



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN EL CONCRETO QUE CONTIENE
VIRUTA METÁLICA: UN ENFOQUE LITERARIO**

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL

Autor

Romero Llamó, Emmanuel Santiago

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0191-4694>

Docente

Mg. Sócrates Muñoz Pedro

Línea de Investigación

**Tecnología e Innovación en el Desarrollo de la Construcción y la Industria en un
Contexto de Sostenibilidad**

Sublínea de Investigación

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e
Infraestructura**

Pimentel – Perú

2024


DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos del Programa de Estudios de **la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN EL CONCRETO QUE CONTIENE VIRUTA METÁLICA: UN ENFOQUE LITERARIO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Romero Llamo Emmanuel Santiago	DNI: 71045318	
--------------------------------	------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Pimentel, 22 de noviembre del 2024




17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dedicado a todas las personas que han sido una fuente constante de apoyo y motivación a lo largo de mi camino académico. A mis padres, por su amor incondicional, paciencia y por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación. A mis profesores, por su guía y enseñanzas que me han permitido crecer tanto en el ámbito académico como personal. Esta investigación es el resultado de su constante aliento y su fe en mis capacidades.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a los profesores por su guía, a nuestras familias por su apoyo incondicional, a compañeros y amigos por su colaboración, y a la Universidad Señor de Sipán por brindarnos las herramientas para crecer profesionalmente. Este logro también es de ustedes.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	4
Agradecimientos.....	5
Resumen.....	7
Abstract.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del problema.....	10
1.3. Hipótesis.....	10
1.4. Objetivos.....	10
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	11
II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	13
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	14
IV. CONCLUSIONES.....	15
REFERENCIAS	16

Resumen

En este estudio se quiere analizar la incorporación de viruta metálica en el concreto como una alternativa sostenible para mejorar sus propiedades mecánicas y reducir el impacto ambiental asociado al desecho de residuos industriales. Mediante una revisión sistemática de literatura, se quiere determinar que la adición de virutas metálicas mejora significativamente la resistencia a compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad, y si aumenta la rigidez y prolongando la vida útil del material. También de qué manera repercute en las propiedades del concreto al agregar la viruta, evaluando un aumento o disminución en la trabajabilidad, el contenido de aire y peso específico, llegando a afectar la calidad final. En este artículo se consideró la revisión de 17 investigaciones indexadas a las bases de datos SCIENTIADIRECT y SCOPUS publicados entre los años 2019 y 2024 sobre el enfoque sostenible del concreto. El objetivo principal de esta investigación es confirmar la viabilidad de esta mezcla para aplicaciones no estructurales como losas deportivas y veredas, representando una solución económica y ambientalmente responsable. Además, determinar si la reutilización de este material reciclado promueve la construcción sostenible al optimizar el uso de recursos y mitigar impactos negativos en el medio ambiente.

Palabras claves: Concreto, viruta metálica, propiedades mecánicas, beneficio medioambiental.

Abstract

This study aims to analyze the incorporation of metal shavings into concrete as a sustainable alternative to improve its mechanical properties and reduce the environmental impact associated with the disposal of industrial waste. Through a systematic literature review, the study seeks to determine whether the addition of metal shavings significantly improves compressive strength, flexural strength, tensile strength, and modulus of elasticity, while increasing rigidity and prolonging the material's lifespan. It also examines how the addition of metal shavings affects the properties of concrete, evaluating potential increases or decreases in workability, air content, and specific weight, which may impact the final quality. This article reviews 17 studies indexed in the SCIENCEDIRECT and SCOPUS databases, published between 2019 and 2024, focusing on the sustainable approach to concrete. The main objective of this research is to confirm the viability of this mixture for non-structural applications such as sports slabs and sidewalks, offering an economically and environmentally responsible solution. Additionally, it aims to determine whether the reuse of this recycled material promotes sustainable construction by optimizing resource use and mitigating negative environmental impacts.

Keywords: Concrete, metal shavings, mechanical properties, environmental benefits.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Con el paso del tiempo, los materiales utilizados en la industria de la construcción han evolucionado de manera continua. En este contexto, la construcción sostenible ha adquirido relevancia, captando la atención de los especialistas del sector [1]. El uso de materiales con características específicas e incluso optimizadas, como el caso del concreto, que ha alcanzado gran popularidad a nivel mundial, se ha vuelto una prioridad. Sin embargo, el aumento en la generación de residuos industriales, como los provenientes del acero, subraya la necesidad de adoptar soluciones eficientes para prevenir su desecho incontrolado en el medio ambiente [3,4].

El concreto es ampliamente utilizado en la construcción gracias a su bajo costo y la fácil disponibilidad de sus componentes. Sin embargo, enfrenta retos asociados con su peso y limitaciones en resistencia, lo que puede afectar su durabilidad y limitar su aplicación en proyectos que demandan un alto desempeño [5,6]. Aplicando el conocimiento y el uso de virutas como refuerzo, es posible mejorar materiales con baja resistencia, desarrollando nuevas alternativas para aumentar significativamente la calidad del material [7]. En este contexto, se llevó a cabo la adición de fibras distribuidas en el concreto con el objetivo de optimizar sus propiedades mecánicas [8].

La fabricación de acero en el país alcanzó 1,6 millones de toneladas, representando el 55,9% de la producción total en América Latina [9]. El incremento en la producción también llevó a un mayor volumen de

residuos de mecanizado. Con base en investigaciones previas, se busca aprovechar estos materiales, que con frecuencia son desechados, causando impactos negativos tanto en el medio ambiente como en la salud en diversas áreas [10].

1.2. Formulación del problema

¿Qué influencia tiene en el desempeño del concreto que contiene viruta metálica?

1.3. Hipótesis

Si aplico viruta metálica en la elaboración del concreto es posible mejorar la durabilidad y sostenibilidad ambiental en comparación con el concreto convencional.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Evaluar el desempeño del concreto implementado con viruta metálica, considerando su impacto ambiental, costos y vida útil.

Objetivos específicos

Evaluar el impacto ambiental del concreto con la implementación de viruta metálica.

Analizar la mejora en propiedades mecánicas y durabilidad del concreto con la implementación de viruta metálica.

Comparar costos de construcción y mantenimiento para identificar opciones más sostenibles.

Estudiar el desempeño estructural del concreto con la implementación de viruta metálica.

1.5. Teorías relacionadas al tema

1.5.1. Concreto:

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregados, agua y, en ocasiones, aditivos, diseñados en proporciones específicas para lograr propiedades como resistencia y durabilidad. Generalmente, su composición incluye 7-15% de cemento, 60-75% de agregados, 14-18% de agua y 1-3% de aire, en volumen. [11]

1.5.2. Viruta metálica:

Las virutas de acero, residuos producidos en procesos metalúrgicos como cepillado, desbastado y perforación, suelen desecharse como basura en talleres mecánicos y metalmecánicos. Este estudio propone reutilizarlas como componente del concreto, ofreciendo una alternativa al desperdicio. [12]

1.5.3. Propiedades del concreto

El concreto presenta características como consistencia, trabajabilidad, segregación y exudación [13].

- **Consistencia:** Varía según la cantidad de agua en la mezcla. Se mide usando un cono de asentamiento y herramientas complementarias.
- **Trabajabilidad:** Es la facilidad para mezclar, transportar, y compactar el concreto sin segregación. Está relacionada con la consistencia, pero no cuenta con un ensayo específico.
- **Segregación:** Ocurre cuando los componentes del concreto fresco se separan, afectando su calidad.
- **Exudación:** El agua asciende a la superficie, debilitando la resistencia en esa área.

1.5.4. Resistencia del concreto:

La resistencia es un factor crucial para el diseño estructural y se evalúa principalmente mediante:

- Resistencia a la compresión: Es el parámetro más común en ingeniería, evaluado con pruebas de probetas en sistemas de compresión. Los resultados determinan la mezcla ideal para cumplir con las demandas estructurales [14].
- Resistencia a la flexión: Mide la capacidad del concreto para soportar fuerzas de tracción y momentos de flexión sin refuerzos. Se utiliza más en pavimentos que en estructuras, siendo las pruebas de compresión más comunes [15].
- Resistencia a la tracción: Se evalúa aplicando una carga uniaxial hasta que el material se rompe. Este ensayo proporciona datos detallados sobre el comportamiento mecánico del concreto, reflejados en una curva de carga y deformación [16].

II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio es una revisión sistemática de la literatura que aborda cómo la incorporación de viruta de acero mejora las propiedades mecánicas del concreto. Tiene un enfoque explicativo, analítico y sintético, analizando la relación entre variables como la mejora en la durabilidad y su impacto en dichas propiedades [17]. Los pasos fundamentales incluyeron:

- Planificación de la búsqueda: Se definieron criterios para identificar artículos relevantes en bases de datos como Scopus y ScienceDirect.
- Selección de artículos: Se eligieron publicaciones relacionadas con el tema, clasificándolas en una matriz que incluía datos clave como título, revista, año, base de datos y enlaces.
- Análisis de la información: Se realizó una lectura detallada para identificar objetivos, resultados, discusiones y conclusiones significativas.
- Organización de datos: La información se integró y estructuró para desarrollar y discutir el tema en el documento.

Este enfoque permitió comparar tecnologías y aplicaciones del concreto con viruta metálica, evaluando aspectos como durabilidad e impacto ambiental.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La evidencia recopilada indica que, aunque el aumento en el contenido de viruta reduce la trabajabilidad del concreto, el peso específico del material endurecido permanece prácticamente invariable, ya que la disminución en agregado grueso se compensa con la adición de fibras.

Las propiedades del concreto trabajabilidad y temperatura se observó una ligera disminución en la trabajabilidad con el aumento de la viruta metálica, aunque se mantuvo dentro de rangos aceptables. Las temperaturas registradas también cumplieron con los estándares normativos; el peso unitario presentó variaciones menores, mientras que el contenido de aire disminuyó ligeramente al aumentar el porcentaje de reemplazo de viruta metálica manteniéndose dentro de los rangos permisibles.

Con respecto a las resistencias del concreto en los artículos evaluados se llegó a la conclusión incrementó significativamente la resistencia a la compresión, especialmente con porcentajes óptimos de sustitución, en el módulo de elasticidad hubo mejoras notables en el módulo de elasticidad, indicando una mayor rigidez del concreto y prolongando su vida útil, la resistencia a la flexión y tracción mejoraron considerablemente con la adición de viruta metálica, destacándose un desempeño óptimo en mezclas específicas, lo que las hace ideales para aplicaciones estructurales sometidas a cargas dinámicas.

Para optimizar el uso de la viruta de acero en el concreto y reducir costos de producción, es crucial determinar la forma y porcentaje óptimos de adición.

IV. CONCLUSIONES

Se concluye que la sustitución parcial de viruta metálica en el concreto tiene un impacto significativo en las propiedades mecánicas. Las características químicas de este material reciclado, que puede variar según su origen, influyen en la trabajabilidad, el contenido de aire y el peso específico, aunque estos se mantienen dentro de los rangos aceptables. La temperatura de la mezcla también aumenta ligeramente debido a la absorción de agua, lo que mejora la consistencia, pero reduce la trabajabilidad.

En cuanto a las propiedades mecánicas, se observó un incremento notable en la resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad, cuando se implementa viruta metálica. Esto confirma que este agregado mejora significativamente las prestaciones del concreto en comparación con el concreto patrón.

Estos resultados demuestran que este enfoque es viable para la producción de concretos no estructurales, como los utilizados en losas deportivas, sardineles y veredas, ofreciendo además una alternativa sustentable y respetuosa con el medio ambiente.

Referencias

- [1] C. Hongyan, G. Shan, G. Li, A. Yuanyuan y J. Jinyang, «Effects of steel chips on the microstructure, mechanical property, and durability of ultra-high-performance concrete with high elastic modulus,» *Journal of Building Engineering*, vol. 72, nº 1, p. 106662, 2023.
- [2] I. Almeshal, B. Tayeh, R. Alyousef, H. Alabduljabbar y A. Mohamed, «Eco-friendly concrete containing recycled plastic as partial replacement for sand,» *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 9, nº 3, pp. 4631-4643, 2020.
- [3] A. Simalti y A. Singh , «Fresh and Mechanical Properties of Recycled Steel Fiber Reinforced Self-consolidating Concrete,» *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 90, nº 1, pp. 271-279, 2020.
- [4] K. Zahra y M. Davood , «Steel chip and porcelain ceramic wastes used as replacements for coarse aggregates in concrete,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 230, nº 1, pp. 339-351, 2019.
- [5] Q. Xia y K. Sakdirat , «Environment-friendly recycled steel fibre reinforced concrete,» *Construction and Building Materials*, vol. 327, nº 1, p. 126967, 2022.
- [6] H. Yingying , K. Dewen , L. Yi , Z. Shenghui , S. Jing y W. Bing , «Effect of different shapes of steel fibers and palygorskite-nanofibers on performance of ultra-high-performance concrete,» *Scientific Reports*, vol. 14, nº 1, p. 8224, 2024.
- [7] L. Kim y A. Arslan , «The recent progress of recycled steel fiber reinforced concrete,» *Construction and Building Materials*, vol. 232, nº 1, p. 117232, 2020.
- [8] M. Amirhosein , O. Fereydoon and A. Mehdi , "The effect of initial strength of concrete wastes on the fresh and hardened properties of recycled concrete reinforced with recycled steel fibers," *Construction and Building Materials*, vol. 300, no. 1, p. 124284, 2021.
- [9] P. Carvalho , S. Silvia, G. de Miranda , O. Nascimento and P. Thomazotti, "Mechanical analysis of concrete with partial replacements of aggregates by steel filings," *Revista Materia*, vol. 29, no. 1, 2024.
- [10] Ç. Ali , Ö. Yasin , B. Alireza y H. Ibrahim , «Mechanical performance of geopolymer concrete with micro silica fume and waste steel lathe scraps,» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 19, p. e02548, 2023.
- [11] I. Jahidul , N. Shahjalal and H. Ashraful , "Mechanical and durability properties of concrete with recycled polypropylene waste plastic as a partial replacement of coarse aggregate," *Journal of Building Engineering*, vol. 54, pp. 1-19, 2022.
- [12] A. Palomino y J. Palomino, Artists, *Influencia de la viruta de acero como reemplazo del agregado grueso para mejorar la resistencia en un concreto $f'c=175$ kg/cm², Trujillo – 2021. [Art]. Universidad Privada del Norte, 2021.*

- [13] C. Guzmán y M. Gárate, *Artists, Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto*. [Art]. Universidad César Vallejo, 2019.
- [14] A. Briones, J. Zambrano, J. Muñoz, W. Ruiz y R. Panchana, «Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino,» *Riemat*, vol. 5, nº 1, 2020.
- [15] S. Mustafa , S. Çelikten, M. çiflikli y M. Karahancer, «Influence of calcined diatomite content and elevated temperatures on the properties of high strength mortars produced with basalt sand,» *Revista de la FIB*, vol. 22, nº 22, pp. 273-290, 2020.
- [16] J. Tovar, *Artist, Propiedades Mecánicas de Concreto con Viruta de Acero en Reemplazo Parcial del Agregado Fino*. [Art]. Universidad Peruana Los Andes, 2022.
- [17] A. Rojas, L. Gómez, M. Farroñan, N. Chuzón y S. Muñoz, «Adiciones de Fibras de Acero para Mejorar las Propiedades Mecánicas del Concreto: Una Revisión Literaria,» *Revista Científica Epistemia*, vol. 5, nº 1, 2021.