

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v9i17.0343>

REVISIÓN SISTEMÁTICA SOBRE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DURABILIDAD DEL HORMIGÓN (2018—2024)

SYSTEMATIC REVIEW ON FACTORS AFFECTING COMPRESSIVE STRENGTH AND DURABILITY OF CONCRETE (2018—2024)

Medina-Candela Karla Leonela ¹; Pico-Moreira Ana Sofia ²;
Jarre-Castro Cesar Mauricio ³

¹ Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.
Correo: kmedina9849@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-4985-189X>.

² Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.
Correo: apico1775@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4626-2641>.

³ Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.
Correo: cesar.jarre@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3427-3467>.

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar los factores que afectan a la resistencia a la compresión y durabilidad del hormigón. En esta investigación sistemática se utilizó un método cualitativo y descriptivo, con base en un análisis detallado de publicaciones científicas publicadas entre 2018 y 2024. Se efectuó una búsqueda bibliográfica de artículos científicos en bases de datos reconocidas; SciELO, Taylor & Francis, ProQuest, WOS y Scopus. Como estrategia de búsqueda, se utilizaron los operadores booleanos "AND" y "OR". Los resultados evidencian que la resistencia a la compresión y la durabilidad del hormigón en la construcción moderna dependen de una interacción compleja entre factores físicos, químicos y ambientales. En el ámbito físico, la proporción adecuada de los materiales, el control de la relación agua/cemento y la precisión en los procesos de mezclado y curado determinan la compacidad y la homogeneidad del material, condiciones esenciales para su desempeño estructural. Desde el punto de vista químico, la presencia de agentes agresivos como el dióxido de carbono, los iones de cloro y los sulfatos genera reacciones de carbonatación y corrosión que reducen la adherencia del acero, afectando la integridad del conjunto. Por su parte, los factores ambientales actúan como aceleradores del deterioro, ya que los ciclos térmicos, la humedad y la exposición a condiciones extremas intensifican los procesos de fisuración y desgaste. Es importante que los ingenieros civiles implementen estándares de control de calidad en cada etapa del proceso de construcción, con especial atención a la dosificación, el curado y las condiciones ambientales de la obra.

Palabras clave: hormigón, resistencia, compresión, durabilidad, materiales de construcción, tecnología del concreto, construcción sostenible.

Abstract

The objective of this research was to determine the factors that affect the compressive strength and durability of concrete. This systematic investigation used a qualitative and descriptive method, based on a detailed analysis of scientific publications published between 2018 and 2024. A bibliographic search of scientific articles was conducted in recognized databases: SciELO, Taylor & Francis, ProQuest, WOS, and Scopus. The search strategies used the Boolean operators "AND" and "OR." The results show that the compressive strength and durability of concrete in modern construction depend on a complex interaction between physical, chemical, and environmental factors. At the physical level, the appropriate proportion of materials, control of the water/cement ratio, and precision in the mixing and curing processes determine the

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 05 de marzo de 2026.

Fecha de aceptación: 15 de mayo de 2026.

Fecha de publicación: 15 de junio de 2026.



compactness and homogeneity of the material, essential conditions for its structural performance. From a chemical perspective, the presence of aggressive agents such as carbon dioxide, chlorine ions, and sulfates generates carbonation and corrosion reactions that reduce the steel's adhesion, affecting the integrity of the entire structure. Environmental factors, meanwhile, act as accelerators of deterioration, as thermal cycles, humidity, and exposure to extreme conditions intensify cracking and wear. It is important for civil engineers to implement quality control standards at every stage of the construction process, paying special attention to dosage, curing, and environmental conditions at the construction site.

Keywords: concrete, strength, compression, durability, construction materials, concrete technology, sustainable construction.

1. Introducción

Según Latorre (2024) el uso del hormigón como material estructural es prácticamente insostenible en la arquitectura contemporánea debido a su bajo costo, resistencia y versatilidad. La resistencia y la durabilidad del hormigón constituyen los dos pilares fundamentales de su rendimiento estructural. La resistencia a la compresión se refiere a la capacidad del material para soportar cargas sin fracturarse, mientras que la durabilidad implica su habilidad para mantener propiedades físicas y mecánicas frente a agentes agresivos durante largos períodos (Bohorquez & Piñeiros, 2021). La evaluación de estos aspectos requiere considerar tanto las condiciones de diseño como los factores ambientales y constructivos.

Por otra parte, la imprevisibilidad del cemento, la sequedad y la calidad del agua, así como las variaciones en el cemento, la dosis de la mezcla, la colocación y las técnicas de curado, son observaciones frecuentes (León & Rodríguez, 2022). Cuando no se controlan rigurosamente, estos aspectos pueden reducir la resistencia a la compresión y comprometer la vida útil del material. En este sentido, Bohorquez & Piñeiros (2021) advierten que, si la mezcla está expuesta a condiciones ambientales adversas o contiene materiales corrosivos sin un diseño adecuado, la longevidad del hormigón puede verse reducida drásticamente.

Un ejemplo de fallo técnico verificado en regiones frías, es el deterioro constante de las estructuras de invernaderos causado por ciclos repetidos de congelación y

descongelación. La mejora de la resistencia del hormigón frente a los ciclos de congelación y descongelación constituye uno de los principales objetivos de la ingeniería civil moderna. Los gradientes de temperatura pueden generar presiones térmicas internas a nivel macroscópico que, con frecuencia, superan la capacidad del material para absorberlas sin sufrir daños. Como consecuencia, se producen fisuras visibles o microfisuras que comprometen la durabilidad y el desempeño estructural del hormigón. Por lo que, las estructuras sometidas a cambios ambientales extremos o procesos de enfriamiento irregulares pueden presentar este tipo de agrietamiento, como cuando ocurre abruptamente en una zona fría o un punto frío en un muro de contención (Abbas & Mundean, 2025; Cuyán et al., 2021).

En este mismo orden de ideas, Wang et al. (2021) aseguran que, el hormigón es uno de los materiales más utilizados en la industria de la construcción a nivel mundial debido a su adaptabilidad, accesibilidad y capacidad para adoptar formas estructurales adaptadas a diferentes necesidades arquitectónicas y de

infraestructura. Numerosos factores afectan esta resistencia, como la relación cemento-agua, el tipo y la proporción de agregados, la calidad del material, la dosificación, el curado y las condiciones ambientales expuestas a la humedad durante el fraguado y el endurecimiento.

En cuanto a la durabilidad del hormigón, esta se refiere a su capacidad para mantener sus propiedades mecánicas y físicas frente a la acción de agentes externos a lo largo del tiempo. Entre estos agentes se encuentran la humedad, las sales, los cambios térmicos, la exposición a ambientes agresivos como zonas costeras o industriales, y ciclos de congelamiento y deshielo. El comportamiento estructural del hormigón se ve comprometido por una variación en la durabilidad y resistencia al desgaste a lo largo de un período de tiempo moderado y largo, y si presenta fallas notables, la degradación no es visible (Guerra et al., 2023; Zambrano et al., 2022).

Cabe señalar que una alta resistencia no siempre garantiza una buena durabilidad, especialmente si

el material no está diseñado para enfrentar condiciones ambientales particulares (Latorre, 2024). Por ello, resulta indispensable investigar los factores que inciden en estas propiedades para optimizar el diseño de mezclas, prolongar la vida útil de las estructuras y reducir los costos de mantenimiento. Un conocimiento profundo de estos factores conduce a una estrategia productiva donde las exigencias más importantes son siempre la sostenibilidad, la eficiencia y la seguridad estructural. A pesar de ello, aún se observan fallos en proyectos que no alcanzan la vida útil ni los niveles mínimos de resistencia y durabilidad exigidos por las normas técnicas, a pesar de su uso generalizado (Norma Ecuatoriana de la Construcción [NEC], 2014). Entre los principales problemas derivados de esta situación se encuentran la pérdida de durabilidad en edificaciones públicas, los gastos de mantenimiento prematuro y los riesgos asociados a la seguridad estructural.

En la búsqueda de alternativas sostenibles, Fernández et al. (2022) realizaron un estudio en Bolivia, que examinó las características

mecánicas y físicas del motor para incluir residuos de neumáticos (RCN) como parte del agregado final, específicamente la arena. Razón por la que se elaboraron mezclas de hormigón con diferentes porcentajes de RCN (0 %, 5 %, 10 % y 20 %) y se evaluaron elementos como la masa específica, la absorción de agua, el índice de vacío y la resistencia a la compresión, la tracción y la flexión. A medida que aumentaba el nivel de RCN, los resultados indicaron una tendencia a la disminución de las características mecánicas y físicas.

Asimismo, León & Rodríguez (2022) abordaron una investigación sobre los mecanismos que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón es identificar y analizar los aspectos que determinan su comportamiento mecánico. Materiales, mano de obra, métodos y maquinaria, y circunstancias ambientales fueron las cuatro categorías generales en las que se clasificó a los autores. Tras una revisión de la literatura especializada, concluimos que todos los factores mencionados tienen un impacto significativo en la resistencia del hormigón, si bien se da mayor

importancia a las cualidades y proporciones de los materiales y pueden utilizarse como base para la construcción de las propiedades de las especificaciones del producto final.

En Ecuador, Alvarado et al. (2019) investigan sobre el “Estudio de la resistencia a compresión del hormigón utilizando el vidrio finamente molido en reemplazo parcial del cemento”. Al sustituir el cemento por vidrio reciclado en cantidades del 5%, 10% y 15%, el objetivo analítico del estudio es modificar la resistencia mecánica del hormigón, reduciendo el uso de materiales primarios no renovables y fomentando el uso de materiales reciclables sin sacrificar la calibración de la estructura. Por lo tanto, se elaboraron probetas de hormigón estándar con diferentes proporciones de vidrio reciclado (5 %, 10 % y 15 %), con el propósito de evaluar su resistencia a la compresión durante un período de curado húmedo de 56 días. Los resultados evidenciaron que la incorporación de vidrio reciclado hasta un 10 % no modifica de manera significativa el comportamiento del material; sin

embargo, una sustitución del 15 % reduce de forma considerable la resistencia a la compresión.

De igual forma, Zambrano et al. (2022) realizó un trabajo sobre la “Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón”. En este estudio se examinó la importancia del curado como determinante de la mejor resistencia a la compresión del hormigón, con especial énfasis en la identificación de la técnica de curado más eficiente. Esta investigación ha pasado por alto la importancia del curado como un componente técnico crítico que influye directamente en la resistencia mecánica del hormigón. Este aspecto resulta especialmente relevante para el presente estudio, ya que la calidad del proceso de curado puede optimizar uno de los parámetros determinantes del comportamiento estructural del material.

Aunque los estudios revisados aportan estrategias valiosas para mejorar el comportamiento del hormigón, aún existe una falta de articulación crítica que dificulta la construcción de un enfoque integral. En este marco, el presente trabajo se

propone identificar los parámetros que influyen en la resistencia a la compresión y la durabilidad del hormigón, con el fin de establecer directrices técnicas que optimicen su rendimiento estructural en proyectos de ingeniería civil. La pregunta central de investigación es: ¿Qué factores influyen en la resistencia a la compresión y la durabilidad del hormigón en la construcción moderna?

2. Metodología

Se realizó una revisión sistemática de tipo cualitativa y descriptiva para evaluar a fondo los factores que influyen en la durabilidad y la resistencia a la compresión del hormigón. Este análisis se basó en una revisión exhaustiva de publicaciones científicas publicadas entre 2018 y 2024.

La estrategia de búsqueda se procesó a través de bases de datos reconocidas como; SciELO, Taylor & Francis, ProQuest, WOS y Scopus. A manera de búsqueda, se utilizaron operadores booleanos “AND” y “OR”, con el fin de obtener el mayor número posible de artículos relevantes antes del proceso de

exclusión. A continuación, se presenta la cadena de búsqueda utilizada: ((Hormigón AND Resistencia AND Compresión OR Resistencia Mecánica AND Materiales de Construcción AND Construcción Sostenible)); ((Concrete AND Strength AND Compression OR Mechanical Strength AND Construction Materials AND Sustainable Construction)); ((Factores AND Resistencia AND Compresión AND Durabilidad AND Hormigón OR Cemento)); ((Factors AND Compressive strength AND Durability AND Concrete OR Cement)).

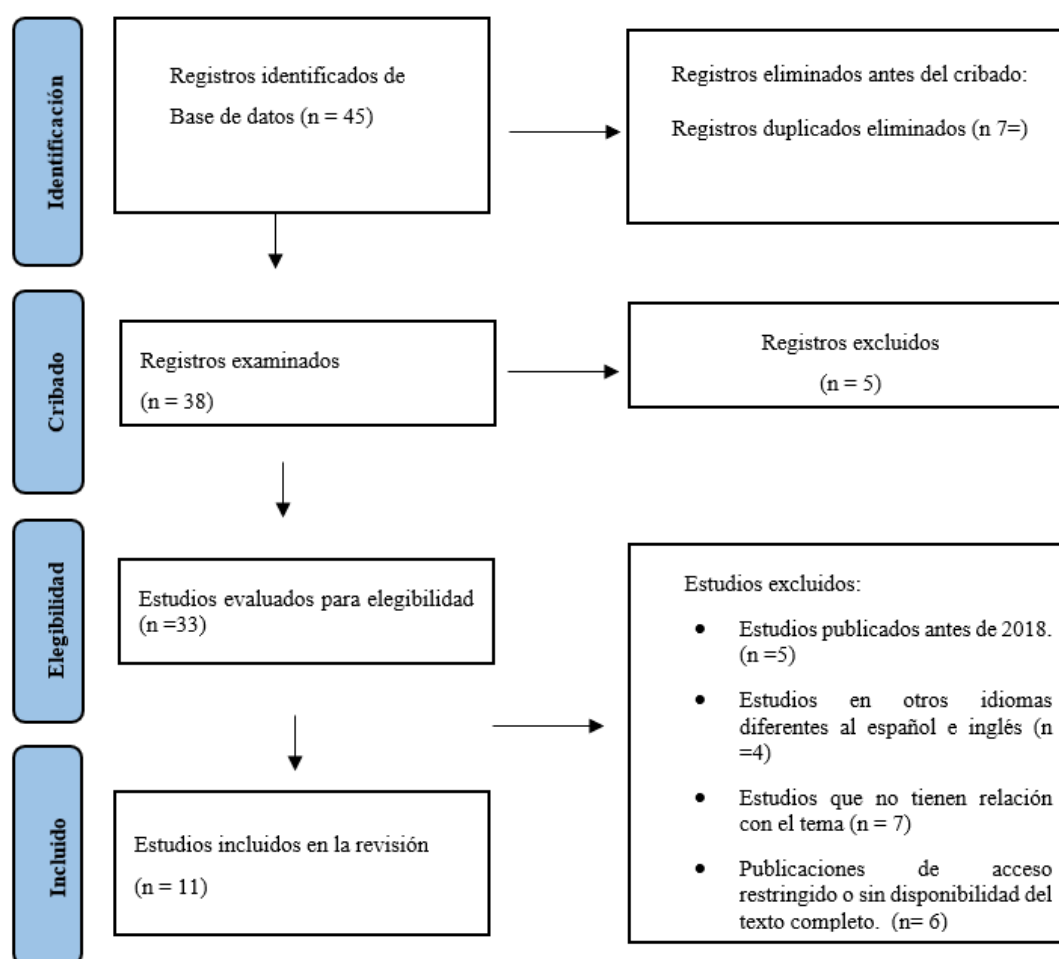
El procedimiento de selección de investigaciones se realizó de acuerdo con la declaración PRISMA, que permitió estructurar cada etapa del proceso, desde la identificación y selección de estudios hasta la síntesis y presentación de los resultados finales (ver Figura 1).

En esta revisión sistemática, se establecieron criterios de inclusión específicos para garantizar la calidad y la relevancia de los estudios incluidos. Se seleccionaron artículos de revisiones de alto impacto, publicados en español o inglés entre 2018 y 2024, investigación con

acceso completo al texto, estudios que abordaron factores físicos, químicos, ambientales y tecnológicos que afectan la durabilidad y/o la resistencia a la compresión del hormigón. Los criterios de exclusión incluyeron: tesis o informes, artículos publicados antes de 2018, investigaciones

escritas en idiomas distintos del inglés o el español, y trabajos no centrados específicamente en la resistencia a la compresión o la durabilidad del hormigón. También se excluyeron estudios de acceso restringido o disponibles únicamente en forma de resumen.

Figura 1. Diagrama de prisma



Fuente: Elaboración Propia

Para garantizar la transparencia y rigurosidad del proceso de selección de artículos, en la fase de

identificación, se localizaron 45 estudios a través de bases de datos académicas. Posteriormente, se

eliminaron 7 registros duplicados, lo que dejó un total de 38 artículos para el proceso de cribado. Durante esta fase, se descartaron 5 estudios tras la revisión de títulos y resúmenes, por no cumplir con los criterios de inclusión. En la etapa de evaluación de elegibilidad, se revisaron a texto completo 33 artículos. De estos, 22 fueron excluidos por diversas razones: 5 por haber sido publicados antes del año 2018, 4 por estar

redactados en idiomas diferentes al español o al inglés, 7 por no abordar específicamente el tema de la durabilidad o resistencia del hormigón, y 6 por no disponer del texto completo o tener acceso restringido. Por último, 11 estudios cumplieron con todos los criterios establecidos y fueron incluidos en la revisión cualitativa para el análisis y la construcción del marco teórico.

3. Resultados y discusión

Tabla 1. Factores físicos

Autor/es	Título	Métodos	Principales Hallazgos
Hernández & Manzanares (2024)	Resistencia a la compresión del concreto: Una revisión. Caso Nicaragua	Revisión de la literatura y caso de estudio	Hernández & Manzanares (2024) explican que uno de los aspectos más importantes que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón es la dosificación adecuada de sus componentes, la cual se ve influenciada por el diseño técnico de la mezcla. La calidad del hormigón generada depende de las propiedades de sus constituyentes, como el cemento, el agua y los aditivos, así como de la precisión con la que se administra la dosificación en peso y volumen. Una dosificación errónea podría reducir considerablemente la resiliencia del hormigón, disminuyendo así la calidad estructural y funcional del proyecto.
Orozco et al. (2018)	Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón	Mixto: Revisión de la literatura y encuestas	Orozco et al. (2018) determinaron los elementos que afectan significativamente la calidad del concreto. Estas circunstancias demuestran que los diferentes componentes se han evaluado de forma justa, lo que indica que todos coinciden en la necesidad de abordarlos de forma integral. El estudio distinguió cinco factores principales: el proceso de producción, los materiales, los métodos de construcción, el entorno y los equipos. Tras el diseño de la mezcla de materiales y la gestión técnica de las operaciones de construcción, la temperatura es el sub-factor más significativo en el entorno ambiental

Niyirora et al. (2023)	Comportamiento de columnas de tubos de acero rellenos de hormigón revestido de hormigón bajo diversas condiciones de carga: Una revisión de las tendencias actuales y perspectivas futuras	Revisión de la literatura	Niyirora et al. (2023) analizan cómo diferentes parámetros afectaban la durabilidad y la capacidad de carga de las columnas. Existen modelos predictivos que permiten estimaciones razonablemente precisas del comportamiento estructural y los tipos de colapso, se ha identificado una limitación importante: la imposibilidad de comprender cómo interactúan el hormigón y el acero en tiempo real, especialmente en las conexiones, lo cual tiene un impacto directo en la estabilidad y durabilidad general del sistema (Niyirora et al., 2023).
------------------------	--	---------------------------	---

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Factores químicos

Autor/es	Título	Métodos	Principales Hallazgos
Von et al. (2020)	Comprensión de la carbonatación del hormigón con materiales cementantes suplementarios: una revisión crítica de RILEM TC 281-CCC	Exploratorio y cuantitativo	Von et al. (2020) hablan sobre el fenómeno de la carbonatación y sus efectos en la durabilidad del hormigón. A pesar de utilizar el mismo tipo de ligante, los resultados indican que los niveles de carbonatación en pastas, morteros y hormigones no se compensan directamente. Esto se puede explicar por las alteraciones estructurales provocadas por los diferentes niveles de saturación, la disminución del contenido de la pasta y la adición de sequedad. La porosidad del material, que afecta la difusión de gases y la velocidad de carbonatación, se ve directamente afectada por estas características.
Tian & Zhu (2022)	Método de predicción de la durabilidad del suelo de hormigón basado en una red de creencias profundas	Exploratorio y cuantitativo	Tian & Zhu (2022) manifiestan que existen factores ambientales y humanos, los cuales tienen un impacto significativo en la durabilidad del hormigón lo que puede provocar daños estructurales permanentes con el tiempo. La corrosión de la armadura causada por los iones de cloro es uno de los factores más significativos, ya que se sabe que es la principal causa de la pérdida de durabilidad de las construcciones de hierro. Las barras de acero se corroen con el tiempo, disminuyendo la unión entre el acero y el hormigón circulante, con la excepción de la reducción de su sección transversal efectiva
Udumulla et al. (2024)	Efecto de los nanomateriales de óxido de grafeno en la durabilidad del hormigón: una revisión de mecanismos,	Exploratorio y cuantitativo	Udumulla et al. (2024) investigan el uso de óxido de grafito (GO), un nuevo aditivo, para mejorar la durabilidad del hormigón cementicio. Exponen las principales causas del deterioro estructural prematuro, como los procesos de hidratación del cemento, el movimiento de agentes agresivos y

disposiciones,
desafíos y
perspectivas
futuras

diversos tipos de ataques químicos. Se considera un componente esencial de la durabilidad para cumplir con las normas internacionales, como las normas AS, y crear diseños más resistentes y duraderos

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Factores ambientales

Autor/es	Título	Métodos	Principales Hallazgos
Ambroziak & Ziolkowski (2020)	Resistencia a la compresión del hormigón en condiciones ambientales cambiantes durante los procesos de colocación	Exploratorio	Ambroziak & Ziolkowski (2020) explican en su investigación que la temperatura de la humedad durante su generación se ve muy influenciada por las condiciones climáticas, en particular la temperatura y la precipitación, que constituyen el enfoque de este estudio. Se observa también que las propiedades de la mezcla fresca y la resistencia a la compresión del hormigón en reposo, que afecta su rendimiento estructural, pueden verse influenciadas por estos parámetros. Las variaciones de temperatura y humedad a lo largo del proceso de fabricación pueden interrumpir el proceso tecnológico y socavar la homogeneidad del material. El estudio sugiere que la rigidez excesiva en algunas piezas estructurales, causada por las diversas propiedades del hormigón puede provocar redistribuciones imprevistas de la tensión, lo que conlleva una fisura imprevista en regiones donde se prevé un comportamiento homogéneo
Gong et al. (2022)	Evaluación de la durabilidad del hormigón en regiones frías y áridas basada en la teoría relacional de Grey	Revisión de la literatura	Gong et al. (2022) examinan la durabilidad del hormigón en condiciones extremas de servicio mediante un modelo de análisis relacional de Gray. También se evaluó el impacto de la variación en la proporción de insectos voladores y la inclusión de agentes de aire en varios ciclos de erosión expuestos, determinados por secado, humedecimiento, congelación y descongelación. Es evidente que la resistencia del hormigón al deterioro aumenta considerablemente al combinar agentes de incorporación de aire y un pequeño porcentaje de insectos voladores, especialmente en climas fríos y áridos
O'Grady et al. (2018)	Enfoques interdisciplinarios para comprender y preservar la arquitectura de adobe en	Investigación multidisciplinaria	O'Grady et al. (2018) examina cómo el tipo de mezcla y el procedimiento de aplicación del mortero afectan la temperatura final del hormigón, especialmente en lo que respecta a la resistencia y la durabilidad. Es evidente

	contextos regionales y diacrónicos		que las mezclas de mortero compuestas principalmente de cemento requieren más agua para un trabajo adecuado, lo que puede reducir la resistencia a la compresión si la relación agua/cemento no se controla adecuadamente.
Allujami et al. (2022)	Nanomateriales en aplicaciones de hormigón con áridos reciclados: propiedades mecánicas y durabilidad. Una revisión.	Revisión de la literatura	Allujami et al. (2022) evidencian una brecha significativa en la comprensión del comportamiento del RAC nano modificado bajo condiciones ambientales adversas, particularmente cuando las estructuras están expuestas al agua, lo cual complica la evaluación del efecto combinado entre los nanomateriales y agentes químicos externos. Esta incertidumbre representa un desafío para la predicción de la durabilidad a largo plazo del material. También se menciona el alto costo asociado al uso masivo de nanopartículas, lo que limita su viabilidad en grandes obras, especialmente en proyectos privados.
Mohanty et al. (2024)	Impacto de los nanomateriales en la resistencia mecánica y la durabilidad del hormigón de calidad para pavimentos: una revisión exhaustiva	Revisión de la literatura	Mohanty et al. (2024) demuestran los beneficios de añadir nanopartículas al hormigón, tanto en términos de propiedades mecánicas como de durabilidad. El nano-SiO ₂ , el nano- TiO ₂ , el óxido de grafeno (GO), el nano- CaCO ₃ , el nano-Al ₂ O ₃ y los compuestos a base de carbono, como los nanotubos y las nanofibras de carbono, mejoran considerablemente las estructuras de hormigón.

Fuente: elaboración propia

En términos generales, la revisión sistemática logro evidenciar que, uno de los factores más importantes es la cantidad adecuada de componentes del hormigón como; cemento, líquidos, agua y aditivos. Los factores físicos se relacionan principalmente con la composición del hormigón, su proceso de mezcla y las condiciones de fabricación. Una dosificación incorrecta de los componentes, particularmente en la relación agua/cemento, la cual

genera una estructura interna heterogénea con vacíos capilares que reducen la cohesión del material. Este fenómeno debilita la resistencia a la compresión y, en consecuencia, disminuye la capacidad estructural del hormigón.

Asimismo, el control inadecuado de los procesos de mezclado y curado provoca variaciones en la compactación, lo que se traduce en

una pérdida progresiva de densidad y durabilidad.

Cuando las condiciones de fabricación no se gestionan con precisión, los materiales no alcanzan la reacción de hidratación óptima, provocando fisuras internas microscópicas que evolucionan con el tiempo hacia fallas estructurales visibles. En términos de desempeño, esto significa que pequeños errores en la proporción o manipulación de los materiales generan efectos acumulativos negativos, reduciendo la vida útil del hormigón y aumentando los costos de mantenimiento.

Los factores químicos influyen directamente en los procesos de degradación interna del hormigón a través de reacciones con agentes agresivos del entorno. La carbonatación, por ejemplo, actúa disminuyendo el pH del concreto y deteriorando la capa pasiva que protege al acero de refuerzo, lo que desencadena su corrosión. Esta reacción química genera productos expansivos que provocan tensiones internas y fisuración del recubrimiento, afectando la integridad estructural del material.

Estos procesos, aunque inicialmente lentos, tienen un efecto acumulativo que reduce significativamente la durabilidad a largo plazo. En términos de causa-efecto, la interacción entre la composición química del hormigón y los contaminantes externos determina su comportamiento frente al envejecimiento estructural, siendo este un aspecto clave en el diseño de mezclas más resistentes y sostenibles.

En ambientes fríos y áridos, la combinación de agentes de aire y partículas volátiles influye en la resistencia al desgaste y en la capacidad del hormigón para soportar cambios volumétricos sin fracturarse. Además, la exposición prolongada a la radiación solar, la humedad o contaminantes atmosféricos acelera la degradación superficial, afectando la permeabilidad y la resistencia a la compresión. En síntesis, las condiciones ambientales no solo modifican las propiedades físicas del material, sino que también amplifican los efectos químicos internos, generando un proceso de deterioro progresivo que limita la vida útil y la estabilidad estructural del hormigón.

Discusión

Las conclusiones de este estudio coinciden con las de León y Rodríguez (2022), quienes identificaron cuatro factores determinantes en la resistencia a la compresión del hormigón: materiales, mano de obra, métodos constructivos y condiciones ambientales. Al igual que en la presente investigación, se reconoce que estos elementos no deben analizarse de manera aislada, ya que su interacción incide directamente en la calidad final del material. En este sentido, se destaca la relevancia de variables como el diseño de la mezcla, la dosificación, la temperatura ambiente, la calidad de los materiales y los métodos de aplicación y curado, los cuales complementan la clasificación propuesta por dichos autores.

De manera similar, Zambrano et al. (2022) profundizan en el papel del curado como proceso técnico decisivo en el desarrollo de la resistencia del hormigón. Su investigación demuestra que un adecuado control de la humedad durante este procedimiento puede mejorar significativamente la

resistencia a la compresión. Este hallazgo resulta especialmente pertinente para el presente estudio, en tanto refuerza la relación observada entre las condiciones de exposición y el desempeño mecánico del material.

Por otro lado, Fernández et al. (2022) y Alvarado et al. (2019) aportan evidencia empírica sobre el empleo de materiales reciclados como sustitutos parciales en la mezcla, mostrando que estas prácticas, aunque pueden modificar las propiedades mecánicas del hormigón, constituyen alternativas viables para avanzar hacia una construcción más sostenible. En ambos casos, los resultados ponen de manifiesto la tensión existente entre el desempeño estructural y la reducción del impacto ambiental: mientras una mayor proporción de materiales reciclados tiende a disminuir la resistencia, su incorporación controlada permite reducir el consumo de recursos primarios no renovables y fomenta una economía circular. Este aspecto resulta especialmente relevante en el contexto de la ingeniería civil contemporánea, donde la búsqueda de un equilibrio entre eficiencia

técnica y sostenibilidad ambiental se ha convertido en un criterio fundamental para el diseño de nuevos materiales y métodos constructivos.

Los factores tradicionales identificados como determinantes en la resistencia del hormigón, materiales, métodos constructivos, mano de obra y condiciones ambientales, continúan siendo ejes fundamentales en el análisis del desempeño mecánico del material. Sin embargo, su interacción debe interpretarse a la luz de las nuevas tendencias en la ingeniería civil. (Zambrano et al., 2022) La incorporación de nanomateriales, por ejemplo, abre la posibilidad de optimizar la microestructura del hormigón y mejorar su durabilidad sin sacrificar resistencia, mientras que las estrategias orientadas a la sostenibilidad impulsan la búsqueda de mezclas más eficientes y respetuosas con el medio ambiente, mediante el uso de adiciones minerales y materiales reciclados.

4. Conclusiones

A través de la revisión sistemática, se logró determinar que la

resistencia a la compresión y la durabilidad del hormigón son el resultado de una compleja interacción de parámetros que abarcan desde el diseño inicial de la mezcla hasta las condiciones reales de exposición en obra. Variables como la cantidad adecuada de componentes, la calidad de los materiales utilizados, el tipo de aditivo empleado, el método de curado empleado y las condiciones ambientales durante el proceso de construcción influyen directamente en el comportamiento mecánico del hormigón.

Cabe mencionar, que las tecnologías emergentes, como las nanopartículas y los materiales reciclados, pueden ser soluciones creativas si se implementan de acuerdo con especificaciones técnicas precisas y pruebas de rendimiento estructural. Como resultado, la supervisión competente, la experiencia laboral y un diseño de edificación minucioso surgen como aspectos no materiales, pero igualmente importantes.

Desde una perspectiva aplicada, es importante que los ingenieros civiles implementen estándares de control

de calidad en cada etapa del proceso de construcción, con especial atención a la dosificación, el curado y las condiciones ambientales de la obra. Igualmente, se les insta a utilizar técnicas de simulación para anticipar el comportamiento del hormigón en diversas condiciones, especialmente al utilizar nuevos aditivos o construir en entornos exigentes. De igual forma, el empleo de herramientas computacionales y análisis multivariado se presenta como un recurso estratégico para anticipar el comportamiento del hormigón en distintos escenarios, particularmente en entornos exigentes caracterizados por cargas fluctuantes, ciclos térmicos o ambientes agresivos.

Limitaciones

Existe la posibilidad de sesgo de selección debido a que las publicaciones elegidas fueron de acceso abierto y texto completo, lo que puede haber omitido investigaciones importantes publicadas en revistas de alto impacto con limitaciones de acceso. Otra restricción importante es el alcance temporal de la búsqueda, que abarcó artículos entre 2018 y

2024. Si bien esta restricción permitió la concentración en investigaciones recientes y relevantes, también excluyó investigaciones pasadas que podrían haber proporcionado perspectivas históricas o patrones a largo plazo.

Aunque se aplicaron criterios de inclusión y exclusión orientados a la pertinencia temática, no se emplearon herramientas estandarizadas para evaluar de forma sistemática la calidad metodológica de los estudios revisados. Esto constituye una limitación que debe considerarse al interpretar los resultados y sugiere la necesidad de incorporar en futuras investigaciones protocolos más rigurosos de evaluación crítica.

Bibliografía

- Abbas, M., & Muntean, R. (2024). The effectiveness of different additives on concrete's freeze-thaw durability: A review. *Materials*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/ma18050978>
- Allujami, H., Abdulkareem, M., Jassam, T., Al-Mansob, R., & Ibrahim, A. (2022).

- Nanomaterials in recycled aggregates concrete applications: Mechanical properties and durability. A review. *Cogent Engineering*, 9(1).
<https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2122885>
- Alvarado, S., Vélez, A., Ruiz, W., Ortiz, E., & Jarre, C. (2019). Estudio de la resistencia a compresión del hormigón utilizando el vidrio finamente molido en reemplazo parcial del cemento. *Revista Riemat*, 4(2).
<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/2187>
- Ambroziak, A., & Ziolkowski, P. (2020). Concrete compressive strength under changing environmental conditions during placement processes. *Materials*, 13(20), 1–14.
<https://doi.org/10.3390/ma13204577>
- Bohorquez, K., & Piñeiros, J. (2021). Estudio del grado de deterioro del hormigón simple y armado empleando una cámara de envejecimiento. *Infoanalítica*, 9(1), 103–117.
<https://doi.org/10.26807/ia.v9i1.176>
- Cuyán, A., Mio, J., & Muñoz, P. (2021). Comportamiento térmico y estructural del concreto expuesto a altas temperaturas: Una revisión de la literatura. *Investigatio*, 16, 78–93.
<https://doi.org/10.31095/investigatio>
- Fernández, L., Aquino, J., & Cayo, N. (2022). Analysis of the physical and mechanical properties of waste tire rubber as a partial replacement of fine aggregate in concrete. *Hábitat Sustentable*, 12(2), 52–65.
<https://doi.org/10.22320/07190700.2022.12.02.04>
- Gong, L., Liang, Y., Zhang, B., Gong, X., & Yang, Y. (2022). Durability evaluation of concrete in cold and arid regions based on grey relational theory. *Advances in Civil Engineering*, 2022.
<https://doi.org/10.1155/2022/6287810>
- Guerra, J., Puig, R., Castañeda, A., & Baque, B. (2023). Estado del arte sobre durabilidad de estructuras de hormigón armado en perfiles costeros. *Ingenius*, 6(11).
<https://doi.org/10.46296/ig.v6i11.0080>
- Hernández, E., & Manzanares, J. (2024). Resistencia a la compresión del concreto: Una revisión. Caso Nicaragua. *Revista Tecnología en Marcha*, 38(2).
<https://doi.org/10.18845/tm.v38i2.7149>
- Latorre, H. (2024). Avances en el uso del hormigón armado en

- ingeniería civil: Una revisión sistemática. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 9(3), 47–68. <https://doi.org/10.33262/rmc.v9i3.3161>
- León, L., & Rodríguez, C. (2022). Factores que influyen en la resistencia a la compresión del hormigón: Estado del arte. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 16(3). <https://www.redalyc.org/journal/1939/193972950003/193972950003.pdf>
- Mohanty, A., Biswal, D., Pradhan, S., & Mohanty, M. (2024). Impact of nanomaterials on the mechanical strength and durability of pavement quality concrete: A comprehensive review. *Eng*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/eng6040066>
- Niyirora, R., Niyonyungu, F., Hakuzweyezu, T., Masengesho, E., Nyirandayisabye, R., & Munyaneza, J. (2023). Behavior of concrete-encased concrete-filled steel tube columns under diverse loading conditions: A review of current trends and future prospects. *Cogent Engineering*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2156056>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). (2014). *Estructura de hormigón armado*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>
- O'Grady, C., Luke, C., Mokrišová, J., & Roosevelt, C. (2018). Interdisciplinary approaches to understanding and preserving mudbrick architecture in regional and diachronic contexts. *Cogent Arts and Humanities*, 5(1). <https://doi.org/10.1080/23311983.2018.1553326>
- Orozco, M., Ávila, Y., Restrepo, S., & Parody, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: Una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(2). <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v33n2/0718-5073-ric-33-02-00161.pdf>
- Tian, X., & Zhu, N. (2022). Durability prediction method of concrete soil based on deep belief network. *Advances in Civil Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4338306>
- Udumulla, D., Ginigaddara, T., Jayasinghe, T., Mendis, P., &

Baduge, S. (2024). Effect of graphene oxide nanomaterials on the durability of concrete: A review on mechanisms, provisions, challenges, and future prospects. *Materials*, 17(10).
<https://doi.org/10.3390/ma17102411>

curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón. *Gaceta Técnica*, 23(1), 35–47.
<https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.4>

Von Greve-Dierfeld, S., Lothenbach, B., Vollpracht, A., Wu, B., Huet, B., Andrade, C., Medina, C., Thiel, C., Gruyaert, E., Vanoutrive, H., Saéz del Bosque, I., Ignjatovic, I., Elsen, J., Provis, J., Scrivener, K., Thienel, K., Sideris, K., Zajac, M., & De Belie, N. (2020). Understanding the carbonation of concrete with supplementary cementitious materials: A critical review by Rilem TC 281-CCC. *Materials and Structures*, 53(6).
<https://doi.org/10.1617/s11527-020-01558-w>

Wang, M., Lan, C., & Dai, X. (2021). Research on concrete construction technology and innovation management in civil construction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 692(4).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/692/4/042005>

Zambrano, L., Alava, R., Ruíz, W., & Menéndez, E. (2022). Aplicación de métodos de