

**FACULTAD DE INGENIERIA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**Influencia de conchas de abanico trituradas como
reemplazo del agregado fino en las propiedades mecánicas
del concreto: una revisión literaria**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE
BACHILLER EN INGENIERIA CIVIL**

Autor(es):

Flores Herrera Enrique Javier

(<https://orcid.org/0000-0003-4329-5155>)

Alarcon Asenjo Orlando Yahir

(<https://orcid.org/0000-0003-3593-5810>)

Docente:

PhD. Pedro Sócrates Muñoz Pérez

(<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>)

Línea de investigación:

**Tecnología e innovación en el desarrollo de la construcción y la
industria en un contexto de sostenibilidad.**

Sublínea de Investigación:

**Innovación y tecnificación en ciencia de los materiales, diseño e
infraestructura**

Pimentel – Perú

2025





DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

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

INFLUENCIA DE LAS CONCHAS DE ABANICO TRITURADAS COMO REMPLAZO DEL AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO: UNA REVISIÓN LITERARIA

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

En virtud de lo antes mencionado, firman:

| | | |
|-------------------------------|---------------|---|
| Alarcon Asenjo Orlando Yahir | DNI: 72999797 |  |
| Flores Herrera Enrique Javier | DNI: 72097614 |  |

Pimentel, 25 de enero de 2025




12% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

Dedicatoria

Con especial gratitud y profundo reconocimiento, dedicamos este trabajo de investigación a nuestros padres, cuyo amor incondicional, esfuerzo incansable y sacrificios constantes han sido la base fundamental de nuestros logros. Su apoyo inquebrantable ha sido nuestro mayor impulso en este camino. De igual manera, dedicamos este esfuerzo a todas las personas que, con generosidad y disposición, compartieron sus conocimientos y nos ofrecieron su valiosa ayuda, permitiendo que este estudio se desarrollara de manera integral y exitosa.

Agradecimiento

Manifestamos nuestro más profundo agradecimiento a nuestros padres por su constante apoyo a lo largo de esta travesía de formación académica. No podemos dejar de reconocer la influencia positiva de nuestras familias, quienes, con su aliento constante y valiosas enseñanzas, incluso en los momentos más desafiantes, nos han motivado a seguir adelante. Su apoyo incondicional ha sido un pilar esencial en nuestro camino hacia los logros académicos y profesionales.

Índice:

| | |
|---|----|
| Dedicatoria | 1 |
| Agradecimiento | 2 |
| Resumen..... | 4 |
| Abstract..... | 5 |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Realidad problemática..... | 1 |
| 1.2. Formulación del problema | 3 |
| 1.3. Hipótesis | 3 |
| 1.4. Objetivos..... | 3 |
| 1.5. Teorías relacionadas al tema | 4 |
| II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN | 5 |
| III. RESULTADOS | 5 |
| IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES..... | 8 |
| V. REFERENCIAS..... | 10 |

Resumen

Se investiga cómo la influencia de las conchas de abanico trituradas como reemplazo parcial del agregado fino en las propiedades mecánicas del concreto, con un enfoque en la sostenibilidad. La investigación demuestra que estas conchas, ricas en carbonato de calcio (CaCO_3), mejoran la resistencia a compresión, tracción y flexión del concreto, dependiendo del tratamiento previo y las proporciones utilizadas. Además, se destaca su contribución a la reducción del impacto ambiental al reutilizar desechos marinos y disminuir la dependencia de recursos naturales. Sin embargo, el estudio también identifica desafíos relacionados con la presencia de sales y materia orgánica, que pueden afectar la durabilidad del material. Se recomienda optimizar los procesos de limpieza y trituración para maximizar los beneficios de este material y fomentar su aplicación en la construcción sostenible. En esencia, el uso de conchas de abanico trituradas representa una alternativa ecológica que no solo mejora las propiedades mecánicas del concreto, sino que también promueve la economía circular en el sector de la construcción.

Palabras claves: Concreto, conchas de abanico, propiedades mecánicas del concreto, sostenibilidad.

Abstract

The influence of crushed fan shells as a partial replacement of fine aggregate on the mechanical properties of concrete is investigated with a focus on sustainability. The research demonstrates that these shells, rich in calcium carbonate (CaCO_3), improve the compressive, tensile and flexural strength of concrete, depending on the pretreatment and proportions used. In addition, their contribution to reducing environmental impact by reusing marine debris and reducing dependence on natural resources is highlighted. However, the study also identifies challenges related to the presence of salts and organic matter, which can affect the durability of the material. It is recommended that the cleaning and crushing processes be optimized to maximize the benefits of this material and encourage its application in sustainable construction. In essence, the use of crushed fan shells represents an ecological alternative that not only improves the mechanical properties of concrete, but also promotes the circular economy in the construction sector.

Keywords: Concrete, fan shells, mechanical properties of concrete, sustainability.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Manzoor et al. [1], afirman que el concreto, destacado por su resistencia y capacidad para perdurar en el tiempo, es el material fundamental en la construcción de estructuras. No obstante, para su elaboración cada año se emplean enormes volúmenes de cemento, agua y agregados naturales [2]. Sin embargo, Chung et al. [3] Sostienen que la producción de concreto tiene un alto impacto ambiental por la explotación de materias primas, el elevado consumo energético y las significativas emisiones de CO₂. A pesar de ello, Kaplan et al. [4], exponen que la producción de concreto a pesar de ser vital para la economía, impulsa la búsqueda de métodos más sostenibles en la construcción debido a su impacto ambiental [5]. En este contexto, Depaa et al. [6], Destaca la necesidad de buscar alternativas sostenibles que ayuden a reducir estos efectos negativos, de la misma manera, Tayeh et al. [7], destacan que diversas investigaciones buscan alternativas o la incorporación de materiales de desecho en mezclas de concreto, entre los cuales se encuentran las conchas marinas, cuya rápida acumulación en costas y vertederos genera un problema ambiental significativo.

Miraldo et al. [8], afirman que el desarrollo económico mundial está acelerando el agotamiento de los recursos materiales. El crecimiento poblacional y los avances en ingeniería han acelerado la demanda de construcciones [9]. Debbarma et al. [10], señalan que los agregados son esenciales para el concreto, ya que son cada vez más demandados debido al auge de nuevas construcciones. Sin embargo, Mo et al. [11], afirman que la explotación descontrolada de canteras causa hundimientos de tierra y pérdida de biodiversidad. De manera similar, Ruslan et al. [12], mencionan que la extracción incontrolada y constante de arena del río causaría un impacto negativo en su ecosistema. En este contexto, Rupasinghe et al. [13], mencionada que la incorporación de materiales sostenibles al concreto mejora sus propiedades y fomenta la sostenibilidad ambiental. Además, el reciclaje de productos de desecho para mitigar los impactos ambientales se ha convertido en un tema de interés creciente [14].

Liu et al., [15] manifiestan que la acumulación de conchas marinas, derivada de la industria pesquera, representa un desafío ambiental importante. De manera similar, Shao et al., [16]. Afirman que el almacenamiento descontrolado de conchas marinas puede causar impactos ambientales permanentes. En la misma línea de investigación, Nadakuditi et al. [17], afirman que estos desechos forman parte de la basura marina, afectando principalmente las riberas y costas diariamente [18]. No obstante, Cheng et al. [21]. Afirman que las conchas presentan características importantes como: dureza, tenacidad, resistencia, absorción y bioactividad. Además, Sadaghat et al., [19] expone que, las conchas procesadas, por su alto contenido de calcio, tienen gran potencial como material alternativo en la producción de concreto, sustituyendo agregados o actuando como aglutinante sostenible. En este contexto, la tecnología del concreto avanza hacia la sostenibilidad incorporando desechos reciclados, como conchas marinas [20]. El uso de conchas marinas en la construcción es una forma innovadora de aprovechar residuos marinos [21]. Además, esta práctica reduce la dependencia de recursos naturales y la huella de carbono en la producción de concreto [22].

En 2020, Tailandia generó 7.88 millones de toneladas de desechos mal gestionados, incluidas conchas marinas, causando graves problemas sociales y ambientales [23]. En 2013, la pesca de vieiras en el noroeste de Francia generó 15.760 toneladas de conchas mal gestionadas, representando una amenaza ambiental [24]. De igual forma, Deng et al. [25], informa que entre 2013 y 2022, la producción de conchas en China aumentó un 18.6%, pasando de 13.804 a 16.371 millones de toneladas, generando grandes cantidades de desechos que afectan significativamente a las ciudades costeras. De manera similar, Choi et al. [26], exponen que, en Corea, la generación anual de aproximadamente 300 000 toneladas de desechos de conchas de ostras ha planteado un desafío significativo en los ámbitos ambiental, social y económico. Asimismo, Martínez et al. [27], indican que la industria conservera gallega produce anualmente cerca de 25.000 toneladas de subproductos, en su mayoría conchas de mejillón sin utilizar, lo que supone un reto importante para el medioambiente.

1.2. Formulación del problema

Los problemas de salud ambiental asociados con la fabricación de cemento y agregados del concreto se deben al uso de materiales tradicionales que, aunque relativamente económicos, generan un impacto significativo debido al daño ecológico, la alteración de ecosistemas, la contaminación del aire y el alto consumo energético ligado a la explotación de recursos naturales en agotamiento, en este contexto, los materiales derivados de desechos de conchas se posicionan como una alternativa renovable y económica que no solo reduce los costos de producción, sino que también disminuye su impacto ambiental. [28]

¿Qué impacto tienen las conchas de abanico trituradas como sustituto del agregado fino en la resistencia del concreto, y qué ajustes en proporciones y procesos podrían implementarse para optimizar sus beneficios y reducir posibles inconvenientes?

1.3. Hipótesis

El uso de conchas de abanico trituradas como sustituto del agregado fino en el concreto incrementa su resistencia, disminuye la dependencia de materiales vírgenes y fomenta prácticas sostenibles en la construcción.

1.4. Objetivos

Objetivo general

- Analizar el comportamiento del concreto incorporado conchas de abanico trituradas como reemplazo del agregado fino.

Objetivos específicos

- Determinar los componentes químicos de las conchas de abanico
- Analizar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del concreto al reemplazar parcialmente el agregado fino por conchas de abanico trituradas.
- Identificar las ventajas y desventajas del concreto con incorporación de conchas marinas.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Concreto armado

El concreto armado es un material compuesto que combina concreto y refuerzos de acero, diseñados para trabajar en conjunto y soportar esfuerzos de compresión, tracción y flexión. El concreto, que resiste bien los esfuerzos de compresión, se complementa con el acero, que aporta resistencia a la tracción, formando una estructura sólida y versátil. Este sistema es ampliamente utilizado en la construcción de edificios, puentes y otras infraestructuras debido a su durabilidad, flexibilidad en diseño y capacidad de soportar cargas significativas [29].

Propiedades mecánicas del concreto

Las propiedades mecánicas del concreto armado son fundamentales para su desempeño estructural, destacando su alta resistencia a la compresión, proporcionada por el concreto, y su capacidad para resistir esfuerzos de tracción y flexión gracias al refuerzo de acero, lo que lo convierte en un material robusto, versátil y capaz de adaptarse a diversas exigencias constructivas [30].

Conchas de abanico

Las conchas de abanico son residuos orgánicos provenientes del molusco, ampliamente utilizados en investigaciones relacionadas con materiales reciclados. Por su composición principalmente calcárea, se han empleado como sustituto parcial de agregados finos en mezclas de concreto, demostrando mejoras en propiedades mecánicas como resistencia a la compresión, tracción y flexión. Su uso no solo promueve el reciclaje y la reducción del impacto ambiental, sino que también representa una alternativa sostenible en la industria de la construcción [31].

Uso de residuos de moluscos en el concreto

El uso de residuos de moluscos en el concreto consiste en incorporar materiales calcáreos provenientes de conchas trituradas como reemplazo parcial de agregados finos o cementantes. Esta práctica, orientada a la sostenibilidad, busca reducir el impacto ambiental

asociado al manejo de desechos orgánicos, al tiempo que mejora propiedades del concreto, como la resistencia a la compresión, tracción y flexión. Estudios han demostrado que estos residuos, como las conchas de abanico, pueden ser aprovechados para fabricar mezclas con características mecánicas aceptables, promoviendo la economía circular en la industria de la construcción [32].

II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En este artículo se utilizó un enfoque de investigación cualitativa documental para analizar la influencia de las conchas de abanico trituradas como sustituto del agregado fino. El proceso incluyó la búsqueda, selección y evaluación crítica de información obtenida de bases de datos como Scopus. Los datos recopilados fueron interpretados y analizados cuidadosamente, organizándose en una bitácora que permitió identificar los aspectos más relevantes. Posteriormente, se desarrolló el artículo contrastando y argumentando los hallazgos de diversas investigaciones. Además, el estudio se basó en un diseño descriptivo y una metodología con enfoque correlacional para examinar la relación entre la variable dependiente y las independientes.

III. RESULTADOS

Hasnaoui et al. [25] evaluaron la composición de las conchas de abanico, las cuales están compuestas principalmente por carbonato de calcio (CaCO_3), como se confirma mediante análisis de difracción de rayos X y termogravimetría (TG/DTG). Este material, identificado principalmente como calcita, representa la mayor proporción de su composición química, alcanzando un 61,1% en peso. Además, contienen pequeñas cantidades de óxidos como Fe_2O_3 , MgO , SO_3 y P_2O_5 . También presentan una pérdida por calcinación del 36,8%, lo cual indica la eliminación de componentes volátiles durante el calentamiento.

Varhen et al. [26] nos dicen que la composición química de las conchas de vieira está dominada por el carbonato de calcio (CaCO_3), que representa el 53,7% de su masa. También contienen una cantidad significativa de material calcinable (44,4%, pérdida por ignición),

pequeñas proporciones de sílice (SiO₂), óxido de aluminio (Al₂O₃), óxido de magnesio (MgO), óxido de hierro (Fe₂O₃), óxido de sodio (Na₂O) y óxido de potasio (K₂O). Esto confirma que son esencialmente materiales calcáreos similares a otros agregados naturales ricos en calcio

Tabla 1. Caracterización química de conchas de abanico triturada mediante fluorescencia de rayos X

| Componente | Caracterización química (%) | |
|------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | Hasnaoui et al. [25] | Varhen et al. [26] |
| SiO₂ | 0,7 | 0.1 |
| CaO | 61.1 | 53.7 |
| Fe₂O₃ | 0,1 | 0.03 |
| MgO | 0,4 | 0.18 |
| SO₃ | 0.6 | 0.32 |
| P₂O₅ | 0.17 | - |
| SrO | 0.16 | - |
| Al₂O₃ | - | 0.1 |
| Na₂O | - | 0.5 |
| K₂O | - | 0.01 |
| Pérdida de ignición | 36.8 | 44.4 |

Nota: Elaboración propia.

Kumar et al. [33] analizaron la resistencia a la compresión del concreto con reemplazo parcial de agregado fino por conchas marinas trituradas (CM) en proporciones del 10%, 20% y 30%, comparándola con el concreto convencional. A los 7 y 14 días, el concreto convencional obtuvo resistencias de 442.31 y 496.39 kg/cm², respectivamente. Con un 10% de CM, la resistencia fue de 456.32 y 514.24 kg/cm², con un 20% alcanzó 465.60 y 516.18 kg/cm², y con un 30% logró 488.91 y 487.12 kg/cm². El reemplazo óptimo fue del 20%,

mejorando un 3.99% la resistencia a los 14 días en comparación con el concreto convencional.

Tayeh et al. [34] evaluaron el uso de cenizas de conchas marinas, obtenidas al moler y quemar conchas de almejas bivalvas, como reemplazo parcial del cemento en proporciones del 5%, 10%, 15% y 20%. Los resultados demostraron que un reemplazo del 5% mejora ligeramente la resistencia a compresión a los 28 y 90 días, siendo superior al concreto convencional. Además, la resistencia a tracción aumentó notablemente al sustituir entre un 5% y un 10% del cemento, con mejores resultados a los 7 y 28 días. Esto sugiere que el uso de conchas marinas podría ser una alternativa viable y sostenible en la producción de concreto.

Ramasubramani et al. [35] investigaron la viabilidad de utilizar conchas trituradas en concreto sostenible de grados M35, M40 y M45, con reemplazos del 5% al 50%. A los 28 días, la resistencia a compresión del concreto M40 aumentó hasta un 34.88% al agregar un 35% de conchas, alcanzando 414.00 kg/cm². En tracción, el concreto M45 con 50% de conchas alcanzó 54.55 kg/cm², apenas un 5.31% menor que el patrón (57.61 kg/cm²). En flexión, el concreto M45 con 45% de conchas superó ligeramente al control, con un incremento del 1.98%. Estos resultados respaldan el potencial de las conchas como alternativa sostenible en la construcción.

Varhen et al. [36] evaluaron el uso de conchas peruanas trituradas como agregado fino en concreto con reemplazos del 0%, 5%, 20%, 40% y 60%. A los 28 días, el reemplazo óptimo fue del 5%, con un aumento del 6.53% en resistencia a compresión frente al concreto patrón, mientras que a los 90 días fue del 20%, con un incremento del 5.34%. En tracción, a los 28 días, el reemplazo del 20% mejoró la resistencia en un 14%. Estos resultados destacan que las conchas trituradas, previamente lavadas, son un material viable para la construcción sostenible como agregado fino.

Tabla 2. Ventajas del concreto con incorporación de conchas marinas

| Fuente | Ventajas del concreto con incorporación de conchas marinas |
|----------------------|---|
| Figueroa et al. [37] | Proporciona mejoras en la resistencia a la compresión del concreto. |
| Mo et al. [38] | Su composición química, similar a la piedra caliza, aporta calcio útil para materiales cementicios. |
| Li et al. [39] | Se presenta una mejora en la sostenibilidad del concreto. |
| Martinez et al. [40] | El proceso de tratamiento de las conchas, como el triturado y calcinado, tiene un bajo consumo energético en comparación con la producción de algunos materiales tradicionales. |
| Foti & Cavallo [41] | Reduce cantidad de agregados finos |

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3. Desventajas del concreto con incorporación de conchas marinas

| Fuente | Ventajas del concreto con incorporación de conchas marinas |
|--------------------------|--|
| Ten et al. [42] | Se requieren tratamientos adecuados (limpieza, trituración y calcinación) para mejorar su desempeño y minimizar problemas como la presencia de sales o impurezas. |
| Ruiz et al. [43] | En algunos casos, las conchas incrementan la porosidad del concreto, lo que puede facilitar la penetración de agua y reducir la durabilidad del material |
| Eziefula et al. [44] | Las conchas contienen cloruros, sulfatos y materia orgánica que pueden interferir en el proceso de hidratación del cemento, afectar la adherencia entre el agregado y la matriz, y reducir la durabilidad del concreto |
| Villarrial & Farfán [45] | Aunque las conchas pueden mejorar algunas propiedades a porcentajes bajos de reemplazo, su uso a niveles elevados no es adecuado para concreto de alta resistencia o aplicaciones estructurales de alta demanda |

Nota: Elaboración propia.

IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Las investigaciones coinciden en que las conchas de abanico son materiales calcáreos ricos en carbonato de calcio (CaCO_3), aunque con diferencias en los porcentajes reportados: Hasnaoui et al. [25] identificaron un 61,1% de CaCO_3 y una pérdida por calcinación del 36,8%, mientras que Varhen et al. [26] reportaron un 53,7% de CaCO_3 y una

pérdida por calcinación mayor, del 44,4%. Estas discrepancias podrían deberse a variaciones en el origen geográfico, métodos analíticos o preparación de las muestras. Ambos trabajos también confirman la presencia de óxidos menores como Fe_2O_3 , MgO y SiO_2 en proporciones variables, lo que resalta la influencia de las condiciones locales en la composición química

Los estudios revisados demuestran que las conchas marinas trituradas tienen un impacto positivo en las propiedades mecánicas del concreto, con resultados dependientes del tratamiento, y proporción de reemplazo. Kumar et al. [33] identificaron un reemplazo óptimo del 20% de agregado fino, mejorando la resistencia a compresión en un 3.99% a los 14 días. Tayeh et al. [34] destacaron incrementos en compresión y tracción al reemplazar entre 5%-10% del cemento con cenizas de conchas. Ramasubramani et al. [35] lograron mejoras significativas en concreto de alto grado (M40-M45) con hasta 35%-50% de conchas. Varhen et al. [36] señalaron que un reemplazo del 5%-20% optimiza la resistencia a compresión y tracción a 28 y 90 días, respectivamente. En conjunto, los estudios corroboran la viabilidad de las conchas marinas como una alternativa sostenible en la construcción, con efectos variables dependiendo de los parámetros experimentales y las propiedades del concreto objetivo.

Figueroa et al. [37] nos dice que el uso de conchas marinas en el concreto ofrece ventajas significativas, como la mejora en la resistencia a compresión, así mismo, Mo et al. [38] menciona que brinda el aporte de calcio para la formación de materiales cementantes. Además, según Li et al. [39] y Foti & Cavallo [41] su aplicación contribuye a la sostenibilidad y reduce la necesidad de agregados finos. Sin embargo, Ten et al. [42] y Eziefula et al. [44] nos dicen que su implementación también presenta desafíos, se requieren tratamientos adecuados para minimizar la presencia de sales y materia orgánica, asimismo, Ruiz et al. [43] y Villarreal & Farfán [45] mencionan que altas proporciones de reemplazo pueden comprometer la durabilidad o la aplicabilidad en concretos de alta resistencia. Por tanto, es esencial optimizar las proporciones y los tratamientos para maximizar los beneficios de este material.

V. REFERENCIAS

- [1] T. Manzoor , J. Bhat and A. Shah, "Performance of geopolymer concrete at elevated temperature – A critical review," *Construction and Building Materials*, vol. 420, 2024.
- [2] J. Zhang, L. Xu, J. Wang, Y. Yang, M. Wenyue y Z. Zhang, «High-volume waste seashell blended cementitious materials,» de *High-Volume Mineral Admixtures in Cementitious Binders: Towards Carbon-Neutral Construction*, 2024.
- [3] S.-Y. Chung, S.-E. Oh, S.-S. Jo, C. Lehmann, J. Won y M. Elrahman, «Microstructural investigation of mortars incorporating cockle shell and waste fishing net,» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 18, 2023.
- [4] G. Kaplan , A. Gulcan, B. Cagdas and O. Bayraktar , "The impact of recycled coarse aggregates obtained from waste concretes on lightweight pervious concrete properties," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, no. 14, pp. 17369-17394, 2021.
- [5] F. De Andrade y F. De Andrade, «Recycled aggregates from construction and demolition waste towards an application on structural concrete: A review,» *Journal of Building Engineering*, vol. 52, 2022.
- [6] Depaa, H. Ibrahim, A. Verma, V. Singh, A. Mishra and A. Yadav , "The recent progress in the advancement and efficiency of recycled steel fibre for concrete - A review," in *AIP Conference Proceedings*, 2024.
- [7] B. Tayed, M. Hasaniyah, A. Zeyad y M. Yusuf, «Properties of concrete containing recycled seashells as cement partial replacement: A review,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 237, 2019.

- [8] S. Miraldo , S. Lopes , F. Pacheco y A. Lopes , «Advantages and shortcomings of the utilization of recycled wastes as aggregates in structural concretes,» *Construction and Building Materials*, vol. 298, 2021.
- [9] D. Ahmad , A. Al Goody , D. Askari , M. Ahmad y S. Ahmad, «Evaluating the effect of using waste concrete as partial replacement of coarse aggregate in concrete, experimental and modeling,» *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, vol. 10, nº 1, 2025.
- [10] S. Debbarma , B. Chong , X. Shi , S. Singh y A. Brand , «Materiales y estructuras de hormigón sostenibles elaborados con áridos reciclados,» de *Sustainable Concrete Materials and Structure*, 2024.
- [11] K. H. Mo, U. J. Alengaram, M. Z. Jumaat, S. C. Lee, W. I. Goh y C. W. Yuen, «Recycling of seashell waste in concrete: A review,» *Construction and Building Materials*, vol. 162, pp. 751-764, 2018.
- [12] H. Ruslan, K. Muthusamy, M. Jaafar, N. Mohamad y N. Jamaludin, «Compressive strength and fire resistance of mortar containing crushed cockle shell as fine aggregate replacement,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 109, pp. 48-52, 2023.
- [13] M. Rupasinghe, R. S. Nicolas, B. S. Lanham y R. L. Morris, «Sustainable oyster shell incorporated artificial reef concrete for living shorelines,» *Construction and Building Materials*, vol. 410, 2024.
- [14] Y. Zhang, D. Chen , Y. Liang, k. Qu, K. Lu, S. Chen y M. Kong, «Study on engineering properties of foam concrete containing waste seashell,» *Construction and Building Materials*, vol. 260, 2020.

- [15] J. Liu, P. Haikola, K. Fox y P. Tran, «3D printing of cementitious composites with seashell particles: Mechanical and microstructural analysis,» *Construction and Building Materials*, 2024.
- [16] S. Shao , H. Zhu , M. Guo y Y. Zhang , «Application of waste oyster shells in construction: Overview, constitutive modeling, and life cycle assessment,» *Journal of Building Engineering*, vol. 87, 2024.
- [17] S. Nadakuditi, Sujatha y C. Srinivas, «Study on performance of concrete by replacing cement with seashell ash powder and fine aggregates with brick powder,» *AIP Conference Proceedings*, vol. 2759, 2023.
- [18] A. Souidi, Y. Maaloufa, M. Amazal , M. Atigui , S. Oubeddou , S. Mounir, A. Idoum y A. Ahoroune , «The effect of mussel shell powder on the thermal and mechanical properties of plaster,» *Construction and Building Materials*, vol. 416, 2024}.
- [19] B. Sadaghat, S. Ebrahimi, O. Souri, N. Yahyavi y Y. Akbarzadeh, «Evaluating strength properties of Eco-friendly Seashell-Containing Concrete: Comparative analysis of hybrid and ensemble boosting methods based on environmental effects of seashell usage,» *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2024.
- [20] M. Hadjadj, M. Guendouz y D. Boukhelkhal, «The effect of using seashells as cementitious bio-material and granite industrial waste as fine aggregate on mechanical and durability properties of green flowable sand concrete,» *Journal of Building Engineering*, 2024.
- [21] M. Valin , B. Muñoz, L. Merino , J. Valin , A. Salas y D. Palacio, «Experimental Study of the Mechanical Properties of Mortar with Biobío Region Clam Shells Used as a Partial Replacement for Cement,» *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 14, nº 21, 2024.

- [22] N. Yahya, N. Naamandadin , M. K. Othman y M. Ismail, «Seashell as Fine Aggregate Replacement: The Effect on Mechanical and Physical Properties of Concrete,» *AIP Conference Proceedings*, 2024.
- [23] P. Nasaeng, A. Wongsa, R. Cheerarot, V. Sata y P. Chindaprasirt, «Strength enhancement of pumice-based geopolymer paste by incorporating recycled concrete and calcined oyster shell powders,» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 17, 2022.
- [24] H. Cuadrado, N. Sebaibi, M. BOUTOUIL y B. Boudart, «Properties of ordinary concretes incorporating crushed queen scallop shells,» *Materials and Structures*, vol. 49, nº 1805-1816, p. 05, 2016.
- [25] Z. Deng, J. Lin y N. Li, «A review on recycling seashells as aggregates and binders for mortar and concrete in China: Production, engineering properties and new applications,» *Sustainable Materials and Technologies*, vol. 43, 2024.
- [26] S. Choi, J. Lee, J. Yoo, J. Hyeon, J. Bae y C. Young , «Toward transformation of bivalve shell wastes into high value-added and sustainable products in South Korea: A review,» *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, vol. 129, pp. 38 - 52, 2024.
- [27] C. Martínez, B. González, D. Carro y J. Pérez, «Mussel shells: A canning industry by-product converted into a bio-based insulation material,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 269, 2020.
- [28] A. Hart , «Mini-review of waste shell-derived materials' applications,» *Waste Management and Research*, vol. 28, nº 5, pp. 514 - 527, 2020.
- [29] Ö. Andiç-Çakir, M. Sarikanat, H. B. Tüfekçi y C. Demirci, «Physical and mechanical properties of randomly oriented coir fiber–cementitious composites,» *Composites Part B Engineering*, vol. 1, nº 4, pp. 165-171, 2023.

- [30] F. Althoey, O. Zaid, A. Majdi, F. Alsharari, S. Alsulamy y M. M. Arbili, «Effect of fly ash and waste glass powder as a fractional substitute on the performance of natural fibers reinforced concrete,» *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 14, nº 12, p. 102247, 2023.
- [31] W. Z. Tong Landa, «Concreto modificado con conchas de abnico y aditivo SicaCem plastificante para mejorar las propiedades mecanicas del concreto en estado endurecido,» Universidad Ricardo palma, Lima, 2019.
- [32] S. A. D. L. C. Vega, L. A. L. B. D. Tovar, C. M. M. Flores y J. A. G. Oyola, «Resistencia a compresión simple del concreto con yeso y residuos de conchas de abanico.,» *Revista Boliviana de Química*, vol. 39, 2022.
- [33] K. K. Poloj, V. Anil, S. Al-Yahmadl y R. A. Maamari, «Investigating possibilities for using sea shell on compressive strength properties of concrete,» *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*, vol. 7, nº 1, pp. 241-244, 2018.
- [34] B. A. Tayeh, M. W. Hasaniyah, A. M. Zeyad y M. Awad, «Durability and mechanical properties of seashell partially-replaced cement,» *Journal of Building Engineering*, vol. 31, nº 101328, 2020.
- [35] R. Ramasubramani, A. Nareshbabu, J. Sudarsan y S. Nithiyanantham, «Feasibility of cockle seashell waste as an additive material to concrete as a green concrete initiative to promote sustainability,» *Journal of Building Pathology and Rehabilitation* *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, vol. 7, nº 93, 2022.
- [36] C. Varhen, S. Carrillo y G. Ruiz, «Experimental investigation of Peruvian scallop used as fine aggregate in concret,» *Construction and Building Materials*, vol. 136, nº 533-540, 2017.
- [37] J. P. Figueroa, M. Fuentealba, R. Ponce y M. Z. Corbett, «Effects on the Compressive Strength and Thermal Conductivity of Mass Concrete by the Replacement of Fine

Aggregate by Mussel Shell Particulate,» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 503, 2020.

- [38] K. H. Mo, U. J. Alengaram, M. Z. Jumaat, S. C. Lee, W. I. Goh y C. W. Yuen, «Recycling of seashell waste in concrete: A review,» *Construction and Building Materials*, vol. 162, pp. 751-764, 2018.
- [39] X. X. Gengying Li, E. Chen y J. Fan, «Properties of cement-based bricks with oyster-shells ash; Guangjing Xiong,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 91, pp. 279-287, 2015.
- [40] C. Martínez-García, B. González-Fonteboa, D. Carro-López y F. Martínez-Abella, «Design and properties of cement coating with mussel shell fine aggregate,» *Construction and Building Materials*, vol. 215, pp. es 494-507, 2019.
- [41] D. Foti y D. Cavallo, «Mechanical behavior of concretes made with non-conventional organic origin calcareous aggregates,» *Construction and Building Materials*, vol. 179, pp. 100-106, 2019.
- [42] W.-T. Kuo, H.-Y. Wang, C.-Y. Shu y D.-S. Su, «Engineering properties of controlled low-strength materials containing waste oyster shells,» *Construction and Building Materials*, vol. 46, pp. 128-133, 2013.
- [43] G. Ruiz, F. Chávez, S. Santamaría, W. Araujo, J. Timaná y R. Schmitt, «Laboratory evaluation of seashells used as fine aggregate; e in hot mix asphalt,» *International Journal of Pavement Engineering*, vol. 21, nº 5, pp. 620-628, 2018.
- [44] U. G. Eziefula, J. C. Ezeh y J. C. Ezeh, «Properties of seashell aggregate concrete: A review,» *Construction and Building Materials*, vol. 192, pp. 287-300, 2018.

[45] R. A. M. Villarrial y M. F. Cordova, «Structural concrete modified with fan seashell lime,» *Revista ingeniería de construcción*, vol. 36, nº 3, pp. 380-388, 2021.