

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Propiedades térmicas, acústicas y mecánicas del mortero con
adición del elastómero pulverizado**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR:

Quilca Quispe, Kevin Alpiniano (orcid.org/0009-0007-9595-6273)

ASESOR:

Dr. Choque Flores, Leopoldo (orcid.org/0000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

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, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulado: "Propiedades térmicas, acústicas y mecánicas del mortero con adición del elastómero pulverizado", cuyo autor es QUILCA QUISPE KEVIN ALPINIANO, 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 Tesis 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, 20 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159	Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 20-07- 2024 13:49:16

Código documento Trilce: TRI - 0825276



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, QUILCA QUISPE KEVIN ALPINIANO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Tesis titulado: "Propiedades térmicas, acústicas y mecánicas del mortero con adición del elastómero pulverizado", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Tesis:

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
KEVIN ALPINIANO QUILCA QUISPE DNI: 72950853 ORCID: 0009-0007-9595-6273	Firmado electrónicamente por: KQUILCAQ el 20-07- 2024 15:47:47

Código documento Trilce: TRI - 0825275

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR / AUTORES	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	4
III. RESULTADOS (DISCUSIÓN)	7
IV. CONCLUSIONES	23
REFERENCIAS	25
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Variables de búsqueda en las bases de datos seleccionadas</i>	5
Tabla 2. <i>Selección de artículo por año y base de dato</i>	6
Tabla 3. <i>Resistencia a compresión del mortero patrón y mortero con adiciones de elastómero</i>	12
Tabla 4. <i>Conductividad térmica del mortero patrón y mortero con adiciones de elastómero</i>	17
Tabla 5. <i>Conductividad térmica del mortero patrón y mortero con adiciones de elastómero</i>	23

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Diagrama de flujo PRISMA. Presenta los resultados de búsqueda en Scopus, Web of Science y Scielo como bases de datos y la aplicación del criterio de temporalidad.....	6
<i>Figura 2.</i> Influencia del elastómero (caucho) pulverizado en la resistencia a compresión del mortero a los 28 días de curado.....	11
<i>Figura 3.</i> Influencia del elastómero (caucho) pulverizado en la conductividad térmica del mortero a los 28 días de curado.	17
<i>Figura 4.</i> Influencia del elastómero (caucho) pulverizado en la conductividad térmica del mortero a los 28 días de curado.	22

RESUMEN

Las innovaciones en la tecnología de morteros marcan una directriz muy importante en la indagación de nuevos materiales que aporten mejoras significativas en el mortero, y, asimismo, colaboren en reducir la contaminación ambiental. El objetivo principal del estudio es dar a conocer los beneficios de la adición en distintos porcentajes del aditivo elastómero pulverizado, más conocido como caucho reciclado pulverizado en las propiedades térmicas, acústicas y mecánicas del mortero, a través, de la recopilación literaria respectivamente de artículos indexados en SCOPUS, WEB OF SCIENCE Y SCIELO, donde se utilizó variables de búsqueda como caucho y mortero, asimismo, se utilizó el filtro de antigüedad, los cuales, son desarrollados entre los años 2020-2024, por tal razón, se revisaron en total 35 artículos científicos. Finalmente, se pudo determinar que, adicionando el aditivo elastómero, tiene beneficios significativos en la mejora de las propiedades térmicas, físicas y mecánicas del mortero, principalmente, teniendo en cuenta los distintos porcentajes de adición, por último, se recomienda este artículo de revisión para futuras investigaciones.

Palabras clave: Mortero, caucho, propiedades mecánicas, propiedades térmicas.

ABSTRACT

Innovations in mortar technology mark a very important guideline in the research of new materials that provide significant improvements in the mortar, and also collaborate in reducing environmental pollution. The main objective of the study is to show the benefits of the addition in different percentages of the powdered elastomer additive, better known as pulverized recycled rubber, on the thermal and mechanical properties of the mortar, though, The literature collection of articles indexed in SCOPUS, WEB OF SCIENCE and SCIELO, where search variables such as rubber and mortar were used, as well as the filter of antiquity, which are developed between the years 2020-2024, for this reason, a total of 35 scientific articles were reviewed. Finally, it was determined that the addition of the elastomer additive has significant benefits in improving the thermal, physical and mechanical properties of the mortar, mainly, taking into account the different percentages of addition, finally, this review article is recommended for future research.

Keywords: Mortar, rubber, mechanical properties, thermal properties.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a la inquietud existente respecto a los desechos de neumáticos desde una perspectiva ambiental, los componentes de los neumáticos son materiales que se descomponen con dificultad, y si se queman, pueden contaminar el entorno debido a su alta toxicidad, por tal razón, el reciclaje del caucho granulado puede ser una opción sostenible en la fabricación de morteros, no solo para disminuir la demanda de áridos naturales y así reducir la contaminación ambiental, sino también para mejorar las propiedades acústicas y térmicas de las estructuras edificadas, debido a que, tiene propiedades físicas y mecánicas únicas que lo hacen adecuado para su uso en aplicaciones de construcción civil.

En el ámbito internacional Jin et al. (2024) nos dice, que, en las últimas décadas, se ha presenciado un crecimiento veloz en la demanda de neumáticos para vehículos, lo que, a su vez, ha ocasionado un incremento en la cantidad de caucho sobrante a nivel global. La situación actual del reciclaje de residuos de caucho no es sostenible y su depósito en vertederos da lugar a diversos problemas ambientales y de salud. Se analizaron los distintos factores influyentes y se detalló su impacto en el producto final. La inclusión de caucho reciclado como componente en compuestos cementicios podría generar materiales de construcción sostenibles. A pesar de que la introducción de caucho reciclado disminuye la resistencia de los compuestos, presenta el potencial de mejorar diversas propiedades del material, lo que lo haría idóneo para su empleo en compuestos aislantes del sonido, ligeros, resistentes al congelamiento y al deshielo, así como al calor.

Andrade et al. (2021) presenta que el desenfrenado parque automotor, es el camino a la contaminación ambiental respectivamente, por tal razón, de allí surgen reciclar el caucho de los neumáticos, el cual, se puede utilizar de distintas formas como material reciclado, no obstante, el uso del caucho reciclado pulverizado principalmente por sus características físicas, se puede utilizar como adición en el mortero, de tal forma, se observó la incidencia positiva en la exploración de su reacción respecto a sus distintas propiedades mecánicas o . Asimismo, es de suma importancia recordar distintos parámetros que debe cumplir un mortero para los distintos usos, los cuales son utilizados.

Asimismo, Mathew & Joseph (2024) nos dice que el neumático usado se compone de elementos intrínsecamente no biodegradables en condiciones ambientales, lo que generalmente causa impactos negativos en el entorno. Una de las maneras de aprovechar estos materiales es su incorporación en la elaboración de concreto y otros productos de construcción. Según estimaciones de la Asociación de Fabricantes de Caucho, en el año 2005, se generaron alrededor de 300 millones de neumáticos en Estados Unidos, y aproximadamente 260 millones de neumáticos usados fueron consumidos en los mercados finales. Se calcula, además, que, hacia finales de 2005, había aproximadamente 190 millones de neumáticos usados almacenados en EE.UU.

De igual manera, Chayaboot et al. (2024) señala lo que respecta a los procedimientos de trituración, se ofrecen gránulos de caucho en diversas dimensiones, dando acceso a la persona encargada de seleccionar el material con requerimientos específicos. Puesto que, en parte muchas aplicaciones o características del elastómero pulverizado no llega a los niveles del caucho nuevo, por tal razón, este último presenta varias ventajas en relación con el caucho virgen. Estas ventajas se suman a la reducción del impacto ambiental previamente mencionada cuando se recicla el caucho. Una opción para emplear caucho reciclado mediante trituración mecánica es su inclusión en mezclas junto al caucho virgen, donde este último ejerce como componente principal. La incorporación del elastómero pulverizado en las distintas mezclas respectivamente de caucho, nos manda en la directriz de la comparación, en donde principalmente sobresale el procesamiento y consumo de energía durante la elaboración de mezclado, el caucho reciclado experimenta una plastificación durante la operación de trituración, puesto que, la elaboración del mezclado en comparación con el caucho virgen, generando la reducción de calor.

Por otro lado, en el ámbito nacional, Muñoz Pérez et al. (2021) nos dice que Debido al creciente interés en la edificación sustentable y amigable con el entorno, se ha realizado una extensa investigación sobre la utilización de mortero con aditivos reciclados, dado que, la implementación se está dando más habitualmente en la construcción, asimismo, estos materiales reciclables como neumáticos son reutilizados en distintos factores, asimismo, se utiliza como agregados de construcción de morteros, ya que, principalmente son de gran valor para el revestimiento, por último, es importante sintetizar el conocimiento para la utilidad de

los materiales reciclables, desde la perspectiva de sus características, trabajabilidad y disposición en la mezcla de mortero para revestimiento respectivamente.

En el ámbito local, en la ciudad de Lima alrededor de los últimos años se vivieron cambios bruscos de temperatura y aumento los niveles de contaminación sonora, esto es debido al incremento poblacional en dicho sector, y al aumento de vehículos menores informales. Así mismo se vivió temperaturas extremas a causa del cambio climático. Además, el reciclaje de caucho no es una práctica habitual como lo es el plástico y papel, a causa de estos problemas se observó las necesidades de este sector, en la falta de reciclaje de caucho y mediante este reciclaje aplicarlo a los revestimientos para tarrajeo y así disminuir la contaminación sonora, y disminuir las altas temperaturas. Es por ello la presente investigación busco solucionar las deficiencias acaecidas por los problemas de contaminación sonora y cambios de temperatura. Es por ello que se planteó agregar granos de caucho reciclado a los morteros para el tarrajeo en viviendas durante el proceso de construcción. Así mismo se escogió este material debido a sus componentes existentes que hay en abundancia, se hallan fácilmente y reciclando contribuye al medio ambiente, considerando su trabajabilidad, permeabilidad, y durabilidad.

En este contexto, la razón para llevar a cabo este trabajo de investigación se divide en las siguientes partes: La justificación teórica de este estudio implica la comparación con los artículos previamente expuestos acerca de la incorporación de caucho reciclado con el propósito de abordar los problemas relacionados con el aislamiento termoacústico. Por otro lado, la justificación práctica se enfocó en aumentar la impedancia acústica y la resistencia térmica, garantizando así la idoneidad de emplear caucho reciclado en morteros. La razón social se sustentó en los beneficios de la utilidad del caucho reciclado aporta un beneficio significativo respecto al aislamiento térmico y acústico en la ciudad de Lima, asimismo, con la directriz de crear revestimientos con propiedades termoacústicas superiores, al mismo tiempo que contribuye a la concienciación ambiental y al proceso de reciclaje. En cuanto a la justificación de la metodología, se fundamentó en una innovación para la fabricación de morteros destinados a revestimientos tradicionales, que busca aumentar la eficiencia de dicho mortero y mejorar sus características termoacústicas, de acuerdo con la información recopilada de fuentes bibliográficas y plataformas de investigación relacionadas con el tema.

Asimismo, el **objetivo general** es Evaluar el impacto que tienen los morteros con caucho reciclado en la mejora del aislamiento termoacústico en Lima, 2023. Así como también los **objetivos específicos** son Analizar la influencia del caucho reciclado en la resistencia a compresión del mortero Lima, 2023, Determinar la influencia del caucho reciclado en el mortero para la mejora del aislamiento térmico en Lima, 2023, y Establecer la influencia del caucho reciclado en el mortero para la mejora del aislamiento acústico en Lima, 2023

II. METODOLOGÍA

En la presente investigación de artículo de literatura se utilizó un nivel explicativo, de carácter cuantitativo no experimental, puesto que, la finalidad está en la directriz de las documentación de información, por ello, se realizó la recolección sintetizada de investigaciones, ya que, buscando dar una solución a la problemática, por tal razón, se tomó como iniciativa tomar en cuenta las recomendaciones, objetivos y resultados de las investigaciones para argumentar los objetivos planteados en esta investigación, además, la técnica utilizada para la elección de los antecedentes estuvo determinado en función al tema de investigación, puesto que, fue desarrollada minuciosamente y analíticamente en función del aditivo elastómero pulverizado, más conocido como caucho en el mortero para evaluar sus características térmicas, físicas y mecánicas.

Asimismo, se puede garantizar con seguridad y singularmente la confiabilidad de los artículos indexados que fueron seleccionados y revisados mediante los filtros respectivos, ya que, se tuvo que tener una secuencia de pasos para poder seleccionar los documentos teniendo el criterio de inclusión y exclusión respecto a su contenido respecto al estudio de investigación de calidad respectivamente.

Para desarrollar los objetivos de estudio del artículo de revisión de literatura científica se estuvo determinado fundamentalmente un grupo de banco de datos científicos conocidos y con una reputación exitosa mundialmente, tal cual, son Scopus, Web of Science y Scielo. Asimismo, la indagación con las palabras de búsqueda “morter” y “rubber” en cada banco de datos como lo detalla en la tabla 1, por lo cual, se encontró alrededor de 89 artículos indexados, donde, posteriormente se realizó el diagrama de prisma detallado en la figura 1, para obtener la cantidad de 35 artículos respectivamente revisados y filtrados, principalmente, el diagrama de prisma intensifica valor y relevancia a través de los parámetros título y resumen para

desarrollar la investigación respectivamente, asimismo, a continuación se identificó el proceso de búsqueda, selección y filtro, además, se realizó el diagrama prisma de las bases de datos, en primer lugar, se identificó las bases de datos de SCOPUS, WEB OF SCIENCE Y SCIELO y la cantidad de artículos 89, en segundo lugar, se excluyó 10 artículos científicos porque no había acceso para lectura, por tal razón, se registró 79 artículos, donde se comenzó, la etapa de screening, en primer lugar, se excluyó por título y resumen, específicamente con las variables de búsqueda mortero y caucho respectivamente, por título, se excluyó 20, dado que, las variables de búsqueda se encontraban en el título del artículo científico, pero el título completo no tenía relación con mi tema de estudio, posteriormente, por resumen se excluyó 19, dado que, las variables de búsqueda se encontraban en el resumen del artículo científico, pero el resumen completo no tenía perspectiva con mi tema de estudio desde el punto de vista de ensayos de laboratorio estudiado. Asimismo, en el siguiente paso se excluyó, 5 artículos científicos porque eran de pago para acceder a ellos, y, por último, se excluyó 0 artículos científicos por temas relacionados con el tema de estudio. Por tal razón, se obtuvieron 35 artículos científicos para nuestro artículo de revisión de literatura científica. Finalmente, en la tabla 2, se detalló el número de artículos seleccionados en cada año, mediante el filtro del rango de 2020 al 2024.

Proceso de Búsqueda:

Tabla 1. Variables de búsqueda en las bases de datos seleccionadas

BASE DE DATOS	VARIABLES DE BÚSQUEDA
Scopus	morter (mortero) rubber (caucho)
Scielo	morter (mortero) rubber (caucho)
Web of Science	morter (mortero) rubber (caucho)

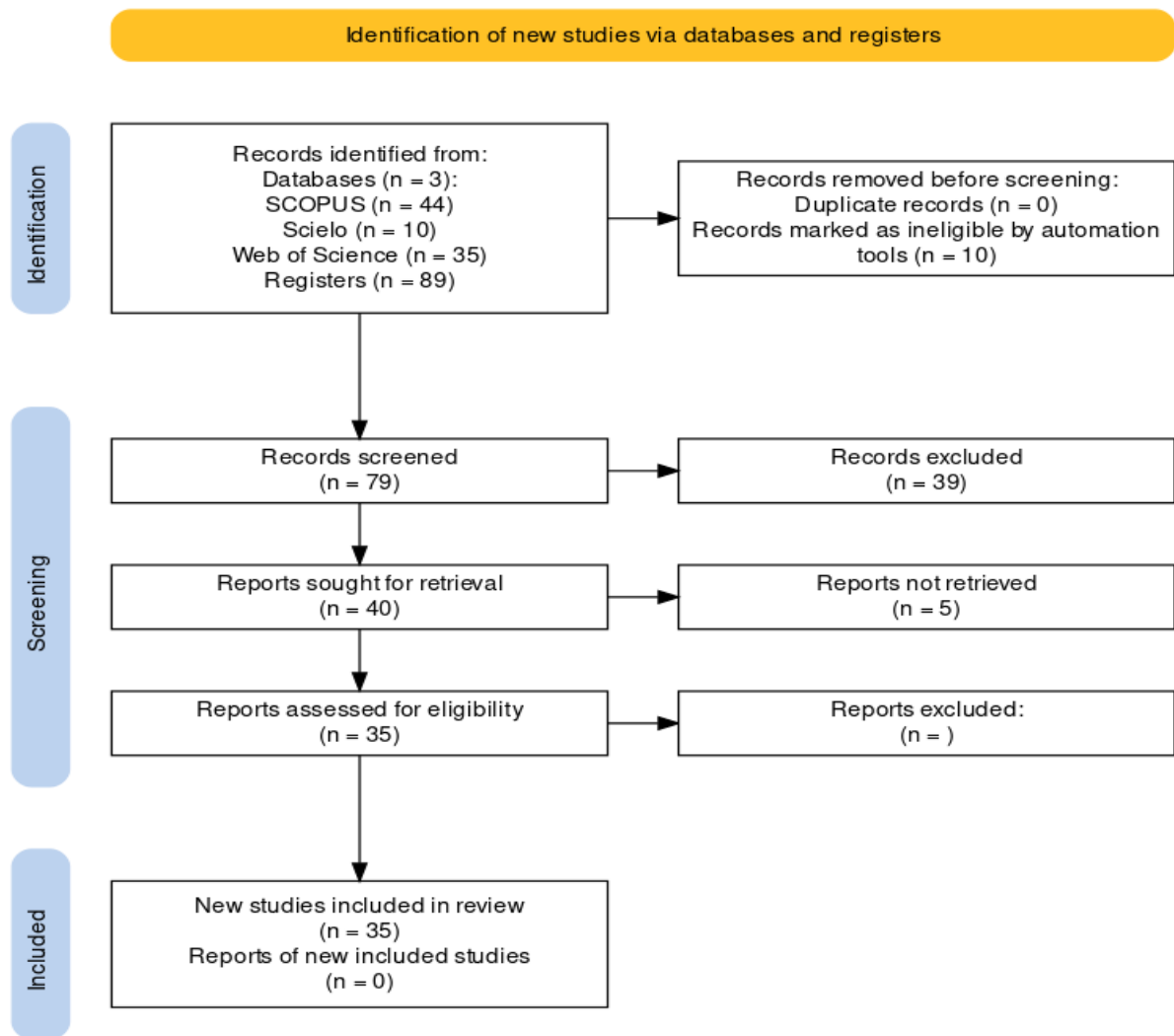


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA. Presenta los resultados de búsqueda en Scopus, Web of Science y Scielo como bases de datos y la aplicación del criterio de temporalidad.

Selección de artículos:

Tabla 2. Selección de artículo por año y base de dato

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACIÓN					TOTAL
	2020	2021	2022	2023	2024	
Scopus	5	4	2	3	7	21
Scielo	-	1	-	1	-	2
Web of Science	6	1	1	4	-	12
TOTAL	11	6	3	8	7	35

III. RESULTADOS

3.1 Influencia del caucho reciclado en la resistencia a compresión del mortero

De Oliveira et al. (2023) en el artículo " Evaluation of thermal and acoustic properties with the addition of powdered rubber", como principal objetivo fue desarrollar la investigación del efecto del caucho reciclado en las propiedades térmicas y mecánicas del mortero. La metodología utilizada fue experimental, incluyendo la adición de porcentajes de caucho del 5%, 10%, 15% y 20% en relación al agregado fino. Se llevaron a cabo pruebas de compresión, flexión, atenuación de sonido y conductividad térmica. Se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a la compresión fue de 25.8 MPa, 28.4 MPa, 18.2 MPa, 13.8 MPa y 9.7 MPa y la resistencia a la flexión fue de 6.8 MPa, 8.2 MPa, 5.5 MPa, 4.5 MPa y 3.9 MPa, por otro lado, la conductividad térmica fue de 1.20 W/m.K, 1.35 W/m.K, 1.14 W/m.K, 0.95 W/m.K y 0.63 W/m.K; asimismo, la atenuación de sonido fue de 4.41 dB, 5.57 dB, 4.18 dB, 3.85 dB y 3.42 dB. En conclusión, se observó que el 5% de adición de caucho reciclado produjo los mejores resultados.

Bostanci et al. (2020) en el artículo "Alteration of the properties of mortars with the addition of pulverized elastomer" tuvieron como objetivo principal determinar la fuerza mecánica y las propiedades térmicas de morteros con la incorporación de llantas de desecho pulverizadas, investigando en detalle cómo esta adición afecta la estructura del mortero. La metodología empleada fue experimental, utilizando porcentajes de adición del 0%, 1%, 5%, 10% y 15% en peso del cemento, y se realizaron ensayos de compresión y conductividad térmica. Se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a compresión 23.3 MPa, 28.5 MPa, 25.4 MPa, 20 MPa y 17 MPa, por otro lado, la conductividad térmica 1.6 W/m.K, 1.8W/m.K, 2 W/m.K, 2.2 W/m.K y 1.9W/m.K. En conclusión, se observó que el uso del 10% de adición de llantas de desecho pulverizadas produjo los mejores resultados en términos de propiedades mecánicas y térmicas del mortero.

En la figura 2 se visualizó los resultados más significantes respecto a la evaluación de la resistencia a compresión del mortero patrón y con adición.

Awoyera et al. (2023) en el artículo "Influence of natural rubber additive as thermal material in the mortar mix" tienen como objetivo principal es aislar los edificios reforzando su mezcla de componentes con caucho natural para reducir la conductancia térmica de la radiación solar, la metodología fue designada experimental, utilizando porcentajes de adición de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%. Se realizaron ensayos de resistencia a compresión y conductividad térmica en especímenes de mortero, siguiendo los parámetros y directrices de calidad establecidos. Se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a compresión 13.5 MPa, 14.2 MPa, 15.4 MPa, 13.2 MPa, 12.5 MPa y 7.4 MPa, por otro lado, la conductividad térmica de 1.1 W/m.K, 1.3W/m.K, 1.8 W/m.K, 1.4W/m.K, 1.1W/m.K y 0.9W/m.K. En conclusión, con el 1.5% de caucho reciclado se desarrollaron los mejores resultados.

Qin et al. (2020) en el artículo "Effect of Silicone Rubber of a Waste Composite Insulator on Cement Mortar Properties" su objetivo fundamental es intentar explorar el enfoque de reciclaje y proporcionar una base de aplicación del caucho de silicona residual del aislador compuesto en mortero de cemento, la metodología que se desarrolló fue experimental, además, los porcentajes que se utilizaron de adición fueron 5%, 15% y 30% en volumen, tuvieron ensayos a compresión, conductividad térmica y atenuación de sonido. Los resultados que se obtuvieron con los porcentajes respectivos, en primer lugar, la resistencia a compresión de 38.95 MPa, 42.68 MPa, 36.3 MPa y 15.88 MPa, por otro lado, la conductividad térmica de 1.09 W/m.K, 0.82 W/m.K, 0.78 W/m.K y 0.65 W/m.K, y, por último, la atenuación de sonido de 71.5 dB, 73.8 dB, 70.8 dB y 70.2 dB. En conclusión, las resistencias mecánicas y propiedades térmicas y acústicas disminuyeron respecto en comparación con la mezcla original.

Pikoń et al. (2024) en el artículo "Partial replacement of fine aggregate with rubber powder in mortars" el objetivo principal es utilizar el caucho de estireno butadieno en materiales de construcción, tal cual, como el innovación de un mortero de revestimiento con características significativas frente a distintas evaluaciones, la metodología fue designada experimental, además, el porcentaje que se utilizaron de adición fue 30% respecto al agregado fino, se tuvieron ensayos desarrollados como la resistencia a compresión y flexión. A los 28 días de edad y con los respectivos porcentajes, se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a compresión 10.4 MPa y 8.5 MPa de ,y, asimismo, la resistencia a flexión de 3.8 MPa

y 2.2 MPa. En conclusión, la adición de caucho reciclado en el mortero, obtuvo una disminución del 10% respectivo al mortero patrón.

Ferrández et al. (2023) en el artículo "Use of recycled tires for the production of mortars: Experimental study" el objetivo fundamental diseñar, construir y validar un mortero de revestimiento con reutilización de neumáticos que influya en el proceso de fraguado evaluando sus propiedades mecánicas y térmicas, La metodología empleada fue experimental, utilizando porcentajes de adición del 10% y 15% en relación al agregado fino, y se llevaron a cabo ensayos de compresión y flexión. A los 28 días de edad, con los respectivos porcentajes, se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a compresión 15.6 MPa, 18.5 MPa y 14.65 MPa, asimismo, la resistencia a flexión 4.5 MPa, 6.4 MPa y 3.8 MPa. En conclusión, se encontró que el uso del 10% de reciclado de neumáticos produjo los mejores resultados.

De Souza Kazmierczak et al. (2020) en el artículo "Evaluation of the thermal and mechanical resistance of plaster mortars with granulated rubber" nos indican que el propósito principal es evaluar el mortero de revoque con la adición de caucho granulado como sustituto del agregado fino., a metodología consistió en un enfoque experimental, donde se añadieron porcentajes del 2%, 4% y 6% de caucho granulado, y se realizaron ensayos de laboratorio para analizar las propiedades mecánicas y térmicas del mortero. Se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a compresión de 3.54 MPa, 3.84 MPa, 3.44 MPa y 2.93 MPa, por otro lado, la conductividad térmica de 0.85 W/m.K, 1 W/m.K, 0.72 W/m.K y 0.68W/m.K. En conclusión, se encontró que con el 2% de caucho granulado se obtuvieron los mejores resultados. Esto sugiere que una adición modesta de caucho granulado mejora tanto la resistencia mecánica como la resistencia térmica del mortero de revoque.

En la tabla 3 se relaciona la resistencia a la compresión del mortero patrón y mortero con adición de caucho en 5% y 10 %.

Dridi et al. (2024) en el artículo "Influence of recycled rubber on the mechanical and physical resistance of the coating mortar" tienen como objetivo principal investigar las propiedades mecánicas de morteros cementosos modificados con aditivo elastómero, más conocido como caucho, la metodología fue designada experimental, puesto que, incluyendo la adición de porcentajes de caucho de 5% y 10% en relación del peso del

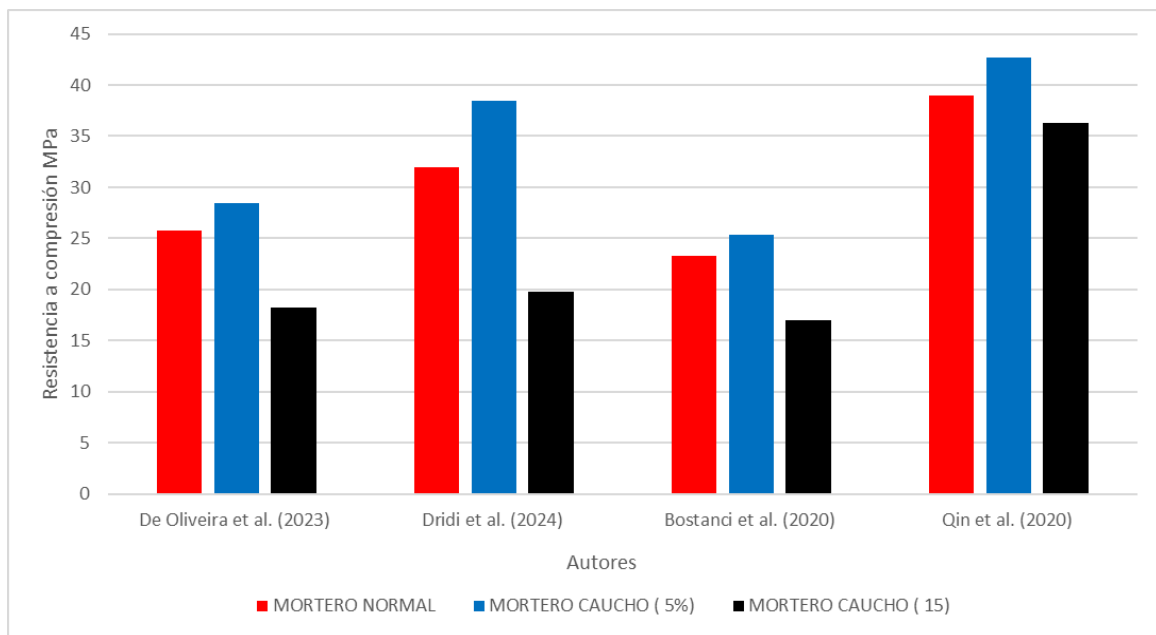
cemento, asimismo, se llevaron a cabo pruebas de compresión y flexión A los 28 días de edad y con los respectivos porcentajes, se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a compresión 32 Mpa, 38.5 MPa y 19.75 MPa, y asimismo, la resistencia a flexión de 8.92 MPa, 10.32 MPa y 10.89 MPa.

Su et al. (2022) en el artículo “Investigation of the mechanical and shrinkage properties of plastic-rubber compound modified cement mortar with recycled tire steel fiber” indican que los objetivos de esta investigación con partículas de caucho reciclado en revestimientos, la metodología aplicada fue adecuar estas partículas de caucho reciclado en el trabajo mencionado, la investigación se enfatizó en analizar el comportamiento de la retracción mecánica y por secado de mortero de cemento que incorpora un compuesto plástico-caucho (PR) y fibras de acero reciclado (RSF), empleando una combinación de experimentación y modelado numérico. Los resultados indicaron respecto a las pruebas mecánicas la adición de RSF aumento la resistencia a la compresión entre un 14% y un 27% de las muestras, estos resultados nos llevaron a la conclusión que el diseño de materiales sostenibles con la combinación de plástico - caucho (PR) y fibra de acero reciclado (RSF) promoverían el reciclaje completo de neumáticos de desecho en materiales a base de cemento.

Lozano-Diez y Lopez-Saldivar (2020) en el artículo “Rubber fiber in mortars to evaluate mechanical, thermal and acoustic properties” el objetivo fundamental fue proponer estudiar el comportamiento térmico de morteros de yeso al comparar los valores de conductividad térmica y relacionarlos con la densidad aparente del material. La metodología empleada fue experimental, donde se prepararon muestras de yeso adicionando diferentes medidas de fibras de caucho clasificadas en dos tamaños distintos. Los resultados obtenidos, se observa que no existen desigualdades significativas en relación al tamaño de las fibras. Esto confirma que el nuevo material obtenido es comparable a otros materiales de yeso ligero con propiedades térmicas mejoradas, lo que sugiere que tiene las mismas posibilidades de uso que estos materiales. En conclusión, el nuevo material podría ser utilizado en la rehabilitación de edificios para losas y capas de compresión.

Chen et al. (2023) en el artículo “Mesoscale analysis of rubber particle effect on compressive strength of crumb rubber mortar” el objetivo principal fue exponer un modelo de mesoescala que permita estudiar el impacto de las partículas de caucho en el comportamiento mecánico del mortero de caucho granulado (CMR). El CMR se analiza como un material compuesto que incluye partículas de caucho, una matriz de mortero y una zona de interfaz de transición (ITZ). Los resultados obtenidos a través de simulaciones numéricas indican que la disminución de la resistencia se ve mayormente influenciada por la cantidad de caucho presente. Para muestras de CMR que contienen la misma cantidad de caucho, pero con distribuciones de partículas ligeramente diferentes, el modelo muestra una resistencia a la compresión promedio similar, aunque con variaciones menores en la resistencia. Por lo tanto, se propuso una fórmula de predicción que tiene en cuenta el incremento en el contenido de aire, y esta fórmula se utilizó para calcular los resultados relacionados con el CRM.

Figura 2. Influencia del elastómero (caucho) pulverizado en la resistencia a



compresión del mortero a los 28 días de curado

Tabla 3. Resistencia a compresión del mortero patrón y mortero con adiciones de elastómero

Autores	Artículo	Días de curado	Resistencia a compresión (patrón)	Resistencia compresión (5%)	Resistencia compresión (15%)
De Oliveira et al. (2023)	Evaluation of thermal and acoustic properties with the addition of powdered rubber	28 días	25.8 MPa	28.4 MPa	18.2 MPa
Dridi et al. (2024)	Influence of recycled rubber on the mechanical and physical resistance of the coating morta	28 días	32 MPa	38.5 MPa	19.75 MPa
Bostanci et al. (2020)	Alteration of the properties of mortars with the addition of pulverized elastomer	28 días	23.3 MPa	25.4 MPa	17 MPa
Qin et al. (2020)	Effect of Silicone Rubber of a Waste Composite Insulator on Cement Mortar Properties	28 días	38.95 MPa	42.68 MPa	36.3 MPa

3.2 Influencia del caucho reciclado en el mortero para la mejora del aislamiento térmico

Maddalena (2023) en el artículo “Thermal properties of the mortar with the addition of pulverized tires in different sizes” el objetivo fundamental fue evaluar el efecto del tamaño de las partículas de los neumáticos reciclados en las propiedades mecánicas y térmicas del mortero. La metodología utilizada fue experimental, con un porcentaje de adición del 30% respecto al volumen del agregado fino, y se realizaron ensayos de compresión y conductividad térmica. Se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a compresión 21 MPa y 28 MPa, en cuanto, a la conductividad térmica fue de 2.89 W/m.K y 3.74 W/m.K. En conclusión, se encontró que el uso del 20% de neumáticos pulverizados produjo los mejores resultados en términos de propiedades térmicas y mecánicas del mortero.

Assia et al. (2023) en su artículo titulado “Temperature evaluation of the physical and mechanical properties of rubber mortar” el objetivo fundamental es estudiar el efecto del aumento de temperatura como ambiente de vida o como tratamiento sobre las propiedades físico-mecánicas de un mortero con caucho granulado. La metodología utilizada fue experimental, con porcentajes de adición del 10%, 20% y 30%, y se realizaron ensayos de temperatura y resistencia a compresión. Los resultados obtenidos, en primer lugar, la resistencia a la compresión aumenta un 8,9% con una sustitución del 10%, además, mediante el análisis de varianza se adquirió la influencia de la sustitución de arena dunar por migas de caucho y del aumento de temperatura hasta 250°C sobre el comportamiento del mortero. En conclusión, a mejor optimización numérica que mostraron fue reemplazando el 30% de la arena de duna con migajas de caucho y sometiendo el mortero endurecido obtenido de esta mezcla a una temperatura de 135°C.

En la figura 3 se visualizó los resultados más significantes respecto a la evaluación del aislamiento térmico del mortero patrón y con adición.

Smain & Abadou (2022) en su artículo titulado “Replacement of fine aggregate with granulated rubber as thermal insulation for mortars” el objetivo fundamental fue desarrollar un marco para la gestión de residuos resultantes de la valorización del caucho de neumáticos, residuos de mortero de arena de cantera, a metodología empleada fue experimental, utilizando porcentajes de adición del 5%, 10%, 15% y 20% por sustitución del agregado fino, y se realizaron ensayos de resistencia a compresión y conductividad térmica. Los resultados obtenidos con la adición de 5% a 20% de granulado de caucho en la matriz y el reemplazo de arena por un 20% de caucho en el mortero de cantera registran las propiedades de baja conductividad térmica. En conclusión, se explica por un poro más grande y una mayor porosidad produce una matriz menos rígida y uniforme, lo que significa que los pulsos sónicos deben viajar a través de caminos más largos y variados para mejorar el aislamiento.

Khern et al. (2020) en su artículo “Impact of Chemically Treated Waste Rubber Tire Aggregates on Mechanical, Durability and Thermal Properties of Mortar” el objetivo fundamental fue la investigación del efecto del tratamiento superficial del caucho de llantas de desecho como agregados gruesos con diferentes soluciones oxidantes y diferentes duraciones de tratamiento sobre las propiedades mecánicas, de durabilidad y térmicas del mortero La metodología consistió en un enfoque

experimental, con porcentajes de adición del 10%, 20% y 30% respecto al volumen del agregado fino, y se realizaron ensayos de compresión y conductividad térmica. Se obtuvieron los siguientes resultados con los porcentajes respectivos, en primer lugar, la resistencia a compresión de 39 MPa, 32 MPa, 25 MPa y 15 MPa, por otro lado, la conductividad térmica de 2.8 W/m.K, 3.2 W/m.K, 3.9 W/m.K y 4.6 W/m.K. En conclusión, no se observaron beneficios significativos con la adición de caucho reciclado. Además, en comparación con el patrón de adición del 10%, se registró una disminución del 34% en la conductividad térmica y una reducción del 16.82% en la resistencia a compresión del concreto

Letelier et al. (2021) en el artículo "Evaluation of mortars with combined use of fine recycled aggregates and waste crumb rubber" el objetivo principal es la evaluación de la reposición de la porción fina de áridos utilizados en la fabricación de morteros, considerando el aprovechamiento de los dos residuos, asimismo, la idea es maximizar la reducción de la extracción de recursos naturales como la arena de río, la metodología que se desarrolló fue experimental, además, los porcentajes que se utilizaron de adición fueron 0%, 10% y 15% respectivamente en volumen del agregado fino, tuvieron ensayos de propiedades mecánica y propiedad térmica. Se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a compresión 42 MPa, 27 MPa y 20 MPa, por otro lado, la conductividad térmica 2.45 W/m.K, 2.82 W/m.K y 3.12 W/m.K. En conclusión, no hubo beneficio respecto a las adiciones, ya que, tuvieron un 40 % de reducción en la resistencia a compresión, mientras que, en la conductividad térmica se obtuvo un mejoramiento de 21%.

Letelier et al. (2023) en el artículo "Properties of mortars containing crumb rubber and glass powder" el objetivo principal del estudio se centra principalmente en el análisis y efecto de incorporar caucho reciclado como alternativa, la metodología que se desarrolló fue experimental, además, los porcentajes que se utilizaron de adición fueron 10% y 15%, tuvieron ensayos a compresión y conductividad térmica respectivamente. Se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a compresión de 44 MPa, 32 MPa y 22 MPa, por otro lado, la conductividad térmica de 2.25 W/m.K, 2.75 W/m.K y 3.04 W/m.K. En conclusión, no se obtuvo un beneficio respecto a sus características, utilizando las adiciones de caucho reciclado en el mortero, ya que, se repercute que obtuvieron una disminución del 25 % y 45 % respectivamente frente a la comparación con el mortero patrón.

Li et al. (2023) en el artículo "Efficient recycling of waste rubber in a sustainable fiber-reinforced mortar and its damping and energy dissipation capacity" nos indica que el propósito principal es explorar alternativas para el uso de fibras sostenibles a través de la incorporación de caucho granulado de desecho en cantidades del 0.30% y el 60% del volumen total en un sistema aglutinante que emplea cenizas volantes de alto volumen. En términos de la metodología, se aplicó un pretratamiento con plasma de baja temperatura para compensar la pérdida de resistencia que podría surgir como resultado del reciclaje. Se llevaron a cabo pruebas a nivel macro para evaluar las propiedades mecánicas estáticas y dinámicas, con el fin de caracterizar la capacidad del material para amortiguar y disipar energía. Los resultados de estas pruebas indican que la combinación de un 60% de caucho granulado de desecho (WCR) pretratado con plasma de baja temperatura y un 1% de fibra de alcohol polivinílico (PVA) ofrece la mayor capacidad de amortiguación y la relación de disipación de energía más alta sin una reducción significativa de la resistencia. En conclusión, el uso de caucho granulado de desecho (WCR) se presenta como una prometedora alternativa para reemplazar la arena convencional y diseñar compuestos de cemento viscoelástico intrínseco funcionalizados, que pueden utilizarse en aplicaciones relacionadas con la tecnología anti-vibracional.

Pan et al. (2024) en el artículo "Performance Evaluation of Thermal Insulation Rubberized Mortar Modified by Fly Ash and Glass Fiber" el objetivo principal es desarrollar un mortero cauchutado con propiedades integrales superiores, incluyendo trabajabilidad, propiedades mecánicas, contracción por secado, resistencia al impacto y propiedades de aislamiento térmico. La metodología empleada fue experimental, utilizando porcentajes de adición del 10%, 20% y 30%, y se realizaron ensayos de compresión y conductividad térmica. Se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a compresión de 15 MPa, 23 MPa, 18MPa y 15 MPa, por otro lado, la conductividad térmica fue 3.25 W/m.K, 3.78 W/m.K, 4.24 W/m.K y 5.12 W/m.K. En conclusión, con el 10% se desarrollaron los mejores resultados, por tal razón, asimismo tienen una influencia significativa en las propiedades del mortero con caucho reciclado, asimismo desarrollar materiales de construcción amigables con el medio ambiente.

Matías et al. (2020) en el artículo “Analysis of the functional performance of different mortars with incorporated residues” su objetivo fundamental es el desarrollo de morteros que incorporan varios subproductos diferentes, tal cual, como corcho, vidrio y caucho, térmico, la metodología que se desarrolló fue experimental, además, se desarrolló la mezcla de cemento-corcho, cemento-vidrio y cemento-caucho para evaluar las diferencias en los ensayos de compresión, conductividad térmica y atenuación de sonido Se obtuvieron los siguientes resultados con las diferentes adiciones, en primer lugar, la resistencia a compresión es de 4.8 MPa, 5.7 MPa y 4.6 MPa, por otro lado, la conductividad termina de 2.68 W/m.K y 3.22 W/m.K y 3.96 W/m.K, por último, la atenuación de sonido de 43 dB, 44 dB y 46 dB. En conclusión, con la adición del caucho reciclado se obtuvieron los mejores resultados respectivamente para el mortero de revestimiento.

En la tabla 4 se relaciona a la evaluación del aislamiento térmico del mortero patrón y mortero con adición de caucho en 20% y 30 %.

Wongsa et al. (2020) en el artículo “Mechanical and thermal properties of lightweight geopolymer mortar incorporating crumb rubber” su objetivo fundamental es desarrollar un mortero geo polímero liviano que incorpore caucho reciclado para mejorar sus características físicas y mecánicas, la metodología que se desarrolló fue experimental, además, se sustituyó completamente el agregado fino con caucho granulado, tuvieron ensayos a compresión y conductividad térmica Se obtuvieron los siguientes resultados con la sustitución completa del agregado fino por caucho granulado, en primer lugar, la resistencia a compresión de 28 MPa y 12 MPa, en cuanto, a la conductividad térmica fue de 1.28 W/m.K y 0.30 W/m.K. En conclusión, sustituyendo completamente el agregado fino con caucho granulado no genera valor respecto de puntos de los ensayos de compresión y conductividad térmica

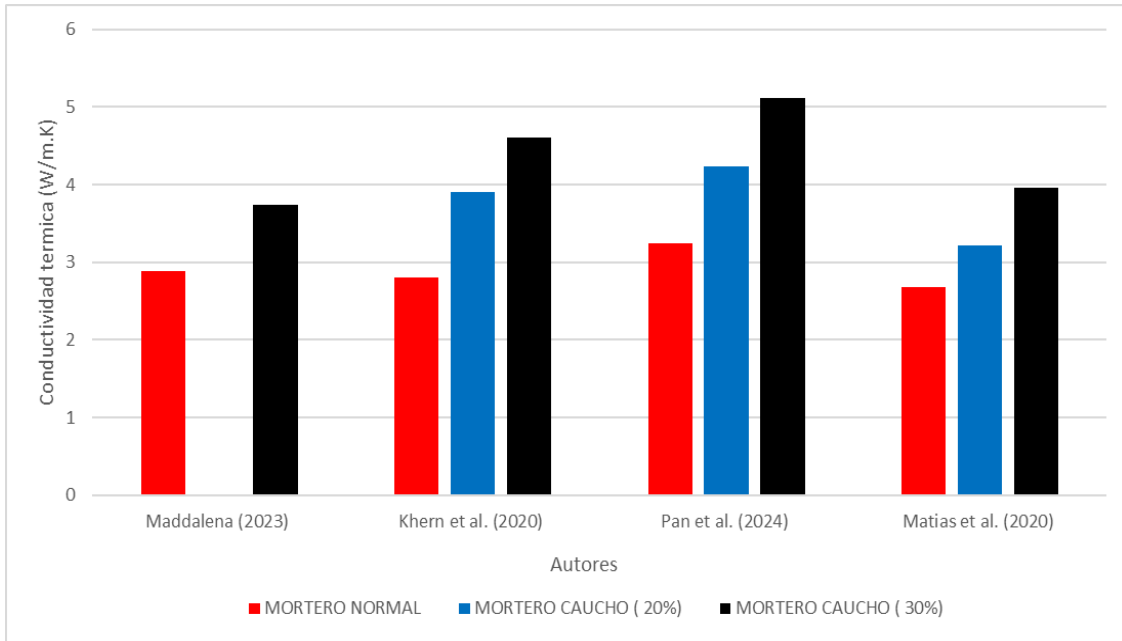


Figura 3. Influencia del elastómero (caucho) pulverizado en la conductividad térmica del mortero a los 28 días de curado.

Tabla 4. Conductividad térmica del mortero patrón y mortero con adiciones de elastómero

Autores	Artículo	Mortero normal	Mortero con caucho (20%)	Mortero con caucho (30%)
Maddalena (2023)	Thermal properties of the mortar with the addition of pulverized tires in different sizes	2.89 W/m.K	-	3.74 W/m.K
Khern et al. (2020)	Impact of Chemically Treated Waste Rubber Tire Aggregates on Mechanical, Durability and Thermal Properties of Morter	2.8 W/m.K	3.9 W/m.K	4.6 W/m.K
Pan et al. (2024)	Performance Evaluation of Thermal Insulation Rubberized Mortar Modified by Fly Ash and Glass Fiber	3.25 W/m.K	4.24 W/m.K	5.12 W/m.K
Matias et al. (2020)	Analysis of the functional performance of different mortars with incorporated residues	2.68 W/m.K	3.22 W/m.K	3.96 W/m.K

3.3 Influencia del caucho reciclado en el mortero para la mejora del aislamiento acústico

Di Mundo et al. (2020) en el artículo “Properties of fresh and hardened state with addition of rubber in plaster mortars” como objetivo principal caracterizar completamente el material para aplicaciones como morteros de albañilería, asimismo, se ha realizado una caracterización del comportamiento en estado fresco y endurecido para determinar cómo la inclusión de caucho, la metodología fue designada experimental, además, utilizando porcentajes de adición del 25% y 30%, y se realizaron ensayos de resistencia a compresión y atenuación de sonido. Se obtuvieron los siguientes resultados, y con los porcentajes respectivos, en primer lugar, la resistencia a compresión de 4.8 MPa, 5.8 MPa y 3.5 MPa, en cuanto, a la atenuación de sonido fue de 2.27 dB, 3.18 dB y 4.27 dB. En conclusión, con el 30 % de caucho pulverizado se desarrollaron los mejores resultados, además, el contenido de caucho se muestra suficiente para asegurar la funcionalidad de sus características de forma novedosa, y así, llegar a ser más sostenibles.

El-Seidy et al. (2022) en el artículo “Mechanical and physical characteristics of alkali-activated mortars incorporated with recycled polyvinyl chloride and rubber aggregates” el propósito principal de esta investigación fue explorar alternativas al cemento Portland (OPC) y a los agregados vírgenes en la producción de concreto. Los agregados de caucho reciclado y cloruro de polivinilo (PVC), combinados con aglutinantes con bajo contenido de carbono, tienen el potencial de reemplazar la arena natural y reducir así los impactos ambientales negativos asociados al cemento Portland (OPC). En lo que respecta a la metodología, se examinó la sustitución de la arena natural por caucho reciclado y partículas de PVC procedentes de neumáticos desechados y aislantes de cables eléctricos en materiales activos con álcalis (AAM) hasta un 70% de volumen. Los resultados revelaron que la mezcla que contenía un 70% de PVC logró una tasa de absorción de agua y conductividad térmica más bajas, con reducciones del 72% y 20%, respectivamente, en comparación con la mezcla de control. Además, se observó una disminución máxima del 34% en los vacíos de permeabilidad volumétrica (VPV) en la mezcla con un 70% de caucho en comparación con la mezcla de control. En términos de propiedades mecánicas, el PVC superó al caucho en los aspectos relacionados con el flujo residual.

Smain & Abadou (2022) en su artículo titulado “Replacement of fine aggregate with granulated rubber as thermal insulation for mortars” el objetivo fundamental fue desarrollar un marco para la gestión de residuos resultantes de la valorización del caucho de neumáticos, residuos de mortero de arena de cantera, a metodología empleada fue experimental, utilizando porcentajes de adición del 5%, 10%, 15% y 20% por sustitución del agregado fino, y se realizaron ensayos de resistencia a compresión y conductividad térmica. Los resultados obtenidos con la adición de 5% a 20% de granulado de caucho en la matriz y el reemplazo de arena por un 20% de caucho en el mortero de cantera registran las propiedades de baja conductividad térmica. En conclusión, se explica por un poro más grande y una mayor porosidad produce una matriz menos rígida y uniforme, lo que significa que los pulsos sónicos deben viajar a través de caminos más largos y variados para mejorar el aislamiento.

Sambucci y Valente (2021) en el artículo “Influence of waste tire rubber particles size on the microstructural, mechanical, and acoustic insulation properties of 3D-printable cement mortars” el objetivo fundamental fue integrar las conocidas prestaciones de ingeniería de los materiales de caucho-cemento con las peculiaridades avanzadas de las metodologías de fabricación de mortero de revestimiento, la metodología que se desarrolló fue experimental, además, los porcentajes que se utilizaron de adición fueron 25% Y 30%, se desarrolló ensayos de resistencia a compresión y atenuación de sonido. Los resultados obtenidos principalmente para los tamaños de partículas respectivamente fueron, en primer lugar, la resistencia a compresión 30MPa, 12 MPa y 16MPa , en cuanto, a la atenuación de sonido fue de 4.4 dB, 5.8 dB y 6.2 dB. En conclusión, se determinó que una caída menor de la resistencia mecánica y una ductilidad mayor, asimismo, propiedades de aislamiento acústico, un equilibrio adecuado entre el polvo de caucho y los gránulos en las mezclas permite obtener un rendimiento comparable/superior en comparación con el mortero simple.

En la figura 4 se visualizó los resultados más significantes respecto a la evaluación del a atenuación de sonido del mortero patrón y con adición.

Wang & Du (2020) en el artículo “Experimental studies of thermal and acoustic properties of recycled aggregate crumb rubber concrete” el objetivo principal es proporcionar una referencia de los parámetros de rendimiento para la aplicación de RCC en tabiques de construcción, la metodología que se desarrolló fue experimental, además, los porcentajes de adición fueron 10% y 30% respectivamente, como

sustitución del agregado fino, se tuvieron ensayos de conductividad térmica y atenuación de sonido. Los resultados, en comparación del concreto normal respecto al concreto con caucho reciclado tiene menor densidad aparente, menor coeficiente de transferencia de calor, mayor resistencia térmica, mayor coeficiente de absorción acústica y mayor coeficiente de reducción de ruido. En conclusión, las prestaciones de aislamiento térmico, acústico y reducción de ruido con la sustitución del agregado fino con caucho reciclado tienen grandes ventajas funcionales sobre las del concreto normal.

Akbarzadeh Bengar et al. (2020) en el artículo “Impact of elevated temperatures on the structural performance of recycled rubber concrete: Experimental and mathematical modeling” el objetivo principal fue investigar el rendimiento de las propiedades mecánicas de un diseño de concreto con adición de caucho reciclado, la metodología que se desarrolló fue experimental, además, los porcentajes de adición fueron 5, 10, 15 y 20 % respectivamente, se tuvieron ensayos de compresión y flexión. Los resultados, indican un notable deterioro de las características físicas y mecánicas de los especímenes de concreto en función de la medida que aumenta respectivamente la temperatura. Además, la respuesta térmica de los especímenes de concreto con caucho reciclado fue relativamente similar a la del concreto de referencia. En conclusión, la alternativa de utilizar caucho reciclado en el concreto, es una solución sostenible y eficaz para la reutilización de grandes cantidades de desechos, asimismo, contribuir con la ingeniería y el medio ambiente.

Leong et al. (2021) en el artículo “Evaluation of mechanical and acoustic properties of mortar with rubber and incorporated air” su objetivo principal fue describir el uso del caucho granulado para evaluar la sus propiedades mecánicas y acústica, La metodología experimental implicó la adición de porcentajes del 0%, 0.5% y 1.0% de caucho granulado, así como la inclusión de un agente de inclusión de aire en la mezcla. Se obtuvieron los siguientes resultados, en primer lugar, la resistencia a compresión 12.5 MPa, 16.5 MPa y 10.2MPa , en cuanto, a la atenuación de sonido fue de 22 dB, 31 dB y 24 dB. En conclusión, con el 0.5% de caucho reciclado se desarrollaron los mejores resultados, ya que, se tuvo un equilibrio en la densidad, resistencia a compresión aceptable, además, las propiedades mejoradas de absorción acústica, por tal razón, la combinación de caucho reciclado con cemento redujo la densidad y mejoro el rendimiento acústico.

Herrero et al. (2020) en el artículo "Influence of proportion and particle size gradation of rubber from end-of-life tires on mechanical, thermal and acoustic properties of plaster-rubber mortars" su objetivo fundamental fue desarrollar estudios experimentales de probetas con la finalidad de mejorar las propiedades térmicas, mecánicas y acústicas, la metodología que se desarrolló fue experimental, se preparan muestras con diversas fracciones volumétricas de caucho provenientes del rectificado mecánico de neumáticos, se tuvieron ensayos de a compresión, conductividad térmica y atenuación de sonido. Los resultados que se obtuvieron con la a adición de caucho disminuye la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión, alcanzando valores muy bajos para adiciones del 50 al 60%. En conclusión, ha obtenido una mejora de las prestaciones térmicas y acústicas y una reducción de la densidad, por lo que se proponen algunas aplicaciones constructivas de pavimentos y losas en obras de rehabilitación.

En la tabla 5 se relaciona la atenuación de sonido del mortero patrón y mortero con adición de caucho en 25% y 30 %.

Marques et al. (2021) en el artículo "Evaluation of mortars with additions of rice husk and pulverized rubber" su objetivo fundamental evaluar el rendimiento de estos materiales destinados a ser utilizados como barreras acústicas y capas aislantes térmicas. La metodología consistió en desarrollar mezclas cemento con caucho reciclado con el porcentaje de 30 % para comparar las diferencias en los ensayos de compresión, conductividad térmica y atenuación de sonido. Los resultados obtenidos con las diferentes adiciones, en primer lugar, la resistencia a compresión es de 5.11 MPa y 9.34 MPa, en cuanto, a la conductividad térmica fue de 0.35 W/m.K y 0.90 W/m.K, por último, la atenuación de sonido de 5 dB y 8 dB. En conclusión, con la adición del caucho reciclado se obtuvieron los mejores resultados respectivamente para el mortero de revestimiento.

Xie et al. (2024) en el artículo “Effects of waste rubber particles on workability, mechanical, and sound insulation properties of recycled aggregate mortar” su objetivo fundamental fue determinar la influencia de las partículas de caucho residual (WRP) en la trabajabilidad, las propiedades mecánicas y el rendimiento de aislamiento acústico del mortero de aislamiento acústico de agregados reciclados (RCM), la metodología que se desarrolló fue experimental, además, de acuerdo con el principio de sustitución de la fracción volumétrica de árido fino reciclado del 0 al 50%, se incorporaron WRP con un tamaño de partícula de 1 a 4 mm en varias mezclas de RCM. Cada mezcla de RCM fue probada para determinar su trabajabilidad, desempeño mecánico y aislamiento acústico. Los resultados obtenidos en particular, el caucho en el mortero no contribuyó a la reactividad de hidratación de la pasta de cemento, pero cambió la morfología cristalina y la estructura de los poros de los productos de hidratación ITZ. El RCM que incorpora entre 3 y 10% de WRP produjo la estructura de poros óptima a través del efecto agregado, lo que aumentó su compacidad general y su rendimiento mecánico. En conclusión, este nuevo conocimiento se puede utilizar para preparar RCM que cumpla con los requisitos reales de resistencia y aislamiento acústico del piso. De este modo, se puede ampliar la utilización de recursos de residuos sólidos.

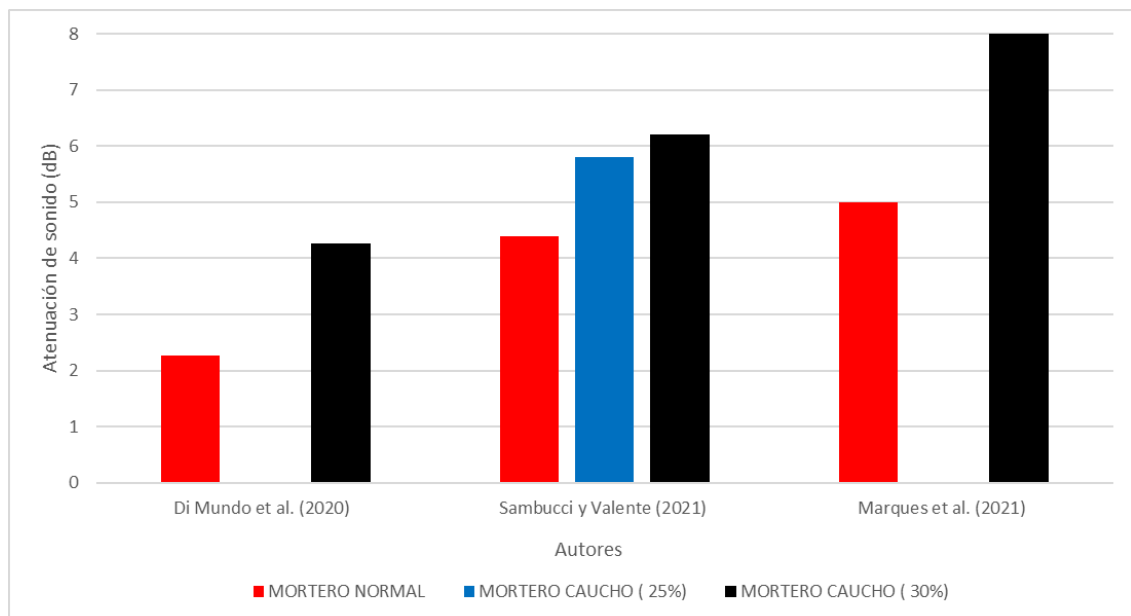


Figura 4. Influencia del elastómero (caucho) pulverizado en la conductividad térmica del mortero a los 28 días de curado.

Tabla 5. *Conductividad térmica del mortero patrón y mortero con adiciones de elastómero*

Autores	Artículo	Mortero con caucho normal	Mortero con caucho (25 %)	Mortero con caucho (30%)
Di Mundo et al. (2020)	Thermal properties of the mortar with the addition of pulverized tires in different sizes	2.27 dB	-	4.27 dB
Sambucci y Valente (2021)	Impact of Chemically Treated Waste Rubber Tire Aggregates on Mechanical, Durability and Thermal Properties of Mortar	4.4 dB	5.8 dB	6.2 dB
Marques et al. (2021)	Performance Evaluation of Thermal Insulation Rubberized Mortar Modified by Fly Ash and Glass Fiber	5 dB	-	8 dB

IV. CONCLUSIONES

En relación al objetivo general, concluyó respectivamente que con la adición del elastómero pulverizado respecto al volumen del agregado fino, también conocido como caucho obtiene una influencia de gran valor en las propiedades acústicas, terminas y mecánicas, ya que, a través de la revisión integra de artículos científicos, marca una directriz, principalmente desde el punto de vista de las características que tiene el caucho pulverizado, y su forma de influenciar en la mezcla de mortero, ya que, mejora las características mecánicas, acústicas y térmicas del mortero, mejorar las distintas características que tiene el mortero de revestimiento.

En cuanto al objetivo específico 1, se concluyó respectivamente que con la adición del elastómero pulverizado, conocido como caucho pulverizado obtiene una influencia de aumento en la propiedad mecánica de compresión, ya que, como se indicó en las revisiones de literatura científica, se obtiene un beneficio de 15 % en los ensayos de resistencia a compresión en función del patrón, por tal razón, se tiene una resistencia a compresión de aumento, esto se desarrolló con la adición de 10% de caucho reciclado en función del volumen de agregado fino.

En cuanto al objetivo específico 2, se concluyó respectivamente que la adición del elastómero pulverizado, conocido como caucho pulverizado obtiene una incidencia de gran valor respecto a las propiedades térmicas del mortero, ya que, como indicó las revisiones de literatura, se obtiene un beneficio de 30% en los ensayos de conductividad térmica respecto a la mezcla original, por tal razón, se tuvo un aislamiento térmico significativo, esto se desarrolló con la adición de 10% de caucho reciclado respecto al volumen del agregado fino.

En cuanto al objetivo específico 3, se concluyó respectivamente que con la adición del elastómero pulverizado, conocido como caucho pulverizado conocido como caucho pulverizado obtiene una incidencia de gran valor respecto a las propiedades acústicas del mortero, ya que, como indicó las revisiones de literatura, se obtiene un beneficio de 15% en los ensayos de atenuación de sonido respecto a la mezcla original, por tal razón, se tuvo un aislamiento acústico regular, esto se desarrolló con la adición de 10% y 25% de caucho reciclado respecto al volumen del agregado fino.

REFERENCIAS

ASSIA, A et al. Effect of Rise in Temperature (250°C) on the Physico-Mechanical Properties of Rubber Mortars. *Advances in Materials Science*[En línea]. vol. 23, pp. 47–60, Apr. 2023. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: 10.2478/adms-2023-0016.

ISSN: 2083-4799

DE OLIVEIRA, A et al. Thermal and Acoustic Properties of Rubberized Mortars for Coatings. *Materials Research* [En línea]. vol. 26, 2023. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: 10.1590/1980-5373-MR-2022-0573.

ISSN: 1980-5373

WONGSA, A et al. Mechanical and thermal properties of lightweight geopolymer mortar incorporating crumb rubber. *J Clean Prod* [En línea]. vol. 195, pp. 1069–1080, 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.003>.

ISSN: 0959-6526

MARQUES. B et al. Rice husk cement-based composites for acoustic barriers and thermal insulating layers. *Journal of Building Engineering* [En línea]. vol. 39, p. 102297, 2021. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102297>.

ISSN: 2352-7102

SMAIN, B and ABADOU, Y. “Rubber Influence on the Performance of Thermal Insulating Quarry Sand Mortars-A Statistical Analysis. *Advances in Materials Science* [En línea]. vol. 22, pp. 23–35, Apr. 2022. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: 10.2478/adms-2022-0002.

ISSN: 2083-4799

SOUZA KAZMIERCZAK, C et al. Rendering mortars with crumb rubber: Mechanical strength, thermal and fire properties and durability behaviour. *Constr Build Mater* [En línea]. vol. 253, p. 119002, 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119002>.

ISSN: 0950-0618

FERRÁNDEZ, D. Reuse of end-of-life tires and their impact on the setting time of mortars: Experimental study using a new measuring equipment. *Journal of Building Engineering* [En línea]. vol. 69, p. 106255, 2023. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106255>.

ISSN: 2352-7102

EL-SEIDY, E et al., "Mechanical and physical characteristics of alkali- activated mortars incorporated with recycled polyvinyl chloride and rubber aggregates. *Journal of Building Engineering* [En línea]. vol. 60, p. 105043, 2022. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105043>.

ISSN: 2352-7102

QIN, G et al. Effect of Silicone Rubber of a Waste Composite Insulator on Cement Mortar Properties. *Materials* [En línea]. vol. 12, no. 17, 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: [10.3390/ma12172796](https://doi.org/10.3390/ma12172796).

ISSN: 1996-1944

MATIAS, G et al. Analysis of the functional performance of different mortars with incorporated residues. *Journal of Building Engineering* [En línea]., vol. 29, p. 101150, 2020. Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.101150>.

ISSN: 2352-7102

LEONG, G et al. Incorporation of crumb rubber and air-entraining agent in ultra-lightweight cementitious composite: Evaluation of mechanical and acoustic properties. *Journal of Building Engineering* [En línea]. vol. 42, p. 103034, 2021. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103034>.

ISSN: 2352-7102

AKBARZADEH BENGAR, H et al. Impact of elevated temperatures on the structural performance of recycled rubber concrete: Experimental and mathematical modeling. *Constr Build Mater*[En línea]. vol. 255, p. 119374, 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119374>.

ISSN: 0950-0618

CHEN, H. Mesoscale analysis of rubber particle effect on compressive strength of crumb rubber mortar. *Procedia Structural Integrity* [En línea]., vol. 45, pp. 104–108, 2023. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2023.05.020>

ISSN: 2452-3216

LI, H, LONG, W and KKHAYAT, K. Efficient recycling of waste rubber in a sustainable fiber-reinforced mortar and its damping and energy dissipation capacity. *Cem Concrete Compos* [En línea]., vol. 138, p. 104963, 2023. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.104963>.

ISSN: 0958-9465

JIN, H. Effect of rubber surface treatment on damping performance of rubber-mortar ITZ in rubberized concrete. *Journal of Building Engineering* [En línea]., vol. 83, 2024. Fecha de consulta: 26 de abril de 2024].

doi: [10.1016/j.jobe.2024.108441](https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.108441).

ISSN: 2352-7102

WANG, J and DU, B. Experimental studies of thermal and acoustic properties of recycled aggregate crumb rubber concrete. *Journal of Building Engineering* [En línea]., vol. 32, p. 101836, 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101836>.

ISSN: 2352-7102

K. CHAYABOOT, K et al. Seismic Performance of Infilled Reinforced Concrete Frame with Crumb Rubber Mortar Wall Panel. *Civil Engineering Journal* [En línea]. vol. 10, no. 2, pp. 468–488, 2024. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: [10.28991/CEJ-2024-010-02-09](https://doi.org/10.28991/CEJ-2024-010-02-09).

ISSN: 2476-3055

PIKÓN, K et al. Raw and Pre-Treated Styrene Butadiene Rubber (SBR) Dust as a Partial Replacement for Natural Sand in Mortars. *Materials*[En línea]. vol. 17, no. 2, 2024. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2024].

doi: [10.3390/ma17020441](https://doi.org/10.3390/ma17020441)

ISSN: 1996-1944

MATHEW. L and G. JOSEPH, G. Natural rubber latex for the development of high-performance cement mortar,” *Innovative Infrastructure Solutions* [En línea]. vol. 9, no. 4, 2024. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2024].

doi: [10.1007/s41062-024-01398-5](https://doi.org/10.1007/s41062-024-01398-5).

ISSN: 2364-4184

BOSTANCI, L et al. Effect of curing methods and scrap tyre addition on properties of mortars, *GRAĐEVINAR* [En línea]. 72 (2020) 4, pp. 311-322. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.14256/JCE.2575.2018>

ISSN: 1333-9095

LOZANO, R et al. INFLUENCE OF THE ADDITION OF RUBBER FIBERS FROM END-OF-LIFE TIRES ON PLASTER MORTARS. STUDY OF MECHANICAL, THERMAL AND ACOUSTIC PROPERTIES. *DYNA*[En línea]. Julio 2020, vol. 94, no. 4. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.6036/9020>

ISSN: 1989-1490

M. ANDRADE, M et al. Properties Of Cementitious Mortar Using Recycled Rubber As Aggregate. Apr. 2021. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2024].

doi: 10.18687/LACCEI2021.1.1.365.

ISSN: 2414-6390

M. DRIDI, M et al. Enhancement of physical and mechanical properties of polymer-based repair mortars using SBR (Styrene-Butadiene Rubber) and glass fiber reinforcement: Experimental and numerical investigation. *J Eng Fiber Fabr* [En línea]. vol. 19, 2024. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: 10.1177/15589250241232146.

ISSN: 1558-9250

SAMBUCCI, M and VALENTE, M. Influence of Waste Tire Rubber Particles Size on the Microstructural, Mechanical, and Acoustic Insulation Properties of 3D-Printable Cement Mortars. *Civil Engineering Journal* [En línea]., vol. 7, pp. 937–952, Apr. 2021. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: 10.28991/cej-2021-03091701.

ISSN: 2476-3055

AWOYERA. P et al. Potential of natural rubber latex in cement mortar for thermal insulating material in buildings. *Front Mater*[En línea]. vol. 10, 2023. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: 10.3389/fmats.2023.1152492.

ISSN: 2296-8016

SU, P et al. Investigation of the mechanical and shrinkage properties of plastic-rubber compound modified cement mortar with recycled tire steel fiber. *Constr Build Mater* [En línea]. vol. 334, p. 127391, 2022. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127391>.

ISSN: 0950-0618

DI MUNDO, R et al. Masonry and render mortars with tyre rubber as aggregate: Fresh state rheology and hardened state performances. *Constr Build Mater* [En línea]. vol. 245, p. 118359, 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118359>.

ISSN: 0950-0618

MADDALENA, R. Freeze/Thaw Resistance of Mortar with Recycled Tyre Waste at Varying Particle Sizes. *Materials* [En línea]. vol. 16, no. 3, 2023. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: 10.3390/ma16031301.

ISSN: 1996-1944

HERRERO, F, MAYOR, F and HERNÁNDEZ-OLIVARES, S. Influence of proportion and particle size gradation of rubber from end-of-life tires on mechanical, thermal and acoustic properties of plaster–rubber mortars. *Mater Des*[En línea]. vol. 47, pp. 633–642, 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.12.063>.

ISSN: 0261-3069

S. Muñoz Pérez, J. Valdera, J. Bustamante, and R. Paredes, “USO DEL CAUCHO DE NEUMÁTICOS TRITURADOS Y APLICADOS AL CONCRETO: UNA REVISIÓN LITERARIA,” *Revista de Investigación Talentos*, vol. 8, pp. 36–51, Apr. 2021.

[Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: 10.33789/talentos.8.1.142.

ISSN: 2083-4799

BUSTAMANTE, M et al. Properties of mortars containing crumb rubber and glass powder. *Developments in the Built Environment* [En línea]. vol. 14, p. 100131, 2023. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100131>.

ISSN: 2666-1659

LETELIER, V et al. Evaluation of mortars with combined use of fine recycled aggregates and waste crumb rubber. *Journal of Building Engineering* [En línea]. vol. 43, p. 103226, 2021. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103226>.

ISSN: 2352-7102

XIE, X et al. Effects of waste rubber particles on workability, mechanical, and sound insulation properties of recycled aggregate mortar. *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology* [En línea]. p. 14777606241239066, Mar. 2024. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: 10.1177/14777606241239066.

ISSN: 1477-7606

KHERN, Y et al. Impact of Chemically Treated Waste Rubber Tire Aggregates on Mechanical, Durability and Thermal Properties of Concrete. *Front Mater* [En línea]. vol. 7, 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: 10.3389/fmats.2020.00090.

ISSN: 2296-8016

PAN, Z et al. Performance Evaluation of Thermal Insulation Rubberized Mortar Modified by Fly Ash and Glass Fiber. *Buildings* [En línea]. vol. 14, no. 1, 2024. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2024].

doi: 10.3390/buildings14010221.

ISSN: 2075-5309