

Categoría: Congreso Científico de la Fundación Salud, Ciencia y Tecnología 2023

ORIGINAL

Behavior of self-compacting concrete with technological advances in the application of new materials and their influence on the behavior of its physical-mechanical properties - A Review

Comportamiento del concreto autocompactante con el avance tecnológico en la aplicación de nuevos materiales y su influencia en el comportamiento en sus propiedades Físico -Mecánicas - Una Revisión

Colunche Idrogo Adamari Nayeli¹  , Leydi Mildred Mayta Tanta¹  , Elvia Del Carpio Alarcon¹  , Bertha Silvana Vera Barrios¹  , Alberto Cristobal Flores Quispe¹  

¹Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Cajamarca, Perú.

Citar como: Adamari Nayeli CI, Mayta Tanta LM, Del Carpio Alarcon E, Vera Barrios BS, Flores Quispe AC. Comportamiento del concreto autocompactante con el avance tecnológico en la aplicación de nuevos materiales y su influencia en el comportamiento en sus propiedades Físico -Mecánicas - Una Revisión. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias 2023; 2:535. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023535>

Recibido: 17-06-2023

Revisado: 18-08-2023

Aceptado: 20-10-2023

Publicado: 21-10-2023

ABSTRACT

Self-compacting concrete is one of the most innovative materials of the moment in the construction industry, being one of the most required due to its high resistance. In this systematic review, the behavior of self-compacting concrete with the incorporation of new materials was analyzed. The objective is to determine which material, when incorporated into self-compacting concrete, has presented a large improvement in its physical-mechanical properties in a fresh and hardened state, based on the search for documents, of which there were 50, of which the following bases stand out. digital data such as: DYNA, ELSEVIER, IOPSCIENCE, MDPI, SCIELO, SCOPUS among others. Thus, obtaining results in Spanish and English, from this, through eligibility criteria such as temporality, access, its results, its focus on the object of study, 30 were selected. Where, the following conclusion was reached, for buildings self-compacting concrete with the addition of hooked hybrid fibers and micro steel have presented better results in eliminating cracking, likewise the incorporation of ashes in self-compacting concrete at a structural level has presented great benefits in compression resistance, this is supported by research and His studies carried out on the properties in the fresh state such as workability and in the hardened state improving resistance to compression and bending.

Keywords: Self-Compacting Concrete, Sustainable Materials; Steel Fibers; CO₂; Rice Husk Ash; Recycled Material.

RESUMEN

El concreto autocompactante uno de los materiales más novedosos del momento en la industria de la construcción siendo uno de los más requeridos por sus altas resistencias. En esta revisión sistemática se analizó el comportamiento del concreto autocompactante con la incorporación de nuevos materiales. El objetivo es determinar, qué material al ser incorporado al concreto autocompactante ha presentado mejora en gran magnitud en sus propiedades físico-mecánicas en estado fresco y endurecido, esto en función a la búsqueda de documentos que fueron 50 de los cuales destacan las siguientes bases de datos digitales como: DYNA, ELSEVIER, IOPSCIENCE, MDPI, SCIELO, SCOPUS entre otras. Obteniendo así, resultados en idioma español e inglés, a partir de ello, mediante criterios de elegibilidad como temporalidad, acceso, sus resultados, su enfoque en el objeto de estudio, se seleccionó 30. Donde, se llegó a la siguiente conclusión, para edificaciones el concreto autocompactante con adición de fibras híbridas enganchadas y micro acero, han presentado mejores resultados eliminando la fisuración, así mismo la incorporación de cenizas en el concreto autocompactante a nivel estructural ha presentado grandes beneficios en la resistencia a compresión, esto sustentado según las investigaciones y sus estudios realizados en las propiedades en estado fresco como la trabajabilidad y en estado endurecido mejorando la resistencia a compresión y flexión.

Palabras clave: Concreto Autocompactante; Materias Sostenibles; Fibras de Acero; CO₂; Ceniza de Cáscara De Arroz; Material Reciclado.

INTRODUCCIÓN

El concreto autocompactante es uno de los más innovadores del mercado en la industria de la construcción, en sus inicios se desarrolló por la necesidad de escasez de mano de obra calificada, como resultado ahora tenemos una construcción rápida, bajos niveles de ruido y reducción de mano de obra.⁽¹⁾ El origen del concreto autocompactante es en 1986 por Okamura, Ozawa y Maekawa que proponen un concreto que se compacte y pueda llegar a todas las partes del encofrado por la acción de su propio peso, en su investigación demuestran que para obtener una buena fluidez es necesaria la variación de la relación agua - cemento y para no variar la viscosidad se emplea aditivos superplastificantes.⁽²⁾

El uso del concreto es indispensable para fines de construcción alrededor del mundo. Su utilidad ha aumentado en las últimas décadas hasta los 4 200 millones de toneladas a nivel mundial y alcanza los 14.000 millones de metros cúbicos. Así mismo, una tonelada de CO₂ se libera al producir una tonelada de cemento Portland ordinario.⁽³⁾ El proceso de fabricación del cemento da como resultado una excesiva liberación de CO₂ que aporta al 4-7 % de la emisión total,⁽⁴⁾ la elaboración de cemento es una de las actividades más contaminantes, por cada 1 000 g de cemento se producen alrededor de 900g de dióxido de carbono.⁽⁵⁾

La noción de buscar un crecimiento sostenible cada vez se desarrolla en mayor magnitud en la sociedad moderna,⁽⁶⁾ la variación en la industria de fabricación de cemento y el concreto es mayor conforme a las investigaciones halladas porque se requiere reducir las emisiones de CO₂,⁽⁷⁾ la bioenergía satisface el uso de recursos naturales reciclados como sustitución del cemento con puzolana por desechos agrícolas y otros materiales biomasados.⁽⁸⁾

Investigadores incluyen una amplia variedad de materiales en los cuales se encuentran subproductos como la mazorca de maíz,⁽⁹⁾ ceniza bagazo,⁽¹⁰⁾ ceniza de cascarilla de arroz,⁽¹¹⁾ y ceniza de hierba de elefante.⁽¹²⁾

El uso de los subproductos industriales y agrícolas se pueden incluir mediante el uso de hidróxidos alcalinos y silicatos que accionan una alternativa conveniente capaz de mitigar la contaminación del entorno,⁽¹³⁾ la quema de los residuos agrícolas en campos da como resultado una ceniza con una

alternativa y fuente de 50 % de sílice debido a la combustión del elemento, las cenizas más utilizadas han sido la ceniza de mazorca de maíz, ceniza de gabazo de caña de azúcar, ceniza de paja de trigo, ceniza de cáscara de arroz provenientes de residuos agrícolas,⁽¹⁴⁾ el uso de los residuos agrícolas como sustitución del cemento ayudará a la gestión de desechos, reducir las emisiones de CO₂ por la quema descontrolada de los residuos agrícolas, además las cenizas poseen un bajo valor económico dando grandes beneficios para la industria de la construcción y menores costos.^(15,16,17,18)

Actualmente, uno de los eventos más relevantes son los desastres naturales, especialmente los movimientos sísmicos que afectan significativamente a los edificios y causan daños importantes y en ocasiones irreversibles a las estructuras. Esto ha llevado a situaciones críticas y pérdidas económicas en muchos países del mundo. El Perú es uno de los países más propensos a este tipo de movimientos.⁽¹⁶⁾ Seismic Vulnerability utiliza sus datos para identificar estructuras que no tienen propiedades óptimas, sugiriendo así soluciones mejoradas o tomando decisiones para cambiarlas. Si el acceso a la información es fácil se pueden tomar decisiones intermedias e incluso comparar resultados con estructuras de características similares.⁽¹⁷⁾ Es necesario cambios e innovación para involucrar al capital humano, utilizando herramientas de gestión basada en competencias para monitorear la construcción y determinar el nivel de riesgo de los edificios existentes para abordar los desafíos actuales.^(18,19,20,21)

Uno de los mayores problemas en el concreto autocompactante es la fisuración ante cualquier movimiento sísmico, es por ello por lo que dentro de la nueva tecnología del concreto implica conocimientos científicos que son justificados mediante la aplicación de fibras. La investigación representa una mezcla del concreto autocompactante con la incorporación de macro y microfibras del material de polipropileno.⁽²⁾

En el marco que se investigan el efecto de las fibras tenemos el uso de fibras de acero que modifican las propiedades físicas-mecánicas del concreto autocompactante. Para dichos estudios se plantearon ensayos de la resistencia a la compresión, velocidad de pulso ultrasónico, martillo de rebote, permeabilidad, tenacidad y resistencia al impacto. El resultado indica que de acuerdo con el aumento de la relación de la fibra de acero la trabajabilidad disminuye, la resistencia a compresión en sus seis probetas tiene variación, la resistencia a la flexión aumenta la tenacidad, la resistencia a la tracción dividida, la resistencia al impacto, los resultados de la velocidad ultrasónica aumentan y la permeabilidad disminuye.⁽¹⁹⁾

Mediante la búsqueda de documentos académicos, esta revisión sistemática ofrece los datos más relevantes de cada material en el mercado que ha sido incorporado en el Concreto Autocompactante, esto con la finalidad de demostrar una mejora en sus propiedades, eliminando la tendencia a fisurarse y obteniendo un beneficio medioambiental.

La revisión sistemática tiene como objetivo estudiar y actualizar los conocimientos acerca de los nuevos materiales del concreto autocompactante. A consecuencia del objetivo, se realizó un exhaustivo análisis de la literatura científica sobre investigaciones del tipo teóricas y empíricas, la cual a partir de la búsqueda de información

METODOLOGÍA

Esta investigación de literatura presenta una revisión del tipo sistemática (RS),^(20,22,23,24) las revisiones sistemáticas son esenciales para recopilar información precisas y fiables, además de ser relacionadas con la eficacia y la seguridad de las investigaciones. Por tal motivo, la búsqueda de la información se encontró y se realizó la revisión de 50 artículos de investigación científica, de los cuales se seleccionó 30 mediante criterios que van de acuerdo con el objeto de estudio de la investigación.

La búsqueda de información se realizó en la última semana del mes de marzo del 2023. La recolección de información se desarrolló en una ficha bibliométrica de Excel que incluye base de datos, autor, título, revista de publicación, resumen, resultados y conclusiones. Además, los artículos seleccionados en esta revisión están en función de los siguientes criterios:

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios	Inclusión	Exclusión
1°	Temporalidad Entre los años del 2018-2023	Aquellos que no pertenezcan al 2018-2023
2°	Acceso Abierto	Aquellos documentos que su acceso se Pagado o Cerrado
3°	Resultados Tiene resultados	No tiene resultados
4°	Relevancia del estudio Aquellos que la información que contengan sea específica en el ámbito de la investigación y este claro el objeto de estudio.	Aquellos que la información que contienen no es específica.

Nota: Los criterios empleados se tomaron en cuenta a la información escasa encontrada

Análisis de la revisión de la literatura científica

Es importante mencionar que los documentos seleccionados para la investigación cumplieron con la incorporación de un nuevo material para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto autocompactante, tiene que ser del tipo cuantitativo, debe tener resultados experimentales, presente conclusiones específicas al objeto de estudio.

RESULTADOS

En este capítulo evidenciaremos los documentos que fueron más importantes en la investigación bibliográfica, son un total de 50 fuentes consultadas entre una variedad de revistas académicas que mencionamos dentro de la metodología, logrando esquematizar de la siguiente forma:

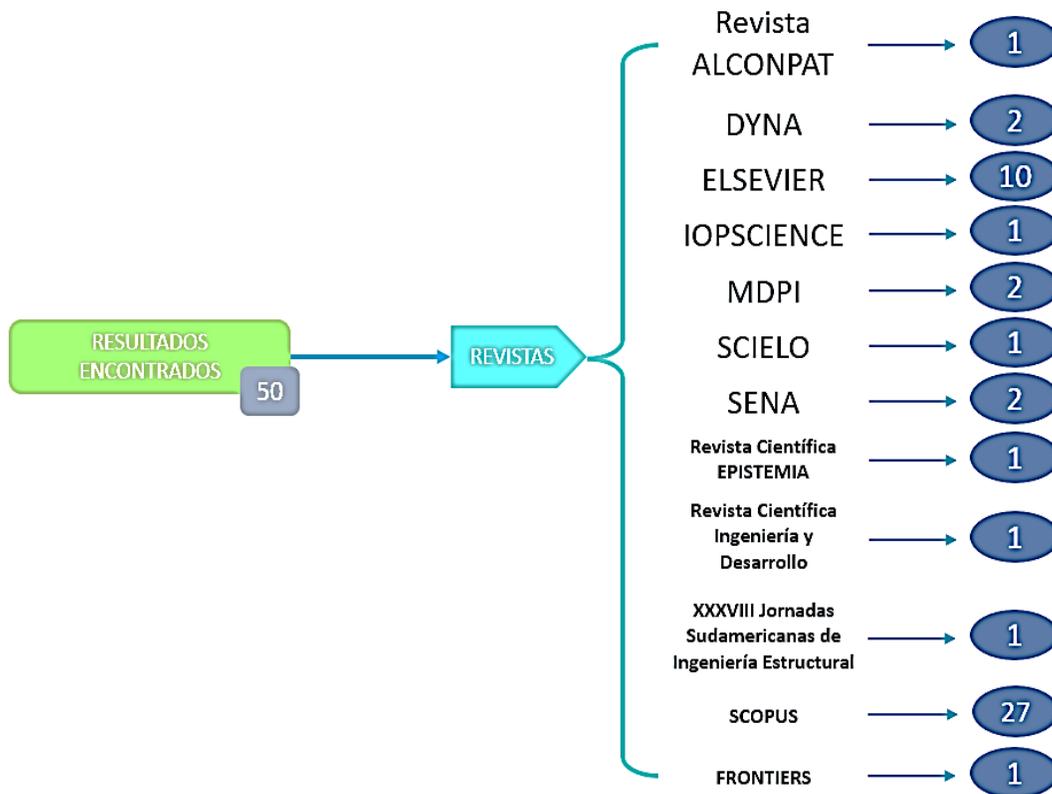


Figura 1. Resultados generales encontrados clasificados según la base de datos

El análisis por año de publicación se presenta a continuación en la figura 2, donde se evidencia que los años con mayores investigaciones acerca de los nuevos materiales que se han incorporado al concreto autocompactante son el 2020, 2022 y 2023, siendo el 2022 con mayores resultados que los anteriores.



Figura 2. Análisis de artículos por año de publicación

El análisis por el objeto de estudio con respecto al concreto autocompactante, revela que el 40 % ha incorporado adición de materiales de origen natural, reciclada y/o ceniza de la cual se incluye materiales biomasados y residuos de demolición, el 28 % relacionados con las fibras de acero y su comportamiento, además se reveló que el 12 % involucra documentos que han incorporado fibras sintéticas, el 10 % con la adición de aditivos, el 6 % tiene un enfoque a la vulnerabilidad sísmica y contaminación ambiental en las infraestructuras. Finalmente, el 4 % restante tiene la propuesta del uso de concreto autocompactante como tema general y su uso en edificaciones.

Tipo	Descripción: Concreto autocompactante con adición de:	Total, de datos buscados	% del total de datos buscados	Total, de datos seleccionados mediante los criterios expuestos en metodología	% del total de datos seleccionados mediante los criterios expuestos metodología
1	Fibra reciclada, de origen natural o ceniza	20	40	12	24
2	Fibras de acero	14	28	9	18
3	Fibras sintéticas	6	12	3	6
4	Aditivo	5	10	2	4
5	Enfoque a la vulnerabilidad sísmica y contaminación ambiental en la industria de la construcción	3	6	2	4
6	Propuestas de concreto autocompactante en construcción	2	4	2	4
Total, de artículos encontrados		50	100	30	60

De todos los artículos, el 88 % son investigaciones empíricas y el 12 % son revisiones teóricas. El 88 % de los estudios empíricos está distribuido de acuerdo con el material principal incorporado al concreto autocompactante entre el: 36 % con fibra reciclada, de origen natural o ceniza, el 24 % de fibras de acero, el 12 % de fibras sintéticas, el 8 % con adición de aditivo, el 4 % en el enfoque a la vulnerabilidad sísmica y contaminación ambiental en la industria de la construcción y finalmente el 4 % en las propuestas de concreto autocompactante en construcción. Para los estudios teóricos está distribuido el 12 % en: el 4 % de fibra reciclada y de origen natural y en acero, el 2 % de las investigaciones en aditivo y enfoque a la vulnerabilidad sísmica y contaminación ambiental en la industria de la construcción. De los cuales se ha elegido solo resultados empíricos, ya que realizan pruebas de laboratorio en función a la hipótesis de estudio de cada artículo revisado. El siguiente gráfico lo muestra de manera resumida:

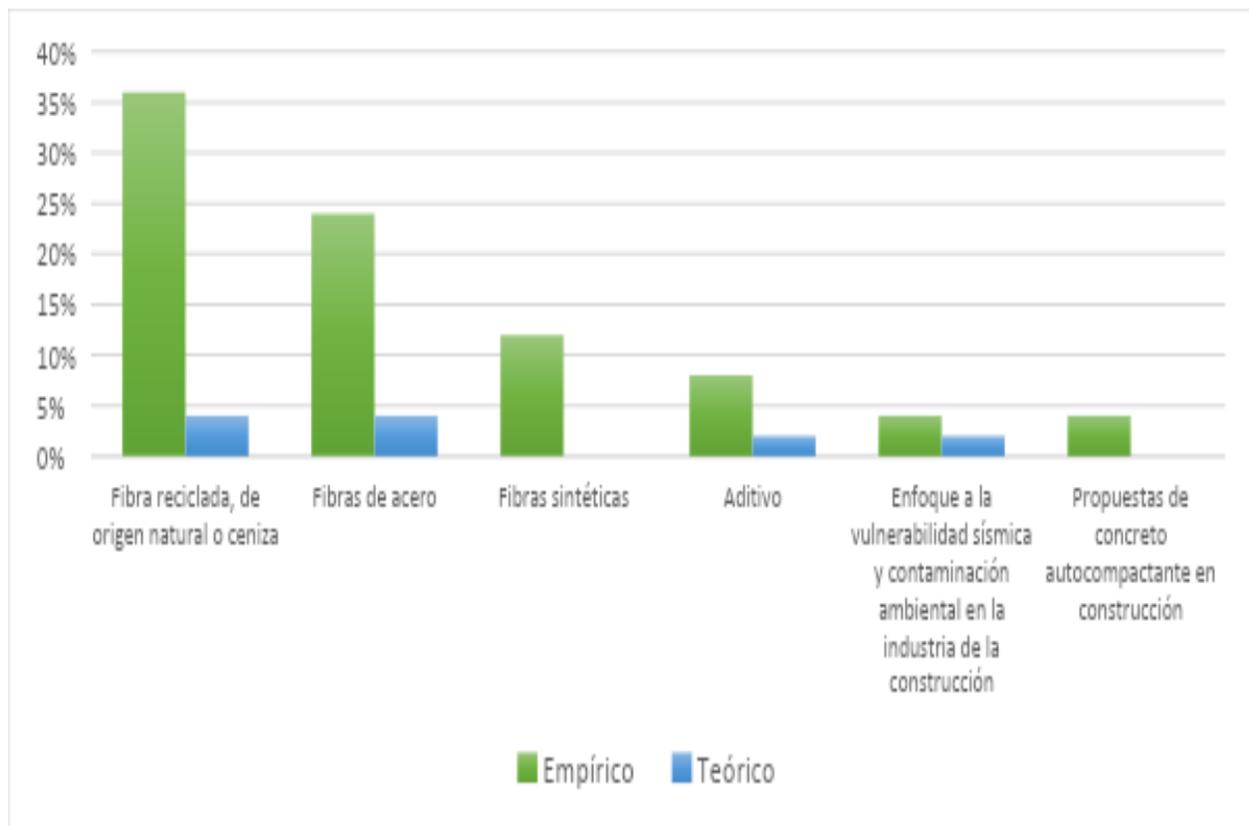


Figura 3. Tabla de documentos según el tipo de estudio

El análisis por idioma indica que se ha hallado el 26 % de artículos escritos originalmente en español, mientras que el 74 % están escritos en inglés. En relación, el 26 % escrito en español, el 6 % de fibra reciclada y de origen natural, el 8 % es en fibras de acero, el 4 % dentro de las fibras sintéticas, el 2 % en adición de aditivo y en el enfoque a la vulnerabilidad sísmica y contaminación ambiental en la industria de la construcción y el 4 % dentro de las propuestas de concreto autocompactante en la construcción. Del 74 % escrito en inglés: el 34 % se basa en la adición de fibra reciclada, el 20 % en fibras de acero, el 8 % tiene las fibras sintéticas y la adición de aditivo y finalmente el 4 % dentro del enfoque de la vulnerabilidad sísmica y contaminación ambiental dentro de la industria de la construcción. Veamos la siguiente figura:

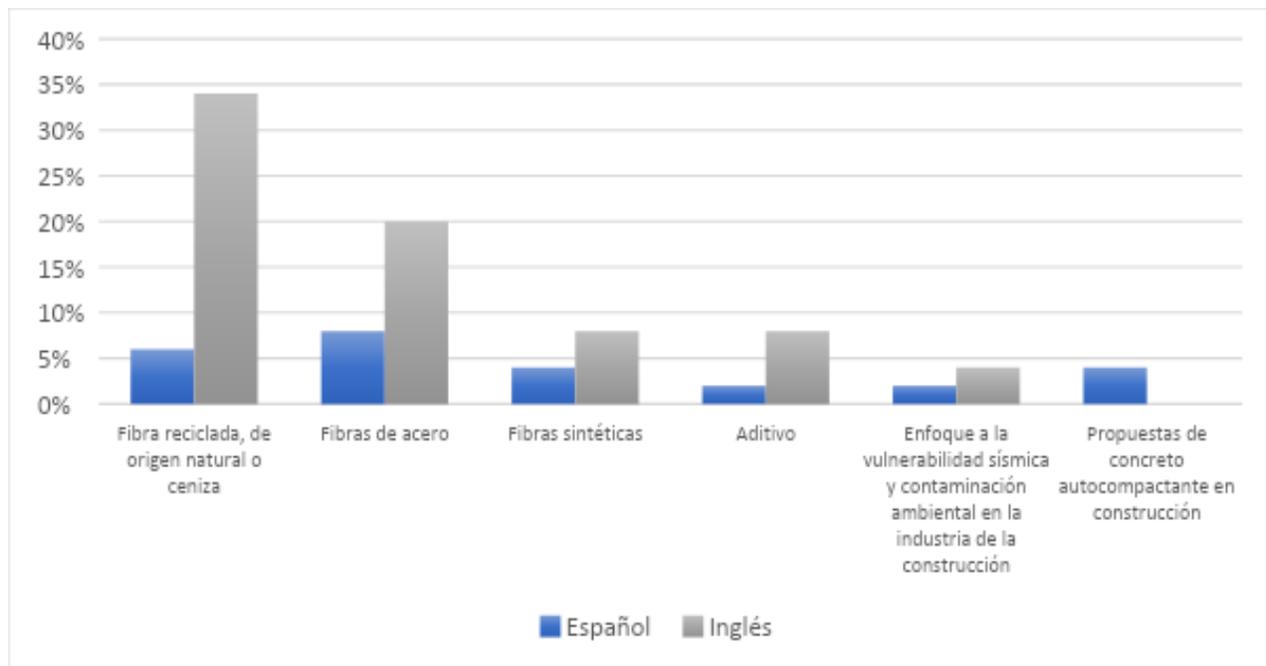


Figura 4. Análisis de documentos según el idioma

Aportaciones del concreto autocompactante con fibras sintéticas

En la presente revisión de la literatura científica, se evidencia la existencia de la incorporación de fibras sintéticas en el concreto autocompactante. Existen distintos trabajos encontrados evidenciando que el uso de fibras sintéticas está dentro del rango establecido, pero en dos investigaciones de las tres seleccionadas, se menciona que la adición de fibras a la mezcla no es necesaria ya que reduciría las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, excepto la ductilidad. Estas investigaciones indican que al agregar mayor cantidad la mezcla se vuelve inestable y la fibra reduce la expansión del estado de fluidez y en estado endurecido. (2,28,29,30,31)

Aportaciones del concreto autocompactante con fibras de acero

Los estudios incorporan nuevos materiales que buscan mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto autocompactante con fibras de acero, en relación con ello son los documentos que se ha encontrado que el uso de fibras de acero puede ayudar a mejorar las propiedades físico-mecánicas y además puede ser un buen sustituto del concreto de alta resistencia, el uso de concreto autocompactante con fibras de acero en vigas también mejora las propiedades según la investigación vista. Además, el uso de fibra de acero enganchada y micro acero presenta mejor adición y desempeño en estado fresco y endurecido. En una de las investigaciones se hace una comparación entre fibras sintéticas y fibras de acero demostrando que estas últimas presentan mayor resistencia a la flexión, en su comparación, debido a que las fibras de acero son capaces de aumentar la resistencia, disminuir las fisuras, aumentar la durabilidad, además de ser capaz de presentar un elevado nivel de fluidez para su puesta en obra, dando así una solución a los problemas presentados por el concreto autocompactante en base a su baja resistencia a flexión. (21,24,29,30)

Aportaciones del concreto autocompactante con aditivos

La incorporación de distintos tipos de aditivos en la elaboración del concreto autocompactante ha evidenciado que existen resultados satisfactorios usando aditivos superplastificantes que reducen el agua y se usan para mejorar las propiedades del concreto autocompactante. (1,19,31,32,33,34)

Aportaciones del concreto autocompactante con fibra reciclada y de origen natural

Los aportes respecto a los materiales que modifiquen las propiedades del concreto autocompactante como los que son de origen natural o reciclado nos indican que se ha logrado evidenciar que el uso de fibras Pet afecta considerablemente la resistencia a compresión, ya que, si hay mayor porcentaje de fibra Pet la mezcla es más densa y disminuya la fluidez, pero en una proporción adecuada cumple con los parámetros mínimos requeridos. Mientras que el concreto con adición de ceniza de volante, escorias, cal, modifica las propiedades, algunas las aumenta y otras disminuye, pero igual que el anterior se puede llegar a los requerimientos mínimos solicitados. Además, en la mayoría de las investigaciones que emplearon ceniza de materiales biomasados certifican que se obtuvo un aumento de la resistencia a compresión en las primeras edades del concreto autocompactante, esto por la presencia de silicato di cálcico o tricálcico. Finalmente, la investigación que más ha llamado la atención es la de uso de residuos de albañilería como sustituto del cemento en la elaboración de concreto autocompactante, que nos señala que, si cumple con los requisitos de trabajabilidad, buena capacidad de relleno, y permeabilidad. Los siguientes trabajos certifican lo antes mencionado.^(8,9,10,11,22,23)

Aportaciones del concreto autocompactante en edificaciones

Finalmente, la investigación se centra en el uso del concreto autocompactante en edificaciones, porque se pretende sustentar por qué su comportamiento es mejor que al concreto tradicional. La evidencia que el uso de concreto autocompactante en la construcción de edificaciones es muy útil, ya que se elimina el uso de más equipos como vibradores o trituradoras, reducimos la contaminación acústica, los costos de reciclaje y los desechos, se agrega valor a la imagen de la empresa con procedimientos de proceso actuales, costos de construcción y protección del medio ambiente.^(24,35,36,37,38)

DISCUSIÓN

La incorporación de nuevos materiales al concreto autocompactante que mejore las propiedades físico-mecánicas implica obtener resultados certeros que varíen en gran magnitud dichas propiedades. Además, la tecnología del concreto involucra las investigaciones en función de adición de materiales que sean fácil de adquirir y económicos.

La revisión sistemática alcanzó a encontrar 50 documentos, donde 30 cumplen con los criterios de selección elegidos para esta investigación. La búsqueda se efectuó en el periodo 2018-2023, con ello se evidencia que no todos los materiales que se incorporan al concreto autocompactante aumentan las propiedades de dicho material, es necesario enfocarse en el material que mejores resultados ha tenido, el aspecto económico de su preparación y que su uso sea indispensable en la industria de la construcción.

Como primer enfoque en los nuevos materiales incorporados al concreto autocompactante son los que tienen fibras de acero, estos son capaces de aumentar la resistencia a compresión y a flexión del concreto autocompactante en estado endurecido, pero disminuye la trabajabilidad y la fluidez si se adiciona en una proporción desmedida la fibra. Las fibras de micro acero y fibras híbridas enganchadas de acero mejoraron el desempeño en estado fresco y endurecido del concreto autocompactante sustentado por un modelo de regresión desarrollado, dando como resultados para la combinación de 0,4 % y 0,10 % en volumen de acero de gancho mixto y micro acero respectivamente, para un Concreto Autocompactante de 60 y 80 MPa se tiene que la resistencia a la compresión aumentó en 7,89 % y 2,90 %, la resistencia a la tracción dividida en un 87,12 % y un 79,65 % respectivamente, la resistencia a la flexión ha mejorado en un 85,74 % y un 128 %.⁽²⁶⁾ Además, el concreto con fibra de acero puede ser un buen sustituto del concreto de alta resistencia.^(25,39,40,41,42)

Seguidamente, tenemos al concreto autocompactante con adición de fibra sintética, el cual, evidencia que estas fibras reducen las propiedades del concreto autocompactante a excepción de la ductilidad, indicando así, que cuanto mayor es la cantidad de fibra la mezcla se vuelve inestable, es así que según lo indicado en el capítulo de resultados el CAC con adición de fibra sintética, no cumplió con la prueba

de flujo T50 , la prueba del anillo J y el índice de estabilidad del CAC sin fibra se calificó como muy estable para el CAC con fibra se clasificó como inestable, además en las pruebas en estado endurecido en la resistencia a compresión se demostró que reduce de 30MPa a 16,7MPa.^(2,43,44,45,46)

El aditivo utilizado en la mezcla puede ser un superplastificante a base de policarboxilato, ideal para concretos de alto desempeño y concreto proyectado no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión de acero.⁽¹⁾

La alternativa capaz de mitigar la contaminación del ambiente es mediante el uso de hidróxidos alcalinos y silicatos,^(13,47,48,49) mediante la quema de residuos agrícolas se puede producir hasta un 50 % de sílice.^(14, 50,51,52,53,) La resistencia a la compresión del concreto aumenta con el tiempo de curado y reduce a medida que se incrementa la proporción de mezcla de mazorca de maíz y ceniza de aserrín.^(6, 54,55,56) Añadir ceniza de cáscara de arroz en el concreto autocompactante aumenta la resistencia a la compresión hasta un 15 % de valor de reposición ^(6,57,58,59) y la combinación porcentual de ceniza de maíz y ceniza de tallo de girasol aumenta hasta un 10 % para obtener una mayor ganancia de resistencia.^(27,60,61)

CONCLUSIONES

En resumen, este estudio pretende aportar hallazgos de los últimos cinco años sobre los nuevos materiales que se han incorporado al concreto autocompactante en edificaciones, se ha tenido en cuenta encontrar que tipo de material es el que mejor resultados a tenido según las investigaciones descritas.

Las fibras de acero presentan a lo largo de la revisión mejores resultados en las propiedades mecánicas, ya que brindan anclaje al CAC, además de ser capaz de disminuir las fisuras, aumentar la durabilidad, presentar un elevado nivel de fluidez para su puesta en obra, dando así una solución a los problemas del concreto autocompactante en base a su baja resistencia a flexión y tracción.

La adición de material biomasado específicamente ceniza es una de las investigaciones que tiene mayor relevancia, ya que ha logrado aumentar la resistencia del concreto autocompactante de manera significativa.

Las investigaciones acerca del Concreto Autocompactante que mayor porcentaje de artículos tienen, es la que incorpora fibra reciclada y de origen natural en un 40 %, siguiendo las de fibra de acero en un 28 %, haciendo de estas según los resultados vistos ideales para su estudio, enfocándose en el porcentaje de fibra a incorporar para que el concreto mantenga su trabajabilidad al mismo tiempo que crece su resistencia.

Para finalizar con lo propuesto, para el concreto autocompactante con fibras sintética, concreto autocompactante con aditivo, concreto autocompactante con material de residuos de construcción o de origen natural, no presentan resultados que mejoren en gran magnitud sus propiedades, sino que solo cumplen con los requerimientos mínimos de estudio.

Cabe resaltar que para trabajar con nuevos materiales en el concreto autocompactante, es necesario colocar una dosificación correcta, de lo contrario la mezcla se volverá inestable.

En la actualidad es necesario investigar más sobre la cuestión económica del concreto autocompactante con fibra de acero o sustitución parcial del agregado o cemento por ceniza y su la facilidad de producción a gran escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abu Bakar, H., Kudus, S., Abbas, H., Hassan, R. Kamarudin, N. Efecto de la cáscara de arroz como reemplazo del cemento en propiedades mecánicas del concreto. *Revista de Ingeniería Mecánica*, Vol. 20(2), 91-104, 2023.

2. Ahmad J, Arbili MM, Alabduljabbar H, Deifalla AF. Concrete made with partially substitution corn cob ash: A review. *Case Stud Constr Mater* [Internet]. 2023;18(e02100):e02100. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523002802>

3. Akpınar Ö, Güler M, Yanar N. Predictores del Nivel de Actividad Física, Fatiga Física y Mental Autoinformada en Estudiantes de Ciencias del Deporte. *Apuntes Universitarios* 2023;13:1-10. <https://doi.org/10.17162/au.v13i4.1493>.

4. Alpaslan Köroğlu M, Necmettin Erbakan University. Behavior of composite self-compacting concrete (SCC) reinforced with steel wires from waste tires. *Rev Constr [Internet]*. 2019;17(3):484-98. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7764/rdlc.17.3.484>

5. Alrawashdeh A, Eren O. Mechanical and physical characterisation of steel fibre reinforced self-compacting concrete: Different aspect ratios and volume fractions of fibres. *Results Eng [Internet]*. 2022;13(100335):100335. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100335>

6. Amin MN, Khan K, Abu Arab AM, Farooq F, Eldin SM, Javed MF. Prediction of sustainable concrete utilizing rice husk ash (RHA) as supplementary cementitious material (SCM): Optimization and hyper-tuning. *J Mater Res Technol [Internet]*. 2023;25:1495-536. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S223878542301253X>

7. Arellano JF, Pineda EA, Ponce ML, Zarco A, Aburto IA, Arellano DU. Academic stress in first year students in the career of Medical Surgeon of the Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. *UNAM, 2022. Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:37-37. <https://doi.org/10.56294/mw202337>.

8. Asencios-Trujillo L, Asencios-Trujillo L, Rosa-Longobardi CL, Gallegos-Espinoza D, Piñas-Rivera L. Level of caregiver overload in patients diagnosed with stroke in a specialized hospital institution in Metropolitan Lima. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:25-25. <https://doi.org/10.56294/hl202325>.

9. Aspajo JM, García LET. Cambios en los factores asociados al ingreso a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana en el contexto de la postpandemia del COVID-19. *Apuntes Universitarios* 2023;13:52-64. <https://doi.org/10.17162/au.v13i4.1404>.

10. Auza-Santiváñez JC, Díaz JAC, Cruz OAV, Robles-Nina SM, Escalante CS, Huanca BA. Bibliometric Analysis of the Worldwide Scholarly Output on Artificial Intelligence in Scopus. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:11-11. <https://doi.org/10.56294/gr202311>.

11. Aveiro-Róbaló TR, Pérez-Del-Vallín V. Gamification for well-being: applications for health and fitness. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:16-16. <https://doi.org/10.56294/gr202316>.

12. Camargo-Pérez NR, Abellán-García J, Fuentes L. Use of rice husk ash as a supplementary cementitious material in concrete mix for road pavements. *J Mater Res Technol [Internet]*. 2023;25:6167-82. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785423015612>

13. Campos MI, Albuja DBS, Pérez SPM. Elaboration of a self-compacting concrete with drawn steel fiber. *Dyna (Medellin) [Internet]*. 2022 [citado el 18 de enero de 2024];89(224):113-22. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8694432>

14. Collar PGV, Duarte MLM, Rios S, Comelli PCV. Evaluación de la alimentación, composición corporal y rendimiento deportivo en jugadores profesionales de un club de primera división del fútbol paraguayo.

Revista científica ciencias de la salud - ISSN: 2664-2891 2023;5:1-7.
<https://doi.org/10.53732/rccsalud/2023.e5107>.

15. Comelli PCV, Galeano C. Lectura, interpretación y uso del etiquetado nutricional en la decisión de compra de adultos de un barrio de Asunción. *Revista científica ciencias de la salud* - ISSN: 2664-2891 2023;5:01-8. <https://doi.org/10.53732/rccsalud/2023.e5106>.

16. Del Carpio Delgado F, Universidad Nacional de Moquegua (Perú), Soto Chacón AR, Universidad Jose Carlos Mariategui (Peru). Analysis of the magnitude of the seismic wave's energy transferred to the foundation of a building. *ric* [Internet]. 2022;37(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7764/ric.00022.21>

17. Del Carpio Delgado F, Universidad Nacional de Moquegua (Perú), Vera Barrios BS, Universidad Nacional de Moquegua (Perú). Management Model with processes to identify seismic vulnerability in housing. *Rev Ing Constr* [Internet]. 2021 [citado el 18 de enero de 2024];38(2):282-93. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732021000300282

18. Delvasto Arjona S, Silva Urrego YF. Concreto autocompactante con materiales cementicios suplementarios de Colombia. En: Libro de Comunicaciones / Livro das Comunicações. Valencia: Universitat Politècnica València; 2018. p. 505-24.

19. Ding X, Li C, Li H, Liu Y, Shi J, Zhang Y. Prediction of the complete flexural load-deflection curve of self-compacting concrete reinforced with hook-end steel fiber. *Constr Build Mater* [Internet]. 2023;409(134003):134003. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823037212>

20. El-Nadoury WW. Eco-friendly concrete using by-products as partial replacement of cement. *Front Mater* [Internet]. 2022;9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fmats.2022.1043037>

21. Galeano R, Antúnez K, Chamorro ON, Recalde D, López R, Kallsen J, et al. Efectos adversos a las vacunas contra la COVID-19 en Paraguay en el 2021. *Revista científica ciencias de la salud* - ISSN: 2664-2891 2023;5:1-6. <https://doi.org/10.53732/rccsalud/2023.e5102>.

22. Gencil O, Nodehi M, Yavuz Bayraktar O, Kaplan G, Benli A, Gholampour A, et al. Basalt fiber-reinforced foam concrete containing silica fume: An experimental study. *Constr Build Mater* [Internet]. 2022;326(126861):126861. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822005475>

23. Gonzalez-Argote D, Gonzalez-Argote J, Machuca-Contreras F. Blockchain in the health sector: a systematic literature review of success cases. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:6-6. <https://doi.org/10.56294/gr20236>.

24. Gonzalez-Argote J. A Bibliometric Analysis of the Studies in Modeling and Simulation: Insights from Scopus. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:5-5. <https://doi.org/10.56294/gr20235>.

25. Gonzalez-Argote J. Analyzing the Trends and Impact of Health Policy Research: A Bibliometric Study. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:28-28. <https://doi.org/10.56294/hl202328>.

26. Gül MD, Costu B. Investigating the difficulty level of multimodal representations used by science teachers of gifted students. *Apuntes Universitarios* 2023;13:65-87. <https://doi.org/10.17162/au.v13i4.1473>.

27. Herencia Q, Fano G, Lara W. Análisis experimental de concreto autocompactable con fibras sintéticas. 2018 [citado el 18 de enero de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/173360>

28. Horta GAH, García ZG, Paredes A de P. Ethics in the professional practice of imaging specialists. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:39-39. <https://doi.org/10.56294/mw202339>.

29. Jarolin DM, Samudio M, Torres E, Jarolin M, Taboada V, Sánchez L. Características clínico-epidemiológicas de pacientes fallecidos por COVID-19 en un hospital de referencia en Paraguay entre enero de 2021 a julio de 2022. *Revista científica ciencias de la salud - ISSN: 2664-2891* 2023;5:1-6. <https://doi.org/10.53732/rccsalud/2023.e5101>.

30. Kočí V, Petříková M, Fořt J, Fiala L, Černý R. Preparation of self-heating alkali-activated materials using industrial waste products. *J Clean Prod* [Internet]. 2020;260(121116):121116. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965262031163X>

31. Kumar SS, Rithuparna R, Senthilkumar R, Bahurudeen A. Cleaner production of waste-derived alkali activators from industrial and agricultural by-products for sustainable alkali activated binders. *Constr Build Mater* [Internet]. 2023;391(131824):131824. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823015374>

32. Leon E, Rodriguez C, Martínez MDC, Ron M. Hearing injuries due to atmospheric pressure changes in air and water survival training instructors. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:39-39. <https://doi.org/10.56294/hl202339>.

33. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *PLoS Med* [Internet]. 2009;6(7):e1000100. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>

34. Lichtensztein M, Benavides M, Galdona C, Canova-Barrios CJ. Knowledge of students of the Faculty of Health Sciences about Music Therapy. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:35-35. <https://doi.org/10.56294/mw202335>.

35. Lobato KJT, Pita DLR, Ruiz GEZ, Claudio BAM. The impact of job performance and performance on workers in northern Lima. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:30-30. <https://doi.org/10.56294/hl202330>.

36. Milián YF. Diseño de curso de superación de postgrado sobre Nefrología Neonatal. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:85-85. <https://doi.org/10.56294/cid202385>.

37. Milián YF. Proyección social de la Farmacología desde la educación médica. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:84-84. <https://doi.org/10.56294/cid202384>.

38. Nawaz W, Elchalakani M, Yehia S, Yang B, Guo X. Shear strengthening performance of fiber reinforced lightweight SCC beams. *Structures* [Internet]. 2023;58(105563):105563. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235201242301651X>

39. Pacheco ML, Sánchez OL. Affected Mexico human papillomavirus vaccine: a proposal for collective health care. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:99-99. <https://doi.org/10.56294/cid202399>.

40. Pérez-Hernández G, Téllez NR, C JJR, S LGL, L OG. Use of videos as a method of learning in social service projects. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:100-100. <https://doi.org/10.56294/cid2023100>.

41. Prieto YN, Sánchez GAR, García AP. The discipline of Medical Psychology in the ethical-humanistic education of medical students. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:42-42. <https://doi.org/10.56294/mw202342>.

42. Publications . EFNARC. Disponible en: <https://efnarc.org/publications>

43. Quintana-Honores M, Corvalán P, Gironda-Gurán J. Family integration and skin-to-skin contact with the newborn favors the recovery of the hospitalized patient: experiences of its implementation in an Obstetric Critical Care Unit. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:33-33. <https://doi.org/10.56294/hl202333>.

44. Raman V, Philip N, Baven N. The self healing effect on bacteria enriched steel fiber reinforced SCC. *Ing Investig* [Internet]. 2021;42(2):e87120. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/ing.investig.87120>

45. Ramkumar, Rajkumar K. Impact of hybrid steel fibres on fresh and mechanical properties of Self-compacting concrete. *Case Stud Constr Mater* [Internet]. 2022;17(e01274):e01274. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01274>

46. Rodríguez RD, Heredia RH, Imbert IC, Orphee RO. Historical analysis of the formation of professional skills in the Bachelor's degree in Nursing. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:41-41. <https://doi.org/10.56294/hl202341>.

47. Romero-Carazas R. Prompt lawyer: a challenge in the face of the integration of artificial intelligence and law. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:7-7. <https://doi.org/10.56294/gr20237>.

48. Şanal A, Ozen G. Analysis of Physical Performance Parameters According to Playing Positions of Amputee Football Players. *Apuntes Universitarios* 2023;13:41-51. <https://doi.org/10.17162/au.v13i4.1463>.

49. Santhosh KG, Subhani SM, Bahurudeen A. Recycling of palm oil fuel ash and rice husk ash in the cleaner production of concrete. *J Clean Prod* [Internet]. 2022;354(131736):131736. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965262201349X>

50. Şerbănoiu AA, Grădinaru CM, Muntean R, Cîmpoescu N, Şerbănoiu BV. Corn cob ash versus sunflower stalk ash, two sustainable raw materials in an analysis of their effects on the concrete properties. *Materials (Basel)* [Internet]. 2022;15(3):868. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ma15030868>

51. Sharma N, Sharma P, Parashar AK. Incorporation of silica fume and waste corn cob ash in cement and concrete for sustainable environment. *Mater Today* [Internet]. 2022; 62:4151-5. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322028437>

52. Sobuz MHR, Saha A, Anamika JF, Houda M, Azab M, Akid ASM, et al. Development of self-compacting concrete incorporating rice husk ash with waste galvanized copper wire fiber. *Buildings* [Internet]. 2022;12(7):1024. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/buildings12071024>

53. Sotnikova Y, Nazarova G, Churkin A, Baliashni V. The essence and peculiarities of the implementation of the concept of flexicurity in Ukraine. *Apuntes Universitarios* 2023;13:88-98. <https://doi.org/10.17162/au.v13i4.1490>.

54. Soto HSB. Of the virtual as a promotor of interpretations in the acting of the contemporary subject. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:102-102. <https://doi.org/10.56294/cid2024102>.

55. Tablada RH. The evolution from the diagnosis of death to encephalic death. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:41-41. <https://doi.org/10.56294/mw202341>.

56. Vargas V, Cuellar MÁ, Fresco M del P, Arrom C, Suhurt CMA, Suhurt MAA. Privación de libertad, riesgo suicida y depresión en mujeres de una penitenciaría. *Revista científica ciencias de la salud - ISSN: 2664-2891* 2023;5:01-7. <https://doi.org/10.53732/rccsalud/2023.e5104>.

57. Vargas-Luque AL, Del Carpio Delgado F. Aplicación de la vibración ambiental a la información física de las construcciones para determinar la vulnerabilidad sísmica. *Ciencia Latina* [Internet]. 2021 [citado el 18 de enero de 2024];5(2):2033-48. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/415>

58. Vembu PRS, Ammasi AK. Eco-efficiency evaluation of sustainable self-compacting concrete using magnesite mine waste. *Case Stud Constr Mater* [Internet]. 2024;20(e02765):e02765. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523009464>

59. Wang P, Liu H, Guo H, Yu Y, Guo Y, Yue G, et al. Study on preparation and performance of alkali-activated low carbon recycled concrete: Corn cob biomass aggregate. *J Mater Res Technol* [Internet]. 2023; 23:90-105. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785422020531>

60. Wasim M, Abadel A, Abu Bakar BH, Alshaikh IMH. Future directions for the application of zero carbon concrete in civil engineering - A review. *Case Stud Constr Mater* [Internet]. 2022;17(e01318):e01318. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522004508>

61. Zandi P, Rahmani M, Khanian M, Mosavi A. Agricultural risk management using fuzzy TOPSIS analytical hierarchy process (AHP) and failure mode and effects analysis (FMEA). *Agriculture* [Internet].

2020 [citado el 18 de enero de 2024];10(11):504. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/11/504>

FINANCIACIÓN

Declarar fuente de financiación; caso contrario colocar “Ninguna” o “Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación”.

CONFLICTO DE INTERESES

Declarar potenciales conflictos de interés; caso contrario declarar “Ninguno” o “Los autores declaran que no existe conflicto de intereses”.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Curación de datos: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Análisis formal: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Adquisición de fondos: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Investigación: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Metodología: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Administración del proyecto: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Recursos: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Software: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Supervisión: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Validación: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Visualización: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Redacción - borrador original: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.

Redacción - revisión y edición: Colunche Idrogo Adamari Nayeli, Leydi Mildred Mayta Tanta, Elvia Del Carpio Alarcon, Bertha Silvana Vera Barrios, Alberto Cristobal Flores Quispe.