

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**“INFLUENCIA DE LAS CONCHAS DE
MOLUSCOS COMO SUSTITUCIÓN EN
AGREGADO FINO EN PROPIEDADES
MECANICAS EN CONCRETO $F'C= 280 \text{ KG/CM}^2$
EN TRUJILLO”**

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Fernando Martin Estrada Valverde

Miguel Angel Leon Benites

Asesor:

Mg. German Sagastegui Vasquez

<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

2025

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	JULIO CHRISTIAN QUESADA LLANTO
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	KELY ELIZABETH NUÑEZ VASQUEZ
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	GERMAN SAGASTEGUI VASQUEZ
	Nombre y Apellidos

Informe de Similitud



Página 2 of 72 - Integrity Overview

Identificador de la entrega trn:oid::1:3257464239




20% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text

Top Sources

- 19%  Internet sources
- 2%  Publications
- 10%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Acti
Ve a (

Dedicatoria

A nuestra familia, cuyo amor incondicional y ejemplo constante nos han motivado a conquistar cada meta propuesta; gracias a ellos, celebramos hoy este hito en nuestras vidas personal y académica.

A nuestros amigos, quienes con su ánimo permanente y valiosos consejos; nos han permitido afrontar los retos diarios, encaminándonos hacia este objetivo profesional.

A nuestro asesor, el Mg. Germán Sagastegui Vásquez, cuya orientación experta y apoyo inquebrantable fueron esenciales; con su guía, logramos culminar esta investigación.

Agradecimiento

A Dios, por su guía constante y la fortaleza otorgada en los momentos más difíciles de esta etapa como universitario; incluso cuando todo parecía incierto, su presencia fue nuestro sostén.

A nuestros padres y familiares, quienes, con su amor incondicional y apoyo permanente, han sido nuestra mayor motivación a lo largo de esta travesía; su compañía y aliento nos dieron las fuerzas en cada paso.

Agradecemos a nuestro asesor, el Mg. Germán Sagastegui Vásquez, por sus valiosos consejos, su guía continua y el respaldo brindado durante todo el proceso; siendo esencial

Finalmente, a nuestros compañeros de estudio, por su apoyo constante en cada uno de los momentos dedicados a esta investigación.

Tabla de contenidos

JURADO EVALUADOR.....	2
Informe de Similitud.....	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento.....	5
Índice de Tablas.....	8
Índice de Figuras.....	9
Resumen	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Realidad problemática	11
1.2 Bases conceptuales	19
1.3 Formulación del problema.....	22
1.4. Objetivos.....	22
1.5 Hipótesis	22
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	23
2.1 Tipo, nivel, enfoque y propósito de investigación.....	23
2.2 Procedimiento	26
2.3 Aspectos éticos.....	36
CAPÍTULO III: RESULTADOS	37
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	46
REFERENCIAS	52

ANEXOS 57

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Tamaño de muestra</i>	25
Tabla 2. <i>Características físicas del agregado fino</i>	37
Tabla 3. <i>Características físicas del agregado grueso</i>	37
Tabla 4. <i>Diseño de mezcla elaborado</i>	38
Tabla 5. <i>Resistencia a la compresión del concreto patrón</i>	38
Tabla 6. <i>Resistencia a la compresión del concreto con sustitución 8% CM en AF</i>	39
Tabla 7. <i>Resistencia a la compresión del concreto con sustitución 16% CM en AF</i>	39
Tabla 8. <i>Resistencia a la compresión del concreto con sustitución 24% CM en AF</i>	40
Tabla 9. <i>Resistencia a la flexión del concreto patrón</i>	41
Tabla 10. <i>Resistencia a la flexión del concreto con sustitución 8% CM en AF</i> .	42
Tabla 11. <i>Resistencia a la flexión del concreto con sustitución 24% CM en AF</i>	43
Tabla 12. <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	57

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Procedimiento y ejecución de actividades durante la investigación ..</i>	26
Figura 2. <i>Resultados promedios del concreto patrón y las sustituciones en la resistencia a la compresión a los 28 días.....</i>	41
Figura 3. <i>Resultados promedios del concreto patrón y las sustituciones en la resistencia a la flexión a los 28 días.....</i>	44
Figura 4. <i>Comparación de los resultados promedios del concreto patrón y las sustituciones en la resistencia a la compresión y flexión a los 28 días</i>	45

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de los moluscos como sustitución en agregado fino en propiedades mecánicas en un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo, su metodología fue cuantitativa y experimental. Tuvieron como muestra 72 probetas cilíndricas donde las conchas de moluscos se sustituyeron al 8%, 16% y 24% en el agregado fino para un diseño de mezcla de $f'=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días. Su mejor resultado fue con un 24% de sustitución a los 28 días con 304.29 kg/cm^2 y en la flexión tuvo 172.34 kg/cm^2 a los 28 días. Se llegó a la conclusión que a mayor sustitución mejores resultados tanto en el compresión y flexión.

Palabra claves: Conchas de moluscos, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En India, el aumento constante de la población mundial, junto con el progreso en las condiciones económicas, ha generado un crecimiento anual en el desarrollo de infraestructura, tanto en viviendas residenciales como en edificaciones comerciales, el creciente mercado inmobiliario atrae a compradores de clase media a apartamentos de lujo y casas opulentas con grandes descuentos. Por otro lado, la disponibilidad de materiales de construcción tradicionales está disminuyendo, como resultado la idea del reemplazo parcial es una buena alternativa sostenible, ya que el esfuerzo de intentar sustituir las conchas de marinas recolectadas en Chennai, la metrópoli costera por el agregado podría traer grandes resultados para un concreto alternativo (Deepa et al., 2024)

En Malasia, se promueve un enfoque ambientalmente responsable con el objetivo de mitigar los efectos del cambio climático. Esta iniciativa se enfoca en el aprovechamiento de diversos residuos de conchas marinas, como berberechos, almejas, ostras, moluscos, bígamos, caracoles y mejillones, los cuales actualmente no cuentan con una gestión ni control adecuados. Estos residuos podrían ser empleados en la fabricación de hormigón, ofreciendo beneficios tanto económicos como industriales para las comunidades, además de soluciones técnicas más eficaces. Se plantea que las industrias deberían invertir en investigaciones avanzadas, fomentando la colaboración entre los actores del sector, universidades y las autoridades locales. Esto permitiría establecer normas y reglamentos que faciliten a las partes interesadas el desarrollo de programas para la reutilización de residuos y la reducción de desechos marinos (Wan et al., 2017). Los desechos de conchas marinas son una materia prima de fácil disponibilidad y

constituyen un atractivo como material a reciclar para reemplazar materiales en mezclas de concreto como agregados finos, agregados gruesos y cemento, se ha hecho hincapié en el agotamiento de los recursos naturales, como los áridos en la construcción, debido a la alta demanda, lo que ha llevado a un uso de materiales de construcción más respetuosos con el medio ambiente (Yahya et al., 2024).

En Francia, la preocupación por el impacto ambiental se ha consolidado como un desafío de alcance global, lo que ha impulsado una intensificación de investigaciones en múltiples áreas de la ingeniería. Los áridos tradicionales, comúnmente empleados en la elaboración de hormigón, se obtienen principalmente a partir de procesos extractivos, los cuales requieren un elevado consumo energético y producen efectos negativos sobre los ecosistemas, tales como la disminución de los bienes naturales y la contaminación. Ante este panorama, ha surgido un creciente interés por desarrollar alternativas sostenibles en la formulación de mezclas de concreto, con el objetivo de reducir su impacto ecológico y fomentar una construcción más responsable (Habert, Bouzidi, Chen y Jullien, 2015).

En España, Martínez (2016) llevó a cabo una investigación sobre el uso de conchas generadas por la industria conservera, la cual produce más de 1 000 000 ton de subproductos al año a nivel mundial. Las conchas marinas son sometidas a un tratamiento térmico a una temperatura de $135 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 30 minutos, tras lo cual se obtiene una gravilla que luego es triturada y tamizada, dando lugar a dos tipos de arena con distintas granulometrías. Los resultados evidencian que, mediante este tipo de tratamiento, la sustitución de conchas no debe superar el veinticinco por ciento del volumen de arenas o gravas naturales empleadas; en caso de realizarse un reemplazo conjunto (arena y gravilla), el límite máximo sugerido es del 12,5 %.

Por otra parte, América Latina concentra una diversidad de países en desarrollo, lo que conduce a la necesidad de construir infraestructura a diferentes escalas y el subsecuente consumo de grandes volúmenes de cemento y sus agregados del concreto (Zajac et al., 2022). En cuanto a la capacidad instalada, las plantas cementeras de la región tienen un potencial de producción de 271 millones de toneladas (Mt); sin embargo, en el año 2019, la producción efectiva fue de 170 Mt. De esta cifra, el 68 % se comercializó en sacos, el 25 % se destinó al concreto premezclado, el 2 % al concreto prefabricado y el 5 % restante a otras presentaciones (como morteros, entre otros). Estas reducciones son de interés ya que involucran, una explotación importante de recursos naturales, como los agregados finos y gruesos, agua, piedra caliza, arcilla, arena, etc. (Nodehi y Mohamad, 2022).

En México, Álvarez (2020) observó la presencia de residuos y MP en playa Zipolite, con concentraciones de 0,06 - 0,17 piezas /m² y < 50 MP/m²; respectivamente, obteniendo mayores porcentajes en MP con morfologías como fragmentos, fibras y espumados. De igual manera, Cruz (2020) determinó concentraciones de residuos marinos de 0,03 piezas/m² en playa Zipolite y playa San Agustinillo, mientras que las concentraciones de MP se encontraban desde 91,7 MP/m² en playa Zipolite y 148,1 MP/m² en playa San Agustinillo, ambas playas presentaron porcentajes mayores en fibras.

En Perú, a partir de la problemática que presenta las playas de Pisco, debido a la excesiva cantidad de conchas marinas que se encuentran en abandono formando así grandes cantidades de desechos orgánicos convirtiendo en una zona no transitable para actividades de desarrollo turístico, además de afectar la calidad de vida de los habitantes ante posibles enfermedades provocadas por las mismas (Bringas y Mejía, 2019).

En Chota, el concreto es uno de los materiales más empleados en edificaciones; sin embargo, algunas de sus propiedades aún requieren mejoras, especialmente ante la creciente demanda y exigencia estructural. Uno de los principales desafíos es su limitada capacidad de flexión y resistencia simultánea, lo que representa un problema en edificaciones de gran envergadura. Si el concreto es excesivamente rígido, presenta deficiencias en flexión que pueden provocar fisuras; por el contrario, si es demasiado flexible, puede comprometer su resistencia estructural, poniendo en riesgo la estabilidad de la edificación. Frente a esta problemática, se llevó a cabo una investigación enfocada en la sustitución parcial del agregado fino mediante residuos de caparzones de conchas y plástico, con el objetivo de desarrollar un concreto ecológico. Esta propuesta busca no solo mejorar el desempeño del material, sino también contribuir a la reducción del impacto ambiental (Vásquez, 2021).

En la región de Piura, se concentra aproximadamente el 80 % de la producción nacional de conchas, con once plantas primarias operativas, entre las que destaca Viza. No obstante, la industria de estos bivalvos no siempre resulta favorable, ya que su producción depende en gran medida de las condiciones climáticas. Según fuentes oficiales, los residuos de valvas en el Perú alcanzan un volumen estimado de 72 000 toneladas por año, cuya disposición final representa un problema crítico tanto para el sector industrial como para los territorios involucrados. Una parte considerable de estos desechos proviene de la obtención de conchas de abanico en la zona de Sechura, lo que genera un serio impacto ambiental (Ministerio de la Producción, 2022).

A partir de lo expuesto en la realidad problemática, se reconoce que las conchas de molusco poseen propiedades beneficiosas que permiten su uso como material sustituto en el agregado fino, con el propósito de desarrollar un concreto ecológico que cumpla con

los parámetros requeridos para ser considerado sostenible y viable en la construcción. En este sentido, el objetivo de la investigación es determinar la influencia de estos desechos (conchas de molusco) en la sustitución parcial del agregado fino dentro del concreto. Considerando el actual contexto de cambio climático, caracterizado por temperaturas más bajas, el concreto es sometido a un proceso de curado en ambientes fríos, buscando medir sus características mecánicas. La alternativa plantea una solución con impacto tanto económico como ambiental, ofreciendo beneficios relevantes para la industria de la ingeniería.

A continuación, se explica los antecedentes internacionales y nacionales:

La investigación de Oh et al. (2024) tuvo como propósito analizar las características mecánicas y físicas de morteros; en los que se reemplazó parcialmente el agregado fino por desechos marinos (berberechos, ostras y conchas de murex) en proporciones de 20%, 30% y 40%, evaluando además su comportamiento frente a ciclos de congelación y descongelación en Corea del Sur. Se elaboraron diecinueve mezclas con una relación agua/cemento de 0.30 y un aditivo superplastificante al 0.65% para lograr un asentamiento de 15 ± 5 cm. El proceso de mezclado incluyó una fase inicial en seco para asegurar homogeneidad y la incorporación progresiva del agua para evitar aglomeraciones. Los resultados indicaron que el asentamiento disminuye conforme aumenta el porcentaje de sustitución, cumpliendo con los estándares establecidos (150 mm) en la mayoría de los casos. Las densidades obtenidas oscilaron entre 2232 y 2365 kg/m^3 , mientras que las mejores resistencias a compresión se registraron con un 20% de reemplazo utilizando berberechos y conchas de murex sin lavar (57 y 58 MPa, respectivamente), observándose una disminución progresiva de la resistencia con mayores niveles de sustitución. Además, los materiales sin lavar mostraron mejor

desempeño mecánico que los lavados. Las muestras sometidas a ciclos de congelación y descongelación no evidenciaron un deterioro considerable, lo que demuestra que los residuos de conchas, compuestos mayoritariamente por carbonato de calcio, poseen características físico-químicas apropiadas para ser utilizados como alternativa viable en la sustitución de agregados finos en morteros expuestos a condiciones extremas.

Esta investigación aporta con su procedimiento para el agregado de desechos de conchas, con discusiones y resultados para comparación de muestra investigación.

Jan y Kumar (2023), en su investigación, llevaron a cabo un estudio experimental y cuantitativo aplicado sobre el uso de distintos tipos de desechos de conchas marinas y diversas proporciones de limo Mersey como reemplazo parcial del AF en concreto, en India. Se realizaron combinaciones de mezcla, siendo la primera una muestra patrón, y las restantes incluyeron 10 % de conchas marinas (CM) junto con 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 % de limo Mersey (LM); respectivamente. En cuanto al asentamiento, las muestras M1 (sin sustitución), M2 (10 % CM + 5 % LM), M3 (10 % CM + 10 % LM), M4 (10 % CM + 15 % LM), M5 (10 % CM + 20 % LM), M6 (10 % CM + 25 % LM) y M7 (10 % CM + 30 % LM) presentaron valores de 102 mm, 100 mm, 97 mm, 93 mm, 89 mm, 86 mm y 80 mm; respectivamente. En cuanto a $f'c$, medida a los 7 y 28 días, se obtuvo a los 28 días que la más óptima fue el último diseño con esfuerzos de 41.7 megapascales. Respecto a la resistencia a tracción, también evaluada a los 7 y 28 días, el valor a los 28 días resaltante fue de la última combinación con 4.17 megapascales. En lo que corresponde a la resistencia a flexión, el resultado a los 28 días más favorable fue de la última mezcla con 6.25 megapascales. Se concluye que, a mayor porcentaje de sustitución, se incrementan las características mecánicas del hormigón (compresión, tracción y flexión); por tanto, este artículo aporta información clave, como fichas y

resultados técnicos, que enriquecen las discusiones y comparaciones dentro de la investigación.

Yahya et al. (2024), en su investigación tuvo como objetivo reemplazar conchas marinas de bígaro en el agregado grueso en concreto Malasia. Su investigación fue aplicada y experimental. Se realizaron treinta y seis muestras con reemplazos al 60%, 70% y 80% de conchas marinas en el agregado fino, 18 muestras de prisma y 15 muestras de control. Los resultados indicaron que la composición de las conchas incluye carbonato de calcio, elemento que contribuye significativamente a la resistencia del hormigón (propiedad química); particularmente, el reemplazo del 70 % mostró los mejores resultados en términos de $f'c$ y MR. Arribando a la conclusión que el uso de conchas de bígaro como reemplazo parcial del AF mejora las propiedades del hormigón; por tanto, este artículo proporciona fichas útiles de recolección para la estructuración y análisis de la compresión y flexión en las muestras de este trabajo investigativo.

Cueva (2019) planteó como objetivo efecto al reemplazar las distintas proporciones de reemplazo de agregado fino por residuo de concha de abanico triturada, en la porosidad del concreto. El estudio fue de carácter aplicado y experimental; se realizaron sustituciones del cinco, veinte, cuarenta y sesenta por ciento de conchas en el AF, empleando fragmentos con granulometría entre 4.75 mm y 1.19 mm (tamaño). Los resultados mostraron que el árido fino presentó un MF de 2.30, lo cual indica un alto contenido de partículas finas. En cuanto a la compresión a los 28 días, el hormigón patrón alcanzó 29.20 megapascales; con 5 % de sustitución obtuvo 26.20 megapascales; con 20 %, 25.50 megapascales; con 40 %, 28.00 megapascales; y con 60%, 28.20 megapascales. La trabajabilidad no varió de forma significativa; además, el porcentaje de vacíos bajó, provocando una reducción de la porosidad a medida que aumentó el porcentaje de

reemplazo.

Se concluye que el hormigón “ya sea en estado fresco o endurecido, se observa que con un porcentaje de reemplazo de 60% no se ve afectada significativamente la trabajabilidad, resistencia a la compresión e incluso obteniendo un menor porcentaje de absorción” (p. 68). Esta investigación aporta en el tamaño del agregado marinos en la investigación para comparar con sus resultados y discusiones.

En su tesis, Vásquez (2021) tuvo como objetivo evaluar la influencia de sustituir porcentajes de carbonato de calcio, provenientes de conchas marinas, y porcentaje de plástico politereftalato de etileno reciclado, por el del agregado fino, en las propiedades del concreto fresco y endurecido a los 28 días, para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Se fabricaron un total de ciento veintiséis probetas y viguetas; en su elaboración, se realizó la sustitución del diez, quince y veinte por ciento en peso del árido fino, así como del cinco y diez por ciento de PET en los agregados. Su investigación fue cuantitativa y experimental. Como resultados, el asentamiento del hormigón patrón fue de 8.60 cm; con 10% C.A. + 5% PET, 7.90 cm; con 10% C.A. + 10% PET, 7.60 cm; con 15% C.A. + 5% PET, 7.10 cm; con 15% C.A. + 10% PET, 6.60 cm; con 20% C.A. + 5% PET, 6.10 cm y con 20% C.A. + 10% PET, 5.30 cm. En lo que corresponde al contenido de aire, este crece según el incremento de los reemplazos. Por parte del $f'c$ a veintiocho días, con el hormigón patrón obtuvo 21.76 megapascales; con 10% C.A. + 5% PET, 24.03 megapascales; con 10% C.A. + 10% PET, 22.87 megapascales; con 15% C.A. + 5% PET, 21.90 megapascales; con 15% C.A. + 10% PET, 20.60 megapascales; con 20% C.A. + 5% PET, 19.80 megapascales y con 20% C.A. + 10% PET, 18.61 megapascales. Con respecto al MR, el diseño base a los veintiocho días tuvo 54.63 kg/cm^2 ; con 10% C.A. + 5% PET, 56.97 kg/cm^2 ; con 10% C.A. + 10% PET, 55.56 kg/cm^2 ; con 15% C.A. + 5%

PET, 54.41 kg/cm^2 ; con 15% C.A. + 10% PET, 53.18 kg/cm^2 ; con 20% C.A. + 5% PET, 52.94 kg/cm^2 y con 20% C.A. + 10% PET, 51.78 kg/cm^2 . Arribaron a la conclusión acerca de $f'c$ y MR que “si bien el carbonato de calcio ayuda a aumentar la resistencia de acuerdo al porcentaje añadido, el plástico PET disminuye la resistencia” (p. 92).

Esta investigación aporta sus resultados al unir a las conchas marinas con plásticos, facilitando la comparación y discusión con los resultados obtenidos.

Ortiz (2019) tuvo como finalidad determinar la influencia al sustituir agregado fino por conchas de abanico trituradas en la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Su metodología fue experimental y aplicada. Se elaboró un proporcionamiento de materiales para un hormigón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; sustituyendo, en volumen, el agregado fino en proporciones del cinco, diez, quince y treinta por ciento, en relación con la mezcla patrón. Se fabricaron especímenes de forma cilíndrica ($\varnothing 6'' \times 12''$); siendo curadas por aspersion. Los resultados más favorables obtenidos fueron los del 15 % de reemplazo, en el que las resistencias fueron de 123.17 kg/cm^2 , 147.40 kg/cm^2 y 198.67 kg/cm^2 a los siete, catorce y veintiocho días, respectivamente. Se concluyó que la sustitución del AF por conchas de abanico (trituradas), hasta un 15 % en un concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, produce resultados favorables; sin embargo, al superar este umbral, la resistencia empieza a disminuir.

Esta investigación aporta sus resultados para discutir con los resultados y compararlos.

1.2 Bases conceptuales

Conchas de moluscos

Sus capas están formadas por polimorfos de carbonato de calcio, siendo la matriz

orgánica de la concha constituida por proteínas, quitina y polisacáridos, lo cual genera una formación de los cristales de carbonato (Zhang y Zhang, 2006).

Concreto

Según la “Norma E.060 Concreto Armado” del Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (2020), es una mezcla de grava, arena, gravilla, cemento y agua para que reaccione y endurezca; tomando la forma del encofrado o molde en el que se coloque, asimismo es un material de relleno de alta durabilidad; ofreciendo firmeza en las edificaciones.

Cemento

El cemento representa el componente más relevante, al reaccionar químicamente con el H_2O , produce el proceso de fraguado; la cual permite el endurecimiento del hormigón. Los componentes principales del cemento son: caliza, arcilla, yeso, arena y mineral de hierro, los cuales puede también adquirirse por cantera; contando con cuatro etapas de producción: la extracción, homogeneización, producción del clínker y molienda (Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010).

Agregado grueso

Es el material que queda retenido en el tamiz N° 4 (4.75 mm); originándose a partir de la desintegración, ya sea natural o mecánica de las rocas. Este material debe cumplir con las especificaciones técnicas definidas en las normas NTP 400.037 y ASTM C33. (Concretos SUPERMIX, 2018).

Agregado Fino

Corresponde al árido natural o triturado que logre pasar a través del tamiz 3/8” (9.55 mm); este material se clasifica como parte del agregado fino (arena).. Este material debe cumplir con las especificaciones técnicas definidas en las normas NTP 400.037 y ASTM C33 (Concretos SUPERMIX, 2018).

Agua potable

El agua empleada en la elaboración, así como en el curado del hormigón cumple con los mínimos establecidos por las normas técnicas correspondientes de cada país; se recomienda, preferentemente, el uso de agua potable. Se considera adecuada para la elaboración y el curado del concreto, cualquier agua que cumpla con los límites en términos de sus características, propiedades y contenido de sustancias disueltas (Ruiz, 2021).

Curado de concreto

Debe conservarse a una temperatura superior a los 10°C y mantenerse adecuadamente hidratado, al menos durante los primeros siete días; este período se cuenta a partir del momento de su vaciado. En el caso del hormigón de alta resistencia, se siguen los mismos parámetros (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda y Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016).

Resistencia a la compresión

Representa una característica mecánica que determina su soporte ante una carga determinada sobre el área de su sección transversal; dicha resistencia se expresa en kg/cm^2 , MPa o psi, según el sistema de unidades utilizado por las normas técnicas de cada país. En Perú, se utiliza la “NTP 339.034:2021 Determinación de la resistencia a la

compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5a Edición”
(Instituto Nacional de Calidad, 2021).

1.3 Formulación del problema

¿De qué manera influye las conchas de moluscos como sustitución en agregado fino en las propiedades mecánicas de un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ curado a bajas temperaturas?

1.4. Objetivos

Objetivo general

- ✓ Determinar la influencia de los moluscos como sustitución en agregado fino en propiedades mecánicas en un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo.

Objetivos específicos

- ✓ Obtener las propiedades de los agregados grueso y fino para el diseño de mezcla.”
- ✓ Obtener la resistencia a la compresión y flexión en estado endurecido como sustitución al 8%, 16% y 24% con conchas de moluscos en agregado fino en curado a los 7, 14 y 28 días.
- ✓ Comparar un concreto tradicional y un concreto sustituido al 8%, 16% y 24% con conchas de moluscos en el agregado fino de un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en curado a los 7,14 y 28 días.

1.5 Hipótesis

Las conchas de moluscos como sustitución en agregado fino influyen significativamente en las propiedades mecánicas de un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en ambientes helados.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Tipo, nivel, enfoque y propósito de investigación

Según el nivel, fue explicativo donde las variables cuentan con una causa y efecto a partir de consideraciones experimentales, teniendo como principal factor los motivos y mecanismos que lo generan (Baena, 2014). Esta investigación se optó por variable de conchas de moluscos en reemplazo del árido fino, en búsqueda de alcanzar influencias en el concreto y sus comportamientos.

Según el propósito, la investigación fue aplicada porque aplica conocimiento científico para mejorar situaciones existentes y busca traducir aplicaciones concretas (Tejero, 2021). En consecuencia, la investigación propone un concreto reemplazando las conchas de moluscos que sufre nuestras playas sobre el agregado fino evitando una disminución de explotación de las canteras permitiendo un nuevo concreto sostenible ecológico donde se pueda utilizar en la construcción.

Según el enfoque, la investigación fue cuantitativa porque tiene énfasis en la medición y el análisis numérico de datos, recopilación sistemática que puede ser cuantificada (Vizcaíno et al., 2023). La investigación se realizó en laboratorio donde se midió resultados sustituyendo las conchas de moluscos sobre el agregado fino, obteniendo datos numéricos referentes a la resistencia a compresión y flexión.

Diseño de investigación, la investigación fue experimental establece relaciones causa efecto, busca minimizar sesgos y maximizar la validez interna de la investigación (Gavilánez, 2021). La investigación realizó laboratorio donde experimentó con la variable de concreto, sustituciones de conchas de moluscos sobre el agregado fino, composición, mezcla con la finalidad de lograr un concreto suficientemente resistente para ser aplicado

en la construcción.

Según su clasificación fue experimental puro cuenta con una o más pruebas agrupando para comparaciones y control, un grupo recibe un tratamiento experimental y otro no (Gavilánez, 2021). Esta investigación agrupamos de acuerdo a un concreto patrón y con manipulación de variables de conchas de moluscos con la finalidad de obtener comparaciones y control de sus comportamientos.

Población, muestra y muestreo, con respecto a la población engloba la totalidad de sujetos o elementos de interés, es el contraste con el concepto de muestra (Hernández et al., 2006). En la investigación la población estuvo considerado todas los concretos con una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Trujillo.

La muestra estuvo constituida por 72 probetas cilíndricas donde las conchas de moluscos se sustituyeron al 8%, 16% y 24% en el agregado fino para un diseño de mezcla de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, así mismo tuvo un curado a los 7, 14 y 28 días, 18 probetas fueron a ambiente normal (patrón) y 54 probetas cilíndricas fueron a bajas temperaturas como se muestra en la tabla. Según Bougie y Sekaran (2016), la muestra se selecciona con rigor metodológico para garantizar que sea un reflejo adecuado y representativo del grupo o población en su totalidad. El muestreo no probabilístico involucra la selección de las unidades que serán observadas de acuerdo con el criterio escogido por el investigador (Ponce y Pasco, 2018); por lo tanto, el tamaño de muestra fijado planea considerar los especímenes adecuados donde tengan unas características uniformes y distribución exterior de agregados.

La unidad de análisis estuvo considerada por especímenes donde se evaluó con la resistencia a la compresión y flexión con porcentajes de conchas de moluscos; tal y

como se detalló, a continuación:

Tabla 1.

Tamaño de muestra

Muestra	Resistencia a la compresión			Resistencia a la flexión			Curado
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	
0% (patrón)	3	3	3	3	3	3	Ambiente Normal
8% CM en A.F.	3	3	3	3	3	3	Baja temperatura
16% CM en A.F.	3	3	3	3	3	3	Baja temperatura
24% CM en A.F.	3	3	3	3	3	3	Baja temperatura
Parcial	12	12	12	12	12	12	
Total				72			

Nota. Se observa la cantidad de probetas 72 unidades de probetas de concreto donde fueron evaluados a los 7, 14 y 28 días a temperatura ambiente y baja temperatura

Para las técnicas e instrumentos de recolección de datos, se consideró a la observación, según Arias y Covinos (2021), consiste en un procedimiento optando un método para recopilar e interpretar información de manera especificada; por lo que, esto muestra que el observador participa directamente e interviene en el grupo de análisis. Esta técnica permitió una recolección sobre las elaboraciones de mezclas, ensayos en el laboratorio en sus propiedades donde se buscó analizar todo lo referente al nuevo concreto de reemplazos y sus implicancias.

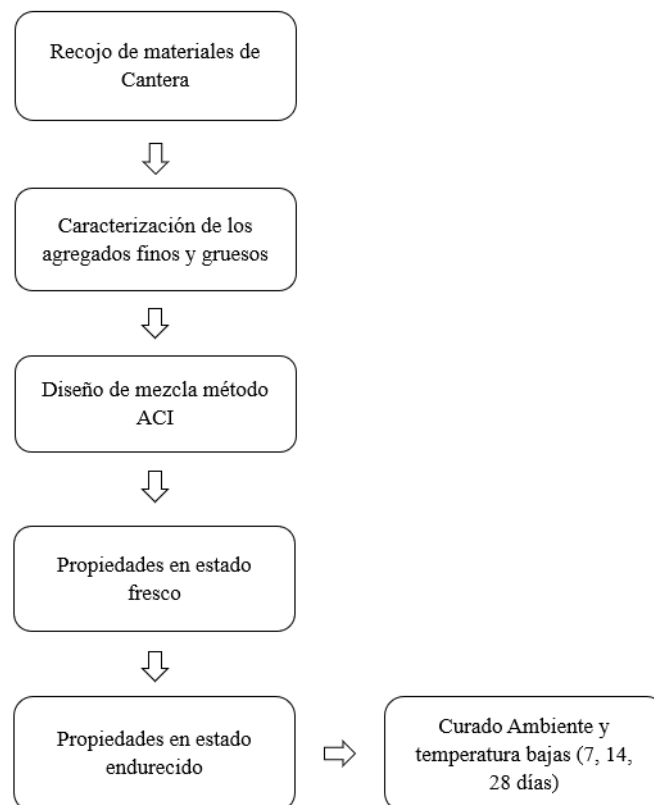
Instrumentos de recolección de datos, se utilizó como instrumento las fichas de

recolección de datos, puesto que, Según Arias (2020) indica es una ficha con registro específicos utilizados para recoger la información de datos obtenidos mediante evaluaciones. La investigación utilizó fichas de recolección de datos para recopilar valores en sus propiedades a la compresión y flexión del concreto tomando en cuenta los procedimientos según las Normas Técnicas Peruanas, los ensayos de la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM), y las guías del Instituto Estadounidense de Concreto para crear las fichas de recolección en base a lo observado en laboratorio.

2.2 Procedimiento

Figura 1.

Procedimiento y ejecución de actividades durante la investigación



Nota. Se describe las etapas de la investigación

Fase 1: Recojo de materiales de Cantera

La recolección de los materiales se llevó a cabo en la Cantera Chicama, donde se elaboró un diseño de mezcla aplicando el método (ACI). Se prepararon 72 probetas cilíndricas de concreto en total, correspondientes a un diseño de $f'c$ de 280 kg/cm^2 . La mezcla estuvo compuesta por Cemento Portland tipo (MS), de la marca Pacasmayo; los agregados, tanto finos como gruesos, fueron extraídos de la Cantera Chicama. Las conchas de moluscos se recolectaron en la playa Chicama y fueron transportadas hasta Trujillo utilizando nuestro vehículo particular; el agua empleada fue potable, suministrada por la empresa prestadora del servicio local. Las muestras escogidas fueron por conveniencia, pues, solo se tomaron las que presentaron mejores detalles como: distribución pétreo, contornaje, así como, altura y ancho homogéneo a estándares de especímenes cilíndricos según la “NTP 339.034:2021 Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5a Edición” (Instituto Nacional de Calidad, 2021).

Procedimiento de ensayos de laboratorio

Se realizó un diseño de mezcla para lograr alcanzar un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ donde se sustituyó las conchas de moluscos al 8%, 16% y 24% en el agregado fino donde se valió mediante el método ACI 211, cada ensayo se realizó mediante normas, las cuales se respetó el procedimiento y el cuidado referente a las etapas descritas, en el caso de los agregados tanto fino y grueso, se realizó la granulometría, peso unitario seco y compactado, peso específico, contenido de humedad y absorción, así mismo las características del concreto tanto en su forma fresca se realizó, el asentamiento mediante el cono de Abrams, la temperatura, así como, para su estado endurecido se realizó la resistencia a la compresión y resistencia a flexión.

Ensayos realizados: análisis físico – químico de los agregados pétreos

Análisis granulométrico del agregado fino y grueso

La prueba estuvo fundamentada en la Norma Técnica Peruana 400.012. y tuvo por objetivo calcular el tamaño característico de los agregados según diferentes tipos de tamiz.

El procedimiento fue introducir la muestra por la configuración tamices según tamaño medio del agregado, zarandear, pesar el material en seco por cada tamiz y calcular la distribución por cantidad de porcentaje en base a la muestra total; para un agregado fino, se utilizó de forma descendente los tamices de 3/8”, N.º 4, N.º 8, N.º 16, N.º 30, N.º 50, N.º 100, N.º 200, por su parte, para el agregado grueso se empleó de forma descendente los tamices 1 1/2”, 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, N.º 4, N.º 8, N.º 16.

El material empleado fue, según norma, la masa mínima de material según tipo de agregado, para agregado grueso 5000g y para agregado fino 500g, horno o parrilla de secado, balanza de aproximación al decigramo, bandejas, y herramientas pequeñas de laboratorio.

La fórmula descrita fue:

$$\% \text{Retenido} = \frac{\text{Peso material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ Retenido acumulado} = \sum \% \text{retenido (a)}$$

$$\% \text{Pasa} = 1 - \% \text{Retenido}$$

Peso unitario de los agregados

La prueba calculó la masa del agregado en condición compactada, así como, suelta.

Como primer procedimiento, se procedió al secado de las muestras en horno; transcurridas 24 horas, se utilizó el agregado para llenar el recipiente metálico. Para determinar el peso unitario seco en suelto, se llenó el recipiente sin sobrepasar los 5 cm por encima del borde superior; posteriormente, se niveló la superficie con una varilla lisa y se procedió a realizar el pesaje. En cuanto al peso unitario seco compactado, el proceso consistió en llenar el recipiente en tres capas uniformes; sobre cada una se aplicaron 25 golpes circulares a la muestra y 12 golpes laterales al recipiente, finalizando con el enrasado mediante la varilla lisa. Cada golpe de compactación se efectuó de manera moderada y controlada, evitando impactar el fondo del recipiente o las capas inferiores.

El material empleado fue, según norma, la masa mínima de material según tipo de agregado, horno o parrilla de secado, balanza de aproximación a centigramo, bandejas, martillo de goma, varilla de acero de 16mm de espesor y 600 mm de largo, así como un molde metálico de 0.0091 m^3 .

La fórmula descrita fue:

$$M = \frac{G - T}{V}$$

Donde,

- ✓ M es la densidad del agregado en kg/m^3 ,

- ✓ G es la masa del agregado más recipiente, T es la masa del recipiente; G y T en kg,
- ✓ V es el volumen del recipiente en m³.

Contenido de humedad

La prueba fue guiada por la Norma Técnica Peruana 339.185 y tuvo por objetivo estimar la humedad evaporable del agregado fino y agregado grueso.

El procedimiento consistió en cuartear el material y determinar las masas mínimas de 1000g por agregado antes pesar el insumo pétreo en su bandeja respectiva. Posterior a ello, se introdujo la muestra al horno para finalmente, después de 24h, ser pesada nuevamente.

Los materiales e insumos empleados fueron el horno de laboratorio, balanza de sensibilidad al decigramo, recipientes metálicos y los agregados en sus masas mínimas de ensayo.

La fórmula descrita fue:

$$P\% = \frac{(W - D)}{D} \times 100$$

Donde:

- ✓ P% = contenido total de humedad, %
- ✓ W = masa de muestra húmeda, kg
- ✓ D = masa de muestra seca, kg

Peso específico agregado grueso

La prueba fue guiada por la Norma Técnica Peruana 400.021 y marcó como fin encontrar el peso específico en seco, el peso específico saturado superficialmente seco (SSS), peso específico aparente y la absorción promedio del agregado.

El paso fundamental fue seleccionar la muestra mínima representativa de 3 kg para luego ser secada al horno a fin de obtener una masa constante después de 24h. Inmediatamente posterior al tiempo descrito, se pesó y registró el dato; luego, la muestra fue introducida por veinticuatro horas a un balde de agua con el objetivo de saturar la muestra. Finalizado el tiempo, se secó la muestra superficialmente con un paño y se registró el peso de ella, siendo el peso SSS. Por último, en la canastilla flotante en agua perteneciente a la balanza, se introdujo la masa y se limitó el peso en agua.

Los materiales e insumos empleados fueron el horno de laboratorio, balanza de sensibilidad al decigramo con canastilla incorporada, recipientes metálicos y el agregado en su masa mínimas de ensayo.

Las fórmulas empleadas fueron:

$$P_{em} = \frac{A}{B - C}; \text{Peso específico de masa (PEM)}$$

$$P_{eSSS} = \frac{B}{B - C}; \text{Peso específico de masa SSS}$$

$$P_{ea} = \frac{A}{A - C}; \text{Peso específico aparente}$$

$$Abs (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100; \text{Absorción del agregado}$$

- ✓ A es el peso de muestra seca en condición atmosférica, g
- ✓ B es la muestra SSS en condición atmosférica, g
- ✓ C es el peso en agua de muestra saturada, g

Peso específico agregado fino

El ensayo se rigió por la Norma Técnica Peruana 400.022 y sirvió para calcular la densidad promedio de partículas, la densidad relativa y la absorción del agregado fino.

Para empezar el ensayo se sumergió la muestra de agregado fino según el mínimo requerido por ensayo (500 gr) en un recipiente plástico con agua por 24h. Luego de ello, cuidando de no eliminar algún fino, se extrajo la muestra para ser colocada en una patrilla o estufa que evapore el agua gradualmente hasta lograr la muestra SSS. El material cuando se encuentra en estado triple S (SSS) se utiliza el cono y pistón de mano para ver si existe derrumbe medio que mantiene su forma. Luego de ello, se empleó el matraz para verter la muestra con agua hasta la marca predicha. Cuidando de no tener aire incorporado o burbujas, se dejó reposar por 12h para lograr una decantación natural. Finalmente se pesó frasco, muestra y agua; para luego, secar la muestra de fino y pesar.

Los materiales e insumos empleados fueron la estufa o parrilla de laboratorio, balanza de sensibilidad al decigramo, recipientes metálicos o plástico, pisón, cono, matraz, herramientas de laboratorio y el agregado en su masa mínimas de ensayo.

Las fórmulas empleadas fueron:

$$\frac{S}{(B + S - C)}; \textit{Gravedad específica o densidad relartiva SSS}$$

$$\frac{A}{(B + A - C)}; \textit{Densidad aparente específica}$$

$$\frac{S}{(B + S - C)} \times 997.5; \text{Densidad SSS}$$

$$\frac{A}{(B + A - C)} \times 997.5; \text{Densidad aparente}$$

$$\left(\frac{S - A}{A}\right) \times 997.5; \text{Absorción (\%)}$$

- ✓ A es el peso de muestra seca al horno, g
- ✓ B es la masa del picnómetro lleno de agua hasta la marca, g
- ✓ C es la masa del picnómetro lleno de agua y muestra hasta la marca, g
- ✓ S es la muestra SSS, g

Ensayos en estado fresco

El concreto una vez terminado de mezclar debe ser plástico o semifluido. En un concreto de consistencia plástico los agregados que son la arena y piedra siempre quedan encajonados y también en suspensión por ello estos materiales no se separan en su transporte y una vez que el concreto se consolida esta se convierte en una mezcla homogénea de todos sus elementos. Cuando es una consistencia plástica el concreto no se deshace al contrario circula como un líquido pastoso sin separarse o disgregarse (Eddy, 2011).

Asentamiento

Es el fenómeno conocido como exudación o sangrado que se refiere al florecimiento de una película de agua en la superficie del concreto recién vaciado. Si el sangrado es mínimo esta será beneficioso para la contracción plástica que presenta el concreto, al contrario, si esta presenta una un excesivo sangrado incrementará la relación

agua/cemento por lo tanto la resistencia disminuirá (Pasquel, 1998).

Ensayos en estado endurecido

Elaboración y curado de especímenes de concreto

La Norma Técnica Peruana 339.183 fue quien guio los pasos para la elaboración y curado de especímenes de concreto, en especial los especímenes cilíndricos de proporción 1:2 en 4” x 8” de diámetro y longitud, respectivamente.

Antes de realizar la mezcla se procedió con engrasar cada molde a ser empleado, en el caso descrito se emplearon 72 recipientes plásticos; luego de ello, se procedió a realizar los diseños de mezcla descritos párrafos anteriores. Después de cada elaboración de diseño de mezcla se vertió el material en dos capas por cada probeta, dando 25 golpes a cada una con la varilla lisa de tamaño corto. Por cada proceso de llenado por capas, se dio diez golpes con martillo de goma al molde hasta llegar a la última capa de llenado, donde inmediatamente después de los golpes se colocó un film plástico en la superficie a fin de no perder agua en la mezcla. Por último, se dejó reposar 1 día entero (24h) desde la elaboración para luego ser sumergidas en una piscina con cal y agua hasta llegar a cada día de curado según rotura.

Las herramientas, materiales e insumos para esta prueba fueron: moldes rígidos plásticos de 4” x 8”, varilla de compactación metálica y lisa de tamaño corto, martillo de goma, mezcladora de concreto, grasa vegetal y herramientas varias.

Ensayo de resistencia a la compresión

La práctica de resistencia a la compresión fue validada por la “NTP 339.034:2021 Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras

cilíndricas. Método de ensayo. 5a Edición” (Instituto Nacional de Calidad, 2021), la cual describió todos los pasos necesarios para encontrar la máxima resistencia promedio de las muestras de concreto.

Descrito el paso de *Elaboración y curado de especímenes de concreto*, se extrajo las muestras según el tiempo requerido de exposición a la carga axial; se probó 3 especímenes de concreto cilíndricos por cada día especificado de rotura para cada diseño de mezcla y se dispusieron a ser evaluados posterior a ser limpiados por exceso de agua. Inmediatamente a ello, se calibró la máquina de rotura o prensa hidráulica verificando que todo dial entre en estado neutro; de la misma forma, el rango creciente de carga axial sometida a la muestra se fijó en 0.25 MPa por segundo hasta llegar al punto máximo de resistencia práctica.

Ensayo de resistencia a la flexión

Se rige de la “NTP 339.078:2022 Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. 4ª Edición” (Instituto Nacional de Calidad, 2022).

La validación de los instrumentos de recolección de datos se ejecutó, según los parámetros de la Norma Técnica Peruana, directrices ASTM y ACI; de la misma forma, se tuvo las firmas de los profesionales, quiénes revisaron las fichas e indicaron sus sugerencias para su posterior rúbrica como validación de los formatos.

El análisis de datos que se realizó fue mediante gráficos, tablas y registros anecdóticos, así como la estadística inferencial; gracias a los ensayos realizados en el laboratorio. Asimismo, con la validación de los procesos según normativa; en

compromiso fiel a la normatividad, el asesor calificó y revisó los procesos elaborados para guiar una obtención de resultados óptimos para la investigación.

2.3 Aspectos éticos.

El estudio elaborado fue ejecutado conforme al método científico con redacción veraz. La información que contiene puede ser comprobada mediante la consulta de las referencias bibliográficas, así como a través del análisis correspondiente en el área de la ingeniería de materiales.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Respondiendo al objetivo 1, respecto a la caracterización de los agregados, a continuación, se detalla resumen los resultados encontrados:

Tabla 2.

Características físicas del agregado fino

Ensayo	Norma	Resultado	Parámetros
Granulometría (MF)	NTP. 400.012 / ASTM C136	2.70	2.3 - 3.1
Contenido de humedad (%)	NTP. 339.185 / ASTM C566	0.500	-
P.U.S.S. (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1640	1500 - 1800
P.U.C.S. (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1878	1600 - 1900
Peso específico (kg/m^3)	NTP. 400.022 / ASTM C128	2660	2500 - 2900
Absorción (%)	NTP. 400.022 / ASTM C128	0.90	0.2 - 5.0

Nota. Se observa los resultados del agregado fino para el diseño de mezcla.

Tabla 3.

Características físicas del agregado grueso

Ensayo	Norma	Resultado	Parámetros
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	NTP 400.012 / ASTM C136	1/2"	-
Ensayo de Abrasión	ASTM C-131 - MCT E 207	26.28%	-
Contenido de humedad (%)	NTP. 339.185 / ASTM C566	0.400	-
P.U.S.S. (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1485	1500 - 1800
P.U.C.S. (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1568	1600 - 1900
Peso específico (kg/m^3)	NTP. 400.022 / ASTM C127	2600	2500 - 2900
Absorción (%)	NTP. 400.022 / ASTM C127	1.100	0.2 - 5.0

Nota. Se observa los resultados del agregado grueso para el diseño de mezcla.

Luego de ello, se realizó el diseño de mezcla para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con un asentamiento de 4”, con relación $a/c = 0.476$

Tabla 4.

Diseño de mezcla elaborado

Material	Volumen (m³)	Proporción (volumen)
Cemento	0.469	1.00
Agregado Grueso	0.826	1.60
Agregado Fino	0.817	1.70
Agua de mezcla	0.223	20.30

Nota. Se observa las cantidades en volúmenes y pesos para concreto inicial.

Respondiendo al segundo objetivo referente a la resistencia a la compresión con sustitución al 8%, 16% y 24% con conchas de moluscos en agregado fino y mezcla patrón.

Tabla 5.

Resistencia a la compresión del concreto patrón

N° de testigo	Resistencia (kg/cm²)	Tiempo (días)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Porcentaje del diseño (%)	Promedio (kg/cm²)
01	280	7	205.67	73.45%	206.75
02	280	7	203.34	72.62%	
03	280	7	211.25	75.45%	
04	280	14	230.89	82.46%	234.89
05	280	14	234.85	83.88%	
06	280	14	238.92	85.33%	
07	280	28	294.96	105.34%	291.05
08	280	28	287.70	102.75%	
09	280	28	290.50	103.75%	

Nota. Se observa las resistencias a la compresión promedio a los 7,14 y 28 días del concreto patrón.

Tabla 6.

Resistencia a la compresión del concreto con sustitución 8% CM en AF

N° de testigo	Resistencia (kg/cm ²)	Tiempo (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje del diseño (%)	Promedio (g/cm ²)
010	280	7	207.96	74.27%	
011	280	7	206.54	73.76%	206.75
012	280	7	214.59	76.64%	
013	280	14	233.40	83.36%	
014	280	14	237.15	84.70%	237.29
015	280	14	241.33	86.19%	
016	280	28	298.98	106.78%	
017	280	28	291.11	103.97%	295.08
018	280	28	295.14	105.41%	

Nota. Se observa las resistencias a la compresión promedio con sustitución 8% de conchas de moluscos a los 7,14 y 28 días.

Tabla 7.

Resistencia a la compresión del concreto con sustitución 16% CM en AF

N° de testigo	Resistencia (kg/cm ²)	Tiempo (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje del diseño (%)	Promedio (kg/cm ²)
019	280	7	213.57	76.28%	
020	280	7	210.25	75.09%	206.75
021	280	7	218.46	78.02%	

022	280	14	236.58	84.49%	
023	280	14	241.30	86.18%	240.96
024	280	14	245.01	87.50%	
025	280	28	301.44	107.66%	
026	280	28	299.96	107.13%	299.99
027	280	28	298.59	106.64%	

Nota. Se observa las resistencias a la compresión promedio con sustitución 16% de conchas de moluscos a los 7,14 y 28 días

Tabla 8.

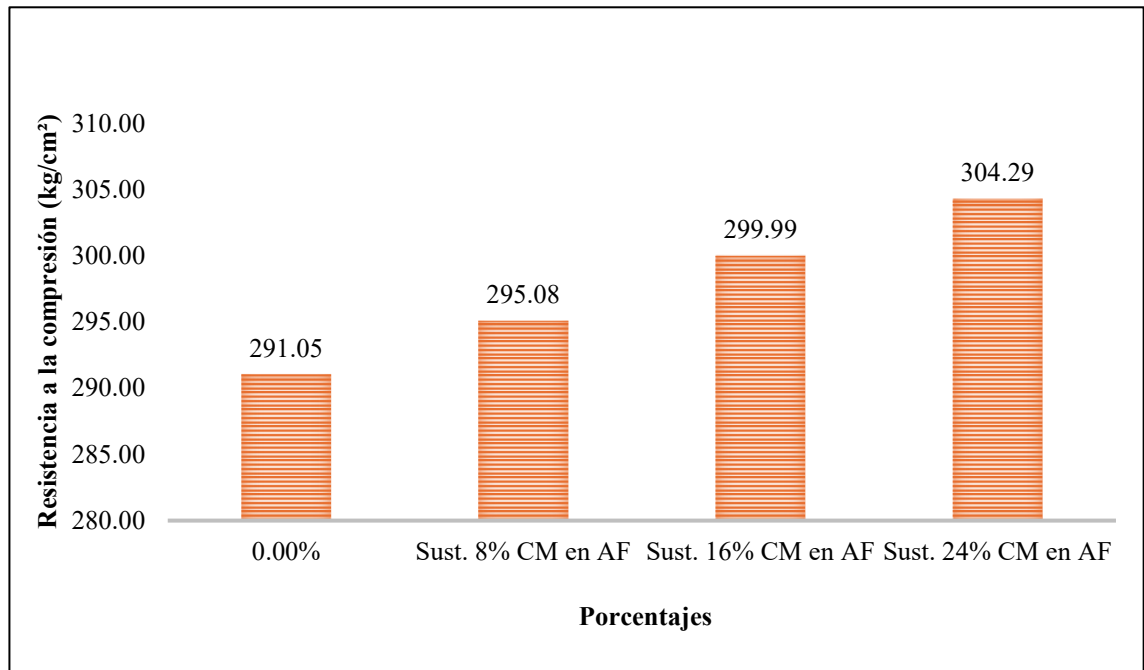
Resistencia a la compresión del concreto con sustitución 24% CM en AF

N° de testigo	Resistencia (kg/cm ²)	Tiempo (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje del diseño (%)	Promedio (kg/cm ²)
028	280	7	216.92	77.47%	
029	280	7	214.19	76.50%	206.75
030	280	7	220.38	78.71%	
031	280	14	239.43	85.51%	
032	280	14	243.78	87.07%	243.40
033	280	14	246.99	88.21%	
034	280	28	305.82	109.22%	
035	280	28	304.18	108.63%	304.29
036	280	28	302.89	108.18%	

Nota. Se observa las resistencias a la compresión promedio con sustitución 24% de conchas de moluscos a los 7,14 y 28 días

Figura 2.

Resultados promedios del concreto patrón y las sustituciones en la resistencia a la compresión a los 28 días



Nota. Se muestra los resultados promedios de resistencia la compresión del concreto patrón y con sustituciones a los 28 días.

Con respecto al ensayo a la flexión, se consideró especímenes de vigas prismáticas de 15 x 15 x 45 cm.

Tabla 9.

Resistencia a la flexión del concreto patrón

Nº de testigo	Resistencia (kg/cm ²)	Tiempo (días)	Módulo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
01	280	7	122.80	
02	280	7	127.47	126.63
03	280	7	129.61	

04	280	14	137.87	
05	280	14	146.27	142.07
06	280	14	142.07	
07	280	28	164.27	
08	280	28	158.27	163.34
09	280	28	167.47	

Nota. Se observa las resistencias a la flexión promedio a los 7,14 y 28 días del concreto patrón.

Tabla 10.

Resistencia a la flexión del concreto con sustitución 8% CM en AF

Nº de testigo	Resistencia (kg/cm^2)	Tiempo (días)	Módulo de rotura (kg/cm^2)	Promedio (kg/cm^2)
010	280	7	125.60	
011	280	7	130.40	129.69
012	280	7	133.08	
013	280	14	140.80	
014	280	14	149.13	144.98
015	280	14	145.00	
016	280	28	167.07	
017	280	28	162.27	166.71
018	280	28	170.80	

Nota. Se observa las resistencias a la flexión promedio con sustitución 8% de conchas de moluscos a los 7,14 y 28 días.

Tabla 12

Resistencia a la flexión del concreto con sustitución 16% CM en AF

Nº de testigo	Resistencia (kg/cm ²)	Tiempo (días)	Módulo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
019	280	7	128.40	
020	280	7	132.53	131.58
021	280	7	133.80	
022	280	14	142.80	
023	280	14	152.33	147.69
024	280	14	147.93	
025	280	28	170.40	
026	280	28	164.53	169.51
027	280	28	173.60	

Nota. Se observa las resistencias a la flexión promedio con sustitución 16% de conchas de moluscos a los 7,14 y 28 días.

Tabla 11.

Resistencia a la flexión del concreto con sustitución 24% CM en AF

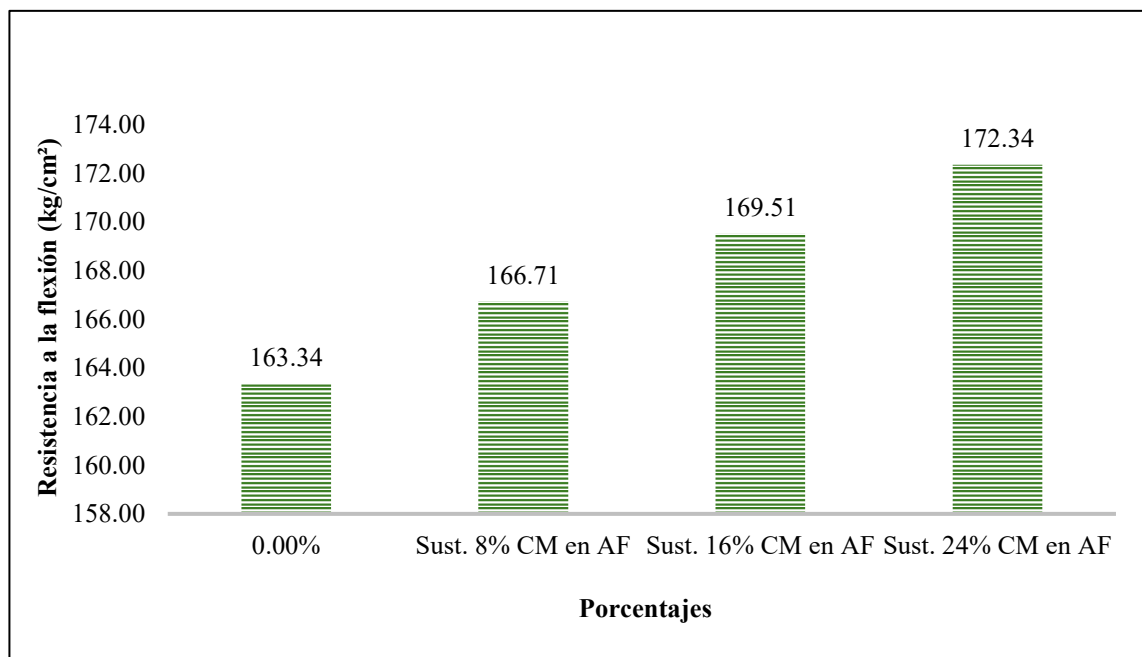
Nº de testigo	Resistencia (kg/cm ²)	Tiempo (días)	Módulo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
019	280	7	131.33	
020	280	7	135.00	135.71
021	280	7	140.80	
022	280	14	146.47	
023	280	14	155.67	151.16
024	280	14	151.33	

025	280	28	172.75	
026	280	28	167.64	172.34
027	280	28	176.64	

Nota. Se observa las resistencias a la flexión promedio con sustitución 24% de conchas de moluscos a los 7,14 y 28 días.

Figura 3.

Resultados promedios del concreto patrón y las sustituciones en la resistencia a la flexión a los 28 días

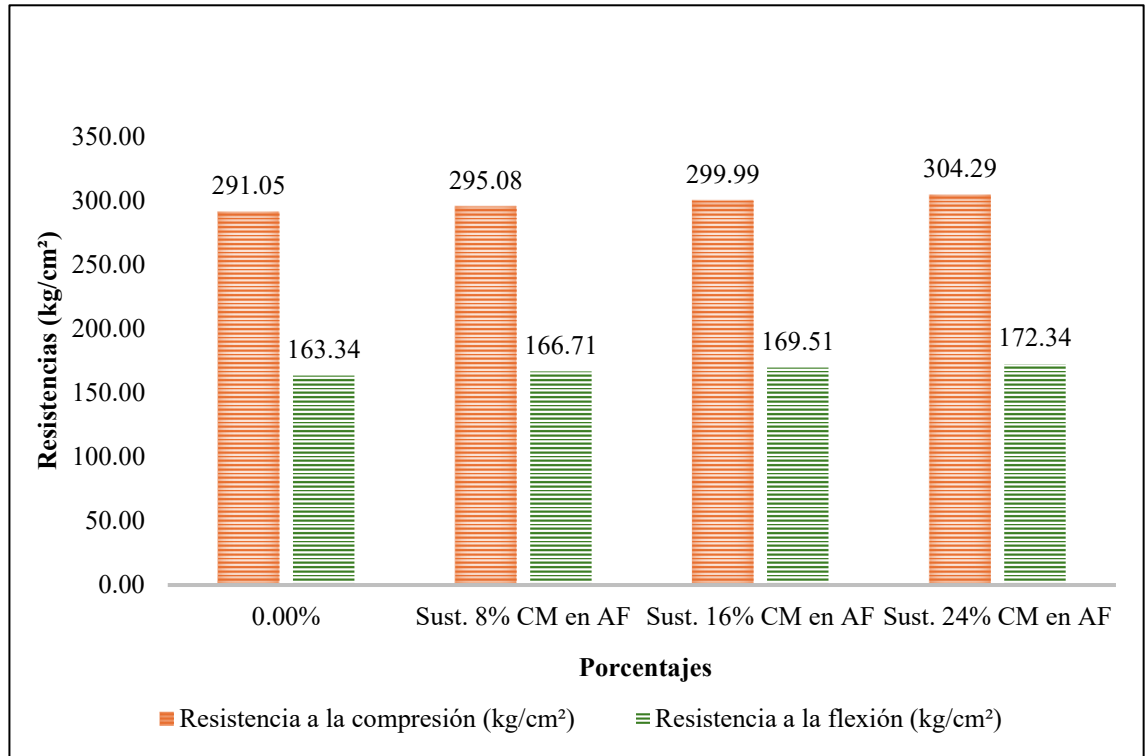


Nota. Se muestra los resultados promedios de resistencia la flexión del concreto patrón y con sustituciones a los 28 días.

Con respecto al tercer objetivo, la comparación del concreto patrón y los porcentajes de sustitución al 8%, 16% y 24% tanto en compresión y flexión; se presentan, a continuación.

Figura 4.

Comparación de los resultados promedios del concreto patrón y las sustituciones en la resistencia a la compresión y flexión a los 28 días



Nota. Se muestra los resultados promedios de resistencia la compresión y flexión del concreto patrón y con sustituciones a los 28 días.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La investigación desarrollada demuestra que sustituir el 24 % del AF por moluscos mejora las propiedades del hormigón ante esfuerzos; obteniéndose 304.29 kg/cm^2 en compresión y 172.34 kg/cm^2 en flexión a los 28 días. En contraste, el análisis llevado a cabo por (Jan y Kumar, 2023), donde se empleó una mezcla con 10 % de conchas marinas y hasta 30 % de limo Mersey, reportó una resistencia de 41.7 MPa en compresión; sin embargo, los valores obtenidos en flexión fueron inferiores. Esta discrepancia se atribuye al uso exclusivo de conchas y al proceso de curado a bajas temperaturas aplicado en este estudio; ambos trabajos, no obstante, concluyen que el uso de residuos marinos (conchas) es una posible oportunidad que cumple con lo técnico, sostenible y potencia las características del hormigón. En esa misma línea, los resultados de esta investigación demuestran que sustituir parcialmente el agregado fino con conchas de moluscos mejora la resistencia del concreto; al compararse con el estudio de (Oh et al., 2024), se evidencia una tendencia similar, donde un 30% de reemplazo con conchas lavadas mantiene hasta el 90% de la resistencia del mortero convencional. En esta tesis, el mejor desempeño se logró con un 24% de reemplazo (304.29 kg/cm^2); además, se resalta que el tratamiento previo (lavado) es clave para mejorar el comportamiento mecánico. Por tanto, el uso de conchas marinas tratadas se valida como una alternativa técnica y ambientalmente sostenible.

Aparte de ello, en el estudio de Ortiz (2019), el valor más alto de $f'c$ se obtuvo con una sustitución del 10 % (220.48 kg/cm^2); en cambio, en la presente tesis, se alcanzó con un 24 % (304.29 kg/cm^2), lo que evidencia que el diseño del concreto y el tipo de cemento influyen en los resultados. Aunque la resistencia tiende a disminuir con porcentajes de reemplazo mayores, los niveles óptimos superan al diseño patrón; por tanto, se confirma que este residuo (concha) es técnicamente viable, y ambientalmente sostenible para su

aplicación en la construcción.

Dentro de las implicancias prácticas, la utilización de conchas de moluscos mostró una tendencia de aumento en la resistencia; lo que implica una mejora como alternativa de uso en elementos estructurales para viviendas o sectores costeros en presencia marina. Considerando que, en varios sectores de las playas locales, no existen ningún reciclaje sobre las conchas de molusco, este proyecto implica la generación de la práctica de elaborar un tratamiento de uso práctico en conjunto con la municipalidad quien es el ente responsable, en búsqueda de contribuir a la reducción de emisiones de CO_2 y ser una mejora del medio ambiente.

Sin embargo, en la investigación de Vásquez (2021), la combinación de conchas (10 %) y plástico PET (5 %) alcanzó una resistencia de 240.30 kg/cm^2 ; en contraste, en la presente tesis, sin incluir PET y con un 24 % de conchas, se obtuvo una resistencia de 304.29 kg/cm^2 . Esto sugiere que el plástico, aunque ecológico, puede reducir la resistencia si no se controla adecuadamente su dosificación. Por tanto, el uso exclusivo de conchas (carbonato de calcio) resulta más favorable desde el punto de vista técnico, y estructural; además, representa una alternativa viable y sostenible para su aplicación en la construcción.

En la implicancia teórica, se consideró a las conchas de moluscos como sustitución del agregado fino; sabiendo que estas tienen dentro de sus propiedades al carbonato de calcio. En ese sentido, implicó reemplazar en porcentajes del 8%, 16% y 24%, obteniendo resultados positivos para este último caso; lo que nos aporta conocimientos nuevos acerca de los reemplazos y resultados de mejora en la compresión.

Como parte de la implicancia metodológica, se realizó la etapa de recojo y trituración de las conchas de moluscos; recopilando los procedimientos de sustitución con cada porcentaje, así mismo, se ejecutó la evaluación de los agregados para realizar los diseños

mezcla de acuerdo a cada material; permitiendo llegar al concreto patrón y, posteriormente, evaluarlo con los procedimientos a compresión y flexión.

Las limitaciones se trabajaron con un módulo de finura del AF de un 2.70, lo cual permitió tener resultados positivos; sin embargo, podrían realizarse diseños con otras cantidades de módulos de finura, así como con piedra de TMN 3/8” o 10 mm. Otra limitación corresponde que para indicar que al aumentar más del 24% de sustitución de conchas de moluscos en el agregado fino, este procedimiento continúa mejorando el concreto; se tendría que elaborar los diseños de mezcla y realizar los ensayos respectivos. Asimismo, se deberán elaborar otros ensayos como permeabilidad, absorción y módulo de elasticidad.

Conclusiones.

Se determinó la influencia de los moluscos como sustitución en el agregado fino en la resistencia a la compresión y flexión, teniendo un aumento de hasta un 5.00% con porcentaje de sustitución del 24% a los 28 días; en la resistencia a la compresión y flexión de un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$.

Se obtuvo las características físicas y mecánicas de los agregados, teniendo para el fino; un módulo de finura de 2.70, un contenido de humedad de 0.50%, un peso unitario suelto de 1640 kg/m^3 , un peso unitario compactado de 1878 kg/m^3 , un peso específico de 2660 kg/m^3 y una absorción de 0.90 %. En el caso del agregado grueso, resultó un amañó Máximo Nominal (TMN) de $\frac{1}{2}$ ”, una abrasión del 26.28%, un contenido de humedad de 0.40%, un peso unitario suelto de 1485 kg/m^3 , peso unitario suelto de 1568 kg/m^3 , un peso específico de 2600 kg/m^3 y una absorción 1.10%.

Las resistencias a la compresión promedio del concreto patrón y con una sustitución de un 8%, 16% y 24% de conchas de moluscos; permitió visualizar que con un 8% de sustitución a los 7, 14 y 28 días; estas fueron de 206.75 kg/cm^2 , 237.29 kg/cm^2 y 295.08 kg/cm^2 , según corresponda. Para el 16% de sustitución, los resultados fueron de 206.75 kg/cm^2 , 240.96 kg/cm^2 y 299.99 kg/cm^2 ; respectivamente. En el caso del 24% sustitución a los 7, 14 y 28 días; fueron de 206.75 kg/cm^2 , 243.40 kg/cm^2 y 304.29 kg/cm^2 , considerando que en todos los casos se logró superar los valores de resistencia del concreto patrón $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$. Respecto a la resistencia a la flexión, con un 8% de sustitución a los 7, 14 y 28 días; los resultados fueron de 129.69 kg/cm^2 , 144.98 kg/cm^2 y 166.71 kg/cm^2 ; respectivamente. Con un 16% de reemplazo, a los 7, 14 y 28 días, las resistencias fueron de 131.58 kg/cm^2 , 147.69 kg/cm^2 y 169.51 kg/cm^2 . Respecto al 24% sustitución, a los 7, 14 y 28 días; los resultados fueron de 135.71 kg/cm^2 , 151.16 kg/cm^2

y 172.34 kg/cm^2 ; considerando que en todos los casos, los valores superan la resistencia a flexión del patrón.

Se comparó los valores de las resistencias a la compresión con el hormigón patrón, teniendo un aumento para los 28 días de un 1.38%, 3.07% y 4.55%; respectivamente. En el caso de las resistencias a la flexión, también se tuvo un aumento para los veintiocho días de un 2.06%, 3.78% y 5.51%.

Recomendaciones:

Se recomienda el curado con alternativas en presencia de agentes agresivos como sal; con el objetivo de poner a prueba sus características ante climas costeros diferentes.

Así como, cambiar los tamaños de los moluscos al triturar o con el material granular (3/8", 1/2" o 10 mm) en el concreto.

Por otra parte, se sugiere diseñar para concretos con mayores $f'c$ de 320 - 340 kg/cm^2 y poderlos evaluar en otras pruebas como el de absorción o módulo de elasticidad.

REFERENCIAS

- Álvarez, J. (2020). *Factores que inciden en la presencia de microplásticos en playas mexicanas* [Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ingeniería].
<https://hdl.handle.net/20.500.12930/1861>
- Arias, J. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación científica*.
<https://cutt.ly/3rsYRNlh>
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (1era Ed.). <https://cutt.ly/BrsnlBVM>
- Asociación Colombiana de Productores de Concreto. (2010). *Tecnología del concreto: Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas (TOMO 1)* (3era ed).
<https://bibliotecadigital.uce.edu.ec/s/L-D/item/1032#?c=&m=&s=&cv=>
- Baena, G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Bougie, R., & Sekaran, U. (2016). *Research Methods for Business* (7 Ed.).
<https://library.ucyp.edu.my/wp-content/uploads/2024/01/Research-methods-for-business-A-skill-building-approach.pdf>
- Bringas, M., & Mejía, J. (2019). *Uso de las conchas marinas pulverizadas en el mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante en vías de baja transitabilidad caso: Av. Holanda, Los Olivos - Lima* [Universidad de San Martín de Porres]. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5340>
- Concretos SUPERMIX. (2018, julio 26). Agregados para la elaboración de Concreto Premezclado | Concretos Supermix. *Agregados para la elaboración de concreto premezclado*. <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-concreto-premezclado/>

- Cruz, A. (2020). *Evaluación de la calidad ambiental y su relación con la presencia de microplásticos en cinco playas mexicanas* [Universidad Autónoma Metropolitana (México). Unidad Azcapotzalco. Coordinación de Servicios de Información.].
<https://hdl.handle.net/11191/6843>
- Cueva, M. (2019). *Influencia del uso de residuo de concha de abanico como reemplazo de agregado en la porosidad del concreto* [Universidad de Piura].
<https://hdl.handle.net/11042/4269>
- Deepa, K., Theerkadharshini, Udayabanu, T., & Haricharan, R. (2024). Characteristics study of concrete strength using periwinkle seashell as cement partial replacement. *Materials Today: Proceedings*, 103, 567–573.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.10.126>
- Gavilánez, F. (2021). *Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas*. Ediciones Díaz de Santos.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (4ta Ed). McGraw-Hill.
<http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPLERI.pdf>
- Instituto Nacional de Calidad. (2021). *CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5a Edición*.
<http://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- Instituto Nacional de Calidad. (2022). *CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. 4ª Edición*.
<http://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>

- Jan, L., & Kumar, A. (2023). *Experimental Investigation of the Properties of Concrete by Partially Replacing Fine Aggregates with Sea Shell Powder and Mersey Silt*.
- Martínez, C. (2016). *Estudio del comportamiento de la concha de mejillón como árido para la fabricación de hormigones en masa: Aplicación en la cimentación de un módulo experimental (Módulo Biovalvo)* [Bachelor thesis].
<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/17489>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Secretaría de Gestión de Riesgos. (2016). *Guía práctica para el diseño de estructuras de hormigón armado de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015* (1Ed.).
<https://desintecsa.com/Normativas/Ingenierias/NEC15/GUIA-2-HORMIGON-ARMADO.pdf>
- Ministerio de la Producción. (2022). *AcuiRed Edición N°02*.
https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/03/AcuiRed-2-31.03.22_compressed.pdf
- Nodehi, M., & Mohamad, V. (2022). Sustainable concrete for circular economy: A review on use of waste glass. *Glass Structures & Engineering*, 7(1), 3–22.
<https://doi.org/10.1007/s40940-021-00155-9>
- Oh, S.-E., Chung, S.-Y., Kim, K., & Han, S.-H. (2024). Comparative analysis of the effects of waste shell aggregates on the material properties of cement mortars. *Construction and Building Materials*, 412, 134887.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.134887>
- Ortiz, M. (2019). *Influencia de la sustitución del agregado fino por conchas de abanico trituradas en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$* [Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35227>

- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto* (2Ed.).
https://drive.google.com/file/d/19gCqM91XK_2cC9DexswwmotnvJLmJfrV/view?usp=drive_link&usp=embed_facebook
- Ponce, M. de F., & Pasco, M. (2018). *Guía de Investigación en Gestión*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Dirección de Gestión de la Investigación.
<http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/172009>
- Ruiz, R. (2021). *Influencia del tiempo de mezclado en las propiedades del concreto premezclado en estado fresco en la ciudad de Tarapoto* [Universidad Científica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.14503/1742>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020). *Norma E.060 Concreto Armado*.
https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2yIU5Kz/view?usp=sharing&usp=embed_facebook
- Tejero, J. (Ed.). (2021). *Técnicas de investigación cualitativa en los ámbitos sanitario y sociosanitario*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
https://doi.org/10.18239/estudios_2021.171.00
- Vásquez, L. (2021). *Evaluación del concreto adicionando residuos de conchas de abanico y plástico politereftalato de etileno reciclado*. [Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/172>
- Vizcaíno, P., Cedeño, R., & Maldonado, I. (2023). Metodología de la investigación científica: Guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), Article 4. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
- Wan, W. A. S. B., Othman, N. H., Wan, M. H., Rahim, M. A., Shahidan, S., & Rahman, R. A. (2017). A review on seashells ash as partial cement replacement. *IOP*

Conference Series: Materials Science and Engineering, 271(1), 012059.

<https://doi.org/10.1088/1757-899X/271/1/012059>

Yahya, N., Naamandadin, N. A., Othman, M. K., & Ismail, M. Z. (2024). Seashell as fine aggregate replacement: The effect on mechanical and physical properties of concrete. *AIP Conference Proceedings*, 2799(1), 020121.

<https://doi.org/10.1063/5.0192097>

Zajac, M., Skocek, J., Ben Haha, M., & Deja, J. (2022). CO2 Mineralization Methods in Cement and Concrete Industry. *Energies*, 15(10), Article 10.

<https://doi.org/10.3390/en15103597>

Zhang, C., & Zhang, R. (2006). Matrix proteins in the outer shells of molluscs. *Marine Biotechnology (New York, N.Y.)*, 8(6), 572–586. <https://doi.org/10.1007/s10126-005-6029-6>

ANEXOS

Operacionalización de Variables

Tabla 12.

Matriz de operacionalización de variables

Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
Se realizó diferentes diseños de mezcla, para la sustitución de las conchas de moluscos al 8%, 16% y 24% en el agregado fino para alcanzar un concreto de resistencia a la compresión $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$.	Dosificación	8% CM de sustitución en el agregado fino 16% CM de sustitución en el agregado fino 24% CM de sustitución en el agregado fino	Fichas de recolección	Razón
Se realizó la caracterización de los agregados finos y gruesos para lograr el diseño de mezcla, así mismo en el estado fresco se realizó el asentamiento, así como en el estado endurecido la resistencia a compresión y flexión	Propiedades de los agregados Propiedades en estado fresco Propiedades mecánicas en estado endurecido	Granulometría Peso específico Peso unitario seco y compactado Contenido de humedad Absorción Asentamiento Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión	Fichas de recolección	Intervalos

Instrumento: Ficha de recolección de datos 1

Título: Influencia de las conchas de moluscos como sustitución en agregado fino en propiedades mecánicas en concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo

Tesistas: León Benites Miguel Angel – Estrada Valverde Fernando Martín

Fecha: marzo 2025

Resistencia a la compresión de concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$

N° de testigo	Resistencia (kg/cm ²)	Tiempo (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje del diseño (%)	Promedio (kg/cm ²)
01	280	7			
02	280	7			
03	280	7			
04	280	14			
05	280	14			
06	280	14			
07	280	28			
08	280	28			
09	280	28			

Ingenieros 1	Ingeniero 2	Ingeniero 3
Nombres y apellidos:	Nombres y apellidos:	Nombres y apellidos:
CIP:	CIP:	CIP:
Firma	Firma	Firma

Instrumento: Ficha de recolección de datos 2


Título: Influencia conchas de moluscos como sustitución en agregado fino en propiedades mecánicas en concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo

Tesistas: León Benites Miguel Angel – Estrada Valverde Fernando Martín

Fecha: marzo 2025

Resistencia a la flexión del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$

Nº de testigo	Resistencia (kg/cm ²)	Tiempo (días)	Módulo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
01	280	7		
02	280	7		
03	280	7		
04	280	14		
05	280	14		
015	280	14		
06	280	28		
07	280	28		
08	280	28		

Ingenieros 1	Ingeniero 2	Ingeniero 3
Nombres y apellidos: Cesar Marcelino Rondo Saavedra CIP: 2502.35 Firma  CESAR MARCELINO RONDO SAAVEDRA Ingeniero Civil CIP Nº 250235	Nombres y apellidos: CIP: Firma	Nombres y apellidos: CIP: Firma

Instrumento validado




Título: Influencia de las conchas de moluscos como sustitución en agregado fino en propiedades mecánicas en concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo

Tesistas: León Benites Miguel Angel – Estrada Valverde Fernando Martín

Fecha: marzo 2025

Resistencia a la compresión de concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$

Nº de testigo	Resistencia (kg/cm ²)	Tiempo (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje del diseño (%)	Promedio (Kg/cm ²)
01	280	7			
02	280	7			
03	280	7			
04	280	14			
05	280	14			
06	280	14			
07	280	28			
08	280	28			
09	280	28			

Ingenieros 1	Ingeniero 2	Ingeniero 3
Nombres y apellidos: Cesar Marcelino Rondo Saavedra CIP: 250235 Firma  	Nombres y apellidos: German Sagastegui Vasquez CIP: 126049 Firma 	Nombres y apellidos: CIP: Firma



Ensayo de peso específico y absorción



Ensayo de contenido de humedad



Ensayo de peso unitario suelto y compactado



Ensayo de resistencia a la compresión

Certificados de calibración de equipos



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 066 - 2024

Página 1 de 1

1. Expediente	2546-2024.	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	C. & R. GEOTECNIA Y CONSULTORIA S.A.C.	
3. Dirección	AV. PUMACAHUA N° 1577 - EL PORVENIR - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
4. Equipo	PIENSA DE CONCRETO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	120000 kgf	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PC-120	
Número de Serie	1136	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315-KS P	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2024-05-07	

Fecha de Emisión

2024-05-07

Jefe del Laboratorio de Metrología



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 508 - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST S.A.C



PERUTEST S.A.C.
VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION
PT - LT - 061-2024

Página 1 de 7

1. Expediente 1984-2024

2. Solicitante C & R GEOTECNIA Y CONSULTORIA S.A.C.

3. Dirección AV. PUMACAHUA NRO. 1577 LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR

4. Equipo HORNO DE SECADO

Marca PERUTEST

Modelo PT-H135

N° de serie 0174

Procedencia Perú

Identificación No indica

Ubicación No indica

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a las patrones nacionales o internacionales, que realicen las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición a su reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los errores que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 200 °C	0 °C a 200 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	Digital	Digital

5. Fecha de calibración 2024-05-08

Fecha de Emisión

2024-05-08

Revisión: 00

Jefe de Laboratorio



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



📞 913 028 621 / 913 028 622

📞 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lefe 508 - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Mallas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 0123 - 2024

Página 1 de 4

1. Expediente	1984-2024	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	C & R GEOTECNIA Y CONSULTORIA S.A.C.	
3. Dirección	AV. PUMACAHUA NRO. 1577 LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	6200 g	
División de escala (d)	0.1 g	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Div. de verificación (e)	0.1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	SJX6201E	
Número de Serie	8343042011	
Capacidad mínima	2.0 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2024-05-08	
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2024-05-08	 JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA	

☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 508 - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perufest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC