



Universidad César Vallejo

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis de diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR:

Neciosup Nieto, Luis Angel (orcid.org/0000-0003-4325-8215)

ASESORA:

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia (orcid.org/0000-0003-2497-294X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ARRIOLA MOSCOSO CECILIA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "Análisis de Diseños De Concreto Permeable Para Pavimentos, Lima 2024", cuyo autor es NECIOSUP NIETO LUIS ANGEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 10 de Octubre del 2024

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|---|
| ARRIOLA MOSCOSO CECILIA DNI: 43851809 ORCID: 0000-0003-2497-294X | Firmado electrónicamente por: CARRIOLAM el 10- 10-2024 20:53:23 |

Código documento Trilce: TRI - 0872740



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, NECIOSUP NIETO LUIS ANGEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Análisis de Diseños De Concreto Permeable Para Pavimentos, Lima 2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|--|
| LUIS ANGEL NECIOSUP NIETO DNI: 71656761 ORCID: 0000-0003-4325-8215 | Firmado electrónicamente por: LNECIOSUPN el 10-10- 2024 20:53:48 |

Código documento Trilce: TRI - 0872739

Índice de contenidos

| | |
|--|-----|
| Carátula | i |
| Declaratoria de autenticidad del asesor..... | ii |
| Declaratoria de originalidad del autor..... | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| RESUMEN | v |
| ABSTRACT..... | vi |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. METODOLOGÍA | 19 |
| III. RESULTADOS..... | 22 |
| IV. CONCLUSIONES..... | 29 |
| REFERENCIAS..... | 31 |
| ANEXOS | 36 |

RESUMEN

El trabajo de investigación se enfoca en el uso del concreto permeable en áreas urbanas para gestionar aguas pluviales y evitar inundaciones. Se busca una solución mediante el uso de concreto permeable, pero este enfrenta desafíos en su resistencia mecánica debido a su alta porosidad. El trabajo de investigación subraya la necesidad de considerar tanto la resistencia mecánica como la permeabilidad al seleccionar materiales para proyectos de infraestructura urbana, ofreciendo una visión integral de los diseños de pavimentos permeables en Lima. El objetivo es evaluar diseños de pavimentos permeables en Lima 2024. La metodología se basa en una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios realizados entre 2019 y 2023 en Lima, priorizando tesis de universidades locales. Este enfoque cuantitativo y descriptivo analiza las propiedades del concreto permeable, evaluando su resistencia a la compresión, a la flexión y permeabilidad. Lo que destaca son la combinación de 7% fibra de acero y 8% escoria de cobre, esta mezcla muestra la mejor resistencia a la compresión, flexión y permeabilidad, con valores de 223.64 kg/cm² a 275.71 kg/cm², 70.23 kg/cm², a 91.12 kg/cm², y 2.69 cm/s a 3.39 cm/s respectivamente.

Palabras clave: Concreto permeable, diseño de mezcla, pavimento permeable, dosificación..

ABSTRACT

The research work focuses on the use of pervious concrete in urban areas to manage stormwater and prevent flooding. A solution is being sought through the use of permeable concrete, but it faces challenges in its mechanical resistance due to its high porosity. The research work highlights the need to consider both mechanical resistance and permeability when selecting materials for urban infrastructure projects, offering a comprehensive view of permeable pavement designs in Lima. The objective is to evaluate permeable pavement designs in Lima 2024. The methodology is based on an exhaustive bibliographic review of studies carried out between 2019 and 2023 in Lima, prioritizing theses from local universities. This quantitative and descriptive approach analyzes the properties of pervious concrete, evaluating its compressive strength, flexural strength and permeability. What stands out is the combination of 7% steel fiber and 8% copper slag, this mixture shows the best resistance to compression, bending and permeability, with values from 223.64 kg/cm² to 275.71 kg/cm², 70.23 kg/cm², at 91.12 kg/cm², and 2.69 cm/s at 3.39 cm/s respectively.

Palabras clave: Concreto permeable, diseño de mezcla, pavimento permeable, dosificación..

I. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, las redes viales desempeñan un papel crucial en la conectividad y movilidad desde tiempos remotos hasta la era moderna. Por lo tanto, se han desarrollado múltiples técnicas de construcción con el fin de mejorar la resistencia y la viabilidad económica de las vías. No obstante, los pavimentos enfrentan desafíos significativos, especialmente derivados de los efectos del agua de lluvia. En México, el 90% de las precipitaciones pueden transformarse en escorrentía superficial en áreas urbanas impermeables, en comparación con solo el 25% en regiones naturales permeables (Universidad Autónoma de Sinaloa, 2022, p. 1). Esta disparidad subraya la importancia crítica de que los ingenieros civiles busquen constantemente métodos para fortalecer los pavimentos frente a los daños provocados por el agua, asegurando así la durabilidad y la funcionalidad de las infraestructuras viales en diversas condiciones ambientales.

Perú se caracteriza por una amplia variedad de fenómenos meteorológicos en diferentes regiones, como las intensas lluvias asociadas al fenómeno de El Niño, que provocan precipitaciones excesivas y ocasionan daños significativos en la infraestructura vial. Según informes del periódico La República, estas lluvias deterioran los pavimentos y representan un riesgo para ciudades y regiones enteras. Además, la frecuencia de sismos en el país agrava la situación, ya que los movimientos telúricos incrementan la efectividad de las filtraciones de agua, afectando gravemente numerosas viviendas y otras estructuras. Este doble desafío subraya la importancia crítica de desarrollar soluciones efectivas para fortalecer la infraestructura vial y aumentar la resistencia de los pavimentos frente a condiciones climáticas extremas y eventos sísmicos. (La república, 2023, p1) Estas medidas son fundamentales para proteger a las comunidades y mejorar sustancialmente la calidad de vida de la población.

En 2023, el distrito de Carabayllo enfrentó una seria crisis debido a un gran huaico desencadenado por las intensas lluvias asociadas al ciclón Yaku. Este evento activó varias quebradas y puso en riesgo la seguridad de la comunidad. Las áreas más afectadas incluyen el centro poblado Caballero, así como zonas

cercanas al Instituto Peruano de Energía Nuclear, Huatocay y la carretera Lima-Canta. Videos compartidos en redes sociales muestran a residentes buscando refugio en áreas elevadas para evitar ser arrastrados por el lodo. Los escolares se vieron obligados a atravesar zonas peligrosas descalzos, exponiéndose a graves riesgos. En respuesta, se ha solicitado la intervención urgente de las autoridades educativas y de emergencia para declarar la suspensión de clases en colegios y brindar asistencia prioritaria a los afectados (Arce, 2023, p. 1).

Problema general: ¿Cuáles son los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024? **Problemas específicos:** ¿Cuáles son las dosificaciones de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024? ¿Cuáles son las propiedades físicas de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024? ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024?

La **justificación teórica** de esta investigación se basa en la necesidad de encontrar soluciones innovadoras y sostenibles para la construcción de pavimentos viales, especialmente en áreas urbanas. El uso de concreto permeable con diversos materiales ofrece una alternativa que no solo mejora la permeabilidad del pavimento, reduciendo el riesgo de inundaciones y contribuyendo a la recarga de acuíferos, sino que también utiliza materiales reciclados y orgánicos, promoviendo prácticas más amigables con el medio ambiente y reduciendo la huella de carbono de la infraestructura vial. Este estudio, realizado en 2024, proporciona información relevante para futuros proyectos de pavimentación urbana, tanto en el país como en otros lugares. La **justificación práctica** de esta investigación radica en los beneficios concretos que aporta la implementación de concreto permeable con diversos materiales en 2024. Este tipo de pavimento permite una gestión más eficaz de las aguas pluviales, previniendo inundaciones y la erosión del suelo circundante. Además, los materiales reciclados y orgánicos fortalecen el pavimento, prolongando su vida útil y reduciendo los costos de mantenimiento. Este proyecto piloto proporciona datos empíricos para evaluar su rendimiento a largo plazo, lo que fomenta su adopción en futuros proyectos viales, promoviendo así soluciones sostenibles y económicamente viables para la infraestructura urbana.

La **justificación social** de esta investigación se basa en los beneficios que proporciona tanto a la comunidad local como a la sociedad en general. La aplicación de concreto permeable con diversos materiales en 2024 mejora directamente la calidad de vida de los habitantes al optimizar la infraestructura vial y mitigar problemas relacionados con inundaciones y deterioro de las calles. Al facilitar la infiltración del agua de lluvia, se crea un entorno urbano más seguro y saludable, con vías menos susceptibles a la acumulación de agua estancada, lo que reduce el riesgo de enfermedades y problemas de salud pública. Además, el uso de materiales reciclados y orgánicos en la construcción del pavimento no solo disminuye la contaminación ambiental, sino que también puede ofrecer oportunidades económicas y sociales a la comunidad, como la creación de empleos en la recolección y procesamiento de materiales reciclados. En resumen, este proyecto no solo mejora la infraestructura vial, sino que también promueve el bienestar social y económico de la comunidad al abordar problemas clave y fomentar prácticas sostenibles en la construcción y desarrollo urbano. La **justificación ambiental** de esta investigación se basa en los beneficios que ofrece la implementación de concreto permeable con diversos materiales en 2024. Este tipo de pavimento contribuye significativamente a la gestión sostenible del agua al facilitar la infiltración natural y la recarga de acuíferos, reduciendo la escorrentía superficial y el riesgo de inundaciones. Además, el uso de materiales reciclados y orgánicos promueve la reutilización de recursos, disminuyendo la cantidad de residuos que terminan en vertederos y reduciendo la huella de carbono asociada con la producción de nuevos materiales. Este enfoque ecológico no solo ayuda a conservar los recursos naturales y proteger el medio ambiente, sino que también impulsa prácticas más responsables y sostenibles en la industria de la construcción, estableciendo un importante precedente para futuros proyectos de infraestructura urbana.

Esta investigación se centra en evaluar el impacto de diversos materiales en la mejora de la permeabilidad del concreto permeable para pavimentos en 2024. Los objetivos específicos incluyen: primero, analizar las variaciones en las propiedades físicas y mecánicas del concreto permeable al incorporar diferentes proporciones de estos materiales, con énfasis en la resistencia a la compresión,

tracción y flexión; segundo, investigar cómo estos materiales afectan la permeabilidad del concreto, evaluando la absorción de agua y la penetración de cloruros; y finalmente, desarrollar una metodología óptima de dosificación para maximizar las propiedades deseadas del concreto permeable, equilibrando adecuadamente la resistencia y la permeabilidad.

Objetivo general: Analizar y evaluar los diseños de concreto permeable para pavimentos en Lima 2024. **Objetivos específicos:** Conocer las dosificaciones de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024. Conocer las propiedades físicas de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024. Conocer las propiedades mecánicas de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024.

Como **antecedentes internacionales** en esta investigación, Cervantes (2020), el objetivo de este estudio es evaluar cómo la introducción de concreto permeable puede impactar, permitiendo la infiltración del agua de lluvia sin afectar los parámetros básicos y funcionales del material. El estudio utiliza un enfoque correlacional para investigar la relación entre las propiedades del diseño de la mezcla de concreto permeable y su resistencia tanto a la compresión como a la flexión, siguiendo un procedimiento sistemático y organizado. Se dedica a explorar y reevaluar aspectos del empleo de concretos permeables con el objetivo de detectar deficiencias en las fuentes de referencia anteriores, estableciendo claramente el periodo de tiempo para cada fase y proceso. Se llevó a cabo un análisis de 50 diseños de mezcla de concreto permeable, siguiendo la guía de la norma (ACI) 522-R, con el fin de proponer y verificar la aplicabilidad de dos diseños en Barranquilla. La ciudad de Colombia enfrenta problemas de drenaje, lo que ocasiona importantes arroyos durante las lluvias. El análisis de regresión múltiple aplicado a los concretos permeables del grupo G_A Tradicional indicó un coeficiente de correlación múltiple de 0.88, señalando una relación fuerte, con un R² ajustado de 0.54. Se determinó que el diseño de mezcla N1 puede soportar una intensidad de lluvia de 223.8 mm/h, mientras que el diseño N2 puede manejar 96 mm/h. Estas diferencias se deben a los porcentajes de vacíos calculados, siendo del 24% en N1 y del 20% en N2. Se concluyó que la utilización de concretos permeables emerge como una solución

viable para abordar la problemática planteada, además de presentar una ventaja económica sobre el concreto tradicional.

Elizondo (2020), su objetivo es analizar pavimentos de hormigón poroso para resaltar sus ventajas y propiedades multifuncionales, como la capacidad de resistir a su mecánica. Sin embargo, se busca abordar también los desafíos asociados, como la estructura más débil debido al alto contenido de vacíos en estos pavimentos. El tipo de investigación es no experimental, ya que no involucra la manipulación de variables ni la recolección de datos directamente de la población o muestras. En su lugar, se analizan y sintetizan los estudios existentes sobre el tema. Se ha creado una metodología innovadora para mejorar la resistencia mecánica del hormigón poroso, garantizando al mismo tiempo una efectiva infiltración del agua. En este proceso, se han empleado varios tipos de agregados, incluyendo ofita, pórfido, basalto y caliza, con rangos de tamaño de partículas que varían entre 2-4, 4-8, 5-10, 4-12 y 8-12 mm.. Además, se han empleado aditivos y fibras como fibras de acero y PP. También se han explorado materiales alternativos para mezclar el cemento, como geo polímeros a base de meta caolín. Estos materiales se evaluaron mediante ensayos de compresión, tracción indirecta, módulo de rigidez, permeabilidad, porosidad y al deslizamiento, círculo de arena para la macro textura, absorción del sonido). Los resultados muestran que la nueva metodología presentada en esta tesis doctoral es viable, logrando un aumento del 30 por ciento en la resistencia mecánica de las mezclas de hormigón poroso en comparación con la metodología ACI. Aunque la permeabilidad fue un 40 por ciento menor, aún cumplió con el mínimo especificado por el NCAT de 0.012 centímetros por segundo. Esto demuestra que es posible obtener un pavimento multifuncional de hormigón poroso utilizando la metodología propuesta, con fibras de PP, además de compactación por impacto. (Ferrada, 2023), su objetivo del texto es investigar y estudiar mezclas de hormigón poroso que incorporen una sustitución parcial del cemento por residuos de vidrio o cerámica, con el fin de mitigar los efectos negativos de la impermeabilización del suelo debido a la expansión urbana. El tipo de investigación es de tipo experimental y su diseño de investigación es comparativo. Se obtienen resultados mediante 7 pruebas consideradas en este estudio. En la prueba 1 se identificaron las combinaciones de residuos que demostraron un mejor rendimiento en cuanto a resistencia a la compresión, flexo

tracción y permeabilidad, destacando las mezclas con un 10% de cerámica y un 20% de vidrio como sustitutos del cemento. En la prueba 2 se corroboraron los hallazgos de la prueba 1 mediante análisis microestructurales, destacando la alta presencia de CSH en las mezclas con vidrio y cerámica, lo cual contribuye al incremento de la resistencia. En la prueba 3, se demostró a través de dos métodos diferentes que la sustitución de cemento por residuos de vidrio y cerámica no afecta considerablemente la resistencia a la abrasión del hormigón poroso. En la prueba 4, se comprobó que la compactación con rodillo reduce la resistencia a la flexo tracción hasta en un 18%. En la prueba 5, se observó una reducción en la permeabilidad e infiltración al sustituir el cemento por residuos de vidrio y cerámica, llegando hasta un 64%. En la prueba 6, se evaluaron mezclas extraídas del pavimento real, no encontrando diferencias significativas con respecto a los resultados de laboratorio e incluso alcanzando valores superiores, superando los 17 MPa. En la prueba 7, se detectó una disminución en la permeabilidad e infiltración de las mezclas en el pavimento, junto con la variabilidad entre las mediciones realizadas. Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que la incorporación de residuos de vidrio y cerámica como sustitutos parciales del cemento en el hormigón poroso puede mejorar significativamente su resistencia mecánica y reducir la permeabilidad. Además, se observa que las mezclas desarrolladas en laboratorio muestran un comportamiento similar a las extraídas del pavimento real, lo que sugiere la viabilidad de estas mezclas en aplicaciones prácticas. Sin embargo, es importante considerar la influencia de factores como la compactación y la variabilidad en los resultados al implementar estas mezclas en proyectos reales.

Seguidamente los **antecedentes nacionales** como: Cabrera y Paredes (2021), su estudio se llevó a cabo mediante una revisión bibliográfica con el fin de identificar las cualidades asociadas con la mejora de la permeabilidad del concreto utilizado en diversas obras de construcción. es un proceso cualitativo experimental. Se emplearon 30 estudios en total, de los cuales 23 implicaron la inclusión de un material y 7 la adición de un aditivo. Se utilizaron fichas de recolección de datos como instrumentos de investigación. Los resultados revelaron una variedad de materiales y aditivos prominentes para mejorar la permeabilidad del concreto. Entre estos, se destacan las tiras de plástico, el

relave minero, el sillar, las fibras de PP, plásticas y vidrio , que presentan una relación agua/cemento de 0.40. Asimismo, las fibras de coco muestran un contenido de vacíos del 33%, mientras que Sika Cem alcanza el 28%. En términos de coeficiente de permeabilidad, el relave minero registra 1.42 y Sika Cem un 0.99 centímetros por segundo. En cuanto la capacidad para resistir la compresión, las fibras de coco y PP alcanzan los 280 kg/cm² y Neoplast 2000 Hp alcanza los 261.58 kg/cm². En última instancia, se determinó que el aumento en el contenido de vacíos contribuye a mejorar la porosidad del concreto. No obstante, esta mejora no solo está relacionada con dicha característica, sino también con la relación a/c, el coeficiente de permeabilidad y la capacidad para resistir la compresión, los cuales deben estar dentro de un rango establecido según la norma ACI 522R10.

Cruz y Arana (2021), el propósito de este estudio es analizar cómo cambia la resistencia mecánica de un CP convencional cuando se compara con concretos permeables que contienen un aditivo superplastificante y una menor relación agua-cemento. Es un estudio cuantitativo y experimental. Se contrastaron cinco formulaciones de mezclas de concreto permeable, incluyendo una versión estándar (sin aditivos), siguiendo el enfoque del ACI 522R-10. Cada formulación tuvo una relación agua-cemento (a/c) y dosis de aditivo diferentes, con a/c entre 0.266 y 0.380. Las muestras evaluaron su capacidad para resistir la compresión, módulo de rotura, porosidad y otros parámetros. Los concretos con aditivos superplastificantes alcanzaron resistencias a la compresión y módulos de rotura superiores a los del concreto sin aditivos, cumpliendo con los requisitos de la normativa. Las velocidades de infiltración medidas variaron entre 2.94 y 3.97 mm/s, dentro del intervalo de permeabilidad recomendado por el ACI 522R-10. La conclusión fue que al emplear el aditivo superplastificante se logra disminuir la relación a/c del CP, lo que resulta en una resistencia mecánica superior tanto a la del CP sin aditivo como a la exigida por la Norma CE.010.

Palomino y Torres (2021), tiene Como alternativa a abordar los problemas ocasionados por las fuertes lluvias en el Perú, se propone el empleo de pavimentos porosos, considerando las variables de pavimentos permeables y la gestión de aguas pluviales. Es también una investigación experimental, aplicada y cuantitativa. La ejecución de esta investigación es esencial ya que en el Perú aún no se ha introducido una solución alternativa para afrontar el desafío de la

evacuación de las aguas pluviales. Los ensayos realizados a las muestras cilíndricas con diferentes tamaños de agregado muestran una gama de resultados. Con el agregado de tamaño 3/4", se alcanzaron resistencias de (3.61 - 5.55)Mpa, con permeabilidad de (2,114.56 - 1,336.82)L/m²/min y en 31 por ciento la porosidad. Utilizando el agregado de tamaño 1/2", las resistencias varían de (6.41 - 14.37)MPa, con permeabilidad de 453.33 a 1,008.52L/m²/min y una porosidad del 28.05%. Para el agregado de tamaño 3/8", se obtuvieron resistencias de 11.29MPa a 17.26MPa, con permeabilidad de 507.18 a 661.26L/m²/min y una porosidad del 25.85%. Por último, con el agregado N°04, se registraron resistencias de (10.52 - 10.62)MPa, con permeabilidad de 534.58 a 548.85L/m²/min y en 23.4 por ciento la porosidad. Estos resultados varían en el rango de (2.80 – 28)MPa.

Los **artículos científicos internacionales** de esta investigación, Ayala et al. (2022), se enfoca en examinar la literatura científica relacionada con las metodologías utilizadas para producir y desarrollar un tipo de concreto innovador llamado "concreto permeable". Este concreto se considera como una alternativa de diseño para pavimentos y se caracteriza por incluir la sustitución parcial del agregado grueso con agregados reciclados, como látex de caucho y ceniza volante, en diferentes proporciones. Además, se discute el uso de fibra de carbono como otro componente en el concreto permeable. Tiene como diseño cuantitativo y experimental. Se crearon dos matrices para examinar los criterios de búsqueda y selección de artículos. La primera matriz incluyó palabras clave, el número total de documentos encontrados en la base de datos, los años de búsqueda, la cantidad de documentos filtrados por año, y la aplicación de la ecuación de búsqueda según áreas específicas (ingeniería, artículos científicos y revisiones de acceso abierto). Estos filtros se utilizaron para identificar los artículos más relevantes para la investigación. Los resultados de los ensayos difieren en cada investigación. Por ejemplo, algunos estudios informan que su capacidad para resistir la compresión del concreto permeable varía entre 15.2 MPa y 18.6 MPa, mientras que otros la sitúan entre (14.5 - 17.5) MPa. Además, se observan variaciones en su capacidad para resistir la tracción y la conductividad hidráulica, con porcentajes que van desde un 13.2 % al 29.2 % y desde un 53.37 % hasta un 9.65 %, respectivamente. Estos resultados resaltan la influencia de diferentes factores en las características del concreto permeable,

como la composición de los materiales y los aditivos utilizados. La investigación analizó el uso de agregados reciclados en el concreto permeable, destacando la eficacia de diferentes métodos de producción para lograr una buena mezcla con una relación específica entre agua y cemento. Se observó cómo la relación entre agua y cemento, así como el empleo parcial de agregados reciclados, afectan la permeabilidad y porosidad del concreto, y cómo ciertas combinaciones pueden obstruir la estructura del material. Además, se exploró la sustitución de agregado grueso por diversos materiales reciclados, como látex de caucho y cenizas volantes, para mejorar ciertas propiedades del concreto. Se enfatizó la importancia de controlar la granulometría del agregado para evitar una disminución significativa en su capacidad para resistir el concreto y se señaló la necesidad de equilibrar la adición de ciertos materiales, como meta caolín y caliza comercial molida, para optimizar la resistencia del concreto. En general, se concluyó que el concreto permeable con agregados reciclados es una alternativa viable para pavimentos, aceras y ciclovías, ofreciendo beneficios económicos y ambientales.

Santos y Rojas (2020), su objetivo es llevar a cabo una revisión exhaustiva del estado actual de los métodos de dosificación del concreto permeable y su conexión con las propiedades mecánicas y los parámetros relacionados con la permeabilidad. Dado la relevancia del tema, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las principales investigaciones realizadas tanto en Brasil como a nivel global. Según el autor indica que las muestras que arrojaron los mejores resultados fueron aquellas con relaciones 0,25- 0,30 - 0,40 para la mezcla de agua con cemento. Estos valores se emplearon para la producción del concreto permeable, seleccionando la dosificación mediante una adaptación del método desarrollado por Nguyen et al. La mezcla elegida para la producción fue la de relación 1:2,5, y con esta información se calcularon los pesos de los materiales. En cuanto a los resultados en estado endurecido, se registraron valores de resistencia a la compresión entre 8,5 y 19,6 MPa, para la resistencia a la tracción entre 0,85 y 3,25 MPa, y las pérdidas de masa por abrasión variaron entre 18,34 % y 80,95 %. Finalmente, los coeficientes de permeabilidad variaron entre 1,046 y 7,716 mm/s. Se concluye que la falta de estandarización en los métodos de dosificación para el CP, especialmente evidente en su aplicación tanto en Estados Unidos como en Europa, donde pocos métodos han sido desarrollados.

Esto resalta la complejidad del CP, cuyo rendimiento está influenciado por diversos factores como la cantidad de cemento, la relación (a/c), el tipo y forma de los agregados, el uso de aditivos químicos, así como los procesos de aplicación, compactación y curado. A pesar de estas limitaciones, los CP producidos mediante estos métodos muestran un potencial prometedor para su utilización en pavimentación de vías de bajo tráfico, como calles residenciales, senderos peatonales, estacionamientos y garajes. En términos de sostenibilidad, el CP desempeña un papel importante al contribuir a la reducción de los impactos ambientales asociados al rápido desarrollo urbano y al crecimiento de la población.

Gutierrez y Alonso (2024), su objetivo es desarrollar un CP utilizando áridos provenientes de las canteras de Megarock y Uruzca, prescindiendo del uso de aditivos, con el fin de alcanzar una resistencia adecuada. Esta propuesta busca ofrecer una solución para el drenaje de aguas superficiales causadas por las lluvias y prevenir el fenómeno de hidro planeo. se empleó una metodología con enfoque cuantitativo, de tipo documental y experimental usándose las normas NTE INEN, ASTM y ACI para los ensayos. Se elaboró un diseño de mezcla con una relación (A/C) de 0,45 y un contenido de vacíos del 17%, logrando resistencias a la compresión de 216,90 kg/cm² para los áridos de la cantera Megarok y 218,08 kg/cm² para la cantera Uruzca, cumpliendo con el valor de diseño de 210 kg/cm². Estos resultados demuestran la viabilidad de producir concreto permeable utilizando los áridos de ambas canteras. Según estos hallazgos, este tipo de concreto podría ser utilizado en la construcción de vías de bajo tráfico, como senderos peatonales, áreas de estacionamiento, plazas, aceras, entre otros.

Los **artículos científicos en otro idiomas** como: Adresi (2023), tuvo como objetivo analizar las características mecánicas e hidráulicas de los pavimentos de hormigón permeables y porosos, así como evaluar sus ventajas y desventajas. Los hallazgos resaltaron la importancia de utilizar hormigón permeable y señalaron que, en el futuro, este tipo de pavimento podría ser una opción más sostenible desde el punto de vista ambiental y económico en comparación con los pavimentos tradicionales. Fue un estudio de carácter experimental. La inundación ocurrida en Kermanshah, Irán, es citada como un

ejemplo que podría haberse evitado mediante el uso de la ciencia moderna, lo que resalta la importancia del control y la gestión del agua. Este incidente ilustra cómo el agua representa un problema global y humanitario, subrayando la necesidad de un manejo óptimo de este recurso. En particular, el control y la gestión del agua de escorrentía en áreas urbanas son de vital importancia. El hormigón poroso es un componente crucial en la construcción de pavimentos permeables, ya que su diseño con poros entrelazados, que van del 15 % al 30 %, proporciona una buena porosidad, fundamental para crear un sistema permeable efectivo. En la actualidad, se utiliza principalmente en la construcción de pavimentos permeables en diversas áreas como parques, aceras, callejones, estacionamientos y caminos de baja carga. Su función principal es controlar y gestionar el flujo de agua, dirigiéndolo hacia la subrasante o compartimentos de almacenamiento para prevenir inundaciones.

Deepa(2023) tiene como objetivo destacar la importancia de las carreteras como elementos vitales para la conectividad global y resaltar la necesidad de utilizar concreto permeable en su construcción para permitir un drenaje eficiente del agua y evitar el deterioro de la superficie de la carretera debido a filtraciones de agua complementando la arena de fundición nano y GGBS. Es un estudio completamente experimental. Se encontró que este tipo de hormigón tiene una mayor capacidad para que resista la compresión y una mejor permeabilidad al agua que el hormigón convencional con una mezcla de 2% de nano sílice y 20% de GGBS mejora significativamente su capacidad para resistir la compresión. En conclusión, este estudio subraya la importancia de las carreteras como elementos esenciales para la conectividad global y destaca la necesidad de emplear concreto permeable en su construcción para garantizar un drenaje eficiente del agua y prevenir el deterioro de la superficie de la carretera debido a filtraciones de agua. Además, mediante el uso de nano sílice y GGBS, se ha demostrado experimentalmente que este tipo de hormigón presenta una mayor capacidad para resistir la compresión y una mejor permeabilidad al agua en comparación con el hormigón convencional. Se concluye que una mezcla específica de 2% de nano sílice y 20% de GGBS mejora significativamente su capacidad para resistir la compresión del hormigón permeable.

Wang (2024), El objetivo principal es evaluar la compatibilidad ambiental del hormigón permeable con agregado grueso reciclado (RA) en zonas ribereñas. El estudio, de enfoque cuantitativo y diseño no experimental, analiza el efecto del hormigón permeable con agregado grueso reciclado (RA) en el crecimiento de plantas y la purificación del agua. Se aplica en zonas ribereñas con un enfoque aplicado para su uso práctico. El instrumento de investigación utilizado incluye pruebas de inmersión en agua y análisis del crecimiento de plantas para evaluar el comportamiento del hormigón permeable con agregado grueso reciclado. Los resultados indica que su capacidad para resistir la compresión a los 28 días del hormigón permeable varía según la relación (A/C) y la clasificación del agregado reciclado (AR). Se observaron tres lotes de hormigón, cada uno con diferentes clasificaciones de AR (5-15 mm, 15-20 mm y 20-25 mm). La máxima resistencia a la compresión se obtiene con una clasificación de AR de 5-15 mm y una relación A/C de 0,45, mientras que la más baja se registra con una clasificación de AR de 20-25 mm y una relación A/C de 0,5. El aumento en la solicitud mundial de hormigón permeable en áreas ribereñas, atribuido a su excelente drenaje y estructura, ha destacado la importancia de evaluar su compatibilidad ambiental. En este estudio, se investigó previamente la interacción entre el hormigón y la vegetación, centrándose en la capacidad para que resista la compresión y su porosidad como indicadores clave.

El concreto es uno de los materiales más comúnmente utilizados en la edificación, caracterizado por una amplia gama de densidades o pesos volumétricos. Los concretos tradicionales, predominantemente empleados, poseen una densidad aproximada de 2100 kg/m³. No obstante, el alto peso de estos concretos restringe su aplicación práctica, especialmente en la construcción de losas de entrepiso y azoteas, lo cual implica la edificación de estructuras destinadas a soportar cargas vivas como el peso de personas y muebles, que se transmiten a vigas, columnas, cimientos y, finalmente, al terreno (Palacios, 2020, párr. 4). El concreto es extensamente utilizado en proyectos de construcción debido a sus propiedades físicas y mecánicas, su versatilidad y su costo accesible. Este material permite la construcción de una variedad de estructuras, como carreteras de tráfico, viviendas unifamiliares, estructuras, pasarelas peatonales y para vehículos, almacenes, conductos para sistemas de agua y desagüe, estructuras de soporte en presas, instalaciones deportivas y

obras conmemorativas (Cordero, Cárdenas y Rojas, 2022, p. 1). El concreto es un material ampliamente utilizado. Se ha explorado la innovación en los materiales empleados para su fabricación, buscando mantener o mejorar sus propiedades mecánicas originales. El uso de materiales reciclados se presenta como una opción favorable, ya que contribuye a reducir la contaminación, disminuye la dependencia de materias primas y tiene un impacto positivo en el medio ambiente (Nunton, Portocarrero y Muñoz, 2022, párr. 1).

Esta investigación se propone investigar y documentar las diversas dosificaciones de concreto permeable que se han utilizado y los materiales empleados en su elaboración. La motivación principal detrás de esta investigación radica en la creciente necesidad de desarrollar soluciones sostenibles y eficientes en el ámbito de la construcción urbana donde el manejo de aguas pluviales y la sostenibilidad ambiental son desafíos significativos. La creciente urbanización ha incrementado la superficie impermeable, lo que provoca problemas de drenaje, inundaciones y una menor recarga de los acuíferos subterráneos. El concreto permeable emerge como una alternativa viable para mitigar estos problemas, ya que permite el paso del agua a través de su estructura, facilitando su infiltración en el suelo. Sin embargo, la eficacia de esta solución depende en gran medida de la correcta dosificación y selección de materiales, factores que influyen directamente en las propiedades mecánicas y de permeabilidad del concreto. Entender estas dosificaciones y los materiales empleados permitirá optimizar los diseños para maximizar su desempeño y durabilidad.

El ensayo del cono de Abrams es una prueba simple que mide la fluidez del hormigón fresco sin necesidad de equipos costosos o personal altamente especializado, proporcionando resultados fiables. En términos generales, a medida que disminuye el asentamiento medido, aumenta el esfuerzo necesario por parte de los operarios y la maquinaria para manejar el hormigón en el sitio de construcción. Según las directrices del reglamento CIRSOC 201, se definen los intervalos de asentamiento y compactación (Guevara, 2012, p. 83).

Tabla 1. Consistencia del concreto

| Consistencia del Hormigón | Aspecto | Asentamiento | Método de compactación |
|---------------------------|-----------------------|---------------|---|
| A - 1 | Suelto y sin cohesión | 1,00 a 4,50 | Vibración potente, apisonado energético en capas delgadas |
| A - 2 | Levemente cohesivo | 5,00 a 9,50 | Vibración normal, varillado y apisonado |
| A - 3 | Levemente fluido | 10,00 a 15,00 | Vibración leve, varillado |
| A - 4 | Fluido | 15,50 a 22,00 | Muy leve y cuidadosa vibración, varillado |

Fuente: UNI, 2014

Los vacíos en el concreto afectan su exposición a condiciones ambientales y a la infiltración de líquidos y gases como dióxido de carbono, agua, oxígeno, cloruros y sulfatos. Estos compuestos pueden provocar varias reacciones químicas, siendo la corrosión del acero en la estructura la más grave. Durante la mezcla del concreto se forman huecos no conectados entre sí. Por lo tanto, el porcentaje de huecos en el concreto endurecido se determina comparando el porcentaje teórico de huecos con el porcentaje real. La fórmula utilizada es $V_r = 0.898 * V_t - 3.1$, donde V_t es el porcentaje teórico de huecos y V_r es el porcentaje real de huecos en el concreto endurecido (Vélez, 2010, p. 175).

La evaluación para que resista la compresión de muestras de hormigón es esencial para verificar su calidad. Para asegurar esta resistencia, es fundamental que las muestras se preparen, protejan y curen siguiendo procedimientos estandarizados (Lamus y Andrade, 2015, p. 105). El ensayo para medir la resistencia a la flexión del concreto se enfoca en cómo se aplica la carga. Los bloques de carga se colocan sobre la superficie de la muestra en los tercios de la luz de la viga, aplicando una carga entre el 3% y el 6% de la carga de rotura estimada. Se usan medidores de espesor de 0.10 mm y 0.40 mm para verificar si hay espacios entre la muestra y los bloques de carga que superen estos espesores en al menos 25 mm. Si la viga no está en contacto completo con los bloques de carga, es necesario refrentar, lijar o usar una cuña de cuero. Las tiras de cuero deben tener un grosor uniforme de 6 mm y un ancho de 25 a 50 mm, cubriendo toda la anchura de la viga. Los espacios mayores a 0.40 mm deben eliminarse mediante refrentado o esmerilado. El lijado de las superficies laterales se minimiza para evitar alterar las propiedades físicas de las muestras. La carga se aplica de manera continua y sin impactos, aumentando la resistencia de la

fibra extrema a una velocidad de entre 0.9 y 1.2 MPa/min hasta que la viga se rompa (INDECOPI, 2012, p. 5).

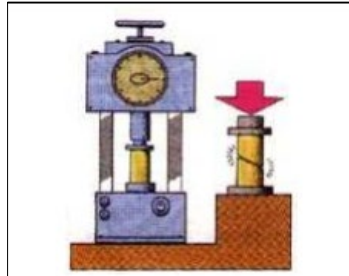


Figura 1. Ensayo para evaluar la capacidad de resistencia de concreto en probetas

$$r = \frac{Sbd^2}{L}$$

Figura 2. Fórmula de relación de carga del ensayo a flexión

$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

Figura 3: Fórmula de resistencia a la tracción por compresión diametral

Uno de los objetivos de desarrollar un concreto permeable es agregar agregados gruesos de las canteras y prescindir de aditivos, con el fin de lograr una resistencia adecuada. Esta iniciativa busca ofrecer una solución para el drenaje de aguas superficiales provocadas por lluvias y prevenir el hidro planeo, cumpliendo con las normativas NTE INEN, ASTM y ACI para los ensayos. Se diseña una mezcla con una relación agua-cemento de 0.45 y un contenido de poros del 17%, logrando resistencias a la compresión de 216.90 kg/cm²,

cumpliendo con el valor de diseño de 210 kg/cm². Estos resultados muestran la viabilidad de producir concreto permeable con más agregados gruesos. Según estos hallazgos, este tipo de concreto podría usarse en la construcción de vías de bajo tráfico, como senderos peatonales, áreas de estacionamiento, plazas, aceras, entre otros (Guitierrez y Alonso, 2024, p. 923).

El proceso de dosificación implica una serie de decisiones coordinadas para diseñar una mezcla adecuada. Varios autores subrayan que entre las propiedades fundamentales del material se encuentran la consistencia y la plasticidad. Además, se emplea el término "trabajabilidad" del hormigón para describir la cantidad de trabajo interno efectivo necesario para lograr una compactación completa (Villasis et al., 2020, p. 32).

La proporción relativa entre los diversos componentes de la mezcla puede referirse a la relación entre volúmenes, pesos o una combinación de ambos. En la preparación de morteros, es común preferir la relación entre volúmenes, mientras que la relación en peso se utiliza típicamente en la elaboración de hormigones bajo especificaciones de proyecto y control de calidad. La designación mixta proporciona una mayor seguridad en cuanto al contenido de ligantes en la mezcla (Santamaria et al., 2018, p. 55).

El concreto, ese pilar esencial de la construcción se destaca por su versatilidad y su omnipresencia en obras de todo tipo. Desde carreteras hasta residencias, pasando por estructuras industriales y deportivas, el concreto forma parte fundamental del paisaje urbano y rural. Su uso se justifica por su resistencia y durabilidad, pero también por su costo relativamente bajo en comparación con otros materiales de construcción. Sin embargo, a pesar de su popularidad, el concreto convencional tiene sus limitaciones. Su densidad considerable, aproximadamente 2100 kg/m³, a menudo lo hace poco práctico en ciertos escenarios, como en la construcción de losas de entrepiso y azoteas, donde la carga viva es un factor crucial por considerar. En estos casos, el peso del concreto puede ser una restricción, ya que las estructuras deben soportar no solo su propio peso, sino también el de las personas y los muebles que las ocupan (Palacios, 2020, párr. 4). A pesar de estos desafíos, el concreto sigue

siendo la opción preferida en muchas aplicaciones constructivas debido a su resistencia, durabilidad y facilidad de uso. Su capacidad para adaptarse a una amplia gama de formas y funciones lo convierte en un material indispensable para ingenieros y arquitectos. En un mundo cada vez más consciente del impacto ambiental, la innovación en el sector del concreto también está en marcha. Se están explorando nuevas fórmulas y técnicas de producción que buscan mantener o incluso mejorar las características mecánicas del concreto original, al tiempo que reducen su huella ecológica (Nunton, Portocarrero y Muñoz, 2022, párr. 1). El uso de materiales reciclados, por ejemplo, se presenta como una opción prometedora, ya que no solo ayuda a reducir la cantidad de desechos, sino que también disminuye la dependencia de materias primas y contribuye a la sostenibilidad ambiental en general.

Las características para resistir la compresión y la facilidad de manipulación del concreto pueden variar según la proporción de agua/cemento seleccionada para la mezcla. Para evaluar esta resistencia, se llevan a cabo pruebas utilizando diferentes proporciones de agua/cemento, siguiendo los métodos prescritos por la normativa ACI 211.1 y las directrices de la norma ASTM C 143 (Carhuavilca et al., 2020, p. 3). La evaluación de la manejabilidad de la mezcla implica la caracterización y gradación de los agregados utilizando una serie de tamices de acuerdo con las normativas nacionales e internacionales aplicables. Se realizan pruebas específicas para la caracterización granulométrica del agregado fino y grueso, la determinación del tamaño máximo nominal y el peso unitario suelto y compactado, siguiendo las directrices de las normativas NTP 400.012 y ASTM C136 para el agregado fino, y NTP 400.037 y ASTM C33 para el agregado grueso, junto con la normativa NTP 400.017 y ASTM C29/C29M para el tamaño máximo nominal. Además, se evalúa el peso específico y el porcentaje de absorción tanto para el agregado fino como para el grueso, así como el módulo de finura según las normas NTP 400.012 y ASTM C136, y la norma NTP 400.022 y ASTM C128 para el agregado fino, y NTP 400.021 y ASTM C127 para el agregado grueso (Reymundo, 2020, p. 26). Para determinar la resistencia a la compresión, se utilizan varias propiedades, como el análisis granulométrico, la determinación de la densidad masiva, la evaluación de la densidad relativa, la

detección de impurezas orgánicas en el agregado fino, la medición de la abrasión en el agregado grueso y la evaluación del porcentaje de fragmentación de partículas en el agregado grueso. Cada tipo de agregado se evalúa con tres muestras repetidas para todos los ensayos, a excepción del análisis granulométrico, que se realiza con ocho réplicas para validar la precisión de los resultados (Delgado et al., 2020, p. 29). Si bien la resistencia a la compresión es una propiedad fundamental del hormigón que determina su calidad, en términos de durabilidad, la resistividad eléctrica emerge como una medida universal que está directamente relacionada con la calidad del material (León y Rodríguez, 2022, p. 2).

II. METODOLOGÍA

Enfoque de la revisión de literatura:

Esta investigación se enmarca en un enfoque narrativo, cuantitativo, descriptivo y no experimental. La investigación se centra en la recolección y presentación de información detallada sobre las dosificaciones y materiales empleados en los diseños de concreto permeable, integrando relatos y experiencias de proyectos previos y estudios existentes. Este enfoque permite una comprensión profunda y contextualizada del tema, ofreciendo una visión completa y coherente de los diversos métodos y resultados obtenidos. Se prioriza la recopilación y análisis de datos numéricos relacionados con las propiedades y desempeños del concreto permeable. A través de la medición y comparación de variables como la resistencia, la permeabilidad y la durabilidad, se busca obtener resultados objetivos y generalizables que permitan identificar las mejores dosificaciones y materiales. La investigación se enfoca en describir de manera detallada y sistemática las diferentes dosificaciones y materiales utilizados, así como sus efectos en las propiedades del concreto permeable. Este enfoque permite identificar patrones, tendencias y relaciones significativas que facilitan la comprensión de los mejores métodos y prácticas en la elaboración de concreto permeable. Al no intervenir directamente en la manipulación de variables ni en la realización de experimentos, la investigación se basa en la observación y análisis de datos existentes y casos documentados. Este enfoque permite una evaluación objetiva y basada en evidencia de las dosificaciones y materiales empleados, sin la influencia de variables externas controladas experimentalmente.

Selección de fuentes y bases de datos:

Los datos utilizados en este estudio provienen de todas las investigaciones realizadas en la provincia de Lima durante el período comprendido entre 2019 y 2023. Al realizar la búsqueda se ha aplicado un filtro temporal de los últimos cinco años para asegurar la vigencia de los datos recopilados. Se han priorizado tesis como fuentes primarias como: Repositorio de la Universidad César Vallejo y Universidad Ricardo Palma, cumpliendo con los criterios de confiabilidad y relevancia requeridos para el análisis del diseño de concreto permeable para

pavimentos. Esta selección estratégica garantiza la obtención de información actualizada y académicamente sólida para el desarrollo del presente estudio.

Volumen de publicaciones realizadas:

Se tuvieron en cuenta las 7 referencias bibliográficas recopiladas, las cuales incluyeron 7 trabajos de investigación en la ciudad de Lima. Del total de trabajos consultados, el 100 % tesis de pregrado. Este recuento inicial proporcionó una base sólida para el análisis, permitiendo evaluar el alcance y la amplitud de la literatura disponible sobre el diseño de CP para pavimentos.

Consideraciones éticas y de integridad científica:

En la investigación llevada a cabo, se dio especial atención a las consideraciones éticas y de integridad científica para garantizar la calidad y credibilidad del trabajo. Se establecieron procedimientos rigurosos para la recopilación de información, asegurándose de utilizar fuentes confiables y verificadas. Además, se emplearon herramientas anti-plagio, como Turnitin, para verificar la originalidad del contenido y evitar cualquier forma de apropiación indebida de ideas o textos de otros autores. Asimismo, se siguieron de manera escrupulosa las normas de citación y referencia establecidas por las guías de estilo seleccionadas para la redacción científica, garantizando así el reconocimiento adecuado de las fuentes utilizadas y la transparencia en la presentación del trabajo. Estas medidas no solo reflejaron el compromiso con la ética y la integridad en la investigación, sino que también contribuyeron a fortalecer la confiabilidad y validez de los hallazgos. En última instancia, la dedicación a estas prácticas éticas y de integridad científica fue fundamental para asegurar la credibilidad y el impacto positivo de la investigación en la comunidad académica y científica.

Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

| Descripción | Técnica | Instrumento |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Asentamiento | Revisión Bibliografica | Ficha de recolección de datos |
| Resistencia a la compresión | Revisión Bibliografica | Ficha de recolección de datos |
| Resistencia a la flexión | Revisión Bibliografica | Ficha de recolección de datos |
| Permeabilidad | Revisión Bibliografica | Ficha de recolección de datos |

Fuente: Propia

Se hace referencia a la fiabilidad, estabilidad y exactitud de los resultados logrados, lo cual implica el empleo de un dispositivo de medición que se somete a un proceso de evaluación para generar un coeficiente de fiabilidad. Este coeficiente, que varía de 0 a 1, indica el grado de fiabilidad, donde 1 representa un nivel máximo de fiabilidad y 0 señala una falta total de confiabilidad (Cely et al., 2023, p. 111). Por consiguiente, la confiabilidad en este contexto se relaciona con la coherencia y solidez de los resultados obtenidos después de la implementación práctica del concreto permeable con fibras. Una vez llevadas a cabo las pruebas y experimentos pertinentes, se espera que los resultados sean reproducibles y precisos, evidenciando que el uso de estas fibras mejora efectivamente la permeabilidad del pavimento. Esta coherencia en los resultados resulta fundamental para validar la eficacia del diseño propuesto y su aplicabilidad en situaciones reales.

III. RESULTADOS

Tabla 3. Antecedentes de diferentes mezclas de varios autores

| Autor/es | Año | Base de datos | Dosificación | Asentamiento | Permeabilidad | Resistencia a la compresión | Resistencia a la flexión |
|---------------------------|------|-------------------------------|--|--|--|--|---|
| Carrera, Lino y Contreras | 2021 | Repositorio Institucional UCV | Cenizas volcánicas 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5% | - | 0.230, 0.248, 0.258, 0.28 y 0.293 cm/s | 21.28 Mpa, 21.08 Mpa, 20.10 Mpa, 18.53 Mpa y 18.44 Mpa | - |
| Cajahuanan y Villegas | 2023 | Repositorio Institucional UCV | Fibra de acero con Escoria de cobre 3%FA+2%EC, 5%FA+2%EC, 7%FA+2%EC, 3%FA+4%EC, 5%FA+4%EC, 7%FA+4%EC, 3%FA+8%EC, 5%FA+8%EC y 7%FA + 8% EC | 0.26, 0.35, 0.55, 0.47, 0.67, 0.86, 0.71, 0.86 Y 1.02 cm | 2.69, 2.82, 3.00, 2.81, 2.93, 3.08, 3.01, 3.18 Y 3.39 cm/s | 223.64 kg/cm ² , 235.79 kg/cm ² , 246.82 kg/cm ² , 238.24 kg/cm ² , 249.36 kg/cm ² , 261.98 kg/cm ² , 250.46 kg/cm ² , 263.45 kg/cm ² y de 275.71 kg/cm ² | 70.23 kg/cm ² , 74.92 kg/cm ² , 70.39 kg/cm ² , 75.75 kg/cm ² , 80.38 kg/cm ² , 85.22 kg/cm ² , 81.41 kg/cm ² , 86.36 kg/cm ² y de 91.12 kg/cm ² |
| Castro y Pinto | 2019 | Repositorio Institucional UCV | 0.5% Fibra de polipropileno | - | 0.37 cm/s | 49.96 kg/cm ² | 19.6 kg/cm ² |
| Pillaca y Tacza | 2019 | Repositorio Institucional UCV | 0.04%, 0.08% y 0.12% Fibra plásticas | - | 0.28, 0.24 y 0.21 cm/s | 189 kg/cm ² , 171 kg/cm ² y 156 kg/cm ² | 1.99 Mpa, 1.11 Mpa y 0.98 Mpa |
| Arias y Fernandez | 2023 | Repositorio Institucional UCV | 0.5% agrave + 0.5% bambú, 0.5% agrave + 1.0% bambú, 0.5% agrave + 1.5% bambú | - | 0.753, 0.819, 0.919 cm/s | 199 kg/cm ² , 215 kg/cm ² y 220 kg/cm ² | 50 kg/cm ² , 50.76 kg/cm ² y 51.53 kg/cm ² |
| Madueño y Clemente | 2022 | Repositorio Institucional UCV | 4% de ladrillo reciclado + 8% agregado fino | - | 0.422 cm/s | 33.80 kg/cm ² | - |
| Ñahui y Oscanoa | 2023 | Repositorio Institucional URP | 0.1%, 0.2% y 0.4% Fibra de Polipropileno | - | 0.438, 0.438 y 0.558 cm/s | 12.00 Mpa, 14.9 Mpa y 18.28 Mpa | 4.81 Mpa, 4.72 Mpa y 4.49 Mpa |

3.1 Dosificaciones de los diseños de concreto permeable para pavimentos

Las dosificaciones de los diferentes diseños de concreto permeable evaluados para pavimentos en el proyecto Lima 2024 se basaron en la combinación de varios materiales reciclados y aditivos. Para el concreto con cenizas volcánicas, se evaluaron diversas proporciones, resultando en resistencias a la compresión que varían entre 216.99 kg/cm² y 188.03 kg/cm².

En el caso del concreto con fibra de acero y escoria de cobre, se analizaron múltiples combinaciones: 3% fibra de acero + 2% escoria de cobre, 5% fibra de acero + 2% escoria de cobre, 7% fibra de acero + 2% escoria de cobre, 3% fibra de acero + 4% escoria de cobre, 5% fibra de acero + 4% escoria de cobre, 7% fibra de acero + 4% escoria de cobre, 3% fibra de acero + 8% escoria de cobre, 5% fibra de acero + 8% escoria de cobre, y 7% fibra de acero + 8% escoria de cobre. Estas mezclas mostraron resistencias a la compresión que van desde 223.64 kg/cm² hasta 275.71 kg/cm².

Para el concreto con fibras de polipropileno, se utilizó una proporción del 0.5%, obteniendo una resistencia a la compresión de 49.96 kg/cm². Por otro lado, el concreto con fibras plásticas también fue evaluado en diversas proporciones, presentando resistencias a la compresión entre 189 kg/cm² y 156 kg/cm².

El concreto con agregado de bambú mostró resistencias a la compresión de 199 kg/cm² en las diferentes proporciones evaluadas. Finalmente, el concreto con ladrillos reciclados presentó resistencias a la compresión de 33.8 kg/cm².

Tabla 4. Dosificaciones de los diseños de concreto permeable.

| Dosificaciones |
|---|
| Cenizas volcánicas 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5% |
| Fibra de acero con Escoria de cobre 3%FA+2%EC 5%FA+2%EC 7%FA+2%EC 3%FA+4%EC 5%FA+4%EC 7%FA+4%EC 3%FA+8%EC 5%FA+8%EC 7%FA + 8% EC |
| 0.5% Fibra de polipropileno |
| 0.04% , 0.08% y 0.12% Fibra plásticas |
| 0.5% agave + 0.5% bambú , 0.5% agave + 1.0% bambú , 0.5% agave + 1.5% bambú |
| 4% de ladrillo reciclado + 8 % agregado fino |
| 0.1%, 0.2% y 0.4% Fibra de Polipropileno |

Fuente: Propia

3.2 Propiedades físicas de los diseños de concreto permeable para pavimentos

Tabla 5. Cuadro comparativo de permeabilidad de los diseños de concreto permeable.

| | CENIZAS VOLCANICAS (2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5%) | FIBRA DE ACERO CON ESCORIA DE COBRE | POLIPROPILENO (0.5%) | FIBRAS PLASTICAS (0.04% , 0.08% y 0.12%) | AGAVE CON BAMBU 0.5% + (0.5%-1.0%-1.5%) | LADRILLO RECICLADO (4%) | FIBRA DE POLIPROPLINEO (0.1%-0.2%-0.34%) |
|----------------------|--|-------------------------------------|----------------------|--|---|-------------------------|--|
| Permeabilidad (cm/s) | 0.23 | 2.69 | 0.37 | 0.28 | 0.753 | 0.422 | 0.438 |
| | 0.248 | 2.82 | | 0.24 | 0.819 | | 0.438 |
| | 0.258 | 3 | | 0.21 | 0.919 | | 0.558 |
| | 0.28 | 2.81 | | | | | |
| | 0.293 | 2.93 | | | | | |
| | | 3.08 | | | | | |
| | | 3.01 | | | | | |
| | | 3.18 | | | | | |
| | 3.39 | | | | | | |

Fuente: Propia

La tabla 5 compara la permeabilidad de diferentes diseños de concreto permeable utilizando diversos materiales. Los valores de permeabilidad muestran que los diseños con Fibra de Acero con Escoria de Cobre tienen la mayor permeabilidad, con un rango de 2.69 cm/s a 3.39 cm/s en diferentes dosificaciones como 3%FA + 2%EC, 5%FA + 2%EC, 7%FA + 2%EC, 3%FA + 4%EC, 5%FA + 4%EC, 7%FA + 4%EC, 3%FA + 8%EC, 5%FA + 8%EC y 7%FA + 8% EC. En contraste, el Polipropileno (0.5%) y las Fibras Plásticas presentan permeabilidades más bajas y constantes, alrededor de 0.37 cm/s y entre 0.21 cm/s y 0.28 cm/s, respectivamente. Ladrillo Reciclado y Agrave con Bambú también muestran buena permeabilidad, con valores notables de hasta 0.438 cm/s y 0.919 cm/s. Estos resultados indican que el tipo de material utilizado puede significativamente influir en la capacidad del concreto para permitir el paso de líquidos.

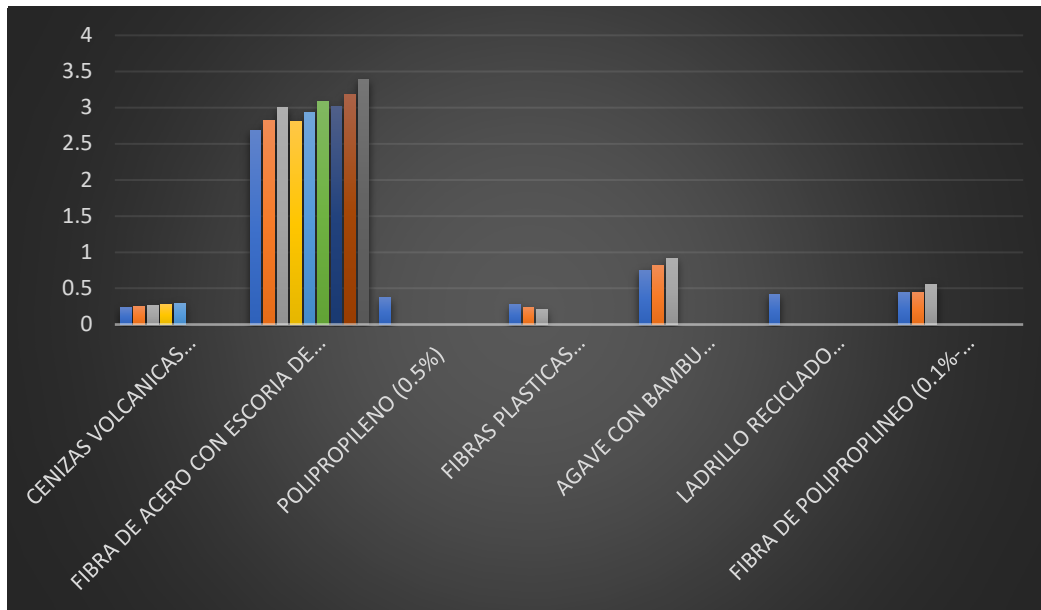


Figura 4. Gráfico comparativo de permeabilidad de diseños de concreto permeable

Los datos demuestran que los materiales tradicionales como las cenizas volcánicas y el polipropileno presentan valores más bajos de permeabilidad, sugiriendo que su aplicación podría no ser ideal para estructuras que requieren alta capacidad de drenaje. En cambio, la combinación de fibra de acero con escoria de cobre destaca significativamente por su alta permeabilidad, lo cual es ventajoso para aplicaciones donde el drenaje eficiente es crucial. Estos resultados son esenciales para la selección de materiales adecuados en la construcción de pavimentos permeables, ya que la permeabilidad es una propiedad clave que afecta el rendimiento del concreto en condiciones de lluvia intensa o en zonas propensas a inundaciones.

3.3 Propiedades mecánicas de los diseños de concreto permeable para pavimentos

Tabla 6. Cuadro comparativo de las capacidades para que resista la compresión de los diseños de CP.

| | CENIZAS VOLCÁNICAS (2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5%) | FIBRA DE ACERO CON ESCORIA DE COBRE | POLIPROPILENO (0.5%) | FIBRAS PLÁSTICAS (0.04%, 0.08% y 0.12%) | AGAVE CON BAMBÚ 0.5% + (0.5%-1.0%-1.5%) | LADRILLO RECICLADO (4%) | FIBRA DE POLIPROPILENO (0.1%-0.2%-0.34%) |
|---|--|-------------------------------------|----------------------|---|---|-------------------------|--|
| Resistencia a la compresión (kg/cm ²) | 216.99 | 223.64 | 49.96 | 189 | 199 | 33.8 | 122.36 |
| | 214.95 | 235.79 | | 171 | 215 | | 151.94 |
| | 204.96 | 246.82 | | 156 | 220 | | 186.40 |
| | 188.95 | 238.24 | | | | | |
| | 188.03 | 249.36 | | | | | |
| | | 261.98 | | | | | |
| | | 250.46 | | | | | |
| | | 263.45 | | | | | |
| | 275.71 | | | | | | |

Fuente: Propia

La tabla 6 presenta los valores las capacidades para que resista la compresión para diversos diseños de concreto permeable. Los diseños que utilizan Fibra de Acero con Escoria de Cobre destacan con una resistencia creciente, alcanzando hasta 275.71 kg/cm². En comparación, el Polipropileno (0.5%) y el Ladrillo Reciclado muestran valores considerablemente menores, con resistencias de 49.96 kg/cm² y 33.8 kg/cm², respectivamente. Las Fibras Plásticas y el Agrave con Bambú presentan una resistencia moderada, lo que indica que diferentes materiales pueden afectar la resistencia del concreto de manera significativa.

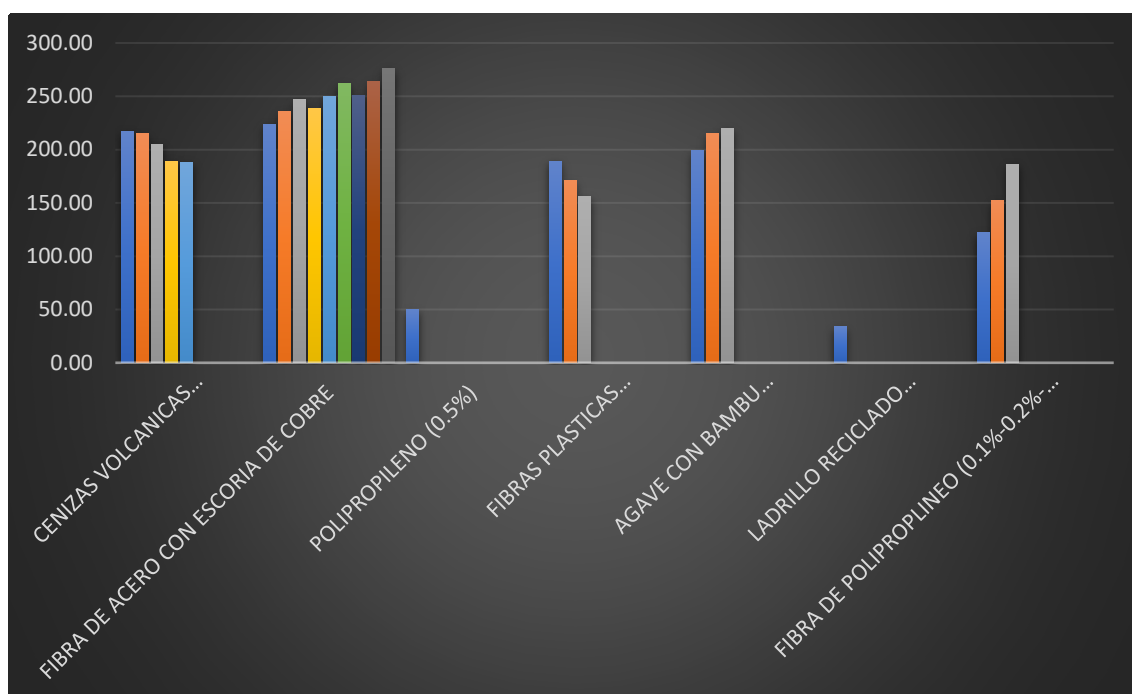


Figura 5. Gráfico comparativo de la resistencia a la compresión de diseños de concreto permeable

Los datos indican que los materiales innovadores como la fibra de acero combinada con escoria de cobre no solo mejoran la permeabilidad, sino que también incrementan su capacidad para resistir la compresión del concreto. Esto sugiere una doble ventaja, ya que se mejora tanto la durabilidad como la capacidad de carga del pavimento. En contraste, el uso de polipropileno y ladrillo reciclado, aunque favorable para el medio ambiente, no proporciona la misma resistencia, lo cual podría limitar su aplicación en proyectos que requieren alta capacidad de soporte. Estos resultados son vitales para ingenieros y

constructores que buscan optimizar el diseño de CP, balanceando la sostenibilidad con la necesidad de alta performance estructural.

Tabla 7. Cuadro comparativo de la capacidades para que resista la flexión de diseño de CP.

| | CENIZAS VOLCANICAS (2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5%) | FIBRA DE ACERO CON ESCORIA DE COBRE | POLIPROPILENO (0.5%) | FIBRAS PLASTICAS (0.04% , 0.08% y 0.12%) | AGAVE CON BAMBU 0.5% + (0.5%-1.0%-1.5%) | LADRILLO RECICLADO (4%) | FIBRA DE POLIPROPILENO (0.1%-0.2%-0.34%) |
|-----------------------------------|--|-------------------------------------|----------------------|--|---|-------------------------|--|
| Resistencia a la flexion (kg/cm2) | | 70.23 | 19.6 | 20.29 | 50 | | 49.05 |
| | | 74.92 | | 11.32 | 50.76 | | 48.13 |
| | | 70.39 | | 9.99 | 51.53 | | 45.78 |
| | | 75.75 | | | | | |
| | | 80.38 | | | | | |
| | | 85.22 | | | | | |
| | | 81.41 | | | | | |
| | | 86.36 | | | | | |
| | 91.12 | | | | | | |

Fuente: Propia

La tabla 7 muestra los valores de resistencia a la flexión para diferentes diseños de concreto permeable. Los materiales como Fibra de Acero con Escoria de Cobre y Agrave con Bambú presentan los valores más altos, con hasta 91.12 kg/cm² y 50 kg/cm², respectivamente. En contraste, el Polipropileno (0.5%) y las Fibras Plásticas tienen resistencias a la flexión menores, demostrando que la inclusión de ciertos materiales puede mejorar significativamente la capacidad del concreto para resistir fuerzas de flexión.

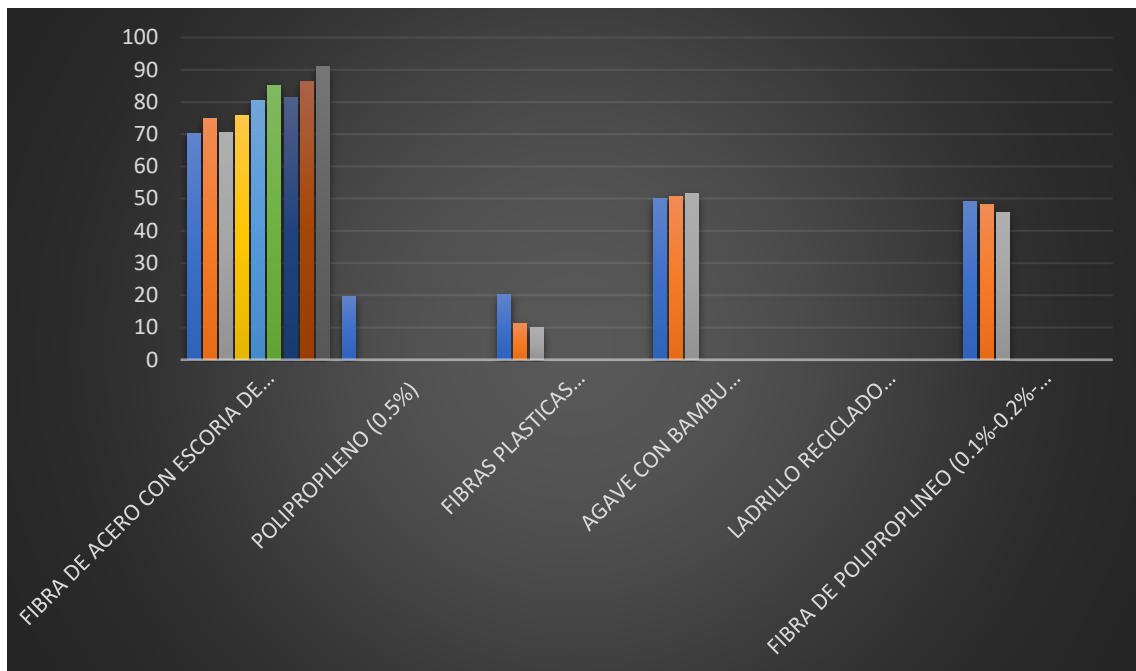


Figura 6. Gráfico comparativo de la resistencia a la flexión de diseños de concreto permeable

Estos datos sugieren que, al igual que con la resistencia a la compresión, la fibra de acero combinada con escoria de cobre no solo mejora la permeabilidad, sino también la resistencia a la flexión, lo cual es crucial para pavimentos sometidos a cargas cíclicas y dinámicas. El agrave con bambú también muestra un buen desempeño, lo cual es prometedor para aplicaciones sostenibles. En contraste, el polipropileno y las fibras plásticas, aunque mejoran ciertas propiedades, no alcanzan los mismos niveles de resistencia, lo que podría limitar su uso en aplicaciones de alta exigencia. Estos resultados son fundamentales para decidir qué materiales utilizar en la fabricación de concreto permeable que necesita soportar condiciones severas y garantizar una larga vida útil.

Estos gráficos proporcionan una visualización clara de cómo diferentes aditivos y materiales afectan la permeabilidad, la capacidad para resistir la compresión y flexión de los diseños de concreto permeable, permitiendo una comparación directa y fácil interpretación de los datos obtenidos en el estudio.

En cuanto a los resultados de asentamiento, se encontró que hay una notable escasez de datos disponibles. Sin embargo, en esta investigación se lograron recopilar algunos resultados específicos utilizando materiales de fibra de acero con escoria de cobre. Los valores obtenidos de asentamiento para estos materiales fueron de (0.26 - 0.35 - 0.55 - 0.47 - 0.67 - 0.86 - 0.71 - 0.86 - 1.02) cm. Estos datos proporcionan una visión preliminar sobre el comportamiento del concreto permeable con estos aditivos en términos de asentamiento, indicando una variabilidad considerable que puede influir en su trabajabilidad y aplicación práctica en proyectos de construcción.

IV. CONCLUSIONES

La investigación concluyó que la mezcla de concreto permeable más prometedora para pavimentos en Lima 2024 es la que utiliza fibra de acero y escoria de cobre. Esta combinación no solo proporciona alta resistencia a la compresión sino también excelentes propiedades físicas y mecánicas, destacándose sobre otras mezclas evaluadas como las que contienen cenizas volcánicas, fibras de polipropileno, fibras plásticas, agregados de bambú y ladrillos reciclados.

La dosificación óptima para concreto permeable en Lima 2024 se logró con una mezcla que contiene 7% de fibra de acero y 8% de escoria de cobre. Esta combinación resultó en las mejores propiedades mecánicas y de permeabilidad, demostrando ser superior a otras mezclas evaluadas.

Las propiedades físicas del concreto permeable mejoraron notablemente con la incorporación de residuos metálicos. La mezcla de fibra de acero y escoria de cobre mostró una permeabilidad de 2.69 cm/s a 3.39 cm/s, superando a otras combinaciones de materiales.

La mezcla de concreto permeable con 7% de fibra de acero y 8% de escoria de cobre demostró la mayor resistencia a la compresión (223.64 kg/cm² a 275.71 kg/cm²) y a la flexión (70.23 kg/cm² a 91.12 kg/cm²), siendo ideal para pavimentos que requieren durabilidad y robustez.

Recomendaciones

Se recomienda priorizar el uso de concreto permeable con fibra de acero y escoria de cobre para pavimentos en áreas que requieren alta durabilidad y resistencia. Este diseño ha mostrado las mejores propiedades mecánicas, alcanzando resistencias de 223.64 kg/cm² a 275.71 kg/cm², lo cual lo hace ideal para aplicaciones en pavimentos permeables en zonas con altos requisitos estructurales.

Se recomienda emplear la dosificación mencionada (7% fibra de acero y 8% escoria de cobre) para proyectos de pavimentación en Lima. Además, se sugiere seguir investigando y ajustando las proporciones de otros materiales como cenizas volcánicas y fibras plásticas para encontrar alternativas igualmente eficaces.

Para futuras aplicaciones, es crucial priorizar mezclas que no solo ofrezcan resistencia mecánica sino también alta permeabilidad. Esto contribuirá a una mejor gestión del agua pluvial y a la reducción del riesgo de inundaciones en áreas urbanas.

Se recomienda implementar esta mezcla en proyectos de pavimentación que demanden alta resistencia mecánica. Además, es importante seguir evaluando la inclusión de otros materiales reciclados que puedan mejorar aún más estas propiedades sin comprometer la sostenibilidad.

REFERENCIAS

ARCE, Jordan. "Es un huaicazo": Carabayllo sufre enorme deslizamiento de lodo y vecinos se refugian en partes altas [en línea]. Infobae. Perú. 14 de marzo de 2023. [Fecha de consulta: 7 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/KBbwtE>

ARISPE, Claudia [et al]. LA INVESTIGACION CIENTÍFICA. [en línea], Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador, 2020 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA%20INVESTIGACION%20CIENTIFICA.pdf>. ISBN: 9789942385789

AYALA, Jhon [et al]. Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: una revisión literaria. [en línea]. julio-marzo. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2024]. Disponible en: <https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/2080/2323>

CABRERA, Jessica y PAREDES, Yesenia. MEJORAMIENTO DE LA PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO INCORPORANDO DIFERENTES MATERIALES. REVISIÓN SISTEMÁTICA. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil). Perú: Universidad Privada del norte, 2020. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27288/Cabrera%20Paredes%2c%20Jessica%20Norelva%20-%20Paredes%20Rivera%2c%20Yesenia%20Poeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAMPOY, Noé [et al]. Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros. [en línea]. Agosto-septiembre. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/vn9KVG>. ISSN 2594-0732

CARHUALVILCA, Fuentes [et al]. TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA DIFERENTES RELACIONES AGUA/ CEMENTO. [en línea], 2020 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/x568CT>

CASAS Vázquez, José [et al]. Física [en línea], 1999 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.digitaliapublishing.com/viewepub/?id=67851>. ISSN: 9788429143188

CASTILLO, Karen y SAAVEDRA, Camila. Diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, Piura 2021. Tesis (Titulación en Ingeniería civil).Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en: <https://acortar.link/xLakhe>.

CERVANTES, Andrés. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE Y SU POSIBLE APLICACIÓN EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA, COLOMBIA. Tesis (Titulación en Ingeniería civil).Colombia: Universidad de la Costa, 2020. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/7557/ESTUDIO%20DE%20FACTIBILIDAD%20DEL%20CONCRETO%20PERMEABLE%20Y%20SU%20POSIBLE%20APLICACION%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20BARRANQUILLA%20COLOMBIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CORDERO, Gerson , CARDENAS, Javier y ROJAS, Jhan. DISEÑOS DE MEZCLAS DE CONCRETO APLICANDO EL MÉTODO ACI. [en línea]. Bogotá: ECOE EDICIONES, 2018 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/UxFLUQ>. ISBN: 9789587717051

CORRALES, Milagros. Lluvias en Perú: se registró bloqueo de carreteras [en línea].La República. Perú. 4 de diciembre de 2023. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/AmDvEb>

CRUZ, Fernando y ARANA, Clever. Evaluación de la resistencia mecánica de un concreto permeable ordinario frente a concretos permeables elaborados con un aditivo superplastificante y relaciones a/c menores, para su uso en pavimentos urbanos; Arequipa - 2021. Tesis (Titulo en Ingeniería civil).Perú: Universidad Continental, 2021. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10415/1/IV_FIN_105_TE_Cruz_Arana_2021.pdf

DELGADO, Jorge [et al]. Desarrollo de resistencia a la compresión en concreto con cementos modificados. [en línea], febrero- setiembre 2020 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/i5qETy> . ISSN :2215-4558

ELIZONDO, Eduardo. ESTUDIO DE SUPERFICIES URBANAS MULTIFUNCIONALES DE HORMIGÓN POROSO. Tesis (Doctorado en Ingeniería civil).España: Universidad de Cantabria, 2020. Disponible en: <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=Z4XhEHU67h0%3D>

FERRADA, Carla. ESTUDIO EXPERIMENTAL DE SECCIONES DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN POROSO CON RESIDUOS DE VIDRIO O CERÁMICA COMO REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO. Tesis (Magister en Ingeniería civil). Chile: Universidad de Concepción, 2023.

Disponible en:

http://repositorio.udec.cl/xmlui/bitstream/handle/11594/10813/TESIS_FERRADA%20SEPULVEDA_%20TESIS%20INGENIER%c3%8dA%20CIVIL_%202023.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GUEVARA, Genesis [et al]. Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. [en línea]. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Abril-junio, n.º 2 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835626.pdf>

GUTIÉRREZ, Frank y ALONSO, Anadelys. Análisis del concreto permeable como alternativa de evacuación de aguas superficiales en la provincia de Manabí. [en línea]. Febrero-marzo. n.º 92. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/ISexRA>. ISSN: 2550 - 682X

INDECOPI. NTP 339 078 Ensayo de Flexión. [en línea]. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. 2012 Disponible en: <https://acortar.link/unNd92>

Las fuertes lluvias sumadas a un drenaje deficiente, son causantes de la proliferación de baches [en línea]. Universidad Autónoma de Sinaloa. Mexico. 06 de septiembre de 2022. [Fecha de consulta: 7 de mayo de 2024].

LAMUS, Fabian y ANDRADE, Sofia. Concreto reforzado. Fundamentos. [en línea]. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2015 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en:

<https://www.digitaliapublishing.com/viewepub/?id=39426>. ISBN: 9789587712636

LEON, Liset y RODRIGUEZ, Carlos. Factores que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón. Estado del arte. [en línea], agosto-noviembre 2022. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193972950003>. ISSN:1990-8830

NUNTON, Jorge , PORTOCARRERO, Jean y MUÑOZ, Sócrates. Una revisión del comportamiento mecánico del concreto con adición de fibras de acero de neumáticos reciclados. [en línea]. Noviembre-febrero 2022. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/IN8Bg4>. ISSN:0123-3033.

PALACIOS, Angie [et al]. TIPOS DE CONCRETO. [en línea], 2020 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/rliWRm>.

RAMOS, R , VIÑA, M y GUTIERREZ, F. Investigación aplicada en tiempos de COVID-19. [en línea], 2020 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/ofil/v30n2/1699-714X-ofil-30-02-93.pdf>. ISSN 1131-9429.

RAVILOLO, Andrés, CARABELLI, Patricia y EKKERT, Tatiana. Aprendizaje del concepto de densidad: la comprensión de las relaciones entre las variables. [en línea], Abril-Mayo 2022 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8602830.pdf>. ISSN:1870-9095

PALOMINO, Evelin y TORRES, Javier. CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO. Tesis (Titulo en Ingeniería civil). Perú: Universidad Ricardo Palma, 2021. Disponible en: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4839/T030_73447396_T%20%20%20PALOMINO%20LAZO%20EVELIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

REYMUNDO, Richard. Trabajabilidad del concreto con mezclas embolsadas y su influencia en la resistencia. [en línea], 2020 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/prospectiva/article/view/1386>. ISSN:1990-2409.

SANTAMARIA, Jorge, MORALES, Luis y PILALUISA, José. Modelo para dosificación de mezclas de hormigón utilizando lógica difusa. [en línea], 2018 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/TSqa2k>. ISSN:1390-7042

SANTOS, Fernanda y ROJAS, Manuel. MÉTODOS DE DOSIFICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE - REVISIÓN DE ESTADO DEL ARTE. [en línea]. Conferencia IX Congreso Internacional. Argentina. Noviembre de 2020. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/sH6gKh>

VELEZ, Ligia. Permeabilidad y Porosidad en Concreto. TecnoLógicas [en línea], 2010. [fecha de Consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344234320010>. ISSN: 0123-7799.

VILLACÍS, Mercedes [et al]. Dosificación para elaborar bloques huecos de hormigón que cumplan con la actual NTE INEN 3066. [en línea], mayo-junio [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acortar.link/UG0IJB>. ISSN:0257-1749.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables y matriz de consistencia

| Variables de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|--------------------------|--|---|-------------------------|--|--------------------|
| Concreto permeables (CP) | Los concretos permeables, como bien su nombre indica, tiene como característica principal el poseer permeabilidad, es decir, la capacidad de infiltración de líquido, que en este caso es el agua pluvial, que pasa sin dañar su estructura a diferencia del resto de pavimentos, además que resulta ser más económico que los pavimentos convencionales. (Castillo y Saavedra, 2021, p. 16) | El concreto permeable, compuesto por agregados y cemento con baja relación agua-cemento, permite que el agua fluya a través de él. Su porosidad controlada facilita la infiltración y evita la acumulación de agua en la superficie. Aunque es permeable, mantiene la resistencia necesaria para soportar cargas y su durabilidad se garantiza mediante la resistencia a la erosión, el congelamiento y descongelamiento, y la resistencia química. | Dosificaciones | Cenizas volcanicas 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5% Fibra de acero con Escoria de cobre 7%FA + 8% EC Fibra de Polipropileno 0.1%, 0.2% , 0.4% y 0.5% 4% de ladrillo reciclado + 8 % agregado fino 0.5% agrave + 1.5% bambú Fibra plasticas 0.04% , 0.08% y 0.12% | Absoluta |
| | | | Propiedades fisicas | Asentamiento | De Razon |
| | | | | Permeabilidad | Absoluta |
| | | | Durabilidad estructural | Resistencia a la compresión | Absoluta |
| | | | | Resistencia a flexion | Absoluta |

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Dimensiones | Indicadores | Instrumentos | Metodología |
|--|---|---|--------------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------|---|
| Problema General: | Objetivo general: | Hipótesis general: | Variable pavimentos permeables | Dosificación | Residuos metalicos Sinteticos Organicos | Ficha de recolección de datos | Tipo de investigación Aplicada Enfoque de investigación Cuantitativa El diseño de la investigación No Experimental El nivel de la investigación: Descriptiva |
| ¿Cuáles son los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024? | Analizar y evaluar los diseños de concreto permeable para pavimentos en Lima 2024 | Los diseños de concreto para pavimentos con residuos metalicos mejoran la permeabilidad, Lima 2024 | | Propiedades físicas | Asentamiento | Ficha de recolección de datos | |
| Problemas Especificos: | Objetivos especificos: | Hipótesis especificas: | | | Permeabilidad | Ficha de recolección de datos | |
| ¿Cuáles son las dosificaciones de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024? | Conocer las dosificaciones de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024 | Las dosificaciones de los diseños de concreto permeable mejoran hasta el 8 %, Lima 2024. | | Resistencia a la compresión | | | |
| ¿Cuáles son las propiedades físicas de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024? | Conocer las propiedades físicas de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024 | Las propiedades físicas del concreto permeable para pavimentos mejoran con residuos metálicos en comparación a los materiales orgánicos y sintéticos, Lima 2024 | | | Propiedades mecánicas | Resistencia a la Flexión | |
| ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024? | Conocer las propiedades mecánicas de los diseños de concreto permeable para pavimentos, Lima 2024 | Las propiedades mecánicas del concreto permeable para pavimentos mejoran con residuos metálicos en comparación a los materiales orgánicos y sintéticos, Lima 2024 | | | | | |

Anexo 10. Panel fotográfico



Concreto permeable



Cenizas volcánicas



Fibra de acero



Escoria de cobre



Fibra de polipropileno



Fibra plásticas



Agrave



Bambú



Ladrillo reciclado