtual (ProQuest) y Redalyc.org, en donde se encontraron libros, páginas web, tesis publicadas en diferentes universidades y artículos de revistas científicas relacionados con el tema de estudio. A continuación, se presenta la descripción de todas las bases de datos consultadas:

Google Académico: Es un buscador especializado que permite localizar documentos de carácter académico como artículos, tesis, libros, patentes, materiales de congresos y resúmenes de fuentes diversas como editoriales universitarias, asociaciones profesionales, repositorios de preprints, universidades y otras organizaciones académicas. Los resultados aparecen ordenados considerando el texto completo, el número de citas recibidas, el autor, la publicación fuente, etc. (Universidad del país Vasco, 2014)

ProQuest: Es un conglomerado de compañías que se dedica a proporcionar recursos para gestionar información y prestar servicios a bibliotecas e investigadores. Por una parte reúne una colección que incluye más de 90.000 fuentes autorizadas, miles de millones de páginas digitales, la mayor colección de tesis doctorales, 20 millones de páginas de periódicos, más de 450.000 libros electrónicos, colecciones únicas de material de archivos y museos, materia audiovisual, por otra parte desarrolla la tecnología que sirve para que todo este material pueda ser gestionado por bibliotecarios, y encontrado y utilizado por investigadores y académicos de todo el mundo. (El blog de la Biblioteca Francisco de Vitoria, 2018)

Redalyc: Es un sistema de indización que integra a su índice las revistas de alta calidad científica y editorial de la región, después de 16 años de dar visibilidad y apoyar en la consolidación de las revistas, ahora integra de manera exclusiva a las que comparten el modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica, de cualquier región. Somos un grupo de investigación multidisciplinario en comunicación y difusión de la Ciencia de la Universidad Autónoma del Estado de México (cuerpo académico SEP UAEM-CA-77 "Difusión y Divulgación de la Ciencia"). (Redalyc, Sistema de Información Científica, 2019)

Después de la recopilación de la información de todas las bases de datos consultadas, se describe el total de los artículos encontrados y seleccionados, los cuales se detallan en las siguientes tablas:

Tabla N° 1: Búsqueda de información en el Google Académico utilizando palabras clave.

Herramienta virtual	Palabras clave	Nro. Artículos	%
Google Académico	Concreto permeable	6	30.00%
	Porosidad	5	25.00%
	Adición de un material al concreto	9	45.00%
Total de Artículos Revisados		20	100%

Fuente: Propia

Para llevar a cabo este proceso se utilizó el internet, en el cual mediante las palabras clave se pudo identificar en Google Académico, que seis artículos encontrados hacen referencia a "Concreto permeable", los otros cinco artículos están relacionados con "Porosidad en el concreto"; mientras que; nueve están relacionados con "Adición de un material al concreto". Finalmente, se simplifico la información mediante un intervalo específico de años tomando como base el 2006 hasta el 2020. Solo se realizó la búsqueda en el idioma español.

Tabla N° 2: Búsqueda de información en la herramienta virtual ProQuest utilizando palabras clave.

Herramienta virtual	Palabras clave	Nro. Artículos	%
ProQuest	Concreto permeable	5	50.00%
	Porosidad	2	20.00%
	Adición de un material al concreto	3	30.00%
Total de Artículos Revisados		10	100%

Fuente: Propia

Para llevar a cabo este proceso se utilizó el internet, en el cual mediante las palabras clave se pudo identificar en ProQuest, que cinco artículos encontrados hacen referencia a “Concreto permeable”, los otros dos artículos están relacionados con “Porosidad en el concreto”; mientras que; tres artículos están relacionados con “Adición de un material al concreto”. Finalmente, se simplifico la información mediante un intervalo específico de años tomando como base el 2006 hasta el 2020. Solo se realizó la búsqueda en el idioma español.

Tabla N° 3: Búsqueda de información en Redalyc.org utilizando palabras clave.

Herramienta virtual	Palabras clave	Nro. Artículos	%
Redalyc.org	Concreto permeable	2	22.22%
	Porosidad en el concreto	2	22.22%
	Adición de un material al concreto	5	55.56%
Total de Artículos Revisados		9	100%

Fuente: Propia

Para llevar a cabo este proceso se utilizó el internet, en el cual mediante las palabras clave se pudo identificar en Redalyc.org, que dos artículos encontrados hacen referencia a “Concreto permeable”, los otros dos artículos están relacionados con “Porosidad en el concreto”; mientras que; cinco artículos están relacionados con “Adición de un material al concreto”. Finalmente, se simplifico la información mediante un intervalo específico de años tomando como base el 2006 hasta el 2020. Solo se realizó la búsqueda en el idioma español.

Las estrategias de búsqueda de la información de cada una de las bases de datos consultadas se presentan a continuación:

Google académico

1. Ingresa al navegador de Google.
2. En el navegador escribir la palabra "Google académico".
3. Seleccionar la primera opción (Google académico - Google scholar).
4. Luego, en el buscador de Google académico, ingresar las palabras claves de investigación: concreto permeable, porosidad en el concreto y adición de un material al concreto.
5. A continuación, se procede a depurar los resultados obtenidos, limitando la búsqueda por idioma (español) y por fecha de publicación entre los años 2006 y 2020.
6. Se procede a realizar una segunda depuración de la información, a través de la lectura de los títulos de los estudios y su relación con la pregunta de investigación.
7. La información importante se la descarga, y se las guarda en carpetas clasificándolas según la palabra clave de investigación.
8. Finalmente, se procederá a la depuración final de las investigaciones, mediante la lectura de las mismas.

ProQuest

1. Ingresa al navegador de Google.
2. Buscar la plataforma "Mi mundo UPN", y logearse para ingresar.
3. En la parte inferior de la plataforma, dar click en el enlace de "Biblioteca virtual".
4. Luego en la opción de servicios en línea, seleccionar nuevamente la opción de biblioteca virtual (ver más).
5. Seguidamente en la sección de bases de datos, elegir el sitio web ProQuest.
6. Luego en el buscador de ProQuest, ingresar las palabras claves de investigación: concreto permeable, porosidad en el concreto y adición de un material al concreto.
7. A continuación, se procede a depurar los resultados obtenidos, limitando la búsqueda por idioma (español) y por fecha de publicación entre los años 2006 y 2020.
8. Se procede a realizar una segunda depuración de la información, a través de la lectura de los títulos de las investigaciones.
9. La información importante se la descarga, y se las guarda en carpetas clasificándolas según la palabra clave de investigación.
10. Finalmente, se procederá a la depuración final de las investigaciones, mediante la lectura de las mismas.

Redalyc.org

1. Ingresa al navegador de Google.
2. En el navegador escribir la palabra "Redalyc.org".
3. Seleccionar la segunda opción (Sistema de información científica de Redalyc, red de revistas).
4. Luego, en el buscador de Redalyc.org, ingresar las palabras claves de investigación: concreto permeable, porosidad en el concreto y adición de un material al concreto.
5. A continuación, se procede a depurar los resultados obtenidos, limitando la búsqueda por idioma (español) y por fecha de publicación entre los años 2006 y 2020.
6. Se procede a realizar una segunda depuración de la información, a través de la lectura de los títulos de los estudios y su relación con la pregunta de investigación.
7. La información importante se la descarga, y se las guarda en carpetas clasificándolas según la palabra clave de investigación.
8. Finalmente, se procederá a la depuración final de las investigaciones, mediante la lectura de las mismas.

A partir de la información inicial, mediante tablas de resultados se ha clasificado la información recolectada que describen el estudio con campos como: título de revista científica, fuente, autores, lugar y año, metodología usada en la investigación y los resultados obtenidos por el autor, y dándoles una puntuación de importancia del 1 – 5, teniendo del 1 - 3 como baja (excluidas) y 4 – 5 como alta (incluidas).

Tabla N °4: Detalle de los datos de búsqueda de información

Nº	Fuente	Autor	Tema	Lugar	Año	Importancia Cal. (1 – 5)
01	Artículo	Adela Pardo	Apreciaciones en torno a la ruta del sillar arequipeño.	Arequipa	2015	1
02	Tesis	Milagros Danna, Alave Huanca & Jhenny Patricia, Mendoza Rios.	“Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de la propiedad del concreto de $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquerías en edificación en la ciudad de Tacna”.	Tacna	2019	1
03	Tesis	Paucar Curasma, Y. ; Morales de la Cruz & Franciss Willmoor.	Influencia del agregado grueso de la cantera del Río Ichu en el concreto permeable para pavimentos de bajo tránsito - $f'c 175 \text{ kg/cm}^2$.	Huancavelica	2018	1
04	Tesis	Cabrera Soriano & Claudia Lorena	“Permeabilidad del mortero de junta y de tarrajeo, con adición de jabón orgánico”.	Cajamarca	2016	1

05	Tesis	K. Nataly Contreras Cueva & J. Steven Peña Villalobos	“Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla”.	Trujillo	2017	2
06	Revista	S. Cabello Sequera , L. Campuzano Vera , J.Espinoza Correa & C. Sánchez Mendieta.	Concreto poroso: constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización.	Ecuador, Venezuela	2015	2
07	Tesis	M. I. Luis Candelas Ramírez.	“Tecnología del concreto permeable o ecológico en la construcción”.	México	2010	2
08	Artículo	E.Cárdenas Gutiérrez, Á. Albitier Rodríguez, & J. Jaimes Jaramillo.	Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua.	México	2015	2
09	Tesis	J. J. Gámez Bolaños, C. D. Guzmán Rodríguez & F. A. Renderos Ferrer.	“Evaluación del comportamiento en el módulo de ruptura en concretos permeables para carpetas de rodadura de pavimentos rígidos utilizando geosintéticos en su estructura”.	El Salvador	2016	2

10	Tesis	I. Quispe Soncco & E. I. Ticona Cutipa.	Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c = 210$ kg/cm ² .	Juliaca	2017	3
11	Artículo	Ing. Paulina Leiva Padilla, & Ing. Luis Guillermo Loria Salazar.	Trabajo mecánico de los geosintéticos como refuerzo de pavimentos.	Costa Rica	2014	1
12	Informe	Dr. Jorge E. Alva Hurtado & Dra. Miriam R. Escalaya Advincula.	Uso de geosintéticos en la solución de problemas geotécnicos.	Lima	2017	1
13	Tesis	Leiva Marin, M & Palomino Prudencio, B.	Evaluación comparativa de la permeabilidad, resistencia a la compresión del concreto poroso elaborado con cemento IP y agregado de 1/2", 3/8" y 1/4" de las canteras de Machupicchu, Abril Y Huillque.	Cusco	2016	2
14	Tesis	A. Ruiz Rodríguez.	"Resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrocho de	Cajamarca	2015	2

			cebada y bagazo de caña de azúcar".			
15	Tesis	C. A. Cervera Borja.	"Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos".	Cajamarca	2016	2
16	Tesis	J. González Quiñonez.	Utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares.	Guatemala	2017	2
17	Artículo	Moreno E. I., Varela-Rivera J., Solís-Carcaño R. & Sánchez-Pech O.	Efecto de las fibras poliméricas en la permeabilidad y características mecánicas del concreto con agregado calizo de alta absorción.	México	2013	2
18	Tesis	S. Castro Hernández & T. Guevara Díaz.	"Diferencia de compresión y permeabilidad del concreto permeable elaborado con canto rodado frente al de piedra chancada, cantera Mashcon".	Cajamarca	2017	2
19	Tesis	J. Rodríguez Salirrosas & F. Ulloa Sánchez.	Influencia de la sustitución del agregado fino por relave	Trujillo	2018	2

			minero en la resistencia a compresión y permeabilidad de un concreto de bajo tránsito.			
			Análisis de la flexo			
20	Tesis	C. Solano Cerdas.	tracción del concreto permeable.	Costa Rica	2009	1
21	Artículo	K. Fabara Hernández, C. Flórez Arias, H. Callejas Reyes & P. Cajas Daza.	Aprovechamiento de subproductos de origen carbonatado en la industria del cemento y el concreto: Una revisión para evaluar su aplicación en el departamento del Huila.	Colombia	2017	1
22	Tesis	C. Ramos Salcedo.	"Mejoramiento al concreto absorbente con inserción de fibra de vidrio para aumentar su resistencia a la compresión".	Tarma	2019	1
23	Artículo	C. Valderrama, J. Torres Agredo & R. Mejía de Gutiérrez..	Características de desempeño de un concreto adicionado con cenizas volantes de alto nivel de inquemados.	Colombia	2011	1

24	Artículo	R. Mejía de Gutiérrez, C. Rodríguez, E. Rodríguez, J. Torres y S. Delvasto.	Concreto adicionado con metacaolín: Comportamiento a carbonatación y cloruros.	Colombia	2009	2
25	Artículo	Y. Fernando Silva Urrego, W. Gustavo Valencia Saavedra & S. Delvasto Arjona	Concreto autocompactante con altos contenidos de subproductos de la combustión de carbón.	Colombia	2018	2
26	Artículo	Patricia López.	Enriquecen concreto con nopal.	México	2007	4
27	Tesis	Daniel Pérez Ramos	Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos.	México	2009	4
28	Artículo	Jorge Luis Emanuel Layza Otiniano, Severino Ayay Romero, Daniel Mantilla Raico, Gilmer Silva Bazan & Pepe Rios Briones Vásquez.	Concreto poroso.	Cajamarca	2018	4
29	Artículo	CIP-38	Concreto permeable.	Perú	-	5
30	Página web	Carlos Aire.	Concreto permeable: alternativas sustentables.	México	2010	5
31	Tesis	Carlos Enrique. Amorós Morote & José Carlos, Bendezú Ulloa.	Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie	Lima	2019	4

			de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm ² .			
32	Tesis	Flores Quispe, Cesar Eddy; Pacompia Calcina, Ivan Alexander.	Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos F'c 175 kg/cm ² .	Puno	2015	4
33	Artículo	Rómel Solís, Carcaño & Eric I. Moreno.	Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo.	México	2006	5
34	Tesis	Darwin Humberto Mora Villota.	Propiedades Mecánicas y de Permeabilidad de Concreto Fabricado con Agregado Reciclado.	Colombia	2016	5
35	Artículo	Gersson F. B. Sandoval, Isaac Galobardes, Nicole Schwantes Cezario, André Campos, Berenice M Torallés .	Correlación de la permeabilidad y la porosidad para el concreto permeable (CoPe).	Colombia	2019	5
36	Tesis	Luis Antonio Cerdán Pérez.	"Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras la Victoria y roca fuerte, aumentando	Cajamarca	2015	5

					diferentes porcentajes de vacíos".			
37	Tesis	Collantes Delgado, Jordy Alexis; Eslava Urbina, Diego Alonso.			Influencia del agregado reciclado sobre la compresión, abrasión, asentamiento y permeabilidad en el concreto permeable no estructural.	Trujillo	2018	5
38	Libro	Arq. Alfonso Untiveros.	Aire		Características físicas de las canteras del sillar.	Arequipa	2015	4
39	Tesis	Sumalave Nina Pastor Hugo.			"Efectos de la adición de sillar reciclado en las propiedades mecánicas del concreto de cemento portland tipo I".	Arequipa	2019	4

Fuente: Propia

Luego de clasificar toda la información según su importancia del 1 – 5, se procede a especificar si los estudios tienen motivos de exclusión e inclusión en la presente investigación.

Cuadro de exclusión:

Por otro lado, del total del resultado, se han excluido aquellos artículos de las diferentes herramientas virtuales donde la metodología no abastecía la información pertinente para la investigación realizada, la búsqueda era muy compleja y los resultados no tenían relación con lo que se pretende investigar.

Tabla N° 5: Detalle de datos de información excluida.

N°	Fuente	Autor	Tema	Lugar	Año	Motivo de exclusión (1- 3)
01	Artículo	Adela Pardo	Apreciaciones en torno a la ruta del sillar arequipeño.	Arequipa	2015	Faltan detalles del sillar como material permeable.
02	Tesis	Milagros Danna, Alave Huanca & Jhenny Patricia, Mendoza Rios.	“Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de la propiedad del concreto de $f'c= 175$ kg/cm ² para muros de tabiquerías en edificación en la ciudad de Tacna”.	Tacna	2019	Estudia el mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto, pero no la permeabilidad.
03	Tesis	Paucar Curasma, Y. ; Morales de la Cruz & Franciss Willmoor.	Influencia del agregado grueso de la cantera del Río Ichu en el concreto permeable para pavimentos de bajo tránsito - $f'c 175$ kg/cm ² .	Huancavelica	2018	El estudio muestra resultados que se encuentran dentro del rango de permeabilidad, pero con baja resistencia a la compresión.
04	Tesis	Cabrera Soriano & Claudia Lorena	“Permeabilidad del mortero de junta y de tarrajeo, con adición de jabón orgánico”.	Cajamarca	2016	Trata de la permeabilidad del mortero y no del concreto.

05	Tesis	K. Nataly Contreras Cueva & J. Steven Peña Villalobos	“Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla”.	Trujillo	2017	El estudio muestra un incremento en la resistencia a compresión, pero no en la permeabilidad.
06	Revista	S. Cabello Sequera , L. Campuzano Vera , J.Espinoza Correa & C. Sánchez Mendieta.	Concreto poroso: constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización.	Ecuador, Venezuela	2015	No indica datos del rango de coeficiente de permeabilidad.
07	Tesis	M. I. Luis Candelas Ramírez.	“Tecnología del concreto permeable o ecológico en la construcción”.	México	2010	Menciona pocas bases teóricas sobre la permeabilidad y ningún dato de rangos de coeficiente.
08	Artículo	E.Cárdenas Gutiérrez, Á. Albiter Rodríguez, & J. Jaimes Jaramillo.	Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua.	México	2015	Menciona la intervención del aditivo para mejorar la permeabilidad, mas no un material.

09	Tesis	J. J. Gámez Bolaños, C. D. Guzmán Rodríguez & F. A. Renderos Ferrer.	“Evaluación del comportamiento en el módulo de ruptura en concretos permeables para carpetas de rodadura de pavimentos rígidos utilizando geosintéticos en su estructura”.	El Salvador	2016	Se basa en el mejoramiento de la capacidad a flexión de los concreto permeables, pero no de mejorar la permeabilidad.
10	Tesis	I. Quispe Soncco & E. I. Ticona Cutipa.	Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	Juliaca	2017	El estudio indica que mejora la resistencia a compresión, pero la permeabilidad reduce.
11	Artículo	Ing. Paulina Leiva Padilla, & Ing. Luis Guillermo Loria Salazar.	Trabajo mecánico de los geosintéticos como refuerzo de pavimentos.	Costa Rica	2014	Mejora la resistencia a compresión del concreto, pero no menciona el mejoramiento de la permeabilidad.
12	Informe	Dr. Jorge E. Alva Hurtado & Dra. Miriam R. Escalaya Advincula.	Uso de geosintéticos en la solución de problemas geotécnicos.	Lima	2017	Indica que los geosintéticos bloquea o desvía los fluidos, por ende, este provoca la impermeabilización.
13	Tesis	Leiva Marin, M & Palomino Prudencio, B.	Evaluación comparativa de la permeabilidad,	Cusco	2016	El estudio muestra que la resistencia a compresión

			resistencia a la compresión del concreto poroso elaborado con cemento IP y agregado de 1/2", 3/8" y 1/4" de las canteras de Machupicchu, Abril Y Huillque.			aumenta en ambos casos, mas no la permeabilidad.
14	Tesis	B. Ruiz Rodríguez.	"Resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar".	Cajamarca	2015	Indica el mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto, mas no el mejoramiento de la permeabilidad.
15	Tesis	C. Cervera Borja.	"Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos".	Cajamarca	2016	La incorporación de partículas de caucho reciclado mejora en la interrelación del flujo con estabilidad, pero no en la permeabilidad.
16	Tesis	J. González Quiñonez.	Utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto	Guatemala	2017	El estudio se basa en la comparación de la resistencia a flexión y compresión del concreto.

			permeable para uso en estacionamientos vehiculares.			
17	Artículo	Moreno E. I., Varela-Rivera J., Solís-Carcaño R. & Sánchez-Pech O.	Efecto de las fibras poliméricas en la permeabilidad y características mecánicas del concreto con agregado calizo de alta absorción.	México	2013	Indica la reducción de la corrosión en el concreto reforzado, por la reducción de la permeabilidad.
18	Tesis	S. Castro Hernández & T. Guevara Díaz.	"Diferencia de compresión y permeabilidad del concreto permeable elaborado con canto rodado frente al de piedra chancada, cantera Mashcon".	Cajamarca	2017	Muestran datos del mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto permeable.
19	Tesis	J. Rodríguez Salirrosas & F. Ulloa Sánchez.	Influencia de la sustitución del agregado fino por relave minero en la resistencia a compresión y permeabilidad de un concreto de bajo tránsito.	Trujillo	2018	El estudio muestra un incremento en la resistencia a compresión y una reducción de la permeabilidad.

20	Tesis	C. Solano Cerdas.	Análisis de la flexo tracción del concreto permeable.	Costa Rica	2009	Indica la correlación de la flexo tracción y resistencia a compresión del concreto permeable.
21	Artículo	K. Fabara Hernández, C. Flórez Arias, H. Callejas Reyes & P. Cajas Daza.	Aprovechamiento de subproductos de origen carbonatado en la industria del cemento y el concreto: Una revisión para evaluar su aplicación en el departamento del Huila.	Colombia	2017	Menciona subproductos derivados de la minería de origen carbonatado en la construcción, pero no indica si estos productos son permeables.
22	Tesis	C. Ramos Salcedo.	"Mejoramiento al concreto absorbente con inserción de fibra de vidrio para aumentar su resistencia a la compresión".	Tarma	2019	El estudio menciona el mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto absorbente al usar fibras de vidrio.
23	Artículo	C. Valderrama, J. Torres Agredo & R. Mejía de Gutiérrez..	Características de desempeño de un concreto adicionado con cenizas volantes de alto nivel de inquemados.	Colombia	2011	El estudio menciona el mejoramiento en las propiedades mecánicas y un desempeño inferior en la permeabilidad.
24	Artículo	R. Mejía de Gutiérrez, C.	Concreto adicionado con metacaolín:	Colombia	2009	La relación de vacíos que contiene el concreto

		Rodríguez, E.	Comportamiento a				añadiendo el metacaolín
		Rodríguez, J.	carbonatación y				no se encuentra dentro del
		Torres y S.	cloruros.				rango establecido.
		Delvasto.					
		Y. Fernando Silva	Concreto				Mencionan la
		Urrego, W. Gustavo	autocompactante con				permeabilidad, pero el
25	Artículo	Valencia Saavedra	altos contenidos de	Colombia	2018		detalle de su estudio se
		& S. Delvasto	subproductos de la				basa en las propiedades
		Arjona	combustión de carbón.				mecánicas del concreto.
							Indica el mejoramiento
							del concreto con nopal
26	Artículo	Patricia López.	Enriquecen concreto	México	2007		en estado fresco y
			con nopal.				endurecido, pero dentro
							de estas no está incluida
							la permeabilidad.

Fuente: Propia

Cuadro de inclusión:

Finalmente, se obtiene la información a considerar para esta investigación que son de importancia, teniendo en cuenta la tabla siguiente con su descripción.

Tabla N° 6: Detalle de datos de información incluida.

N°	Fuente	Autor	Tema	Lugar	Año	Motivo de inclusión (4 - 5)
01	Tesis	Daniel Pérez Ramos	Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos.	México	2009	Tema relacionado con adición de un material al concreto.
02	Artículo	Jorge Luis Emanuel Layza Otiniano, Severino Ayay Romero, Daniel Mantilla Raico, Gilmer Silva Bazan & Pepe Rios Briones Vásquez.	Concreto poroso.	Cajamarca	2018	Porosidad del concreto
03	Artículo	CIP-38	Concreto permeable.	Perú	-	Que es concreto permeable
04	Página web	Carlos Aire.	Concreto permeable: alternativas sustentables.	México	2010	Concreto Permeable
05	Tesis	Carlos Enrique. Amorós Morote & José Carlos, Bendezú Ulloa.	Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm ² .	Lima	2019	Pavimento Permeable

06	Tesis	Flores Quispe, Cesar Eddy; Pacompa Calcina, Ivan Alexander	Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos F'c 175 kg/cm2.	Puno	2015	Adición de tiras de plástico para pavimentos.
07	Artículo	Rómel Solís, Carcaño Y Eric I. Moreno	Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo.	México	2006	Estudio del concreto con agregado calizo
08	Tesis	Darwin Humberto Mora Villota	Propiedades Mecánicas y de Permeabilidad de Concreto Fabricado con Agregado Reciclado.	Colombia	2016	Incorporación de agregado reciclado al concreto
09	Artículo	Gersson F. B. Sandoval, Isaac Galobardes, Nicole Schwantes Cezario, André Campos, Berenice M Toralles .	Correlación de la permeabilidad y la porosidad para el concreto permeable (CoPe).	Colombia	2019	Incorporación de agregados sostenibles al concreto
10	Tesis	Luis Antonio Cerdán Pérez	“Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras la Victoria y roca fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos”.	Cajamarca	2015	Influencia de agregados de canteras para un concreto permeable
11	Tesis	Collantes Delgado, Jordy Alexis; Eslava Urbina, Diego Alonso.	Influencia del agregado reciclado sobre la compresión, abrasión,	Trujillo	2018	Incorporación de agregado reciclado

				asentamiento y permeabilidad en el concreto permeable no estructural.			para un concreto permeable
12	Libro	Arq. Alfonso Untiveros	Aire	Características físicas de las canteras del sillar.	Arequipa	2015	Porosidad del sillar
13	Tesis	Sumalave Hugo	Nina Pastor	“Efectos de la adición de sillar reciclado en las propiedades mecánicas del concreto de cemento portland tipo I”.	Arequipa	2019	Incorporación del sillar reciclado al concreto

Fuente: Propia

Finalmente, se tiene una síntesis de las 13 investigaciones incluidas para trabajar en la investigación, las cuales se detallan a continuación:

(Ramos, 2009) Nos indica que para la elaboración de mezclas de concreto permeable con agregados andesíticos diseñadas para un 15% y 20% de vacíos, realiza estudios basándose en el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable que se encuentra en el rango de 0.2 a 0.54 cm/s. Mostrando como resultados que este concreto se encuentran dentro del rango anteriormente descrito, por lo cual, se puede afirmar que las muestras de concreto cumplen con los requerimientos de permeabilidad.

Según (Layza Otiniano, Ayay Romero, Mantilla Raico, Silva Bazan, & Briones Vásquez, 2018) los pavimentos que se han realizado de concreto poroso son fabricados de granulometría sin finos por ello son permeables y estos alcanzan entre 15 – 25% lo que permite el pase de 120 a 230 litros de agua por metro cuadrado; esto podría ser una solución para la problemática actual en las inundaciones urbanas.

(CIP 38, Sf) Menciona que el concreto permeable puede ser diseñado para obtener una resistencia a la compresión entre 400 psi a 4.000 psi (2.8 y 28 MPa) sin embargo, las resistencias de 600 psi a 1.500 psi (2.8 a 10 MPa) son más comunes, no obstante, no se especifica o acepta en base a la resistencia, pues para el éxito de un pavimento permeable es el contenido de vacíos.

(Aire, 2010) Nos hace mención que de acuerdo con el ACI-522R, el concreto permeable es un material de estructura abierta con revenimiento cero, compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de finos, aditivos y agua. La combinación de estos ingredientes produce un material endurecido con poros interconectados, cuyo tamaño varía de 2 a 8 mm lo que permite el paso de agua. El contenido de vacíos puede variar de un 18 a un 35 por ciento.

(Amorós Morote & Bendezú Ulloa, 2019) Afirma que, en el caso de los pavimentos permeables, los vacíos dentro del concreto también se obstruyen con el paso del tiempo. Sin embargo, se ha demostrado que sin ningún tipo de tratamiento el pavimento permeable después de 10 años de uso es capaz de mantener el 20% de su permeabilidad original. El diseño de mezcla usado en el prototipo con resistencia a la compresión de 261.58 kg/cm² y permeabilidad de 0.01744 m/s puede usarse como alternativa de superficie de rodadura para un pavimento permeable.

Según (Flores Quispe & Pacompia Calcina, 2015) la incorporación de tiras de plástico (polipropileno) en el diseño de mezcla de un concreto permeable diseñado para pavimentos $f'c$ 175 kg/cm² determinando en este el contenido de vacíos en estado fresco y endurecido, así como también el coeficiente de permeabilidad en todos los grupos de prueba (Curva Natural, Curva Normalizada, Curva Normalizada con adición de tiras en un 0.05%,

0.10% y 0,15%) se obtienen valores que se encuentran dentro de los rangos establecidos para el concreto permeable.

(Villota, 2016) Hace referencia que desde el punto de vista de sostenibilidad, es necesario el aprovechamiento de los materiales producto de las demoliciones y sobrantes de la construcción que a nivel mundial es un hecho. Referente a la clasificación de la permeabilidad de acuerdo a la norma ASTM C1202, todas las mezclas Ce y la 100%Co tienen permeabilidad Alta al determinarse una carga superior a 4000 Coulombs, mientras que las otras tres mezclas, Patrón, 25%Co y 50%Co tiene permeabilidad moderada al estar entre los 2000 y 4000 Coulombs. Además, las mezclas de reemplazo Ce muestran disminución de la permeabilidad a medida que aumenta el porcentaje de reemplazo, caso contrario al de las mezclas Co que aumentaron su permeabilidad con el incremento en el porcentaje de reemplazo. Sin embargo, las mezclas Co mostraron un mejor desempeño que las mezclas Ce, ya que entre 25%Ce y 25%Co la diferencia fue cercana al 64%, en cuanto a 50%Ce y 50%Co estuvo en un 93%, para el caso de 100%Ce y 100% Co estuvo por encima un 10%, siendo esto más notorio, en cuanto las mezclas Co, fueron en su mayoría de permeabilidad moderada, mientras que, para Ce, al contrario, fueron casi todas de permeabilidad alta.

(Solís Carcaño & I. Moreno, 2006) Nos dicen que para la mayoría de los materiales estructurales la porosidad es una propiedad física que influye directamente en sus principales propiedades mecánicas. La forma en que los poros del concreto se interconecten determina la permeabilidad del material, con el objetivo de identificar los factores que influyen en la porosidad del concreto preparado con agregados calizos triturados de alta absorción. Se clasificaron los concretos de acuerdo a la proporción g/ a, y se calcularon los parámetros de tendencia central y dispersión de la porosidad para cada grupo. Los resultados muestran las

medias y desviaciones estándar obtenidas para cada uno de los cuatro niveles que se asignó a la variable proporción g/a, también muestra la representación gráfica de la media y del intervalo de valores tomados por la porosidad (95% de confianza) para los diferentes valores de la proporción g/a. Sin embargo, es evidente que la porosidad de los concretos de este estudio es mayor que el valor máximo aceptado, apoyando de esta manera la necesidad de tomar en cuenta la absorción del agregado pétreo en el modelo utilizado para estimar la porosidad del concreto. La relación a/c fue un factor que influyó en la porosidad del concreto, sin embargo, resultó ser poco sensible ya que entre concretos con relaciones a/c de 0,40 y 0,70 únicamente se obtuvo una diferencia del 10% en la porosidad.

(B. Sandoval , Galobardes, Schwante Cezario , Campos , & M. Toralles, 2019)

Proponen una correlación para los parámetros hidráulicos del concreto permeable (CoPe). se llevaron a cabo pruebas de porosidad y permeabilidad a carga constante para estudiar las propiedades hidráulicas del material. Los resultados indican que es factible producir concreto permeable con agregados sostenibles que cumplan con los estándares y que se podría usar en la construcción de calzadas. Para esto, se utilizaron agregados de residuos de construcción civil y 1agregado de basalto como referencia para producir CoPe. Los resultados experimentales muestran que la porosidad varió de 19.1 a 28.6%, mientras que la permeabilidad varió de 4.3 a 15.3 mm / s. Ambos parámetros presentaron la misma tendencia: los aumentos en la porosidad implicaron una mayor permeabilidad de acuerdo con los resultados encontrados en la literatura [14,46]. En la práctica, los valores de coeficiente más bajos n dan como resultado una PC con mayor permeabilidad (más eficiente en términos de rendimiento hidráulico). Las porosidades de las PC con agregados sostenibles fueron mayores en comparación con la referencia (basalto), ya que los agregados

sostenibles presentaron menor densidad, mayor absorción de agua y menor contenido de finos, lo que permitió la formación de altas porosidades

(Pérez, 2015) Analiza el comportamiento de concreto permeable utilizando agregados de las canteras La Victoria y Roca Fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos (15%, 18%, 20% y 23%). La metodología para la adición de porcentajes de vacíos consistió en establecer sus diseños respectivos para cada cantera y porcentaje de vacíos, controlando el asentamiento (0-2 pulg). Se realizaron los ensayos al concreto en estado fresco y ensayos al concreto en estado endurecido, siendo el más importante el ensayo de la resistencia a la compresión y permeabilidad (ASTM C39 / NTP 339.034 y ACI 522R). Para tener un mejor control de la resistencia a compresión, los especímenes de concreto fueron ensayados a los 7 días, 14 días y 28 días. Luego se evaluaron las resistencias patrón 15% y las resistencias con adición de diferentes porcentajes de vacíos (18%, 20% y 23%), donde se puede apreciar que, a mayor adición de vacíos, mayor pérdida de resistencia a la compresión y mayor permeabilidad.

(Collantes Delgado, & Eslava Urbina, 2018) Nos da conocer la influencia del porcentaje de reemplazo de concreto reciclado sobre el asentamiento, la resistencia a la compresión, abrasión y permeabilidad en la fabricación de concreto permeable no estructural. Buscar alternativas que mejoren el impacto que tienen los residuos de concreto como contaminante sobre la salud humana y el medio ambiente, se plantea conseguir un modelo de construcción más sostenible con el uso del concreto reciclado para producir un concreto permeable no estructural con menores costos de producción y propiedades mejoradas. El propósito de la investigación fue determinar el porcentaje óptimo de concreto reciclado que debe sustituir al agregado grueso en el diseño de una mezcla convencional para conformar concreto permeable. Las probetas para los ensayos del concreto en estado

endurecido fueron ensayadas a edades de 28 días de curado, a excepción del ensayo de resistencia a la compresión, en el cual también se ensayaron a edades de 7 días de curado. El diseño óptimo del concreto permeable no estructural con concreto reciclado se logró con un porcentaje de 40%, presentando la máxima resistencia a compresión y una mejora de 36%, con respecto a la resistencia de diseño. Además de tener óptimas propiedades de asentamiento, abrasión y permeabilidad.

(Untiveros, 2015) Nos indica que el sillar es una piedra labrada por varias de sus caras, generalmente en forma de paralelepípedo, y que forma parte de la sobra de sillería. La toba volcánica o tufo volcánico es un tipo de roca ígnea volcánica ligera, de consistencia porosa, formada por la acumulación de cenizas u otros elementos volcánicos muy pequeños expelidos por los respiraderos durante una erupción volcánica. Al ser un material poroso, es bastante absorbente de humedad, su textura es muy rica y estéticamente agradable. Su composición Química en promedio se asemeja a la riolita, habiéndose identificado también elementos como el estroncio, litio y rubidio. Los constituyentes esenciales determinados macroscópicamente son: feldespato potásico, oligoclasa, cuarzo, vidrio, biótica y óxido de hierro, distribuidos irregularmente en una pasta vitro clástica. Los constituyentes son de naturaleza vítrea cristalina y lítica. Su porosidad: se deduce que el sillar es un material muy poroso, por lo que si lo emplea en construcciones hay que mojarlo primero antes de emplearlo, ya que de otro modo el sillar absorbería toda el agua constitutiva de la mezcla, quedando esta sin consistencia adecuada para el fraguando. Mal conductor de la temperatura: Por lo que conserva la temperatura de las viviendas de una manera agradable, ya que el sillar actúa como regulador (termostato) ya sea reteniendo el calor o irradiando lo suavemente.

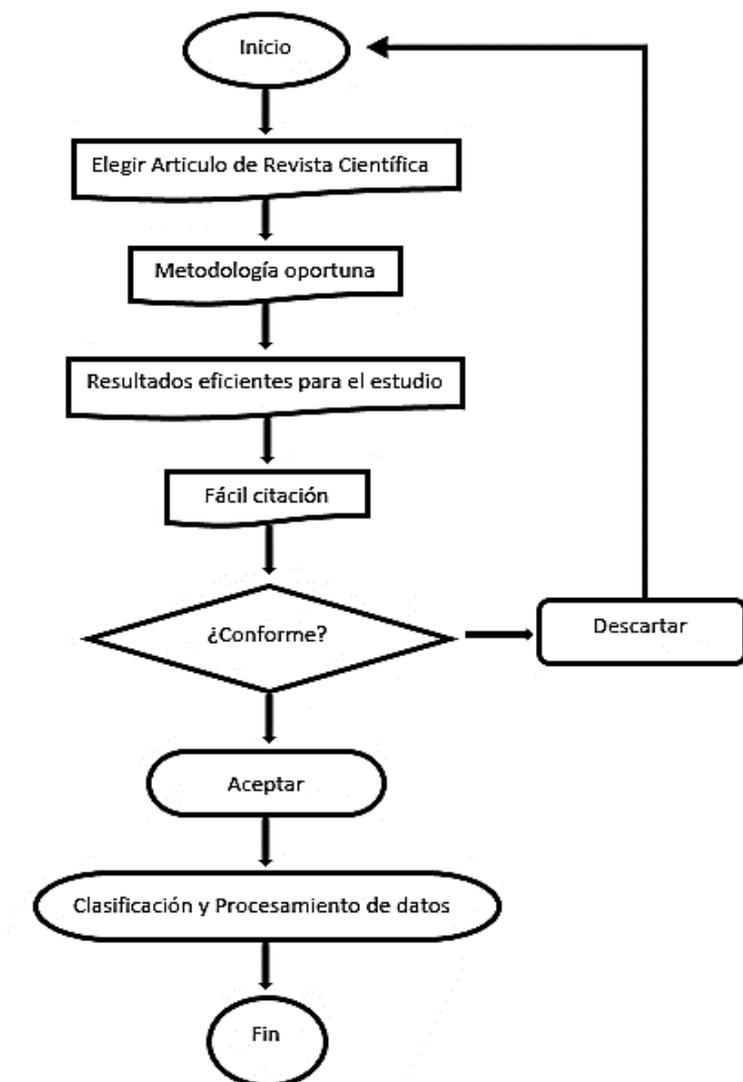
(Pastor, 2019) Menciona las ventajas del sillar como una adición al concreto, estas son la: Trabajabilidad: En general, las adiciones al cemento mejoran la consistencia y la

trabajabilidad del concreto fresco. El retardo es eliminado en invierno reduciendo el porcentaje de las adiciones al cemento en el concreto. Resistencia: Las mezclas de concreto pueden ser dosificadas para producir la resistencia requerida y la velocidad de ganancia de resistencia que sea requerida para la aplicación. Durabilidad: Las adiciones al cemento pueden ser utilizadas para reducir el calor asociado con la hidratación del cemento y reducir el potencial de fisuración térmica en elementos estructurales masivos. Estos materiales modifican la microestructura del concreto y reducen su permeabilidad por lo que consecuentemente reducen la penetración de agua y sales disueltas en el concreto. La impermeabilidad del concreto reducirá varias formas de deterioro del mismo, tales como la corrosión del acero de refuerzo y el ataque químico. La mayoría de las adiciones al cemento reducen la expansión interna del concreto debido a reacciones químicas tales como la reacción árido álcali y el ataque de sulfatos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Del total de los 46 artículos examinados en la revisión sistemática, 13 fueron considerados en el cuadro de inclusión. Mediante un diagrama de flujo se evidencia la secuencia del criterio de elegibilidad de los artículos de revista científica, para lo cual se ha distinguido aquellos artículos cuya información, metodología, resultados y fuente para citación han sido las más adecuadas para la investigación, por el contrario, aquellos artículos de revista científica que no proporcionan estos requisitos han sido excluidos.

Gráfico 1: Diagrama de flujo según la metodología para la elección de los artículos y revistas científicas.



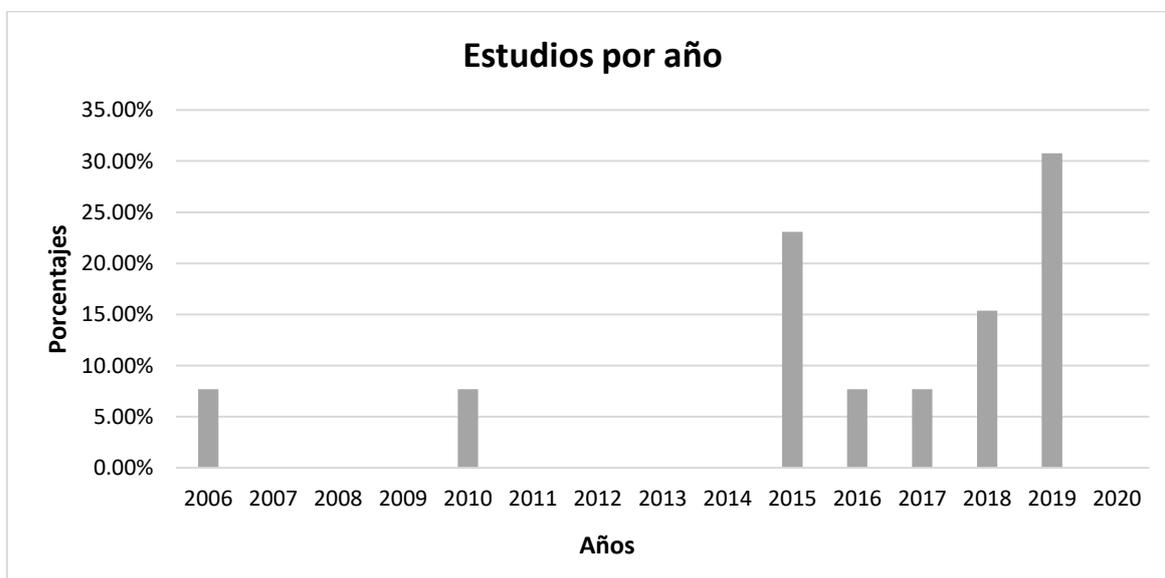
Fuente: Propia

Características de los estudios:

Se presentan las características de los 13 estudios de manera globalizada, como el porcentaje de artículos publicados por año, por país de procedencia, por tipo de base de datos consultada, por palabra clave de búsqueda y tipo de metodología.

En el gráfico N° 1, se especifica el porcentaje de artículos publicados en las bases de datos, entre los años 2006 y 2020. Cabe mencionar que la antigüedad de los artículos en la revisión sistemática se consideró de 14 años. Se observa que, a partir del año 2015 es donde existe la mayor cantidad de estudios realizados, liderando con un porcentaje de 30.77% el año 2019, seguido de este están los años 2018 con un porcentaje de 15.38% y el año 2015 con un porcentaje de 23.08%, los años 2006, 2010, 2016 y 2017 son aquellos que tal solo cuentan con un porcentaje de 7.96%.

Gráfica N° 2: Porcentaje de artículos publicados por año



Fuente: Propia

En la tabla N° 7, se especifica el porcentaje de artículos publicados según el país de procedencia, en donde se evidencia que en el Perú se ha recopilado el mayor porcentaje de

artículos con un 61.54 %, mientras que en México se encontró 23.08% y para Colombia solo se ha recopilado un 15.38%.

Tabla N° 7: Porcentaje de artículos publicados por país de procedencia

País de procedencia	Cantidad	%
México	3	23.08%
Perú	8	61.54%
Colombia	2	15.38%
Total	13	100%

Fuente: Propia

En la tabla N° 8, se evidencia el porcentaje de artículos publicados según el tipo de base de datos consultada, siendo Google académico la fuente de donde se obtuvo la mayor cantidad de artículos con un porcentaje del 46.15%, la segunda fuente fue ProQuest con un porcentaje representativo del 30.77%, mientras que Redalyc.org obtuvo un porcentaje del 23.08%.

Tabla N° 8: Porcentaje de artículos publicados por tipo de base de datos consultada

Tipo de base de datos	Cantidad	%
Google académico	6	46.15%
ProQuest	4	30.77%
Redalyc.org	3	23.08%
Total	13	100%

Fuente: Propia

En la tabla N° 9, se detalla el porcentaje de artículos publicados según la palabra clave de búsqueda, siendo la palabra más representativa "Concreto permeable" con un 61.54%, la segunda palabra más característica fue "Adición de un material al concreto" con un porcentaje del 23.08% y por último la palabra "Porosidad en el concreto" con un porcentaje del 15.38%.

Tabla N° 9: Porcentaje de artículos publicados por tipo de palabra clave de búsqueda

Palabra clave de búsqueda	Cantidad	%
Concreto permeable	8	61.54%
Porosidad en el concreto	2	15.38%
Adición de un material al concreto	3	23.08%
Total	13	100%

Fuente: Propia

En la tabla N° 10, se especifica el porcentaje de artículos publicados según el tipo de metodología utilizada, perteneciendo al análisis cualitativo 4 artículos con un porcentaje del 30.77%, y al análisis cuantitativo los 9 artículos restantes que representa el 69.23%.

Tabla N° 10: Porcentaje de artículos publicados por tipo de metodología

Tipo de metodología	Cantidad	%
Estudios cualitativos	4	30.77%
Estudios cuantitativos	9	69.23%
Total	13	100%

Fuente: Propia

Análisis global de los estudios:

Para realizar el análisis global de los estudios, se ha codificado a los artículos para mantener un orden, como se muestra en la leyenda de la tabla N° 11, una vez obtenida la información de los artículos científicos se procesará los datos. En la tabla N° 12; 13; 14; 15 y 16, se muestran la fuente de procedencia, el lugar, el año, el autor, el título y la metodología de los estudios la cual se presenta de forma cualitativa y cuantitativamente; los estudios cualitativos son aquellos que estudian, analizan y comparan la permeabilidad del concreto de forma descriptiva, en cambio los estudios cuantitativos son aquellos que evalúan la permeabilidad de concreto de forma experimental. Así mismo, se detalla los hallazgos obtenido de cada estudio que responden a las preguntas de investigación.

Tabla N°11: Leyenda según código generado por artículo

Herramienta virtual	Código generado
Google Académico	A
ProQuest	B
Redalyc.org	C

Fuente: Propia

A continuación, se presenta las tablas con el procesamiento de datos de las revistas científica elegidas, dadas de la siguiente manera:

Tabla N° 12: Investigaciones con palabra clave "Concreto permeable"

Código	A1	A2	B1
Título	Concreto permeable.	Concreto permeable: alternativas sustentables.	Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm ² .
Fuente	<i>Google Académico</i>	<i>Google Académico</i>	<i>ProQuest</i>
Autores	CIP-38	Aire, C.	Amorós, C. & Bendezú, J.
Lugar y Año	Perú, S. F.	México, 2010.	Lima, 2019.
Tipo	Cualitativo	Cualitativo	Cuantitativo
Metodología	Detalle de los parámetros y prioridades para un concreto permeable.	Estudio de los rangos de un concreto permeable.	Establecer un diseño de mezcla óptimo de un concreto permeable aplicado en pavimentos.
Hallazgos			

Resultados	El concreto permeable puede ser diseñado para obtener una resistencia a la compresión entre 400 psi a 4.000 psi sin embargo, las resistencias de 600 psi a 1.500 psi son más comunes, pero la prioridad para un pavimento permeable es el contenido de vacíos.	El concreto permeable es un material endurecido con poros interconectados, cuyo tamaño varía de 2 a 8 mm, así como el contenido de vacíos puede variar de un 18 a un 35 %, permitiendo el paso de agua.	La dosificación óptima para que el concreto permeable llegue a una resistencia de 283.06 kg/cm ² , con una relación agua/cemento de 0.38, con un porcentaje de vacíos de 13%, 1.5% de aditivo Superplastificante (Z RR PLAST-971), 161.1 kg de arena y 1449.93 kg de piedra para una dosificación de 1m ³ .
-------------------	--	---	---

Fuente: Propia

Tabla N° 13: Investigaciones con palabra clave "Porosidad "

Código	A3	A4
Título	Concreto poroso	Características físicas de las canteras del sillar
Fuente	<i>Google Académico</i>	<i>Google Académico</i>
Autores	Layza J., Ayay S., Mantilla D., Silva G. & Briones P.	Arq. Untiveros, A.
Lugar y Año	Cajamarca, 2018	Arequipa, 2015
Metodología	Tipo Cualitativo	Cualitativo
	Hallazgo Estudio del concreto permeable (poroso) como alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales.	Características físicas y químicas de las canteras de sillar.
Resultados	El concreto poroso son fabricados de granulometría sin finos por ello son permeables y estos alcanzan entre 15 – 25% lo que permite el pase de 120 a 230 litros de agua por metro cuadrado.	Se ha desarrollado esta investigación con el fin de dar a conocer las características que este posee, ya que es un material

que viene siendo utilizado desde
años atrás en la construcción.

Fuente: Propia

Tabla N° 14: Investigaciones con palabra clave "Adición de un material al concreto "

Código	A5	A6	B2
Título	Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos.	"Efectos de la adición de sillar reciclado en las propiedades mecánicas del concreto de cemento portland tipo I"	Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos f_c 175 kg/cm ² .
Fuente	<i>Google Académico</i>	<i>Google Académico</i>	<i>ProQuest</i>
Autores	Ramos D.	Pastor S.	Flores C. & Pacompia I.
Lugar y Año	México, 2009.	Arequipa, 2019.	Puno, 2015.
Metodología	Tipo Cuantitativo	Tipo Cuantitativo	Tipo Cuantitativo
Hallazgo	Elaboración de mezclas de concreto permeable con agregados andesíticos diseñadas para un 15% y 20% de vacíos.	Determinar el efecto en las propiedades mecánicas del concreto de cemento portland tipo I sustituyendo cemento por sillar en porcentajes de 2.5%;5%;7.5%;10%;15%;20%.	Determinar el diseño de mezcla del concreto permeable idóneo, para la incorporación de tiras de polipropileno (3 mm x 30 mm) en 0.05%, 0.10% y 0.15% respecto al peso de los materiales.
Resultados	La incorporación de agregados andesíticos al concreto, muestran que este se encuentra dentro del rango de	Realizando los ensayos se demostró que el sillar tiene propiedades y puede ser usado como una puzolana de adición del	La incorporación de tiras de polipropileno (3 mm x 30 mm) en el diseño de mezcla de un concreto permeable,

coeficiente de cemento portland Tipo I, mejora parcialmente las permeabilidad (0.2 a por lo que en costo propiedades del mismo, 0.54 cm/s), afirmando beneficio es rentable específicamente su que las muestras de hacer la sustitución hasta resistencia a la concreto cumplen con en un 10% sin perjudicar compresión. los requerimientos de gravemente la resistencia. permeabilidad.

Fuente: Propia

Tabla N° 15: Investigaciones con palabra clave "Adición de un material al concreto "

Código	B3	B4	C1
Título	"Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras la victoria y roca fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos"	Influencia del agregado reciclado sobre la compresión, abrasión, asentamiento y permeabilidad en el concreto permeable no estructural.	Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo
Fuente	<i>ProQuest</i>	<i>ProQuest</i>	<i>Redalyc.org</i>
Autores	Pérez, L.	Collantes, J. & Eslava, D.	Solis, R. & Moreno, E.
Lugar y Año	Cajamarca, 2015	Trujillo, 2018	México, 2006
Tipo	Cuantitativo	Cuantitativo	Cuantitativo
Metodología	Se analiza el comportamiento de concreto permeable utilizando agregados de las canteras La Victoria y Roca Fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos (15%, 18%, 20% y 23%).	Influencia del porcentaje de reemplazo de concreto reciclado sobre el asentamiento, la resistencia a la compresión, abrasión y permeabilidad en la fabricación de concreto permeable no estructural.	Identificar los factores que influyen en la porosidad del concreto preparado con agregados calizos triturados de alta absorción, mismos que podrían presentar características no usuales, haciendo
Hallazgo			

		<p>variar la relación agua-cemento, la proporción grava-arena, y la fuente de origen de los agregados.</p>
Resultados	<p>El aumento en diferentes porcentajes de vacíos 15%, 18%, 20% y 23%, al concreto permeable disminuye la resistencia a la compresión en un 20.96%, 37.72%, 61.88% y aumenta la permeabilidad en un 35.97%, 80.69% y 158.92% para la cantera La Victoria, y para la cantera Roca Fuerte, el concreto permeable disminuye la resistencia a la compresión en un 21.04%, 35.50%, 43.30% y aumenta la permeabilidad en un 12.48%, 105.06% y 182.79%.</p>	<p>El diseño óptimo del concreto permeable no estructural con concreto reciclado se logró con un porcentaje de 40%, presentando la máxima resistencia a compresión y una mejora de 36%, con respecto a la resistencia de diseño. Además de tener óptimas propiedades de asentamiento, abrasión y permeabilidad.</p> <p>La relación a/c fue un factor que influyó en la porosidad del concreto, sin embargo, resultó ser poco sensible ya que entre concretos con relaciones a/c de 0,40 y 0,70 únicamente se obtuvo una diferencia del 10% en la porosidad.</p>

Fuente: Propia

Tabla N° 16: Investigaciones con palabra clave "Adición de un material al concreto "

Código	C2	C3
Título	Propiedades mecánicas y de permeabilidad de concreto fabricado con agregado reciclado.	Correlación de la permeabilidad y la porosidad para el concreto permeable (cope).

Fuente	<i>Redalyc.org</i>	<i>Redalyc.org</i>
Autores	Villota, D.	Sandoval G. , Galobardes I., Schwantes N., Campos A. & Toralles B.
Lugar y Año	Colombia, 2016.	Colombia, 2019.
	Tipo	Cuantitativo
Metodología	Hallazgo	Examinar diferencias entre concreto fabricado con agregado convencional y con diferentes contenidos de agregado reciclado, tanto concreto como ladrillo de arcilla.
		Proponer una correlación para los parámetros hidráulicos del concreto permeable (CoPe). Para esto, se utilizaron agregados de residuos de construcción civil y lagregado de basalto como referencia para producir CoPe.
Resultados	En la permeabilidad a los cloruros se observó que las mezclas con reemplazo Co y Ce respecto a la mezcla patrón, tiene mayor permeabilidad, ya que la carga que paso a través de las probetas llegó a ser hasta un 20% superior, clasificándose de acuerdo a la norma ASTM C1202 las mezclas 25%Ce, 50%Ce, 100%Ce y 100%Co como de alta permeabilidad.	Los resultados experimentales muestran que la porosidad varió de 19.1 a 28.6%, mientras que la permeabilidad varió de 4.3 a 15.3 mm / s. Ambos parámetros presentaron la misma tendencia: los aumentos en la porosidad implicaron una mayor permeabilidad.

Fuente: Propia

Comparación de los resultados entre los estudios:

La comparación de los resultados de los estudios se realiza en 2 etapas, en la primera es la comparación entre estudios descriptivos (cualitativos) y en la segunda es la comparación entre estudios experimentales (cuantitativos).

En la tabla N° 17 se realiza los porcentajes de las investigaciones, para posteriormente comparar los 4 estudios cualitativos.

Tabla N° 17: Porcentaje de investigaciones cualitativas

Estudios	Cantidad	%
Permeabilidad del concreto	3	75%
Características de un material (sillar)	1	25%
Total	4	100%

Fuente: Propia

De los 4 estudios cualitativos que tratan de Concreto permeable, Concreto permeable: alternativas sustentables, Concreto poroso y Características físicas de las canteras del sillar. En conclusión, el 75% muestra como resultados de su investigación que el concreto permeable es un material endurecido con poros interconectados, mientras que en el 25% nos indica las características físicas y químicas de un material (sillar) permeable.

En la tabla N° 18 se realiza los porcentajes de las investigaciones, para posteriormente comparar los 9 estudios experimentales cuantitativos.

Tabla N° 18: Porcentaje de investigaciones cuantitativas

Estudios	Cantidad	%
Adición de un material al concreto	8	88.89%
Usos del concreto permeable	1	11.11%
Total	9	100%

Fuente: Propia

De los 9 estudios cuantitativos que hablan del, Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm^2 , Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos, Efectos de la adición de sillar reciclado en las propiedades mecánicas del concreto de cemento portland tipo I, Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos $f'c \ 175 \text{ kg/cm}^2$, Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras la victoria y roca fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos, Influencia del agregado reciclado sobre la compresión, abrasión, asentamiento y permeabilidad en el concreto permeable no estructural, Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo, Propiedades mecánicas y de permeabilidad de concreto fabricado con agregado reciclado y Correlación de la permeabilidad y la porosidad para el concreto permeable (cope).

El 88.89% muestra como resultados de su investigación que la incorporación de los diferentes materiales al concreto mejora la permeabilidad y este se encuentra dentro del rango de coeficiente de permeabilidad (0.2 a 0.54 cm/s), mientras que en el 11.11% nos indica la dosificación óptima para que el concreto permeable llegue a una resistencia de 283.06 kg/cm^2 , con una relación agua/cemento de 0.38, para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

1. Se logró hacer una revisión de artículos de revistas científicas de las diferentes herramientas virtuales (Google Académico, ProQuest y Redalgy.org), indagando acerca de los diversos materiales que se podrían incorporar al concreto para mejorar su permeabilidad, utilizando las palabras claves como, concreto permeable, porosidad y adición de un material al concreto.
2. Se investigó sobre la incorporación de materiales al concreto, tales como el agregado sostenible (concreto reciclado, residuos de construcción civil y asfalto como referencia para producir CoPe), sillar, caliza, tiras de plástico (polipropileno) y andesita, que ayudan al mejoramiento de la permeabilidad de dicho concreto.
3. Se indago acerca de las características que tiene el agregado sostenible (concreto reciclado, residuos de construcción civil y asfalto como referencia para producir CoPe), sillar, caliza, tiras de plástico (polipropileno) y andesita, los cuales cumplen con los estándares de coeficiente de permeabilidad del concreto permeable que se encuentra en el rango de 0.2 a 0.54 cm/s y el contenido de vacíos puede variar de un 18 a un 35 por ciento, que hacen a un concreto permeable.
4. Se estudió la información obtenida, donde se eligieron las más favorables para el desarrollo del tema, usando tablas de inclusión y exclusión, las cuales 17 fueron incluidas y 30 excluidas.
5. Se obtuvo la información necesaria mediante las tablas de procesamiento de datos de las revistas científicas elegidas, en donde se indica el título, fuente, autores, lugar, año, metodología y resultados.
6. Durante el desarrollo de la investigación del concreto permeable se conoció que tiene grandes utilidades para su aplicación en diferentes estructuras como: vialidades con

tráfico ligero, áreas de estacionamiento, andadores y banquetas, ciclo vías, patios y jardines, pavimentos, pisos en donde se desean mejores características de absorción acústica, terraplenes de puentes, plataformas en torno de albercas, estructuras de playas y muros marinos, zonas de lavado de autos.

REFERENCIAS

1. B. Sandoval , G. F., Galobardes, I., Schwante Cezario , N., Campos , A., & M. Toralles, B. (2019). *Correlación de la permeabilidad y la porosidad para el concreto permeable (CoPe)*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
2. Aire, C. (2010). *Concreto permeable: alternativas sustentables*. Obtenido de <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>
3. Amorós Morote, C. E., & Bendezú Ulloa, J. C. (2019). *Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm²*. Lima.
4. Anguiano Gómez , J. R., & Pérez Fletes, M. O. (2013). *La importancia del concreto como material de construcción*. México: Instituto tecnológico deTepic.
5. Anguiano Gómez , J. R., & Pérez Fletes, M. O. (2013). *La importancia del concreto como material de construcción*. México: Instituto tecnológico deTepic.
6. Arana, M. A. (2016). *El concreto, material fundamental para la infraestructura*. México: Centro de Innovación Tecnológica para la Construcción.
7. CIP 38. (Sf). Concreto Permeable. *National Ready Mixed Concrete Association*, <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP38es.pdf>.
8. Collantes Delgado,, J. A., & Eslava Urbina, D. A. (2018). *Influencia del agregado reciclado sobre la compresión, abrasión, asentamiento y permeabilidad en el concreto permeable no estructural*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
9. El blog de la Biblioteca Francisco de Vitoria. (18 de Abril de 2018). *InVito*. Obtenido de InVito: <https://diarium.usal.es/vito/2017/04/18/que-es-proquest/>
10. Flores Quispe, C. E., & Pacompia Calcina, I. A. (2015). *Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos F'c 175 kg/cm² en la ciudad de Puno*. Puno.
11. Layza Otiniano, J. E., Ayay Romero, S., Mantilla Raico, D., Silva Bazan, G., & Briones Vásquez, P. R. (2018). *Concreto poroso*. Cajamarca.

12. Pastor, H. S. (2019). *"Efectos de la adición de sillar reciclado en las propiedades mecánicas del concreto de cemento portland tipo I"*. AREQUIPA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA.
13. Pérez, L. A. (2015). *"Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras La Victoria Y Roca Fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos"*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
14. Ramos Salcedo, C. M. (2019). *Mejoramiento al concreto absorbente con inserción de fibra de vidrio para aumentar su resistencia a la compresión en la ciudad de Tarma*. Tarma: Universidad Católica Sedes Sapientae.
15. Ramos, D. P. (2009). *Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos*. México.
16. Redalyc, Sistema de Información Científica. (2019). *¿Qué es Redalyc.org?* Obtenido de Redalyc.org: <https://www.redalyc.org/redalyc/acerca-de/mision.html>
17. Solís Carcaño, R., & I. Moreno, E. (2006). *Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo*. Mérida, Yucatán, México: Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V.
18. Universidad del país Vasco. (2014). *Google académico guía de uso*. Vasco: Biblioteca Universitaria.
19. Untiveros, A. A. (2015). *Características de las canteras del sillar*. Arequipa: Ruta turística del sillar.
20. Velásquez, J. D. (2014). *Una guía corta para escribir Revisiones Sistemáticas de Literatura Parte 2*. Colombia: DYNA.
21. Villota, D. H. (2016). *Propiedades Mecánicas y de Permeabilidad de Concreto Fabricado con Agregado Reciclado*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.