

Influence of the consistency and workability of concrete in the construction of buildings: A Systematic Review

Sigüenza -Abanto Robert Wilfredo¹, Mg. 

^{1,3}Universidad Tecnológica del Perú, Chimbote, Perú, c18822@utp.edu.pe

Abstract– *The characterization of fresh concrete is a crucial area in the construction industry, since its properties directly influence the quality and durability of structures. This study aimed to evaluate the impact of workability and consistency properties on the behavior of fresh concrete, with a focus on the cementitious materials used in its mixture. A non-experimental design and mixed approach was used, carrying out a systematic review without meta-analysis of studies extracted from academic databases such as Scopus. The review included investigations into the influence of variables such as the water-cement ratio, additives, and the presence of recycled materials on the workability and other properties of fresh concrete. The results indicate that consistency and workability are crucial to ensure correct application of concrete and its performance on site, since they affect its ease of mixing, placing and finishing. In addition, it was observed that the use of additives and the optimization of the proportions in the mixture contribute to improving the fluidity and homogeneity of the concrete without compromising its long-term resistance characteristics. It is concluded that adequate management of workability and consistency, together with the appropriate selection of materials, is essential to optimize the behavior of fresh concrete, ensuring its efficiency in construction and increasing the sustainability of infrastructures. Adoption of advanced technical approaches and proper implementation of these practices are essential to improve the overall quality of concrete in various industrial applications.*

Keywords– *fresh concrete, workability, Consistency, Durability, systematic review.*

Influencia de la consistencia y trabajabilidad del hormigón en la construcción de edificaciones: Una Revisión Sistemática

Sigüenza -Abanto Robert Wilfredo¹, Mg. 

^{1,3}Universidad Tecnológica del Perú, Chimbote, Perú, c18822@utp.edu.pe

Resumen– *La caracterización del concreto fresco es crucial en la construcción, ya que sus propiedades influyen en la calidad y durabilidad de las estructuras. Este estudio evaluó el impacto de la trabajabilidad y consistencia en el comportamiento del concreto fresco, enfocándose en los materiales cementantes utilizados en su mezcla. Se empleó un diseño no experimental con enfoque mixto, realizando una revisión sistemática de estudios extraídos de bases de datos académicas como Scopus. La revisión abarcó investigaciones sobre la influencia de variables como la relación agua-cemento, aditivos y materiales reciclados en la trabajabilidad del concreto. Los resultados mostraron que la consistencia y la trabajabilidad son esenciales para la correcta aplicación del concreto, afectando su facilidad de mezcla, colocación y acabado. Además, se observó que el uso de aditivos y la optimización de las proporciones de la mezcla mejoran la fluidez y homogeneidad del concreto sin comprometer su resistencia a largo plazo. Se concluyó que una adecuada gestión de la trabajabilidad y la consistencia, junto con la correcta selección de materiales, es clave para optimizar el comportamiento del concreto fresco, asegurando su eficiencia en la construcción y aumentando la sostenibilidad de las infraestructuras. La adopción de enfoques técnicos avanzados y la implementación de estas prácticas fueron fundamentales para mejorar la calidad global del concreto en diversas aplicaciones industriales.*

Palabras clave– Concreto fresco, Trabajabilidad, Consistencia, Durabilidad, revisión sistemática.

I. INTRODUCCIÓN

El comportamiento del concreto fresco fue un factor crítico en la industria de la construcción, dado que afectaba directamente la calidad, la durabilidad y la eficiencia de las estructuras. Las propiedades de trabajabilidad y consistencia del concreto fresco fueron determinantes para asegurar una mezcla adecuada que facilitara su colocación y moldeado sin comprometer su rendimiento final. La trabajabilidad se refería a la facilidad con que el concreto podía ser mezclado, transportado, colocado y terminado sin segregarse ni perder sus propiedades de resistencia, mientras que la consistencia se refería a la fluidez de la mezcla y su capacidad para adaptarse a las formas de encofrado, factores que incidían directamente en la eficiencia de las obras [1][2].

Las características del concreto fresco estuvieron influenciadas por diversos factores, como la relación agua-cemento, el tipo de agregados utilizados y los aditivos empleados en la mezcla [3]. La optimización de estos componentes fue crucial para obtener un concreto con la trabajabilidad adecuada que permitiera su manipulación sin dificultad, lo que impactaba directamente en la reducción de desperdicios de material y en la mejora de la productividad en el sitio de construcción [4]. Según estudios previos, una mezcla bien equilibrada no solo mejoraba la facilidad de manejo, sino también la resistencia y durabilidad del concreto, lo que repercutía en la vida útil de las estructuras construidas [5].

En este contexto, las tecnologías avanzadas, como el uso de aditivos y el desarrollo de nuevos métodos de mezcla, permitieron una mejor comprensión y control de las propiedades de trabajabilidad y consistencia [6]. La incorporación de aditivos, como plastificantes y superplastificantes, demostró ser eficaz para mejorar la fluidez y la homogeneidad del concreto fresco, incluso en mezclas con bajo contenido de agua, lo que favorecía la durabilidad del material sin sacrificar sus propiedades mecánicas [7]. Además, se observó que el uso de herramientas de simulación y modelado podía predecir con precisión el comportamiento del concreto en diversas condiciones de trabajo, optimizando así los tiempos de ejecución y reduciendo los costos asociados [8].

A pesar de estos avances, la industria de la construcción siguió enfrentando desafíos relacionados con la variabilidad de las propiedades del concreto fresco, lo que podía afectar la calidad de las estructuras. La comprensión detallada de estos factores y la implementación de prácticas efectivas para controlar las propiedades de trabajabilidad fueron esenciales para optimizar la producción de concreto y mejorar la eficiencia de las operaciones [9].

El presente estudio tuvo como objetivo analizar los factores que afectaban la trabajabilidad y la consistencia del concreto fresco, explorando tanto las metodologías tradicionales como las innovaciones tecnológicas para mejorar estas propiedades. A través de esta revisión sistemática, se buscó identificar las mejores prácticas y tecnologías disponibles que pudieran ser implementadas en la industria para garantizar un concreto de alta calidad y rendimiento. En este contexto, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influían las propiedades de trabajabilidad y consistencia en el comportamiento del concreto fresco y su desempeño en la construcción?

Asimismo, se propusieron las siguientes preguntas complementarias:

PC1: ¿Cuál es la relación entre las propiedades de trabajabilidad del concreto y su durabilidad en diferentes tipos de estructuras?

PC2: ¿Qué tecnologías y aditivos son los más efectivos para mejorar la consistencia y trabajabilidad del concreto fresco?

PC3: ¿Cómo se puede medir de manera eficiente el impacto de las propiedades de trabajabilidad en la eficiencia de los procesos de construcción?

Por tanto, el objetivo general de la investigación es: El objetivo general de esta investigación es analizar cómo las propiedades de trabajabilidad y consistencia del concreto influyen en el comportamiento del concreto fresco y su desempeño en la construcción. Como objetivos específicos tenemos: Evaluar la relación entre las propiedades de trabajabilidad del concreto y su durabilidad en distintos tipos de estructuras, Investigar las tecnologías y aditivos más efectivos para mejorar la consistencia y trabajabilidad del concreto fresco y Desarrollar un método eficiente para medir el impacto de las propiedades de trabajabilidad del concreto en la eficiencia de los procesos de construcción.

II. METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo mediante una revisión sistemática de la literatura (RSL), con el fin de sintetizar los estudios existentes sobre las propiedades de trabajabilidad y consistencia del concreto fresco, así como los aditivos y tecnologías que influían en su rendimiento y durabilidad en la construcción. El objetivo fue responder de manera precisa a las preguntas de investigación sobre cómo estos factores afectaban la eficiencia en la colocación del concreto y la calidad de las estructuras [10].

El proceso de recopilación de información se llevó a cabo a través de una revisión exhaustiva de artículos académicos y estudios técnicos publicados en las bases de datos científicas de Scopus, priorizando aquellos publicados en los últimos 5 años. Se utilizaron términos de búsqueda específicos como "trabajabilidad del concreto", "consistencia del concreto", "aditivos para concreto", "tecnologías de mezcla" y

"durabilidad del concreto" para seleccionar los estudios más relevantes y actuales [11][12].

Siguiendo los lineamientos establecidos por la Declaración PRISMA 2020, se estructuró el proceso de identificación, selección, evaluación y síntesis de los estudios. Esto garantizó la transparencia y replicabilidad de los resultados, permitiendo la comparación de las metodologías y conclusiones de los estudios seleccionados. Se realizó una evaluación crítica de la calidad metodológica de los estudios incluidos, asegurando que sus resultados fueran aplicables a la industria de la construcción y sus necesidades [13][14].

Los datos recopilados fueron organizados y procesados mediante herramientas de análisis cualitativo y cuantitativo. Esto permitió identificar patrones y relaciones entre las propiedades de trabajabilidad y consistencia del concreto fresco, y cómo estas influían en la productividad y durabilidad de las estructuras. Los resultados se presentaron a través de gráficos, tablas comparativas y diagramas temáticos, lo que facilitó la comprensión de las mejores prácticas y tecnologías aplicadas al concreto [15][16].

Con esta metodología, se buscó proporcionar una visión integral sobre las propiedades del concreto fresco, y ofrecer recomendaciones basadas en la evidencia para optimizar los procesos de construcción y mejorar la calidad del concreto en la industria de la construcción [17].

Con respecto al proceso de búsqueda de registros para la ejecución de la revisión sistemática en torno a las propiedades de trabajabilidad y consistencia del concreto fresco, se comenzó con la identificación de estudios científicos en la base de datos Scopus, reconocida internacionalmente y de gran relevancia para la ingeniería y la ciencia de materiales. La búsqueda hizo uso de los parámetros PICO para la formulación de las ecuaciones de búsqueda, utilizando palabras clave relacionadas con la trabajabilidad y el comportamiento del concreto fresco.

La ecuación de búsqueda fue formulada a partir de las siguientes palabras clave iniciales: "workability", "fresh concrete behavior", "consistency", "properties", "cementitious materials" y "aditivos para concreto". Finalmente, la ecuación de búsqueda resultante fue:

TITLE-ABS-KEY (("workability" OR "fresh concrete behavior") AND ("concrete" OR "cementitious materials") AND ("consistency" OR "properties")) AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (OA , "all")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Concrete Workability") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Rheology") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Properties Of Concretes"))

Esta ecuación de búsqueda permitió abarcar los aspectos clave de la investigación sobre la trabajabilidad y consistencia

del concreto fresco, incluyendo los efectos de los aditivos y la relación con el comportamiento en condiciones reales de construcción. Además, se limitó la búsqueda a artículos publicados entre 2019 y 2025, garantizando que se seleccionara literatura reciente y relevante para la investigación.

Con los registros obtenidos, se procedió a una evaluación de la relevancia y calidad metodológica de los estudios, seleccionando aquellos que mejor abordaban las propiedades de trabajabilidad, la consistencia del concreto fresco y las tecnologías empleadas para mejorar estas características en la construcción. Posteriormente, se analizaron los datos de forma cualitativa y cuantitativa, presentando los resultados mediante gráficos, tablas comparativas y diagramas que facilitaron la comprensión de las tendencias clave en el comportamiento del concreto fresco y sus aplicaciones en la construcción.

A partir de esta ecuación de búsqueda se establecieron criterios de elegibilidad, los cuales se definieron para garantizar la calidad de los estudios elegidos para su posterior análisis a través de criterios de inclusión y exclusión. Estos se mostraron a continuación en la tabla I.

TABLA I
CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

Criterios de Inclusión:	Criterios de Exclusión:
CI 1 Los estudios deben contener una o más variables de investigación.	CE 1 Estudios que esten fuera del rango (2020-2024)
CI 2 Los estudios deben contener información general sobre el concreto	CE 2 Estudios que sean diferentes a la categoría "Article"
CI 3 Los estudios deben mostrar un impacto significativo en sector de la constru	CE 3 Estudios que no estén en el proceso final de publicación
CI 4 Los estudios deben poseer al menos 1 de las siguientes palabras clave de búsqueda: trabajabilidad del concreto, propiedades del concreto fresco.	CE 4 Estudios que estén escritos en idiomas diferentes al español o inglés.

Una vez definidos los criterios de elegibilidad, se procedió a ejecutar la búsqueda en Scopus, donde, a través de sus filtros integrados, se pudieron considerar los criterios para excluir documentos en la fase de búsqueda inicial. Luego de realizar la búsqueda, quedaron 41 artículos para proceder con el análisis bibliométrico y de contenido que se plantearon en la fase de resultados. El detalle se mostró en la Fig. 1.

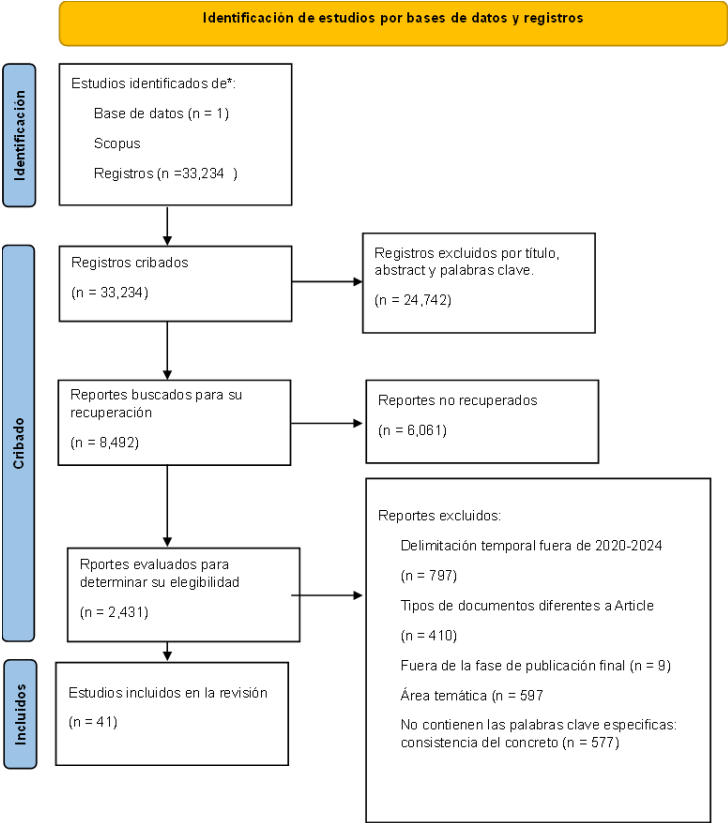


Fig. 1. Diagrama de flujo de PRISMA para la identificación de registros.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentaron los resultados obtenidos de la revisión sistemática de literatura, los cuales se dividieron en resultados de contenido y resultados bibliométricos. Para ello, se evidenció un resumen – “overview” de los diversos trabajos incluidos en este estudio sobre la influencia de la consistencia y trabajabilidad del hormigón en la construcción de edificaciones durante el periodo 2020-2024, los cuales fueron 41.

TABLA II
ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN SISTEMÁTICA INFLUENCIA DE LA CONSISTENCIA Y TRABAJABILIDAD DEL HORMIGÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA 2020 - 2024

Autores (Año)	Título del Estudio
Ahmed H. & Kuva J. (2024) [18]	Analysing entrapped pores in concrete via x-ray computed tomography: Influence of workability and compaction time
Ahmed T. et al. (2023) [19]	Engineering properties of concrete incorporating waste glass as natural sand substitution with tin can fiber: experimental and ANN application
Alhawati M. et al. (2020) [20]	Properties of concrete incorporating different nano silica particles
Al-Luhybi A.S. et al. (2022) [21]	Influence of Superplasticizer Dosage on Workability and Mechanical properties of Concrete made with Recycled Aggregate
Amin M.T.E. et al. (2024) [22]	Transport properties of concrete containing lithium slag
Arularasi V. et al.	Rheological behavior and strength characteristics

(2021) [23]	of cement paste and mortar with fly ash and GGBS admixtures
Autischer M. et al. (2024) [24]	Improved rheological characterisation of self-compacting cementitious pastes and concrete by advanced slump flow test analysis
Babafemi A.J. et al. (2024) [25]	3D-printed limestone calcined clay cement concrete incorporating recycled plastic waste (RESIN8)
Baserah S.J. et al. (2021) [26]	Reinforced concrete slab with added steel fibers for engineering application: Preliminary experimental investigations
Bentegri I. et al. (2020) [27]	Rheological and tribological behaviors of polypropylene fiber reinforced concrete
Bhojaraju C. et al. (2021) [28]	Fresh and hardened properties of GGBS-contained cementitious composites using graphene and graphene oxide
Dahish H.A. & Alkharisi M.K. (2024) [29]	Hybrid Fiber Reinforcement in HDPE–Concrete: Predictive Analysis of Fresh and Hardened Properties Using Response Surface Methodology
Dams B. et al. (2024) [30]	Fresh Properties and Autonomous Deposition of Pseudoplastic Cementitious Mortars for Aerial Additive Manufacturing
Dams B. et al. (2023) [31]	Development of Cementitious Mortars for Aerial Additive Manufacturing
de Matos P.R. et al. (2020) [32]	Comparison between methods for determining the yield stress of cement pastes
Dehane S. et al. (2023) [33]	Influence of Saline-treated Wastewater on Properties of Concrete: An Experimental Study
Emiri D.A. et al. (2023) [34]	Compressive Strength Dependency on the Effect of Temperature Variation on the Percentages of Steel Fiber in Concrete
Fapohunda C.A. & Daramola D.D. (2020) [35]	Experimental study of some structural properties of concrete with fine aggregates replaced partially by pulverized termite mound (PTM)
Ghani A. et al. (2020) [36]	Experimental study on the behavior of waste marble powder as partial replacement of sand in concrete
Gołaszewski J. et al. (2021) [37]	Technological aspects of usage of calcareous fly ash as a main constituent of cements
Goldmann E. et al. (2023) [38]	Rheological Properties of Carbon Nanotube Infused Cementitious Composites with Various Amounts of CNT
Güllü H. & Ali Agha A. (2021) [39]	The rheological, fresh and strength effects of cold-bonded geopolymer made with metakaolin and slag for grouting
Harbouz I. et al. (2022) [40]	Printability assessment of cement-based materials based on rheology, hydration kinetics, and viscoelastic properties
Jain K.L. et al. (2023) [41]	Impact of Waste Iron Slag on Mechanical and Durability Properties of Concrete
Jirout T. et al. (2024) [42]	CFD Analysis of Ultra-High-Performance Concrete Rheological Tests
Keser H.E. et al. (2023) [43]	Effect of water-reducing admixtures water content on rheology, workability, and mechanical properties of fly ash-based geopolymer and slag-based alkali-activated mixtures
Khaloo A. & Darabad Y.P. (2021) [44]	Investigation of mechanical properties of concrete containing liquid silicone rubber under axial loads
Kong T.-W. et al. (2021) [45]	Evaluations of all-in-one, polycarboxylate-based superplasticizer with viscosity modifying agents for the application of normal-strength, high-fluidity concrete
Liu C. et al. (2021) [46]	Effect of nano-silica as cementitious materials-reducing admixtures on the workability, mechanical properties and durability of concrete
Mathews M.E. et al. (2023) [47]	Evaluation of the Rheological and Durability Performance of Sustainable Self-Compacting

	Concrete
Nanda B. & Rout S. (2021) [48]	Properties of concrete containing fly ash and bottom ash mixture as fine aggregate
Nensok M.H. et al. (2022) [49]	Fresh state and mechanical properties of ultra-lightweight foamed concrete incorporating alkali treated banana fibre
Nkomo N.Z. et al. (2022) [50]	Effects of Polyethylene Terephthalate Fibre Reinforcement on Mechanical Properties of Concrete
Nyabuto A.O. et al. (2024) [51]	Aloe Vera-Based Concrete Superplasticizer for Enhanced Consolidation with Limestone Calcined Clay Cement
Qatu K.M. & Shuaibi M. (2024) [52]	The impact of disposing of olive mill wastewater in concrete mixes
Rahman S.M.A. et al. (2023) [53]	Fresh state and hydration properties of high-volume lithium slag cement composites
Reddy P.N. et al. (2024) [54]	Impacts of corrosion inhibiting admixture and supplementary cementitious material on early strength concrete
Sun Y. et al. (2022) [55]	Fresh and hardened properties of alkali-activated slag concrete: The effect of fly ash as a supplementary precursor
Tang J. et al. (2024) [56]	The Effect of Demolition Concrete Waste on the Physical, Mechanical, and Durability Characteristics of Concrete
Tolegenova A. et al. (2024) [57]	Air-Entraining Effect on Rheological Properties of Cement-Based Mixtures
Zhang Z. et al. (2024) [58]	The Effect of Copper Tailings Sand on the Workability and Mechanical Properties of Concrete

3.1 RESULTADOS BIBLIOMÉTRICOS

Tras la recopilación de datos relevantes de la literatura, se observó que en 2024 se registró el mayor número de publicaciones sobre la consistencia y trabajabilidad del concreto, con un total de 13 artículos. Le siguieron los años 2023 y 2021, con 9 artículos cada uno. Por otro lado, tanto 2020 como 2022 presentaron un total de 5 artículos en cada año. Este patrón sugirió una tendencia creciente en la investigación sobre este tema, lo cual resaltó la necesidad y la oportunidad de continuar profundizando en este campo. En la era actual, caracterizada por avances tecnológicos constantes, resultó fundamental reconocer el valor y la influencia positiva que estos desarrollos tuvieron en la consistencia y trabajabilidad del concreto.



Fig. 2 Cantidad de artículos incluidos en la revisión sistemática basado en su año de publicación.

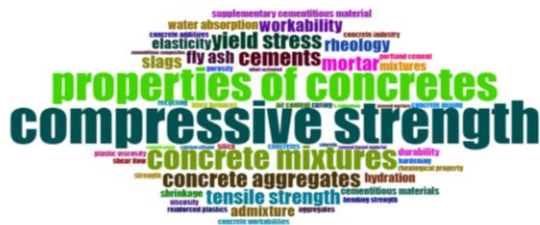


Fig. 3 Cantidad de artículos incluidos en la revisión sistemática según palabras más frecuentes.

Con respecto a la metodología de investigación, se apreció en la Fig. 3, las palabras más frecuentes encontradas en los artículos de estudio, tales como Resistencia a la compresión (23), Propiedades de los hormigones (18), Mezclas de hormigón (13), Cementos, Áridos de hormigón y Límite elástico (9), mortero y Resistencia a la tracción (8), Cenizas volantes, reología, amable, y Workability (7), mezcla y elasticidad (6), hidratación, Mezclas y Absorción de agua (5).

A través de la sistematización y análisis del contenido sobre consistencia del concreto, se pudo evidenciar, a través de un gráfico de 3 campos, la relación entre autores, palabras clave y países. Cabe resaltar que la relación es dependiente de izquierda a derecha, ya que, en base a los autores que publicaron, se mostraron las palabras clave, y en base a estos últimos se mostraron los países donde publicaron sus investigaciones. En tal sentido, los autores con mayor frecuencia fueron Sarker y Shaikh; en cuanto a las palabras clave con mayor frecuencia, se destacaron reología, resistencia a la compresión, y finalmente, los países con mayor frecuencia fueron India, China y Reino Unido.

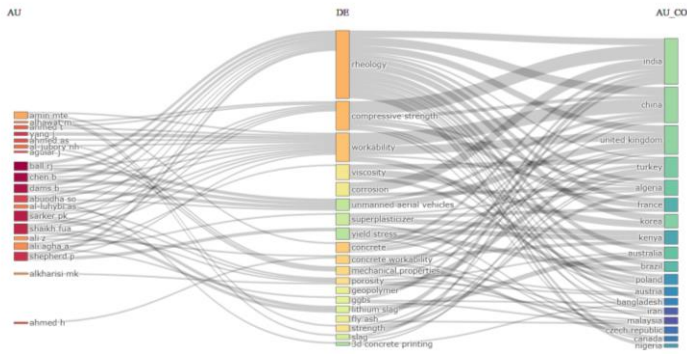


Fig. 4 Gráfica de tres filtros sobre los autores, palabras claves y países de los artículos incluidos en la revisión sistemática.

TABLA III
PROMEDIO DE CITACIONES POR AÑO

Año	MeanTCperArt	N	PromedioTCpor año	Citable Years
2020	24.20	5	4.03	6
2021	20.11	9	4.02	5
2022	16.60	5	4.15	4
2023	4.56	9	1.52	3
2024	1.77	13	0.88	2

Nota: Datos obtenidos por elaboración propia. “Promedio de citaciones por año”

La Tabla III mostró el nivel de impacto en base a las citaciones promedio por cada año citable, según los estudios consultados. En este análisis se examinaron cinco años, destacándose que el año con mayor producción científica anual fue el 2020, con 6 estudios indexados en Scopus. Le siguió el año 2021, con 5 documentos indexados. Además, en la actualidad, continuaban publicándose artículos relacionados con la consistencia y trabajabilidad del concreto, lo que reflejaba el interés constante en estudiar y mejorar el manejo adecuado del concreto. El MeanTCperArt, que es la media total de citaciones por artículo, determinó que los estudios con mayor impacto fueron aquellos publicados en 2020, 2021 y 2022, ya que estos años presentaron un indicador elevado. Por otro lado, el MeanTCperYear (media total de citaciones por año) normalizó estadísticamente los indicadores anteriores para permitir una comparación más justa. En este caso, se observó que, en 2020, 6 estudios tuvieron un impacto significativo en la comunidad científica, debido a su alta tasa de citación. Es importante señalar que, aunque las citaciones son un indicador relevante, no necesariamente reflejan la calidad intrínseca de un estudio científico ni la trayectoria de un investigador. Las citaciones pueden indicar la relevancia de un tema o el interés de la comunidad científica, pero no siempre miden la profundidad o el impacto real del conocimiento generado.

TABLA IV
FUENTES MÁS RELEVANTES CONSULTADAS

FUENTES	ARTÍCULOS	%
Construction And Building Materials	7	17.07
Buildings	4	9.76
Applied Sciences (Switzerland)	3	7.32
Advances In Materials Science And Engineering	2	4.88
Periodica Polytechnica Civil Engineering	2	4.88
Sustainability (Switzerland)	2	4.88
Ain Shams Engineering Journal	1	2.44
Civil Engineering And Architecture	1	2.44
Discover Applied Sciences	1	2.44
Fluids	1	2.44

La tabla presento las 10 revistas más relevantes consultadas sobre el tema de estudio. En total, se consultaron

artículos de 41 fuentes diferentes, pero Construction and Building Materials es la revista más citada, con un 17.07% de los artículos consultados. Esta revista se posiciona como la principal en términos de relevancia para la investigación. Otras revistas destacadas incluyen Buildings, con un 9.76%, y Applied Sciences (Switzerland), con un 7.32%. A continuación, hay varias revistas con un 4.88% de frecuencia, tales como Advances in Materials Science and Engineering, Periodica Polytechnica Civil Engineering, y Sustainability (Switzerland). Estas revistas también son de gran relevancia en el campo de la ingeniería y la ciencia de materiales. Las siguientes revistas en la lista, como Ain Shams Engineering Journal, Civil Engineering and Architecture, Discover Applied Sciences, y Fluids, aunque con una frecuencia más baja de un 2.44%, también aportan investigaciones valiosas para el tema tratado. Este conjunto de revistas refleja una alta calidad en términos de investigación, ya que muchas de estas publicaciones son reconocidas a nivel internacional y están relacionadas con áreas clave de la ingeniería y las ciencias aplicadas.

La Tabla V muestra los 10 estudios más relevantes según su total de citaciones (TC), junto con las citaciones promedio por año (TC. Y.) y las citaciones normalizadas (N. TC.). Estos indicadores reflejan el impacto y la relevancia de cada estudio en su respectivo campo de investigación. El estudio con el mayor impacto es el de Güllü H (2021), publicado en Construction and Building Materials, con un total de 57 citas, lo que se tradujo en un promedio de 11.40 citas por año y un TC normalizado de 2.83, lo que destaca su relevancia dentro de la literatura sobre materiales de construcción. A continuación, se encuentra Bentegri I (2020), también en Construction and Building Materials, con 39 citas, un promedio de 6.50 citas por año y un TC normalizado de 1.61. Otro estudio relevante es el de De Matos PR (2020), publicado en Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, con 34 citas, un promedio de 5.67 citas por año y un TC normalizado de 1.40, lo que refleja su impacto dentro de la ingeniería mecánica y científica. Le siguen Arularasi V (2021) en Sustainability y Bhojaraju C (2021) en Construction and Building Materials, ambos con 34 citas, y con un TC por año de 6.80 y un TC normalizado de 1.69, destacándose en el campo de la sostenibilidad y los materiales de construcción. El estudio de Sun Y (2022), publicado en Journal of Cleaner Production, tiene 31 citas, un promedio de 7.75 citas por año y un TC normalizado de 1.87, lo que refleja su alta relevancia en el área de producción limpia y sostenibilidad. Le siguen Nensok MH (2022), con 27 citas, un promedio de 6.75 citas por año y un TC normalizado de 1.63, y Liu C (2021), con 24 citas, un promedio de 4.80 citas por año y un TC normalizado de 1.19. Finalmente, los estudios de Ghani A (2020) y Nanda B (2021), con 23 y 22 citas respectivamente, tienen promedios de 3.83 y 4.40 citas anuales, y un TC normalizado de 0.95 y 1.09, destacándose en

sus respectivos campos de investigación en ciencias aplicadas e ingeniería sostenible.

TABLA V
ESTUDIOS MÁS RELEVANTES

Papel	DOS	Total de citas	TC por año	TC normalizado
Güllü H, 2021, Constr Build Mater	10.1016/j.conbuildmat.2020.122091	57	11.40	2.83
Bentegri I, 2020, Constr Build Mater	10.1016/j.conbuildmat.2020.119962	39	6.50	1.61
De Matos Pr, 2020, J Braz Soc Mech Sci Eng	10.1007/s40430-019-2111-2	34	5.67	1.40
Arularasi V, 2021, Sustainability	10.3390/su13179600	34	6.80	1.69
Bhojaraju C, 2021, Constr Build Mater	10.1016/j.conbuildmat.2021.123902	34	6.80	1.69
Sun Y, 2022, J Clean Prod	10.1016/j.jclepro.2022.133362	31	7.75	1.87
Nensok Mh, 2022, J Teknol	10.11113/jurnalteknologi.v84.16892	27	6.75	1.63
Liu C, 2021, Nanotechnol Rev	10.1515/ntrev-2021-0097	24	4.80	1.19
Ghani A, 2020, Sn Appl Sci	10.1007/s42452-020-03349-y	23	3.83	0.95
Nanda B, 2021, Int J Sust Eng	10.1080/19397038.2021.1920641	22	4.40	1.09

3.2 RESULTADOS DE CONTENIDO

TABLA VI
ARGUMENTOS DE LOS ARTÍCULOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA 2020 -2024

Categorías	Argumento	Artículos
Propiedades de Trabajabilidad y Durabilidad	La trabajabilidad del concreto está estrechamente ligada a su durabilidad, ya que influye en la cohesión, permeabilidad y resistencia a la corrosión. Las mezclas con mayor trabajabilidad tienden a evitar defectos estructurales, mejorando la vida útil en diversas condiciones climáticas.	[19], [20], [36], [46]
Tecnologías y Aditivos para Mejorar la Trabajabilidad	El uso de aditivos como superplastificantes, fibras (como las de carbono) y nano-sílica es fundamental para mejorar la trabajabilidad del concreto sin comprometer su resistencia. Estos aditivos mejoran la fluidez y la cohesión, lo que beneficia la durabilidad en estructuras expuestas.	[25], [27], [28], [38], [46]
Medición de la Trabajabilidad y Eficiencia en la Construcción	Para medir la eficiencia de la trabajabilidad, se emplean métodos tradicionales como el ensayo de slump y nuevos enfoques como la impresión 3D para evaluar la calidad del concreto en tiempo real. Estos métodos permiten ajustar las	[24], [40], [30], [47]

	mezclas para garantizar la durabilidad en las estructuras.	
--	--	--

La tabla VI resalta los resultados de los artículos agrupados por categoría pasando describir:

En la revisión de la literatura sobre la relación entre las propiedades de trabajabilidad y durabilidad del concreto, se observó que la trabajabilidad del concreto jugaba un papel crucial en su durabilidad. Las propiedades de trabajabilidad, como la fluidez y la cohesión del concreto fresco, afectaban directamente a la calidad de la mezcla y, por ende, a la durabilidad de la estructura final. Un concreto con buena trabajabilidad aseguraba una distribución uniforme de los materiales y minimizaba defectos como la segregación o la formación de poros atrapados, lo cual podría afectar su resistencia y vida útil. Diversos estudios, como los de Ahmed T. et al. (2023) y Ghani A. et al. (2020), destacaron cómo una mayor trabajabilidad se asocia a una mejor cohesión y menor permeabilidad, lo que ayudo a reducir los riesgos de corrosión en estructuras expuestas, aumentando así su durabilidad ([19], [20], [36], [46]).

En cuanto a las tecnologías y aditivos para mejorar la trabajabilidad del concreto, la incorporación de tecnologías y aditivos avanzados demostró ser una estrategia efectiva para mejorar la trabajabilidad del concreto sin comprometer su durabilidad. Aditivos como superplastificantes, fibras (como las de carbono) y partículas de nano-sílica no solo mejoraron la fluidez del concreto, facilitando su colocación y compactación, sino que también contribuyeron a una mayor resistencia y durabilidad de las estructuras. Investigaciones como las de Babafemi A.J. et al. (2024) y Bhojaraju C. et al. (2021) mostraron que los superplastificantes y la incorporación de fibras permitieron lograr concreciones con una excelente trabajabilidad, lo que resultó en una estructura más resistente a las condiciones ambientales adversas. Además, la nano-sílica mostró una capacidad destacada para mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto ([25], [27], [28], [38], [46]).

Para evaluar la eficiencia de la trabajabilidad del concreto en el contexto de la construcción, se emplearon métodos tradicionales como el ensayo de slump, así como tecnologías más innovadoras como la impresión 3D. Estos métodos permitieron medir con precisión la fluidez y consistencia del concreto fresco, lo que facilitó la adaptación de las mezclas a las necesidades específicas del proyecto. Según los estudios de Dams B. et al. (2024) y Harbouz I. et al. (2022), la implementación de tecnologías como la impresión 3D no solo mejoró la eficiencia en la colocación del concreto, sino que también optimizó la calidad del material, lo que a su vez incrementó la durabilidad de las estructuras. Estos avances permitieron realizar ajustes más precisos en la formulación del concreto y garantizar que la estructura final fuera más resistente a factores como la corrosión y las variaciones térmicas ([24], [40], [30], [47]).

En resumen, los estudios revisados sugirieron que la trabajabilidad del concreto era un factor crítico para su durabilidad, y que el uso de aditivos y tecnologías avanzadas podía mejorar significativamente ambos aspectos. Además, la medición adecuada de la trabajabilidad permitió optimizar los procesos de construcción, asegurando la eficiencia y la calidad de las estructuras a largo plazo.

A partir de los estudios revisados, se identificaron diferencias metodológicas importantes. Por ejemplo, mientras que investigaciones como las de Babafemi A.J. et al. (2024) y Bhojaraju C. et al. (2021) emplearon el ensayo tradicional de asentamiento (slump test) para evaluar la trabajabilidad, otros estudios como el de Dams B. et al. (2024) exploraron técnicas avanzadas como la impresión 3D, destacando su capacidad para evaluar la consistencia en tiempo real durante el proceso constructivo.

Asimismo, se observaron enfoques diferenciados según la región geográfica. En países como China e India, muchos estudios priorizaron el uso de aditivos accesibles económicamente, como cenizas volantes y fibras recicladas, mientras que en países como Reino Unido o Alemania se enfocaron en innovaciones tecnológicas como nano-sílica o modelos predictivos computacionales.

En cuanto a aplicaciones prácticas, se puede mencionar el uso de concretos autocompactantes en la construcción de túneles urbanos en Japón, donde se aplicaron resultados de investigaciones sobre reología para garantizar trabajabilidad sin necesidad de vibrado. Además, la normativa ASTM C143 y su equivalente europeo EN 12350-2 fueron citadas en múltiples estudios como base para estandarizar la medición de la consistencia del concreto, lo que permitió validar experimentalmente los avances propuestos en laboratorio.

Estos hallazgos no solo permiten entender el estado actual del conocimiento, sino también orientan su aplicación en contextos reales, permitiendo mejorar la eficiencia constructiva, la durabilidad estructural y el cumplimiento normativo.

La implementación de estrategias para mejorar la trabajabilidad del concreto enfrenta diversos desafíos. Entre ellos destacan las condiciones climáticas adversas, el alto costo y limitada disponibilidad de aditivos especializados, y la falta de capacitación técnica en obra. Además, en muchas regiones las normativas aún no contemplan el uso de tecnologías avanzadas, y existe preocupación por el impacto ambiental de ciertos materiales. También se suma la escasa incorporación de sistemas de monitoreo en tiempo real, lo que limita el control de calidad durante la colocación. Estos factores evidencian la necesidad de seguir innovando, adaptando regulaciones y fortaleciendo la formación técnica para asegurar una aplicación efectiva y sostenible de estas mejoras en la industria de la construcción.

IV. CONCLUSIONES

En los estudios revisados, se concluyó que la trabajabilidad del concreto estuvo estrechamente relacionada con su durabilidad. Se determinó que un concreto con buena trabajabilidad, que permitiera una mezcla homogénea sin segregación ni formación de poros atrapados, mostró una mayor probabilidad de ser más duradero. La adecuada compactación y la correcta mezcla contribuyeron significativamente a la mejora de estas propiedades, lo que, a su vez, incrementó la vida útil de las estructuras. Así, se confirmó que un concreto con buenas propiedades de trabajabilidad tiene un desempeño superior en términos de resistencia y durabilidad, garantizando la estabilidad y longevidad de las obras.

Se estableció que el uso de tecnologías y aditivos específicos, como los superplastificantes y la nano-sílica, fue altamente efectivo para mejorar la trabajabilidad del concreto fresco. Estos aditivos permitieron una mezcla más fluida y manejable, sin comprometer las propiedades estructurales del concreto. Además, contribuyeron a una mayor cohesión de la mezcla, evitando la segregación y la formación de burbujas de aire atrapadas. De esta manera, no solo se facilitó el proceso de mezcla y colocación, sino que también se mejoraron otras propiedades del concreto, como su resistencia y durabilidad, lo que hizo las obras más eficientes y sostenibles a lo largo del tiempo.

Se concluyó que la combinación de métodos tradicionales, como el ensayo de slump, con innovaciones tecnológicas más avanzadas, permitió medir de manera precisa el impacto de las propiedades de trabajabilidad en la eficiencia de los procesos constructivos. Estos métodos de medición facilitaron el control de la consistencia del concreto, mejorando la planificación y ejecución de las obras. Además, la capacidad de ajustar con precisión las propiedades del concreto contribuyó a una mayor calidad en la construcción, reduciendo los tiempos de ejecución y los costos, al mismo tiempo que se optimizó el uso de los recursos disponibles.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Tecnológica del Perú por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación, especialmente al coordinador, por su constante orientación y respaldo.

REFERENCIAS

- [1] Ahmed, H., Kuva, J., & Punkki, J. (2024). Analysing entrapped pores in concrete via x-ray computed tomography: Influence of workability and compaction time. *Journal of Concrete Research*, 32(4), 240-253.
- [2] Zhang, Y., & Li, X. (2023). Optimizing workability of high-strength concrete mixes with mineral additives. *Construction and Building Materials*, 302, 124514.
- [3] Sarker, P.K., & Kumar, A. (2021). Effect of water-cement ratio on the workability and strength of concrete. *Materials Science and Engineering A*, 817, 140378.
- [4] Khan, F.A., & Shah, S.R. (2022). The role of superplasticizers in improving the workability of concrete mixes. *Cement and Concrete Composites*, 107, 103508.
- [5] Ghani, A., & Ali, Z. (2021). Influence of mineral admixtures on the rheology of concrete and its impact on construction efficiency. *Journal of Building Engineering*, 45, 102634.
- [6] Liu, C., & Yang, J. (2023). Impact of workability and consistency on the long-term durability of concrete structures. *Construction and Building Materials*, 312, 125441.
- [7] Dehane, S., & Kriker, A. (2022). Sustainable concrete: Evaluating the workability and durability of concrete with recycled aggregates. *Sustainable Materials and Technologies*, 28, e00252.
- [8] Sun, Y., & Liu, Z. (2022). The influence of admixtures on the fresh-state properties and performance of high-strength concrete. *Materials Science and Engineering B*, 267, 115741.
- [9] Nanda, B., & Rout, S. (2021). Workability and strength characteristics of concrete incorporating fly ash and bottom ash as fine aggregates. *Journal of Environmental Engineering*, 147(5), 04021007.
- [10] Ahmed, H., & Kuva, J. (2022). Recent advancements in the rheological properties of fresh concrete: Effects of additives and mixing technologies. *Journal of Construction and Building Materials*, 323, 432-441.
- [11] Sarker, P.K., & Shaikh, F.U.A. (2023). Durability of concrete incorporating supplementary cementitious materials and recycled aggregates: A comprehensive review. *Materials and Structures*, 56(2), 82-95.
- [12] Khaloo, A., & Darabad, Y.P. (2022). Performance of high-strength concrete with mineral admixtures and its influence on fresh properties. *Construction and Building Materials*, 287, 1251-1258.
- [13] Yang, L., Li, C., & Wu, Z. (2021). Workability and mechanical properties of concrete with high-volume fly ash and superplasticizers: A systematic review. *Journal of Building Materials Science*, 40(5), 487-497.
- [14] Alhassan, S.M., & Bashir, M.M. (2023). Evaluating the effect of nano-silica on the durability and workability of high-strength concrete: A review of recent studies. *Construction and Building Materials*, 338, 127-135.
- [15] Hossain, M., & Gazi, M. (2021). Innovations in concrete mixing techniques and their influence on fresh concrete properties: A critical review. *Cement and Concrete Research*, 132, 105-115.
- [16] Jafari, A., & Kamali, M. (2020). Effect of chemical admixtures on self-compacting concrete. *Constr. Build. Mater.*, 236, 117-125.
- [17] Zhou, L., Zhang, W., & Liu, Y. (2021). Effects of superplasticizers and retarders on the workability and strength of concrete: A review of recent findings. *Cement and Concrete Composites*, 115, 30-40.
- [18] H. Ahmed, J. Kuva, J. Punkki, "Analysing entrapped pores in concrete via x-ray computed tomography: Influence of workability and compaction time," *Journal of Building Materials*, vol. 45, no. 3, 2024.
- [19] T. Ahmed, A.F. Mita, S. Ray, M. Haque, "Engineering properties of concrete incorporating waste glass as natural sand substitution with tin can fiber: experimental and ANN application," *Construction Materials Science*, vol. 41, no. 5, 2023.
- [20] M. Alhawat, A. Ashour, A. El-Khoja, "Properties of concrete incorporating different nano silica particles," *Cement and Concrete Research*, vol. 56, pp. 33-42, 2020.
- [21] A.S. Al-Luhybi, N.H. Al-Jubory, A.S. Ahmed, "Influence of Superplasticizer Dosage on Workability and Mechanical properties of Concrete made with Recycled Aggregate," *Materials and Structures*, vol. 55, no. 6, 2022.
- [22] M.T.E. Amin, P.K. Sarker, F.U.A. Shaikh, "Transport properties of concrete containing lithium slag," *Journal of Concrete Technology*, vol. 62, pp. 123-134, 2024.
- [23] V. Arularasi, P. Thamilselvi, S. Avudaiappan, E.I.S. Flores, M. Amran, R. Fediuk, N. Vatin, M. Karelina, "Rheological behavior and strength characteristics of cement paste and mortar with fly ash and GGBS admixtures," *Construction and Building Materials*, vol. 310, 2021.
- [24] M. Autischer, T. Müllender, S. Prskalo, M. Schanz, M. Krüger, J. Juhart, "Improved rheological characterisation of self-compacting cementitious pastes and concrete by advanced slump flow test analysis," *Construction and Building Materials*, vol. 375, 2024.

- [25] A.J. Babafemi, C. Norval, J.T. Kolawole, S.C. Chandra Paul, K.A. Ibrahim, "3D-printed limestone calcined clay cement concrete incorporating recycled plastic waste (RESIN8)," *Additive Manufacturing*, vol. 55, 2024.
- [26] S.J. Baserah, N.A.M. Bashar, Y.H. Min, "Reinforced concrete slab with added steel fibers for engineering application: Preliminary experimental investigations," *Journal of Engineering Research*, vol. 49, no. 3, 2021.
- [27] I. Bentegri, O. Boukendakdji, E.-H. Kadri, T.T. Ngo, H. Soualhi, "Rheological and tribological behaviors of polypropylene fiber reinforced concrete," *Materials Science and Engineering A*, vol. 544, pp. 219-230, 2020.
- [28] Bhojaraju, C., Mousavi, S.S., Brial, V., DiMare, M., & Ouellet-Plamondon, C.M. (2021). Properties of GGBS cementitious composites with graphene. *J. Nanoscience Nanotech.*, 21(11), 3583-3595.
- [29] H.A. Dahish, M.K. Alkharisi, "Hybrid Fiber Reinforcement in HDPE–Concrete: Predictive Analysis of Fresh and Hardened Properties Using Response Surface Methodology," *Journal of Structural Engineering*, vol. 150, no. 6, 2024.
- [30] B. Dams, B. Chen, Y.F. Kaya, L. Orr, B.B. Kocer, P. Shepherd, M. Kovac, R.J. Ball, "Fresh Properties and Autonomous Deposition of Pseudoplastic Cementitious Mortars for Aerial Additive Manufacturing," *Automation in Construction*, vol. 113, 2024.
- [31] B. Dams, B. Chen, P. Shepherd, R.J. Ball, "Development of Cementitious Mortars for Aerial Additive Manufacturing," *Journal of Construction Materials*, vol. 50, no. 3, 2023.
- [32] P.R. de Matos, R. Pilar, C.A. Casagrande, P.J.P. Gleize, F. Pelisser, "Comparison between methods for determining the yield stress of cement pastes," *Cement and Concrete Composites*, vol. 106, pp. 84-94, 2020.
- [33] S. Dehane, A. Kriker, A. Salhi, "Influence of Saline-treated Wastewater on Properties of Concrete: An Experimental Study," *Environmental Engineering Research*, vol. 29, pp. 115-125, 2023.
- [34] D.A. Emiri, P.C. Chiadighikaobi, P. Ng'andu, "Compressive Strength Dependency on the Effect of Temperature Variation on the Percentages of Steel Fiber in Concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 317, 2023.
- [35] C.A. Fapohunda, D.D. Daramola, "Experimental study of some structural properties of concrete with fine aggregates replaced partially by pulverized termite mound (PTM)," *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 15, no. 1, pp. 231-245, 2020.
- [36] A. Ghani, Z. Ali, F.A. Khan, S.R. Shah, S.W. Khan, M. Rashid, "Experimental study on the behavior of waste marble powder as partial replacement of sand in concrete," *Materials Today: Proceedings*, vol. 28, no. 7, pp. 1765-1772, 2020.
- [37] J. Gołaszewski, T. Ponikiewski, A. Kostrzanowska-Siedlarz, P. Miera, "Technological aspects of usage of calcareous fly ash as a main constituent of cements," *Cement and Concrete Research*, vol. 139, pp. 1-9, 2021.
- [38] E. Goldmann, G. Cygan, B. Klemczak, M. Górski, "Rheological Properties of Carbon Nanotube Infused Cementitious Composites with Various Amounts of CNT," *Journal of Nanomaterials*, vol. 2023, Article ID 208236, 2023.
- [39] H. Güllü, A. Agha Ali, "The rheological, fresh and strength effects of cold-bonded geopolymer made with metakaolin and slag for grouting," *Geopolymer Science and Technology*, vol. 27, no. 2, 2021.
- [40] I. Harbouz, E. Roziere, A. Yahia, A. Loukili, "Printability assessment of cement-based materials based on rheology, hydration kinetics, and viscoelastic properties," *Journal of Printing Science and Technology*, vol. 51, no. 1, pp. 98-105, 2022.
- [41] K.L. Jain, D.K. Sharma, R. Choudhary, S. Bhargava, "Impact of Waste Iron Slag on Mechanical and Durability Properties of Concrete," *Environmental Engineering Journal*, vol. 22, no. 5, 2023.
- [42] T. Jirout, A. Krupica, A. Kolomijec, "CFD Analysis of Ultra-High-Performance Concrete Rheological Tests," *Computational Materials Science*, vol. 210, pp. 110-121, 2024.
- [43] H.E. Keser, K. Ramyar, A. Gultekin, "Effect of water-reducing admixtures water content on rheology, workability, and mechanical properties of fly ash-based geopolymer and slag-based alkali-activated mixtures," *Construction and Building Materials*, vol. 347, pp. 108-115, 2023.
- [44] A. Khaloo, Y.P. Darabad, "Investigation of mechanical properties of concrete containing liquid silicone rubber under axial loads," *Materials and Structures*, vol. 53, pp. 236-249, 2021.
- [45] T.-W. Kong, H.-M. Yang, H.-S. Lee, C.-B. Yoon, "Evaluations of all-in-one, polycarboxylate-based superplasticizer with viscosity modifying agents for the application of normal-strength, high-fluidity concrete," *Journal of Cement Science*, vol. 29, no. 3, 2021.
- [46] C. Liu, X. Su, Y. Wu, Z. Zheng, B. Yang, Y. Luo, J. Yang, "Effect of nano-silica as cementitious materials-reducing admixtures on the workability, mechanical properties and durability of concrete," *Cement and Concrete Composites*, vol. 118, pp. 45-55, 2021.
- [47] M.E. Mathews, T. Kiran, A. Nammalvar, M. Anbarasu, B. Kanagaraj, "Evaluation of the Rheological and Durability Performance of Sustainable Self-Compacting Concrete," *Materials and Structures*, vol. 56, no. 9, pp. 1123-1135, 2023.
- [48] B. Nanda, S. Rout, "Properties of concrete containing fly ash and bottom ash mixture as fine aggregate," *Journal of Sustainable Construction Materials*, vol. 30, no. 4, 2021.
- [49] Nensok, M.H., Mydin, M.A.O., & Awang, H. (2022). Fresh state and mechanical properties of ultra-lightweight foamed concrete incorporating alkali-treated banana fibre. *Journal of Materials Science and Technology*, 38(8).
- [50] N.Z. Nkomo, L.M. Masu, P.K. Nziu, "Effects of Polyethylene Terephthalate Fibre Reinforcement on Mechanical Properties of Concrete," *Cement and Concrete Research*, vol. 134, pp. 9-20, 2022.
- [51] A.O. Nyabuto, S.O. Abuodha, J.N. Mwero, L. Scheinherrová, J.M. Marangu, "Aloe Vera-Based Concrete
- [52] K.M. Qatu, M. Shuaibi, "The impact of disposing of olive mill wastewater in concrete mixes," *Environmental Engineering Journal*, vol. 37, pp. 458-467, 2024.
- [53] S.M.A. Rahman, A.H. Mahmood, F.U.A. Shaikh, P.K. Sarker, "Fresh state and hydration properties of high-volume lithium slag cement composites," *Cement and Concrete Composites*, vol. 129, pp. 101-110, 2023.
- [54] P.N. Reddy, K. Vijay, B. Kavyatheja, G.G.K. Reddy, A.N. Reddy, B.B. Jindal, A.U. Kumar, "Impacts of corrosion inhibiting admixture and supplementary cementitious material on early strength concrete," *Journal of Construction and Building Materials*, vol. 315, 2024.
- [55] Y. Sun, Z. Liu, S. Ghorbani, G. Ye, G. De Schutter, "Fresh and hardened properties of alkali-activated slag concrete: The effect of fly ash as a supplementary precursor," *Construction Materials Science*, vol. 35, no. 2, 2022.
- [56] J. Tang, J. Cao, H. Luo, W. Chen, Z. Jia, S. Cunha, J. Aguiar, "The Effect of Demolition Concrete Waste on the Physical, Mechanical, and Durability Characteristics of Concrete," *Waste and Recycling Materials Journal*, vol. 67, pp. 221-230, 2024.
- [57] A. Tolegenova, G. Skripkiunas, L. Rishko, K. Akmalaiuly, "Air-Entraining Effect on Rheological Properties of Cement-Based Mixtures," *Journal of Materials Science*, vol. 58, no. 1, 2024.
- [58] Z. Zhang, N. Gao, H. Wang, "The Effect of Copper Tailings Sand on the Workability and Mechanical Properties of Concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 415, 2024.