



Universidad César Vallejo

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis de propiedades mecánicas en concreto estructural, incorporando  
vidrio reciclado y cáscara de huevo en Sullana – 2024

**TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero civil

**AUTOR:**

Oliva Cordova, Fabricio ([orcid.org/0000-0002-7512-5284](https://orcid.org/0000-0002-7512-5284))

**ASESOR:**

Dr. Prieto Monzon, Pedro Pablo ([orcid.org/0000-0002-1019-983X](https://orcid.org/0000-0002-1019-983X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA - PERÚ

2024



**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PRIETO MONZON PEDRO PABLO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana – 2024", cuyo autor es OLIVA CORDOVA FABRICIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 22 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PRIETO MONZON PEDRO PABLO <b>DNI:</b> 02891452 <b>ORCID:</b> 0000-0002-1019-983X	Firmado electrónicamente por: PPRIETOM el 01-09- 2024 01:09:26

Código documento Trilce: TRI - 0830144



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, OLIVA CORDOVA FABRICIO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana – 2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
FABRICIO OLIVA CORDOVA <b>DNI:</b> 74079324 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7512-5284	Firmado electrónicamente por: FOLIVAC el 22-07-2024 16:20:37

Código documento Trilce: TRI - 0830146

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su amor incondicional y su apoyo constante en esta hermosa travesía hacia la profesionalización.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, por su constante aliento a ser mejor y su motivación para alcanzar mis metas.

A mi asesor de tesis, cuya ayuda invaluable ha sido fundamental para la culminación de esta investigación.

A cada uno de mis profesores, quienes me enseñaron y compartieron sus experiencias profesionales, permitiéndome destacarme en mi campo.

A la Universidad César Vallejo, por ser el lugar donde se cristalizan mis sueños, brindándome la oportunidad de crecer tanto como profesional como persona.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/AUTORES .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
INDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	10
III. RESULTADOS .....	18
IV. DISCUSIÓN.....	45
VI. RECOMENDACIONES .....	55
REFERENCIAS .....	56
ANEXOS .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estimación de la proporción de los agregados gruesos .....	18
Tabla 2. Estimación de la proporción de los agregados finos .....	19
Tabla 3. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño Patrón .....	22
Tabla 4. Componentes - Diseño Patrón .....	23
Tabla 5. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño de Hormigón con 2.5% Cáscara de Huevo + 2.5% .....	25
Tabla 6. Componentes -diseño 5% .....	26
Tabla 7. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño de Hormigón con 5% Cáscara de Huevo + 5% .....	27
Tabla 8. Componentes -diseño 10% .....	28
Tabla 9. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño de Hormigón con 7.5% Cáscara de Huevo + 7.5% .....	29
Tabla 10. Componentes -diseño 15% .....	30
Tabla 11. Fecha de moldeo y roturas .....	31
Tabla 12. Resistencias obtenidas a los 7 días .....	32
Tabla 13. Resistencias obtenidas vs resistencias esperadas a los 7 días .....	32
Tabla 14. Resistencias obtenidas a los 14 días .....	33
Tabla 15. Resistencias obtenidas vs resistencias esperadas a los 14 días .....	33
Tabla 16. Resistencias obtenidas a los 28 días .....	34
Tabla 17. Resistencias obtenidas vs resistencias esperadas a los 28 días .....	34
Tabla 18. Resistencia a la flexión muestra patrón .....	35
Tabla 19. Resistencia a la flexión muestra al 5% .....	36
Tabla 20. Resistencia a la flexión muestra al 10% .....	37
Tabla 21. Resistencia a la flexión muestra al 15% .....	37
Tabla 22. Resultado prueba Shapiro-Wilk .....	50
Tabla 23. Resultado Test de Levene .....	50
Tabla 24. Resultados prueba ANOVA .....	51

Tabla 25. Resultados prueba post hoc de Tukey .....	51
Tabla 26. Resultado prueba de normalidad .....	52
Tabla 27. Resultados prueba de Levene.....	52
Tabla 28. Resultados prueba post hoc de Tukey .....	53



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estimación de la proporción de los agregados finos y gruesos.....	21
Figura 2. Resistencia a la flexión promedio.....	38
Figura 3. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la compresión a los 7 días de curado.....	39
Figura 4. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la compresión a los 14 días de curado.....	39
Figura 5. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado.....	40
Figura 6. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la flexión a los 7 días de curado .....	41
Figura 7. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la flexión a los 14 días de curado .....	42
Figura 8. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado .....	43

## RESUMEN

La investigación tuvo como ODS la producción y consumo responsables el cual se relaciona con el objetivo determinar las propiedades mecánicas del concreto estructural incorporando vidrio reciclado y cáscara de huevo en Sullana, 2024. La metodología fue de tipo aplicada, adoptó un enfoque cuantitativo con diseño cuasi-experimental y alcance explicativo, evaluando 48 probetas de concreto modificadas con 0%, 5%, 10% y 15% de estos aditivos. Los resultados mostraron que las mezclas con 5% de aditivos mantuvieron una resistencia a la compresión, flexión e impacto, pero no comparable al concreto patrón, mientras que mezclas con 10% y 15% presentaron disminución significativa en estas propiedades; la prueba ANOVA confirma que la variación en el porcentaje de cascara de huevo y vidrio varían las propiedades mecánicas del concreto tanto en la resistencia a la compresión como la flexión. Se concluyó que la incorporación de vidrio reciclado y cáscara de huevo alcanzo su nivel más alto de resistencia en proporción del 5%, comprometiendo las propiedades mecánicas del concreto, sin lograr equilibrar la sostenibilidad y funcionalidad estructural, por lo que es fundamental seguir investigando para optimizar estas proporciones y desarrollar normas técnicas que aseguran la calidad y durabilidad de las estructuras construidas con materiales innovadores.

**Palabras clave:** Concreto Estructural, propiedades mecánicas del concreto, sostenibilidad.

## ABSTRACT

The research had responsible production and consumption as SDG, which is related to the objective of determining the mechanical properties of structural concrete incorporating recycled glass and eggshell in Sullana, 2024. The methodology was applied, adopting a quantitative approach with quasi-design. - experimental and explanatory scope, evaluating 48 concrete specimens modified with 0%, 5%, 10% and 15% of these additives. The results showed that mixtures with 5% additives maintained resistance to compression, bending and impact, but not comparable to standard concrete, while mixtures with 10% and 15% presented a significant decrease in these properties; The ANOVA test confirms that the variation in the percentage of eggshell and glass varies the mechanical properties of the concrete in both compressive and flexural strength. It was concluded that the incorporation of recycled glass and eggshell reached its highest level of resistance in a proportion of 5%, compromising the mechanical properties of the concrete, without managing to balance sustainability and structural functionality, so it is essential to continue researching to optimize these proportions and develop technical standards that will ensure the quality and durability of structures built with innovative materials.

**Keywords:** Structural Concrete, mechanical properties of concrete, sustainability.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el concreto se posiciona como uno de los materiales de construcción más empleados debido a su resistencia, durabilidad y coste relativamente asequible. Sin embargo, la manufactura de este material genera una cantidad considerable de desechos, siendo responsable de la emisión de aproximadamente 10 GT de CO<sub>2</sub> anualmente, de las cuales 2.8 GT provienen de la producción de concreto. Además, la Chatham House, señala que este proceso contribuye con aproximadamente el 8% de las emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial (Naciones Unidas (ONU), 2022).

En este contexto, la construcción tradicional enfrenta problemas sustantivos debido al uso de materiales convencionales que tienen un impacto ambiental negativo. Esta situación fomenta la necesidad de adoptar materiales sismorresistentes y alternativos que promuevan la sostenibilidad, que no solo mejoren la resistencia sísmica de las edificaciones, sino que también reduzcan la huella de carbono, cuyos residuos sean reciclables y soporten la economía circular (Albir, 2022, pp. 10-115).

Datos recientes indican que cada tonelada de concreto genera aproximadamente 398 kg de CO<sub>2</sub> solo durante el proceso de producción de energía, y otros 200 kg de CO<sub>2</sub>, durante a la actividad minera. Además, el sector del concreto utiliza entre 1.1 a 1.5 toneladas de recursos naturales por tonelada de producto, contribuyendo significativamente a la degradación del suelo y la explotación de canteras (Frías et al., 2022, pp. 88-97)

En Perú, la producción de concreto convencional presenta serios problemas de contaminación ambiental. En 2019, el país produjo entre 9 mil y 10 mil toneladas métricas de Clinker y cemento Portland ordinario, respectivamente, lo que representó incrementos entre el 5% y 7% en comparación con el año anterior (ASOCEM, 2019). Este proceso tiene un alto impacto ambiental, dado que la producción de una tonelada de cemento puede liberar alrededor de 800 kg de CO<sub>2</sub>, lo cual contribuye notablemente a las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en 2022 se produjeron 30 millones de metros cúbicos de concreto, lo que representa un incremento del 10% en comparación con el año anterior.

Esta problemática se extiende a Piura, donde la producción de concreto aumentó un 31.2% a inicios de 2022, aunque los despachos de cemento se redujeron un 20.3% en enero y un 18.5% en diciembre, posiblemente debido a una menor demanda para la autoconstrucción (BCRP, 2022, 2023, p. 2). En Sullana, la producción de concreto también es significativa para el desarrollo local, con 500 mil metros cúbicos producidos en 2022, un incremento del 9% respecto al año anterior (Municipalidad Provincial de Sullana, 2022).

Esta realidad problemática se abarca con el ODS de producción y consumo responsables, el cual ha motivado a los investigadores a explorar materiales alternativos que contribuyan a la reducción de emisiones y al consumo energético, tales como el uso de residuos y otras fuentes de materias primas, ya que el concreto siendo un material de gran uso por su versatilidad y resistencia, está en constante mejora en términos de sus propiedades mecánicas. En este contexto, la incorporación de materiales como vidrio reciclado y cáscara de huevo se presenta como una posible solución tanto innovadora, como prometedora, dado que estos materiales alternativos tienen el potencial de fortalecer significativamente el concreto y otros productos de construcción, mejorando la resistencia y durabilidad que exige la industria de la construcción.

Por lo tanto, surge la pregunta general: ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del concreto estructural al incorporar vidrio reciclado y cáscara de huevo en Sullana en 2024? Además, se formularon las siguientes preguntas específicas ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto estructural al incorporar vidrio reciclado y cáscara de huevo en Sullana en 2024?, ¿Cuál es la resistencia a la flexión del concreto estructural al incorporar vidrio reciclado y cáscara de huevo en Sullana en 2024? y ¿Cuál es el impacto de la incorporación de vidrio reciclado y cáscara de huevo en la resistencia del concreto estructural Sullana 2024?

Para abordar la pregunta de investigación, se establece como objetivo general Determinar las propiedades mecánicas en concreto estructural, incorporando vidrio reciclado y cáscara de huevo en Sullana - 2024, y como objetivos específicos; Primero, determinar la resistencia a la compresión del concreto estructural, incorporando con vidrio reciclado y cáscara de huevo, segundo, determinar la resistencia a la flexión del concreto estructural, incorporando vidrio

reciclado y cáscara de huevo, y tercero, determinar el impacto de la incorporación de vidrio reciclado y cáscara de huevo en la resistencia del concreto estructural Sullana 2024.

En este contexto, la justificación de esta investigación se basa en diversos aspectos. Teórica, dado que busca contribuir al conocimiento sobre cómo la incorporación de vidrio reciclado y cáscara de huevo afecta las propiedades mecánicas del concreto estructural, lo que puede ser útil para futuros desarrollos en materiales más sostenibles y eficientes para la construcción. Práctica, dado que busca mejorar al concreto en el aspecto de sus propiedades mecánicas, reduciendo costos de construcción y aumentando la seguridad y durabilidad de las estructuras. Técnicamente, el uso de estos materiales tanto orgánicos como reciclados podría resultar en obtener un concreto más resistente a la abrasión y con una vida útil prolongada, por lo que es necesario comprobarlo. Adicionalmente, se justifica desde la perspectiva ambiental, dado que promueve la reducción de desechos, reutilizando vidrio y cáscara de huevo que de otro modo terminarían en vertederos, contribuyendo así a la disminución de la contaminación y al bienestar social, además de reducir el uso de cemento.

En línea con lo anterior, se revisaron investigaciones previas, destacando el trabajo de Paruthi S. et al. (2023), quienes reportaron que al usar de polvo de cáscara de huevo para reducir la cantidad de uso de cemento, también puede reducir residuos y apoyar la sostenibilidad debido a su alto contenido de calcio y resistencia al agua, mejorando así las propiedades del concreto. Hicieron uso de las inteligencias artificiales o redes neuronales para que así puedan deducir un aproximado del concreto con este material, concluyendo que reemplazar hasta un 20% del cemento con polvo de la cáscara del huevo logro aumentar las propiedades del concreto. Sus resultados mostraron un valor de  $R^2$  de 0.96, confirmando la efectividad del modelo para determinar que valor final será la resistencia del concreto. Este estudio sugiere que el polvo de cáscara de huevo es una alternativa viable al cemento, mejorando las propiedades del concreto y reduciendo la necesidad de cemento convencional.

Srinivasan, K. et al. (2021) en su estudio en India, reportaron que los residuos de vidrio y el polvo de cáscara de huevo generalmente terminan en vertederos, lo que agrava los problemas ecológicos y limita el espacio disponible, de manera

que la ciudad metropolitana genera casi 30 toneladas de residuos de vidrio anualmente; por lo que reemplazaron en parte al cemento por el polvo de vidrio y cáscara de huevo en las proporciones del 0%, 20%, 30% y 40%, y midieron la resistencia a la compresión en tiempos de curado establecidos, de manera que mediante pruebas de cubo y tracción dividida, demostraron que estos desechos pueden ser convertidos en recursos útiles para reducir la contaminación ambiental.

Othman, R. et. al, (2021). En su investigación elaboraron el concreto reemplazando el cemento en cierta con cáscara de huevo y el desperdicio de caucho de neumáticos como reemplazo de arena se preparó con un intervalo de 5% hasta 15% de reemplazo de ambos materiales, de modo que utilizando la prueba de cono de depresión y de compresión demostraron, la incorporación de la cáscara de huevo apenas afecta la disminución su resistencia, mientras que el caucho del neumático reduce considerablemente la viabilidad, que la fuerza mecánica del concreto fue óptima al 5% y 10% agregando la cascara de huevo, mientras que el caucho de los neumáticos redujo la resistencia mecánica con el porcentaje de reemplazo, concluyendo que el concreto tiene una calidad excelente pero un reemplazo excesivo de los neumáticos más allá del 10%, pierde la integridad estructural comprometida del concreto.

Entre los antecedentes nacionales se destaca la investigación de Tello, R. (2022), quien se enfocó en la fabricación manual de unidades de albañilería, reemplazando parte del cemento con CH en proporciones del 1%, 5% y 10% del total de la mezcla. Para ello, desarrolló cuatro diseños de mezcla, siendo el primero un grupo de unidades de albañilería de concreto (modelo estándar). Los resultados mostraron que la mezcla con un 10% de CH alcanzó en una resistencia de 25.80 kg/cm<sup>2</sup>, superando así el valor mínimo requerido por la N.T.P E070, que establece un mínimo de 20 kg/cm<sup>2</sup> para muros no portantes.

Marquina (2023) elaboró muestras de concreto sustituyendo el 3%, 5%, 8% y 10% del cemento por polvo de cáscara de huevo (PCH), para concretos con resistencias base de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Realizó ensayos de curado a los 7, 14 y 28 días, comparando los resultados con muestras estándar. Los experimentos demostraron que el PCH mejora la trabajabilidad de la mezcla y evidenciaron mejoras significativas en la resistencia a la compresión, flexión, tracción y

elasticidad, especialmente con menores porcentajes de PCH. Concluyó que el PCH tuvo un efecto positivo y significativo, siendo más notable cuando se reemplazó hasta un 8% del cemento.

Panduro y Rojas (2021) elaboraron cinco diseños de mezcla diferentes, uno de los cuales se utilizó como diseño patrón para las comparaciones. Evaluaron las probetas en el curado establecido, demostrando que la muestra inicial del patrón alcanzó una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El concreto experimental superó la resistencia del concreto patrón; sin embargo, las mezclas que contenían vidrio triturado (5%) y cáscara de huevo (1% y 2%) no lograron igualar la resistencia del concreto patrón, experimentando una disminución significativa en la resistencia.

En el contexto local, no se encontraron investigaciones que coincidan exactamente con el título de este estudio. Sin embargo, se llevó a cabo un análisis de investigaciones que sustituyeron el cemento por otros materiales como Pacherrez y Panta (2022), quienes realizaron ensayos utilizando diferentes porcentajes de cáscara de arroz (CCA) y frijol (CCF) en sus mezclas, con proporciones de 0%, 8%, 12% y 16%. Reportaron que la resistencia a la compresión promedio fue de 224.13, 225.40, 225 y 224.81  $\text{kg/cm}^2$ , respectivamente, para cada porcentaje de incorporación, logrando la máxima resistencia en todas las proporciones en comparación con la muestra de referencia. En cuanto a la absorción de agua, los resultados fueron de 4.75%, 9.70%, 12.7% y 14.39% para las muestras con CCA y CCF, respectivamente. Esto llevó a clasificar la muestra estándar y la mezcla con un 8% de adición como tipo portante, mientras que las mezclas con 12% y 16% de incorporación se clasificaron como no portantes. Además, todos los bloques, independientemente de la variación de tamaño, fueron clasificados como tipo portante.

Navarro y Ramos (2022) reportaron que el usar aditivos químicos es una práctica que es habitual dentro de la industria de la construcción, disponible a través de múltiples proveedores. Investigaron la miel de caña como un aditivo alternativo en mezclas de concreto con resistencias nominales de 210 y 280  $\text{kg/cm}^2$ , analizando cómo afecta la resistencia del concreto. Los resultados demostraron que una mayor cantidad de miel de caña aumentó el asentamiento y prolongó el tiempo de fraguado. Concluyeron que una dosificación del 0.40% de miel de caña



proporcionó un mejor asentamiento, mientras que una dosificación del 0.10% retrasó el proceso de fraguado, tanto inicial como final. Además, se constató que las dosificaciones adecuadas mejoraron las propiedades mecánicas del concreto según el período de los ensayos, indicando que la incorporación de miel de caña resultó beneficiosa.

Para facilitar la comprensión, a continuación, se presentan las bases teóricas que respaldan la investigación:

La teoría de la sostenibilidad en la construcción, la cual resalta la importancia de utilizar materiales y técnicas que minimicen el impacto ambiental y promuevan el uso eficiente de los recursos (Lovera, 2015, pp. 1-3). Esta teoría enfatiza la reusar materiales usados, como el vidrio reciclado y la cáscara de huevo, para reducir la huella de carbono y la cantidad de residuos enviados a vertederos (Posso, 2020, pp. 20-28). Esta teoría permite entender cómo la incorporación de materiales reciclados en el concreto estructural puede contribuir a la sostenibilidad ambiental, proporciona una base para analizar los beneficios de reducir el consumo de recursos naturales y la generación de desechos, lo cual es fundamental para desarrollar prácticas de construcción más sostenibles en Sullana

El vidrio reciclado podría ser usado para material de puzolánico en el concreto, reaccionando con el hidróxido de calcio para formar compuestos que mejoran la resistencia del material. La investigación destaca que el vidrio reciclado no solo reduce la necesidad de cemento, sino que también mejora el concreto en tanto a la durabilidad (Segura et al, 2021, p. 1).

La cáscara de huevo, con propiedades como la del calcio, sería utilizada como sustituto en parte de la matriz cementante para la mezcla de concreto. La incorporación de cáscara de huevo en polvo mejora en cierta parte la densidad y la cohesión de la mezcla, acelerando en la hidratación del cemento (Posso, 2020, p 58). Esto permite analizar los efectos de la CH en las resistencias estimas de cada ensayo de propiedades del concreto, evaluando que tan capaz es de mejorar la resistencia a la compresión y reducir la absorción de agua; proporcionando un marco para investigar si el material alternativo puede contribuir a la sostenibilidad del ambiente al reutilizar desechos orgánicos.

La gestión de calidad es fundamental para asegurar la precisión y exhaustividad en los documentos técnicos y la ejecución de obras. Una gestión de calidad adecuada garantiza que todos los procesos y materiales utilizados cumplan con los estándares establecidos, mejorando la seguridad y durabilidad de las estructuras; siendo importante para analizar cómo la incorporación de vidrio reciclado y cáscara de huevo en el concreto puede impactar la calidad y desempeño de las estructuras construidas. Además, orienta la investigación hacia la implementación de prácticas de calidad que aseguren el éxito de las innovaciones en materiales de construcción en Sullana (Reyes et al, 2020, pp. 219-221).

Siguiendo la línea anteriormente expuesta, se procede a detallar las definiciones de las variables de la investigación:

La CH es un material reciclable que tiene un costo mínimo o nulo en el mercado en comparación con otros materiales extraídos de los recursos naturales. Este material está compuesto en un 95% por carbonato de calcio (Bedoya y Valencia, 2021).

Por otro lado, el vidrio reciclado se caracteriza por ser un material sólido, quebradizo y que puede ser transparente o translúcido. Se obtiene a partir de la fusión de arena silíceo con potasa y puede moldearse cuando se somete a altas temperaturas. (Castillo et al., 2021, p. 1).

La dosificación se refiere a la proporción específica de cáscara de huevo y vidrio reciclado que se añade a la mezcla de concreto. Se mide en porcentajes y se evalúa en distintas proporciones, tales como 0%, 5%, 10% y 15%, para determinar el impacto de cada nivel de sustitución en las propiedades del concreto.

Las propiedades mecánicas del concreto se definen como el conjunto de características y comportamientos mecánicos que presenta el concreto como material dentro de la construcción en respuesta a las fuerzas y cargas a las que se somete. Estas propiedades determinan su capacidad para cumplir con las exigencias estructurales y funcionales en las diversas actividades que se ejercen dentro de la construcción (Del Rosario, et al., 2022).

En la investigación la variable se define en 3 dimensiones: Resistencia a la Compresión, resistencia a la flexión y resistencia al impacto.

Primero, la compresión del concreto se define como su habilidad para resistir fuerzas que lo van a lograr comprimir. Es una medida crucial que verifica la calidad y la vida útil del concreto, y a través de ensayos es como se determina en el cual se aplican fuerzas compresivas hasta que la muestra falla (Torrent., 2020).

La resistencia a la flexión es cuando el concreto tiene capacidad para soportar fuerzas que intentan flexionarlo o doblarlo. Esta propiedad es fundamental para evaluar cómo el concreto resiste las tensiones de flexión que se producen en estructuras como vigas y losas (Universidad distrital Francisco José de Caldas., 2023, p. 1-5).

La resistencia al impacto mide la capacidad del concreto para resistir cargas de choque o fuerzas aplicadas de manera súbita. Esta propiedad es importante para determinar cómo el concreto puede absorber y disipar la energía de impactos repentinos sin fracturarse (Universidad Nacional Autónoma de México, 2022, p. 3).

Siguiendo la línea anteriormente expuesta, se procede a detallar las definiciones de las variables de la investigación:

La cáscara de huevo es un material reciclable que tiene un costo mínimo o nulo en el mercado en comparación con otros materiales extraídos de los recursos naturales. Este material está compuesto en un 95% por carbonato de calcio. Por otro lado, el vidrio reciclado es un material sólido, quebradizo y que puede ser transparente o translúcido, obtenido mediante de diversos minerales, que puede moldearse a altas temperaturas. La dosificación se refiere a la proporción específica de cáscara de huevo y vidrio reciclado que se añade a la mezcla de concreto. Esta proporción se mide en porcentajes y se evalúa en distintas proporciones, tales como 0%, 5%, 10% y 15%, para determinar el impacto de cada nivel de sustitución dentro de la resistencia.

Las propiedades mecánicas del concreto se refieren al conjunto de características y comportamientos físicos y mecánicos que presenta el concreto

como material de construcción en respuesta a las fuerzas y cargas a las que se somete. Estas propiedades determinan su capacidad para cumplir con las exigencias estructurales y funcionales en diversas aplicaciones de la construcción. En la investigación, la variable se define en tres dimensiones: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia al impacto.

Por lo tanto, se plantea la siguiente hipótesis general: Las propiedades mecánicas en concreto estructural, mejoran incorporando vidrio reciclado y cáscara de huevo en Sullana – 2024

## II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación es aplicada, ya que su finalidad es utilizar conocimientos y principios teóricos en un contexto práctico para resolver problemas o mejorar procesos existentes. En este caso, se experimenta con distintas proporciones de cáscara de huevo y vidrio reciclado para así poder identificar las proporciones que mejoren la resistencia del concreto a la compresión, flexión e impacto. El objetivo es que estos aditivos puedan ser utilizados en los procesos de construcción, disminuyendo así el uso de cemento y contribuyendo a prácticas más sostenibles.

Es de enfoque cuantitativo dado que esto facilita la realización de pruebas y ensayos específicos que generan datos estadísticos, los cuales pueden ser analizados mediante técnicas matemáticas y estadísticas para determinar la significancia de los resultados. Además, este enfoque proporciona una base sólida para establecer comparaciones entre las distintas mezclas de concreto y para así dar respuesta a las hipótesis planteadas dentro de la investigación.

Se basa en un diseño cuasi-experimental, ya que se intervienen las variables independientes (las proporciones de cáscara de huevo y vidrio reciclado) para analizar cómo afectan a las variables dependientes (propiedades mecánicas del concreto), no se realiza una asignación aleatoria de las muestras a los grupos experimentales y de control; lo que significa que las mezclas de concreto con diferentes proporciones de aditivos son comparadas entre sí y con una mezcla estándar, pero dentro del contexto real de un laboratorio donde no se puede controlar completamente todas las posibles influencias externas.

Es de alcance explicativo debido a que el propósito de la investigación es explicar cómo diferentes proporciones de cáscara de huevo y vidrio reciclado influyen en las propiedades mecánicas del concreto. Además, busca determinar por qué estos materiales alternativos pueden mejorar o afectar negativamente el desempeño del concreto estructural.

La variable independiente es CH y vidrio reciclado, donde su definición conceptual es que, la CH representa un material reciclable que se caracteriza por tener un costo extremadamente bajo o nulo en comparación con otros recursos naturales explotados. Este material está compuesto en un 95% por

carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Por otro lado, el vidrio es un material rígido, quebradizo y con una transparencia o translucidez característica, que carece de estructura cristalina y se obtiene a través de la fusión de arena silícea con potasa. Además, tiene la capacidad de moldearse a altas temperaturas (Panduro, S. & Rojas, I., 2021, pp. 20). Su definición operacional es como la proporción específica de cáscara de huevo y vidrio reciclado que se incorporan a la mezcla de concreto durante su preparación. Esta proporción se mide en porcentajes y se evalúa en distintas proporciones, tales como 0%, 5%, 10% y 15%, para determinar el impacto de cada nivel de sustitución en las propiedades del concreto, siendo estas sus dimensiones.

La variable dependiente es propiedades mecánicas del concreto, se define como al conjunto de características y comportamientos mecánicos que presenta el concreto como material de construcción en respuesta a las fuerzas y cargas a las que se somete. Estas propiedades determinan su capacidad para cumplir con las exigencias estructurales y funcionales en diversas aplicaciones de la construcción. Su definición Operacional es que las propiedades mecánicas del concreto se definen mediante una serie de pruebas y ensayos específicos que evalúan sus características físicas y mecánicas. Estos ensayos se realizan de acuerdo con normas técnicas y estándares reconocidos, como las establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Las pruebas incluyen la medición de los 3 ensayos antes mencionados, proporcionando datos precisos sobre el desempeño del concreto modificado. Sus dimensiones son la resistencia a la compresión, cuyos indicadores son la fuerza máxima que soporta el concreto antes de fracturarse y medición en ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) mediante ensayos de compresión estándar. La resistencia a la flexión, cuyos indicadores es cuan capaz es el concreto al someterse a fuerzas que intentan flexionarlo o doblarlo y la medición en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) mediante ensayos de flexión en vigas. La resistencia al impacto cuyos indicadores son la capacidad del concreto para resistir cargas de choque o fuerzas aplicadas de manera súbita y la energía absorbida antes de la fractura, evaluada mediante pruebas específicas de impacto.

La población de estudio consiste en un grupo específico de casos que está bien delimitado y accesible, el cual servirá como la base para seleccionar la muestra

que cumpla con ciertos criterios previamente definidos. (Arias, G., Villasís, K., y Miranda, N., 2016). Para la investigación esta se compone por 48 probetas de concreto modificadas con diferentes proporciones de CH y VR. Las probetas serán evaluadas mediante ensayos de resistencias requeridas en diferentes períodos de curado (7, 14 y 28 días).

Los criterios de inclusión que se tomaron en este estudio son los siguientes,

Probetas fabricadas con concreto que incorpora cáscara de huevo y vidrio reciclado en proporciones de 0%, 5%, 10% y 15%.

Probetas con edades de curado de 7, 14 y 28 días.

Probetas preparadas siguiendo las especificaciones estándar de mezclado y curado según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Probetas que han sido almacenadas y curadas en condiciones controladas de humedad y temperatura.

Los criterios de exclusión que se tomaron en este estudio son los siguientes,

Probetas que presenten defectos visibles, como grietas, burbujas o irregularidades en su forma.

Probetas que no cumplan con las dimensiones y forma estándar requeridas para los ensayos.

Probetas que no hayan sido curadas adecuadamente o que hayan sido expuestas a condiciones ambientales adversas.

Probetas con proporciones de cáscara de huevo y vidrio reciclado que no sean del 0%, 5%, 10% o 15%.

La muestra se define como parte de la representación de la población a estudiar, obtenida mediante un proceso que incluye la selección del tipo de muestreo, el cual puede ser probabilístico o no probabilístico (Baena, 2017, p. 125). En este caso, estuvo compuesta por 48 probetas, por lo tanto, la muestra también consistió en 48 probetas. La cantidad total de mezcla de concreto requerida para la muestra es de 1.20 m<sup>3</sup> (ver Anexo 06).

El muestreo fue no probabilístico, según (Pacherrez J. & Panta, J., 2022, p. 30) se refiere a que no se tiene conocimiento de las capacidades que los elementos pueden ofrecer a la población. Muestreo intencional o por conveniencia, este enfoque se caracteriza por un esfuerzo minucioso para conseguir muestras que sean representativas en términos cualitativos, asegurando la inclusión de grupos que parezcan típicos y que cumplan con los atributos que interesan al investigador. (Hernández & Carpio, 2019, p. 78).

En esta investigación se ha empleado un muestreo no probabilístico debido a la especificidad y control necesarios en la preparación y evaluación de las probetas de concreto. Se seleccionaron 48 probetas, que constituyen la totalidad de la población para los ensayos de resistencias del concreto.

Según Hernández & Mendoza (2018), se le llama unidad de análisis a los documentos que ayudan como base a la investigación, es decir se examinan dichos documentos por medio de procedimientos estadísticos.

Como unidad de análisis del proyecto se tiene a la probeta de concreto. Cada probeta representa una muestra preparada con diferentes proporciones de cáscara de huevo y vidrio reciclado (0%, 5%, 10% y 15%). Las cuales fueron llevadas a realizar ensayos específicos para medir su resistencia a la compresión y a la flexión en diferentes períodos de curado (7, 14 y 28 días); que al evaluarse facilitaron la obtención de los datos cuantitativos sobre cómo las distintas proporciones de los materiales reciclados afectan las capacidades del concreto en su resistencia.

La técnica de investigación utilizada fue la observación directa, dado que el diseño que se utilizó fue el experimental. Esta técnica permitió llevar a cabo la medición, observación y recopilación de información de manera efectiva, facilitando el evaluar en qué medidas se alteran las propiedades mecánicas del concreto modificado con cáscara de huevo y vidrio reciclado.

Los Instrumentos de recolección de datos que se utilizaron fueron fichas de observación. Estas fichas fueron diseñadas para registrar de manera sistemática las características y resultados de los ensayos realizados. Los instrumentos específicos incluyeron



F.O. 1: Características del Agregado Fino.

F.O. 2: Características del Agregado Grueso.

F.O. 3: Dosificaciones.

F.O. 4: Ensayo de Resistencia a la Compresión.

F.O. 5: Ensayo de Resistencia a la Flexión.

Estas fichas se detallan en el Anexo 02.

La validez de los instrumentos de recopilación de datos fue asegurada mediante la validación por parte de tres expertos dentro del ámbito de la ingeniería civil, los especialistas analizaron la adecuación y relevancia de las herramientas empleadas para medir las variables de interés, garantizando que los datos recopilados fueran precisos y pertinentes. (ver Anexo 03).

Para medir la confiabilidad de dichos instrumentos, se hizo uso de fórmulas y el coeficiente resultante por el Alfa de Cronbach, que en promedio fue de 0.80, indicando una excelente confiabilidad del instrumento. Además, se contaron con los certificados de calibración de los dispositivos de laboratorio empleados en los diferentes ensayos, garantizando así la precisión y consistencia de las mediciones (ver Anexo 07).

Para la recolección de datos se realizaron diferentes etapas. Primero, se recolectaron los materiales necesarios. Los agregados se obtuvieron de la cantera ubicada en el distrito de Sojo, incluyendo tanto el agregado fino, así también el agregado grueso. Además, se utilizó Cemento Portland de Tipo I - Pacasmayo.

Los ensayos previos incluyeron la estimación de la proporción de los agregados tanto finos como también gruesos mediante análisis granulométricos, y el diseño del concreto patrón y las mezclas con aditivos no convencionales. Se realizaron ajustes por humedad y absorción en los agregados para mantener la integridad de la relación entre el agua y el cemento especificada, y se evaluó la trabajabilidad de la mezcla a través de la prueba de revenimiento. Todo el proceso de curado siguió los estándares establecidos por la ASTM C31 y la NTP 339.033.

Posteriormente, se prepararon dichos testigos de concreto con las diferentes cantidades de cáscara de huevo y vidrio reciclado. Luego, las probetas fueron curadas en condiciones controladas durante períodos de 7, 14 y 28 días.

Se comenzó con la presentación de dosificaciones para el diseño de la mezcla para concreto con 0% de adición de materiales, que sirvió como base para los demás diseños de mezcla. Después de diseñar el concreto con una resistencia a la compresión esperada de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se realizaron las dosificaciones de mezclas con la adición de VR y CH en 5%, 10% y 15%. Se procedió a mezclar el concreto y evaluar su asentamiento para cada una de las muestras.

Posteriormente, se llevaron a cabo los ensayos de resistencia con pruebas destructivas del concreto en probetas. La resistencia a la compresión se analizó con tiempos de curado de 7, 14 y 28 días. Para este ensayo, se prepararon 3 probetas por cada diseño de mezcla, dando un total de 36 unidades. Para realizar el ensayo de flexión del concreto, se realizaron 12 unidades de especímenes rectangulares, los cuales fueron evaluados después de un tiempo de curado de 28 días.

El análisis de datos en la investigación se llevó a cabo utilizando técnicas estadísticas tanto descriptivas como inferenciales, con el objetivo de obtener resultados precisos y significativos.

En el análisis descriptivo se llevaron a cabo cálculos, donde se evaluaron las características principales (promedio) y la variabilidad (desviación estándar) de las propiedades mecánicas del concreto, como la fuerza de compresión y la resistencia a la flexión. Estas medidas permitieron obtener una comprensión básica de los datos recolectados y visualizar las diferencias entre los diferentes diseños de mezcla.

Para determinar la resistencia a la compresión se evaluaron los valores de resistencia a los 7, 14 y 28 días para cada diseño de mezcla (0%, 5%, 10% y 15% de adición de CH y VR). Se calcularon las medias y desviaciones estándar de los resultados obtenidos para identificar la variabilidad y el comportamiento general de las mezclas.

En la resistencia a la flexión se midieron los valores de resistencia a los 28 días para cada diseño de mezcla. Se hizo el cálculo de la desviación estándar y media para evaluar el desempeño de las diferentes proporciones de aditivos.

El análisis inferencial se llevó a cabo para determinar si las diferencias observadas entre los distintos diseños de mezcla eran estadísticamente significativas. Para ello, se emplearon las siguientes técnicas:

El análisis de regresión lineal se aplicó para evaluar la relación entre el porcentaje de aditivos (cáscara de huevo y vidrio reciclado) y las resistencias mecánicas del concreto. Las ecuaciones se calcularon para evaluar la fuerza y la dirección de la relación entre las variables.

Se llevaron a cabo pruebas de hipótesis para determinar si las diferencias observadas en las resistencias a la compresión y a la flexión entre los distintos diseños de mezcla eran estadísticamente significativas. Primero, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, seguida de la prueba de homogeneidad de varianzas, lo que indicó que los datos eran paramétricos y que era apropiado utilizar la prueba estadística ANOVA.

El proceso de análisis de datos se realizó en varias etapas. Primero, se organizó y limpió los datos recolectados en las fichas de observación. Luego, se calcularon las estadísticas descriptivas para cada diseño de mezcla. Posteriormente, se realizaron análisis de regresión lineal para investigar la relación entre los aditivos y las propiedades mecánicas del concreto.

Por último, se utilizaron ecuaciones de regresión cuadrática para modelar en que se relacionan las proporciones de aditivos y la resistencia a la compresión y flexión y posteriormente la prueba ANOVA para corroborar la hipótesis.

En los aspectos éticos, este proyecto sigue rigurosamente las normas de ética profesional y originalidad. Se han respetado todos los principios éticos fundamentales, incluyendo la benevolencia, la justicia y la integridad en la realización de la investigación.

Se han realizado todas las referencias a los autores con las citas elaboradas conforme al formato ISO 690, asegurando así el reconocimiento adecuado de las fuentes y contribuciones originales. La autoría de todas las ideas, datos y

materiales utilizados ha sido debidamente acreditada, evitando cualquier forma de plagio.

El principio de benevolencia ha sido aplicado al asegurar que todos los procedimientos y métodos utilizados en esta investigación beneficien a la comunidad académica y al campo de la ingeniería civil sin causar daño. La investigación ha sido diseñada para proporcionar conocimientos útiles y aplicables en la mejora de las prácticas de construcción sostenible, contribuyendo al bienestar general y al desarrollo sostenible.

El principio de justicia se ha respetado garantizando un trato equitativo y justo en la selección y evaluación de las probetas de concreto. No se ha realizado ninguna discriminación en la selección de los materiales o en la interpretación de los datos. Además, todos los hallazgos se han reportado con total transparencia y sin sesgos, asegurando que los resultados reflejen fielmente las observaciones realizadas.

Se ha seguido la guía de elaboración de trabajos conducentes de la Universidad César Vallejo, cumpliendo así todas de las normativas y estándares establecidos por la universidad para la elaboración de investigaciones. Esto incluye la adherencia a las directrices éticas, metodológicas y de presentación de informes de investigación.

Para garantizar la originalidad de este estudio, se utilizó el programa TURNITIN para medir el grado de similitud con otros trabajos y asegurar que el contenido es único y original. Este proceso brindó fe y confianza en la originalidad del estudio, confirmando que no se incurrió en plagio y que todas las ideas y resultados presentados son producto de un trabajo original y ético.

### III. RESULTADOS

#### ENSAYOS PREVIOS

#### Estimación de la proporción de los agregados finos y gruesos

Tabla 1. Estimación de la proporción de los agregados gruesos

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.2	0	0	100	100	-	-
2"	50.8	0	0	100	100	-	-
1 1/2"	38.1	0	0	100	100	-	-
1"	25.4	0	0	100	100	-	Base del concreto
3/4"	19.05	550	39.7	60.3	60.3	95 - 100	Máxima retención
1/2"	12.7	10762	50.9	9.4	9.4	-	Principal componente
3/8"	9.525	6345	15.9	84.1	15.9	20 - 55	Mezcla equilibrada
#4	4.76	7028	71	29	0	0 - 10	Fino para acabados
#8	2.36	61	59.4	40.6	0	0 - 5	Menor retención
#16	1.18	148	57.3	42.7	-	-	-
#30	0.6	2	143.4	-	-	-	-
#50	0.3	0	322.8	-	-	-	-

En la tabla 3 se observa que el análisis granulométrico del agregado grueso muestra una distribución específica de partículas a través de varios tamaños de tamiz. No se retuvieron partículas en los tamices de 3", 2", 1 1/2", 1" y #50, indicando que todas las partículas son menores que estos tamaños, lo cual es útil para determinar la calidad del agregado en aplicaciones específicas del concreto. El tamiz 3/4" registró una retención significativa de 550 unidades, lo que representa el 39.7% del peso total, dejando un 60.3% pasando a través de este tamiz. Este tamaño es importante pues actúa como la máxima retención, sugiriendo que el agregado tiene una proporción considerable de componentes gruesos, lo que podría influir en la resistencia del concreto al proporcionar una estructura más robusta dentro de la mezcla.

En el tamiz 1/2", el principal componente del agregado, mostró una retención alta de 10762 unidades, que constituye el 50.9% del total retenido, con solo el 9.4% pasando a través. Este alto porcentaje de partículas de tamaño medio fortalece la mezcla de concreto, ofreciendo una buena interconexión entre partículas, lo que mejora la estabilidad estructural y minimiza la segregación. Así mismo en el tamiz 3/8" se retuvieron 6345 unidades, el 15.9% del material, lo que muestra una buena distribución que contribuye a una mezcla equilibrada, importante para mantener la trabajabilidad y cohesión del concreto. Sin embargo, en los tamices más finos como el #4 y #8, se observa una cantidad considerable de material fino, con 7028 unidades y 61 unidades respectivamente. Estos finos pueden afectar la trabajabilidad y pueden requerir ajustes en la mezcla de agua y cemento para asegurar una cura adecuada y evitar problemas como la exudación o el agrietamiento.

*Tabla 2. Estimación de la proporción de los agregados finos*

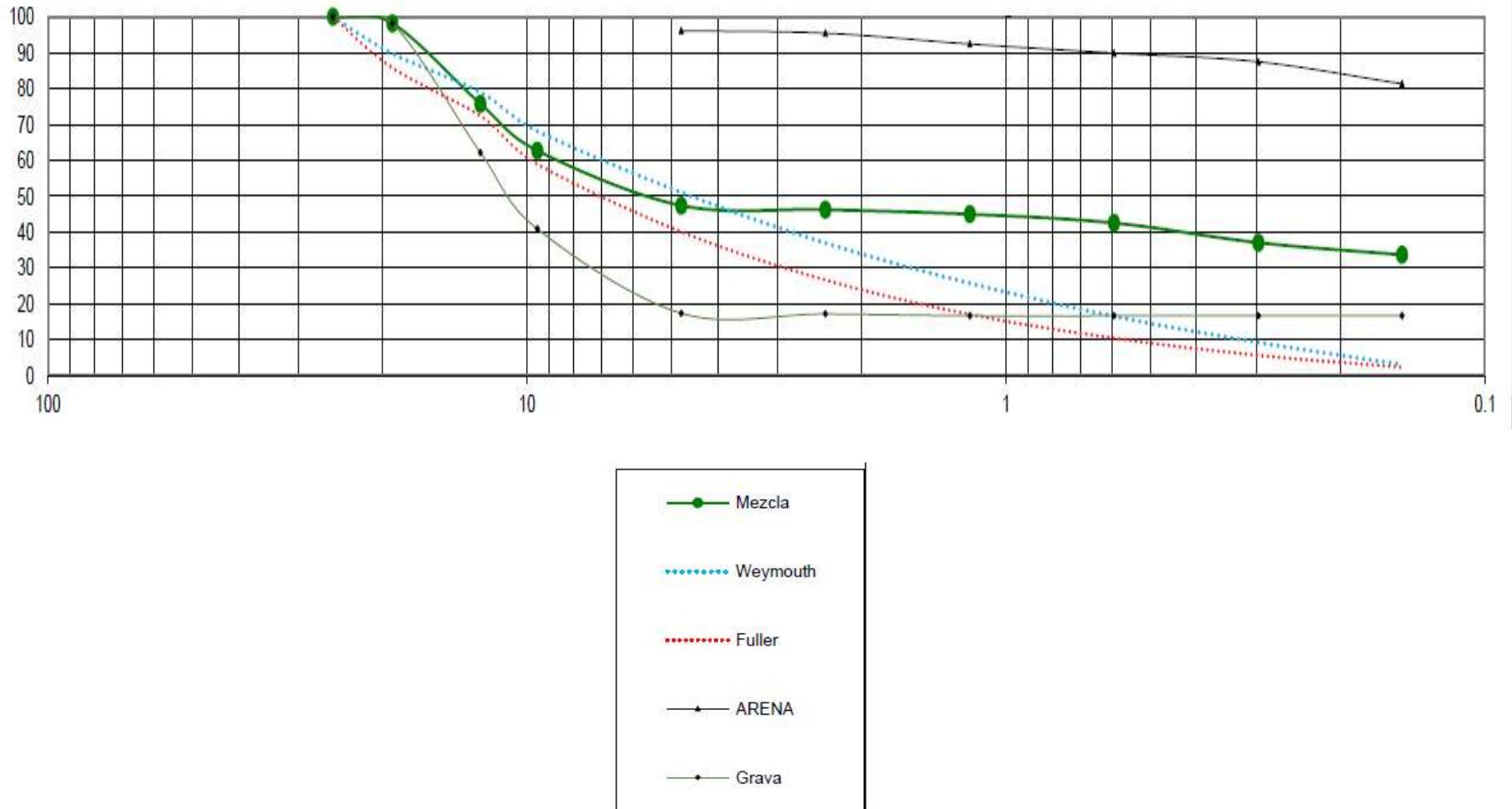
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
7"	177.8	-	0	0	100	PESO TOTAL	= 500.0 gr
6"	152.4	-	0	0	100	PESO LAVADO	= 484.9 gr
5"	127	-	0	0	100	PESO FINO	= 495.5 gr
4"	101.6	-	0	0	100	% HUMEDAD	P.S.H. P.S.S = 1.6%
3"	76.2	-	0	0	100		
2 1/2"	63.5	-	0	0	100	ENSAYO MALLA #200	P.S.Seco. P.S.Lavado = 200%
2"	50.8	-	0	0	100		
1 1/2"	38.1	-	0	0	100	% GRAVA	0
1"	25.4	-	0	0	100	% ARENA	0.979
3/4"	19.05	-	0	0	100	% FINO	0.021
1/2"	12.7	-	0	0	100	MÓDULO DE FINURA	0.0294
3/8"	9.525	0	0	0	100	100	EQUIV. DE ARENA = 72.0%
#4	4.76	0	0	0	100	95 - 100	GRAVEDAD ESPECÍFICA:

#8	2.36	89.6	18.1	18.1	81.9	80 - 100	P.E. Bulk (Base Seca) = 2.579 gr/cm3
#10	2	-	-	-	-		P.E. Bulk (Base Saturada) = 2.613 gr/cm3
#16	1.18	109.6	22.1	40.2	59.8	50 - 85	P.E. Aparente (Base Seca) = 2.670 gr/cm3
#30	0.6	96	19.4	59.6	40.4	25 - 60	Absorción = 1.32%
#40	0.42	-	-	-	-		

En la tabla 4 se observa que el análisis granulométrico del agregado fino revela una distribución detallada de las partículas según su tamaño. Se nota que no se retienen partículas en los tamices de 3", 2", 1 1/2", 1" y #50, lo que indica que todas las partículas son más pequeñas que estos tamaños. Este hallazgo es significativo ya que, en la mezcla de concreto, los agregados finos desempeñan un papel importante en el llenado de los espacios entre las partículas de agregado grueso y el cemento, contribuyendo a la cohesión y trabajabilidad del concreto. Así mismo el tamiz de 3/4" muestra una retención sustancial de 550 unidades, representando el 39.7% del peso total, con el 60.3% restante pasando a través de este tamiz. Esta fracción del agregado fino, al estar compuesta principalmente por partículas gruesas, puede mejorar la resistencia del concreto al proporcionar una estructura más robusta dentro de la mezcla.

También, el tamiz de 1/2", se observa una retención alta de 10762 unidades, lo que constituye el 50.9% del total retenido, con solo el 9.4% pasando a través. Esta proporción considerable de partículas de tamaño medio en el agregado fino es fundamental para garantizar una buena interconexión entre las partículas, lo que mejora la estabilidad estructural y minimiza la segregación en la mezcla. Además, en el tamiz de 3/8", se retuvieron 6345 unidades, representando el 15.9% del material. Esta fracción contribuye a una distribución equilibrada del agregado fino, lo que es esencial para mantener la trabajabilidad y la cohesión del concreto fresco durante la colocación y compactación.

Figura 1. Estimación de la proporción de los agregados finos y gruesos





En la figura 1, se observa que la línea verde, que representa la mezcla total de agregados, se ajusta de cerca a la curva de Fuller. Esta curva es teóricamente ideal para lograr una compactación máxima, sugiriendo que la mezcla de 40% de arena y 60% de grava está bien optimizada para este propósito. Lo que indica que la mezcla diseñada bajo este parámetro permite una distribución de tamaños que minimiza los vacíos, lo que puede mejorar significativamente la trabajabilidad y la cohesión del concreto.

La línea de la grava, marcada con puntos verdes, muestra una distribución que contribuye mayormente a la parte superior de la curva de Fuller, evidenciando que los tamaños más grandes predominan, lo cual es típico en la composición del concreto para asegurar la estabilidad y soporte estructural. Por su parte, la línea de la arena, indicada con una línea negra, cubre principalmente el espectro más fino del gráfico, llenando los espacios entre los agregados más gruesos y mejorando la densidad del concreto. Así mismo la comparación con las curvas de Weymouth y Fuller evidencia adecuación de la mezcla actual con respecto a estos ideales teóricos. Cabe indicar que, aunque se acerca a la curva de Fuller, pequeñas desviaciones podrían ajustarse para optimizar aún más la mezcla, como modificar ligeramente la proporción de arena y grava o el tamaño específico de los agregados usados.

### Diseño del concreto patrón

Tabla 3. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño Patrón

Materiales	MF.	Unidad	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
<b>Cemento Tipo I</b>	-	Kg	361	10.815	3150	-	-	-	-	10.815	370
<b>Arenazarandead</b>	3.74	Kg	702	21.067	2613	0.6	1.32	0.72	0.15	20.917	720
<b>Grava Triturada</b>	7.1	Kg	1059	31.781	2628	0.8	1.3	0.5	0.16	31.625	1087
<b>Agua</b>	-	Kg	189	5.661	1000	-	-	-	-	5.968	194

En la tabla 5 se observa que, el cemento Tipo I se registró con  $361 \text{ kg/m}^3$ , acompañado por una gravedad específica de  $3150 \text{ kg/m}^3$ , sin ajustes necesarios por humedad o absorción. La arena zarandeada, utilizada en una cantidad de  $702 \text{ kg/m}^3$ , con una gravedad específica de  $2613 \text{ kg/m}^3$  y se ajustó por una humedad natural del 0.6% y una absorción del 1.32%, afectando así su masa corregida final a  $720 \text{ kg/m}^3$ .

Por otro lado, la grava triturada se añadió a la mezcla a  $1059 \text{ kg/m}^3$  con una gravedad específica de  $2628 \text{ kg/m}^3$ , un 0.8% de humedad natural y 1.3% de absorción, necesitando un ajuste adicional de agua para alcanzar una masa corregida de  $1087 \text{ kg/m}^3$ . Además, se incorporaron 189 kg de agua por metro cúbico, ajustando esta cantidad para compensar las interacciones con los agregados, resultando en una cantidad corregida de 5.968 kg.

*Tabla 4. Componentes - Diseño Patrón*

Componente	Cantidad	Unidades	Detalles Adicionales
<b>Cemento</b>	361	kg	-
<b>Agua</b>	189	litros	-
<b>Relación a/c</b>	0.523	-	Relación agua-cemento
<b>Arena</b>	40%	-	Parte del total de 1,761 kg de agregados
<b>Grava</b>	60%	-	Parte del total de 1,761 kg de agregados
<b>Volumen de Mezcla</b>	1	$\text{m}^3$	Incluye $0.328 \text{ m}^3$ de pasta y $0.672 \text{ m}^3$ de agregados
<b>Humedad Natural</b>	0.60%	-	Arena
<b>Humedad Natural</b>	0.80%	-	Grava
<b>Capacidad de Absorción</b>	1.32%	-	Arena
<b>Capacidad de Absorción</b>	1.30%	-	Grava
<b>Revenimiento</b>	8.5	cm	Sugerencia de buena manejabilidad
<b>Peso Volumétrico</b>	4.887	$\text{kg/m}^3$	-
<b>Volumen Corregido de la Mezcla</b>	29.25	$\text{dm}^3$	-
<b>Factor de Corrección de la Mezcla</b>	34.19	-	Usado para ajustar la precisión del diseño
<b>% de Aire Incluido</b>	2.50%	-	Para incrementar resistencia a ciclos de congelación y descongelación

En la tabla 6 observamos la configuración de los componentes para asegurar una mezcla equilibrada y en función de la resistencia esperada:

Esta mezcla incluyó 361 kg de cemento y 189 litros de agua, estableciendo una relación agua-cemento de 0.523, el cual no solo es importante para la resistencia final del hormigón, sino también para su durabilidad, dado que una menor proporción de agua respecto al cemento conduce generalmente a una matriz más densa y menos porosa. De manera que los agregados, de la muestra patrón están constituidos por 40% de arena y 60% de grava, sumando un total de 1,761 kg, distribuidos en un volumen de mezcla de 0.328 m<sup>3</sup> y un volumen de agregados de 0.672 m<sup>3</sup>, completando así un metro cúbico total, proporción que es esencial para conseguir la resistencia deseada y la trabajabilidad adecuada durante el proceso de colocación del concreto.

Se realizó el ajuste por humedad y absorción en los agregados, un paso importante para mantener la integridad de la relación agua-cemento especificada. obteniendo una humedad natural del 0.60% en la arena y del 0.80% en la grava, con una capacidad de absorción del 1.32% y 1.30% respectivamente, esto con la finalidad de garantizar que el contenido de agua libre se controle cuidadosamente, evitando variaciones que podrían comprometer la estructura del concreto endurecido.

La trabajabilidad de la mezcla se evaluó a través de la prueba de revenimiento, inicialmente registrado en 8.5 cm, lo que sugiere una buena manejabilidad bajo condiciones normales de construcción, lo cual es importante para asegurar que el concreto pueda ser colocado y compactado eficazmente, evitando problemas como la segregación o la formación de vacíos.

Se realizó una monitorización del peso volumétrico de la mezcla, que se situó en 4.887 kg/m<sup>3</sup>, y el volumen corregido de la mezcla de hormigón durante el ensayo, que midió 29.25 dm<sup>3</sup>, realizando un ajuste en el factor de corrección de la mezcla de 34.19 para refinar la precisión del diseño en respuesta a las variaciones observadas durante los ensayos. Además de la inclusión de un 2.5% de aire en la mezcla, con la finalidad de incrementar la resistencia del hormigón frente a los ciclos de congelación y descongelación, asegurando la durabilidad del concreto frente ambiente adversos.

Este diseño de concreto patrón busco el equilibrio cuidadoso para asegurar que cada componente contribuya positivamente a la integridad estructural y funcional del concreto, ajustando la composición y las proporciones de los materiales.

## Diseño de la mezcla de concreto incorporando 5% de cáscara de huevo y vidrio molido

Tabla 5. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño de Hormigón con 2.5% Cáscara de Huevo + 2.5%

Material	MF	Unidad	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural I (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	-	Kg	361	10.815	3150	-	-	-	-	10.815	370
Arena zarandeada	3.74	Kg	702	21.067	2613	1.5	1.32	-0.18	-0.04	21.104	720
Grava Triturada	7.1	Kg	1059	31.781	2628	0.8	1.3	0.5	0.16	31.625	1087
Agua	-	Kg	189	5.661	1000	-	-	-	-	5.78	194
Cáscara de huevo	-	Kg	9.013	0.27	939	-	-	-	-	9.244	-
Vidrio molido	-	Kg	9.013	0.27	1385	-	-	-	-	9.244	-

En la tabla 7 se observa que, el cemento Tipo I se mantuvo con 361 kg/m<sup>3</sup>, presentando una gravedad específica de 3150 kg/m<sup>3</sup>, sin necesidad de ajustes por humedad o absorción. La arena zarandeada, incluida en la mezcla con 702 kg/m<sup>3</sup> y una gravedad específica de 2613 kg/m<sup>3</sup>, experimentó ajustes debido a una humedad natural del 1.5% y una absorción del 1.32%, lo que resultó en una reducción en su masa corregida final a 720 kg/m<sup>3</sup>.

Por otro lado, la grava triturada, con un peso de 1059 kg/m<sup>3</sup> y una gravedad específica de 2628 kg/m<sup>3</sup>, mostró un 0.8% de humedad natural y 1.3% de capacidad de absorción, necesitando un ajuste de agua adicional que ajustó su masa corregida a 1087 kg/m<sup>3</sup>. Además, se incluyeron 189 kg de agua por metro cúbico, ajustando esta cantidad para equilibrar las interacciones con los agregados y llevando a una cantidad corregida de 5.780 kg.

Además, se incorporaron aditivos no convencionales como cáscara de huevo y vidrio molido, cada uno en 9.013 kg, con gravedades específicas de 939 kg/m<sup>3</sup> y 1385 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, sin requerir ajustes por humedad, manteniendo sus masas corregidas constantes en 9.244 kg.

Tabla 6. Componentes -diseño 5%

Componente	Cantidad	Unidades	Detalles Adicionales
<b>Cemento</b>	3+S5:T1361	kg	-
<b>Agua</b>	189	litros	-
<b>Relación a/c</b>	0.523	-	Relación agua-cemento
<b>Arena</b>	40%	-	Parte del total de 1,761 kg de agregados
<b>Grava</b>	60%	-	Parte del total de 1,761 kg de agregados
<b>Volumen de Mezcla</b>	1	m <sup>3</sup>	Incluye 0.328 m <sup>3</sup> de pasta y 0.672 m <sup>3</sup> de agregados
<b>Humedad Natural</b>	0.60%	-	Arena
<b>Humedad Natural</b>	0.80%	-	Grava
<b>Capacidad de Absorción</b>	1.32%	-	Arena
<b>Capacidad de Absorción</b>	1.30%	-	Grava
<b>Revenimiento</b>	8.5	cm	Sugerencia de buena manejabilidad
<b>Peso Volumétrico</b>	4.887	kg/m <sup>3</sup>	-
<b>Volumen Corregido de la Mezcla</b>	29.25	dm <sup>3</sup>	-
<b>Factor de Corrección de la Mezcla</b>	34.19	-	Usado para ajustar la precisión del diseño
<b>% de Aire Incluido</b>	2.50%	-	Para incrementar resistencia a ciclos de congelación y descongelación
<b>Cáscara de huevo</b>	2.50%	-	Adición para mejorar las propiedades del concreto
<b>Vidrio molido</b>	2.50%	-	Adición para mejorar las propiedades del concreto

En la Tabla 8 del diseño de hormigón con 2.5% de cáscara de huevo y 2.5% de vidrio molido, se mantiene la consistencia en los componentes básicos como el cemento y el agua respecto al diseño patrón, con 361 kg de cemento y 189 litros de agua, manteniendo una relación agua-cemento de 0.523. Los agregados también siguen la misma proporción del diseño patrón con 40% de arena y 60% de grava.

Las diferencias clave en este diseño son la inclusión de 2.5% de cáscara de huevo y 2.5% de vidrio molido, integrados para investigar el impacto en mejorar las propiedades del concreto.

### Diseño de la mezcla de concreto incorporando 10% de cáscara de huevo y vidrio molido

Tabla 7. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño de Hormigón con 5% Cáscara de Huevo + 5%

Material	MF	Unidad	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corrección (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	-	Kg	361	10.815	3150	-	-	-	-	10.815	370
Arena zarandeada	3.74	Kg	702	21.067	2613	1.5	1.32	-0.18	-0.04	21.104	720
Grava Triturada	7.1	Kg	1059	31.781	2628	0.8	1.3	0.5	0.16	31.625	1087
Agua	-	Kg	189	5.661	1000	-	-	-	-	5.78	194
Cáscara de huevo	-	Kg	18.025	0.541	939	-	-	-	-	18.487	-
Vidrio molido	-	Kg	18.025	0.541	1385	-	-	-	-	18.487	-

En la tabla 9 se observa que el cemento Tipo I se mantuvo en 361 kg/m<sup>3</sup>, con una gravedad específica de 3150 kg/m<sup>3</sup>, sin necesidad de hacer ajustes por humedad o absorción. La arena zarandeada, utilizada en la cantidad de 702 kg/m<sup>3</sup> y con una gravedad específica de 2613 kg/m<sup>3</sup>, experimentó ajustes por una humedad natural del 1.5% y una absorción del 1.32%, lo que llevó a una corrección en su masa final a 720 kg/m<sup>3</sup>.

La grava triturada se incorporó en la mezcla a razón de 1059 kg/m<sup>3</sup>, con una gravedad específica de 2628 kg/m<sup>3</sup>. Esta registró un 0.8% de humedad natural y 1.3% de capacidad de absorción, necesitando un ajuste adicional de agua que resultó en una

masa corregida de 1087 kg/m<sup>3</sup>. Se añadió a la mezcla una cantidad de 189 kg de agua por metro cúbico, ajustada finalmente a 5.780 kg para compensar las interacciones con los agregados.

Además, se añadieron cáscara de huevo y vidrio molido, cada uno con una cantidad de 18.025 kg. Gravedad específica de 939 kg/m<sup>3</sup> para la cáscara de huevo y 1385 kg/m<sup>3</sup> para el vidrio molido, y al no requerir ajustes por humedad, sus masas corregidas se mantuvieron constantes en 18.487 kg para cada uno.

*Tabla 8. Componentes -diseño 10%*

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Detalles Adicionales</b>
<b>Cemento</b>	3+S5:T1361	kg	-
<b>Agua</b>	189	litros	-
<b>Relación a/c</b>	0.523	-	Relación agua-cemento
<b>Arena</b>	40%	-	Parte del total de 1,761 kg de agregados
<b>Grava</b>	60%	-	Parte del total de 1,761 kg de agregados
<b>Volumen de Mezcla</b>	1	m <sup>3</sup>	Incluye 0.328 m <sup>3</sup> de pasta y 0.672 m <sup>3</sup> de agregados
<b>Humedad Natural</b>	0.60%	-	Arena
<b>Humedad Natural</b>	0.80%	-	Grava
<b>Capacidad de Absorción</b>	1.32%	-	Arena
<b>Capacidad de Absorción</b>	1.30%	-	Grava
<b>Revenimiento</b>	8.5	cm	Sugerencia de buena manejabilidad
<b>Peso Volumétrico</b>	4.887	kg/m <sup>3</sup>	-
<b>Volumen Corregido de la Mezcla</b>	29.25	dm <sup>3</sup>	-
<b>Factor de Corrección de la Mezcla</b>	34.19	-	Usado para ajustar la precisión del diseño
<b>% de Aire Incluido</b>	2.50%	-	Para incrementar resistencia a ciclos de congelación y descongelación
<b>Cáscara de huevo</b>	5.0%	-	Adición para mejorar las propiedades del concreto
<b>Vidrio molido</b>	5.0%	-	Adición para mejorar las propiedades del concreto

En la Tabla 10 del diseño de hormigón con 5% de cáscara de huevo y 5% de vidrio molido, se mantiene la consistencia en los componentes básicos como el cemento y el agua respecto al diseño patrón, con 361 kg de cemento y 189 litros de agua, manteniendo una relación agua-cemento de 0.523. Los agregados también siguen la misma proporción del diseño patrón con 40% de arena y 60% de grava.

Las diferencias clave en este diseño son la inclusión de 5% de cáscara de huevo y 5% de vidrio molido, ajustado para indagar su influencia en las mejoras de las propiedades del concreto.

### Diseño de la mezcla de concreto incorporando 15% de cáscara de huevo y vidrio molido

Tabla 9. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño de Hormigón con 7.5% Cáscara de Huevo + 7.5%

Material es	MF.	Uni da d	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
<b>Cemento Tipo I</b>	-	Kg	361	10.815	3150	-	-	-	-	10.815	370
<b>Arena zarandeada</b>	3.74	Kg	702	21.067	2613	1.5	1.32	-0.18	-0.04	21.104	720
<b>Grava Triturada</b>	7.1	Kg	1059	31.781	2628	0.8	1.3	0.5	0.16	31.625	1087
<b>Agua</b>	-	Kg	189	5.661	1000	-	-	-	-	5.78	194
<b>Cáscara de huevo</b>	-	Kg	27.038	0.811	939	-	-	-	-	27.731	-
<b>Vidrio molido</b>	-	Kg	27.038	0.811	1385	-	-	-	-	27.731	-

En la Tabla 11 se observa que el cemento Tipo I se mantuvo en 361 kg/m<sup>3</sup>, con una gravedad específica de 3150 kg/m<sup>3</sup>, sin necesidad de hacer ajustes por humedad o absorción. La arena zarandeada, utilizada en la cantidad de 702 kg/m<sup>3</sup> y con una



gravedad específica de 2613 kg/m<sup>3</sup>, experimentó ajustes por una humedad natural del 1.5% y una absorción del 1.32%, lo que llevó a una corrección en su masa final a 720 kg/m<sup>3</sup>.

La grava triturada se incorporó en la mezcla a razón de 1059 kg/m<sup>3</sup>, con una gravedad específica de 2628 kg/m<sup>3</sup>. Esta registró un 0.8% de humedad natural y 1.3% de capacidad de absorción, necesitando un ajuste adicional de agua que resultó en una masa corregida de 1087 kg/m<sup>3</sup>. Se añadió a la mezcla una cantidad de 189 kg de agua por metro cúbico, ajustada finalmente a 5.780 kg para compensar las interacciones con los agregados.

Además, se añadieron cáscara de huevo y vidrio molido, cada uno con una cantidad de 27.038 kg. Con una gravedad específica de 939 kg/m<sup>3</sup> para la cáscara de huevo y 1385 kg/m<sup>3</sup> para el vidrio molido, y al no requerir ajustes por humedad, sus masas corregidas se mantuvieron constantes en 27.731 kg para cada uno.

*Tabla 10. Componentes -diseño 15%*

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Detalles Adicionales</b>
<b>Cemento</b>	3+S5:T1361	kg	-
<b>Agua</b>	189	litros	-
<b>Relación a/c</b>	0.523	-	Relación agua-cemento
<b>Arena</b>	40%	-	Parte del total de 1,761 kg de agregados
<b>Grava</b>	60%	-	Parte del total de 1,761 kg de agregados
<b>Volumen de Mezcla</b>	1	m <sup>3</sup>	Incluye 0.328 m <sup>3</sup> de pasta y 0.672 m <sup>3</sup> de agregados
<b>Humedad Natural</b>	0.60%	-	Arena
<b>Humedad Natural</b>	0.80%	-	Grava
<b>Capacidad de Absorción</b>	1.32%	-	Arena
<b>Capacidad de Absorción</b>	1.30%	-	Grava
<b>Revenimiento</b>	8.5	cm	Sugerencia de buena manejabilidad
<b>Peso Volumétrico</b>	4.887	kg/m <sup>3</sup>	-
<b>Volumen Corregido de la Mezcla</b>	29.25	dm <sup>3</sup>	-
<b>Factor de Corrección de la Mezcla</b>	34.19	-	Usado para ajustar la precisión del diseño

<b>% de Aire Incluido</b>	2.50%	-	Para incrementar resistencia a ciclos de congelación y descongelación
<b>Cáscara de huevo</b>	5.0%	-	Adición para mejorar las propiedades del concreto
<b>Vidrio molido</b>	5.0%	-	Adición para mejorar las propiedades del concreto

En la Tabla 12 del diseño de hormigón con 7.5% de cáscara de huevo y 7.5% de vidrio molido, se mantiene la consistencia en los componentes básicos como el cemento y el agua respecto al diseño patrón, con 361 kg de cemento y 189 litros de agua, manteniendo una relación agua-cemento de 0.523. Los agregados también siguen la misma proporción del diseño patrón con 40% de arena y 60% de grava.

Las diferencias clave en este diseño son la inclusión de 7.5% de cáscara de huevo y 7.5% de vidrio molido, ajustado para indagar su influencia en las mejoras de las propiedades del concreto.

### **Curado del concreto**

Dado que la adición de estos materiales podría influir en la reacción hidratante del cemento y en la estructura interna del concreto, el proceso de curado se enfocó cuidadosamente en mantener el concreto húmedo y en condiciones de temperatura controlada. Esto es fundamental para permitir una hidratación completa del cemento, facilitando la cristalización continua de la matriz cementante y la ganancia progresiva de resistencia. En ese sentido en la presente investigación, se siguieron los estándares establecidos por la ASTM C31 y la NTP 339.033, programando periodos de curado de 7, 14 y 28 días. Estos intervalos fueron críticos para evaluar la evolución de la resistencia compresiva del concreto, con la expectativa de que un curado adecuado y prolongado optimice tanto la calidad como la durabilidad del material final.

*Tabla 11. Fecha de moldeo y roturas*

<b>Diseño</b>	<b>Fecha de Moldeo</b>	<b>Fecha de Rotura (28 días)</b>
Diseño Patrón	29/03/2024	26/04/2024
Diseño+5% Cáscara de Huevo y Vidrio Molido	29/03/2024	26/04/2024
Diseño+10% Cáscara de Huevo y Vidrio Molido	29/03/2024	26/04/2024

**Respecto al objetivo específico 1:** Determinar la resistencia a la compresión del concreto estructural, incorporando con vidrio reciclado y cáscara de huevo.

*Tabla 12. Resistencias obtenidas a los 7 días*

Diseños	Resistencias obtenidas			
	7 días			
	Testigo 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	Testigo 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	Testigo 3 (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	189	190	192	190.33
5%	128	127	130	128.33
10%	103	104	103	103.33
15%	114	112	115	113.67

*Tabla 13. Resistencias obtenidas vs resistencias esperadas a los 7 días*

Diseños	Resistencias promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	70% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Condición
PATRÓN	190.33	147	CUMPLE
5%.	128.33	147	NO CUMPLE
10%.	103.33	147	NO CUMPLE
15%	113.67	147	NO CUMPLE

En las tablas 14 y 15 se observa que la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días varía significativamente. Mientras que el diseño patrón alcanza una resistencia promedio de 190.33 kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo con el criterio de resistencia esperado del 70% de f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, las mezclas con adiciones de vidrio y cáscara de huevo muestran un rendimiento menor.

La mezcla con un 5% de estos materiales registra una resistencia promedio de 128.33 kg/cm<sup>2</sup>, no cumpliendo con el umbral de resistencia requerido, lo que indica que la

adición en esta proporción puede estar afectando negativamente la matriz del concreto, por lo que será importante ver la variación a los 28 días.

A medida que aumenta la proporción de estos agregados al 10%, la resistencia disminuye aún más a 103.33 kg/cm<sup>2</sup>, subrayando un deterioro continuo en las propiedades mecánicas del concreto. Esta tendencia indica que la integración de mayores cantidades de estos materiales no convencionales podría estar comprometiendo la cohesión entre los componentes del concreto, además de posibles efectos de la porosidad incrementada.

Finalmente, con un 15% de adición de vidrio reciclado y cáscara de huevo, la resistencia se sitúa en 113.67 kg/cm<sup>2</sup>. Aunque hay un leve aumento en comparación con la dosificación del 10%, sigue sin cumplir con las expectativas de resistencia.

*Tabla 14. Resistencias obtenidas a los 14 días*

Diseños	Resistencias obtenidas			
	14 días			
	Testigo 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	Testigo 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	Testigo 3 (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	192	196	196	194.67
5%	147	143	146	145.33
10%	146	141	142	143.0
15%	131	134	136	133.67

*Tabla 15. Resistencias obtenidas vs resistencias esperadas a los 14 días*

Diseños	Resistencias promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	90% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Condición
PATRÓN	194.67	189	CUMPLE
5%.	145.33	189	NO CUMPLE
10%.	143.0	189	NO CUMPLE
15%	133.67	189	NO CUMPLE

En las tablas 16 y 17 se observa que la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días presenta variaciones significativas. El diseño patrón alcanza una resistencia promedio de 194.67 kg/cm<sup>2</sup>, superando el criterio de resistencia esperado del 90% de f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, establecido en 189 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica un cumplimiento adecuado con las especificaciones de diseño.

Por otro lado, las mezclas con 5%, 10% y 15% de adiciones de vidrio reciclado y cáscara de huevo no cumplen con los requerimientos de resistencia. La mezcla con un 5% muestra una resistencia promedio de 145.33 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la adición de 10% logra un promedio ligeramente menor de 143.0 kg/cm<sup>2</sup>. Aún más reducida es la resistencia en la mezcla con 15% de adiciones, que alcanza solo 133.67 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados indican que la integración de estos materiales no convencionales en proporciones elevadas puede estar comprometiendo significativamente la integridad estructural del concreto.

Tabla 16. Resistencias obtenidas a los 28 días

Diseños	Resistencias obtenidas			
	28 días			
	Testigo 1	Testigo 2	Testigo 3	Promedio
	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	211	216	220	215.67
5%	180	185	182	182.33
10%	162	167	160	163.0
15%	163	167	169	166.33

Tabla 17. Resistencias obtenidas vs resistencias esperadas a los 28 días

Diseños	Resistencias promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	95% f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Condición
PATRÓN	215.67	199	CUMPLE
5%.	182.33	199	NO CUMPLE
10%.	163.0	199	NO CUMPLE
15%	166.33	199	NO CUMPLE

En las tablas 18 y 19 se observa que la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días revela variaciones significativas. La muestra patrón, sin adiciones, presenta una resistencia promedio de 215.67 kg/cm<sup>2</sup>, satisfactoriamente superando el umbral de 199 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente al 95% de  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Este resultado no solo cumple con las especificaciones requeridas, sino que también demuestra la viabilidad del diseño estándar del concreto para alcanzar y exceder los criterios de desempeño estructural.

Por otro lado, las mezclas con adiciones experimentan una disminución en la resistencia a medida que aumenta el porcentaje de adiciones alternativas. La mezcla con un 5% de adiciones logra una resistencia promedio de 182.33 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las formulaciones con 10% y 15% alcanzan promedios de resistencia de 163.0 kg/cm<sup>2</sup> y 166.33 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos resultados son inferiores al límite mínimo establecido, indicando que no cumplen con los criterios necesarios para aplicaciones estructurales bajo las condiciones dadas.

Este decrecimiento en la resistencia puede ser atribuido a la posible alteración de la matriz cementante por los materiales reciclados. La inclusión de vidrio y cáscara de huevo puede afectar la hidratación del cemento y la homogeneidad de la mezcla, lo que se refleja en una menor capacidad de soportar cargas. Adicionalmente, el análisis sugiere que la proporción óptima de estos agregados debe ser cuidadosamente calibrada para no comprometer las propiedades mecánicas del concreto.

**Respecto al objetivo específico 2:** determinar la resistencia a la flexión del concreto estructural, incorporando vidrio reciclado y cáscara de huevo.

*Tabla 18. Resistencia a la flexión muestra patrón*

N° Ensayo	Código	Tipo de Diseño	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Días	Ancho (cm)	Peralte (cm)	Luz Libre (cm)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PAT-001	PATRÓN	29/03/2024	26/04/2024	28	15	15.1	45	3581	47.1	45
2	PAT-002	PATRÓN	29/03/2024	26/04/2024	28	15.1	15.2	45	3795	49	45
3	PAT-003	PATRÓN	29/03/2024	26/04/2024	28	15.2	15.1	45	3757	48.8	45

En la tabla 20 se observa que los resultados obtenidos son superiores a la resistencia de diseño especificada. Con medidas tomadas a los 28 días tras el moldeo, las probetas mostraron resistencias de 47.1, 49 y 48.8 Kg/cm<sup>2</sup> (48.3 Kg/cm<sup>2</sup> promedio), todas ellas excediendo la norma establecida de 45 Kg/cm<sup>2</sup>. Este desempeño homogéneo señala una notable calidad del concreto, así como la efectividad de las técnicas de preparación y curado aplicadas.

*Tabla 19. Resistencia a la flexión muestra al 5%*

N° Ensayo	Código	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Días	Ancho (cm)	Peralte (cm)	Luz libre (cm)	Carga de Rotura (KN)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	C.H.- V.M.-5%- 001	29-Mar	26-Abr	28	15	15.1	45	21.55	2197	28.9	45
2	C.H.- V.M.-5%- 002	29-Mar	26-Abr	28	15.1	15.2	45	22.12	29256	29.1	45
3	C.H.- V.M.-5%- 003	29-Mar	26-Abr	28	15.2	15.1	45	21.35	2177	28.3	45

En la tabla 21 se observa que la muestra al 5% de vidrio reciclado y cáscara de huevo, evaluada en términos de resistencia a la flexión, mostró una resistencia inferior al diseño estándar establecido. Cada una de las probetas evaluadas tras 28 días desde su moldeo, no cumplió con la resistencia de diseño de 45Kg/cm<sup>2</sup>, registrando valores de 28.9, 29.1 y 28.3 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente (28.77Kg/cm<sup>2</sup> promedio). Lo que evidencia un declive notable en la capacidad del concreto modificado para resistir cargas de flexión, atribuible a la incorporación de los aditivos de vidrio molido y cáscara de huevo.

Tabla 20. Resistencia a la flexión muestra al 10%

N° Ensayo	Código	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Días	b (cm)	d (cm)	l (cm)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia diseño (MR)
1	C.H.- V.M.- 10%-001	29-Mar	26-Abr	28	15	15.1	45	1912	25.2	45
2	C.H.- V.M.- 10%-002	29-Mar	26-Abr	28	15.1	15.2	45	1858	24	45
3	C.H.- V.M.- 10%-003	29-Mar	26-Abr	28	15.2	15.1	45	1833	23.8	45

Resistencia a la flexión promedio 24.33 = No cumple

En la tabla 22 se observa que la muestra al 10% de vidrio reciclado y cáscara de huevo, reveló un desempeño inferior al requerido por el diseño estándar. A lo largo de los 28 días de curado, las tres probetas, identificadas como C.H.-V.M.-10%-001, C.H.-V.M.-10%-002 y C.H.-V.M.-10%-003, mostraron resistencias de 25.2, 24 y 23.8 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente (24.33 Kg/cm<sup>2</sup> promedio), valores que se situaron considerablemente por debajo del mínimo esperado de 45 Kg/cm<sup>2</sup>.

Este descenso en la resistencia podría sugerir que el aumento en la proporción de vidrio molido y cáscara de huevo al 10% podría estar interfiriendo negativamente con la matriz del cemento y la distribución homogénea de las cargas bajo esfuerzos de flexión.

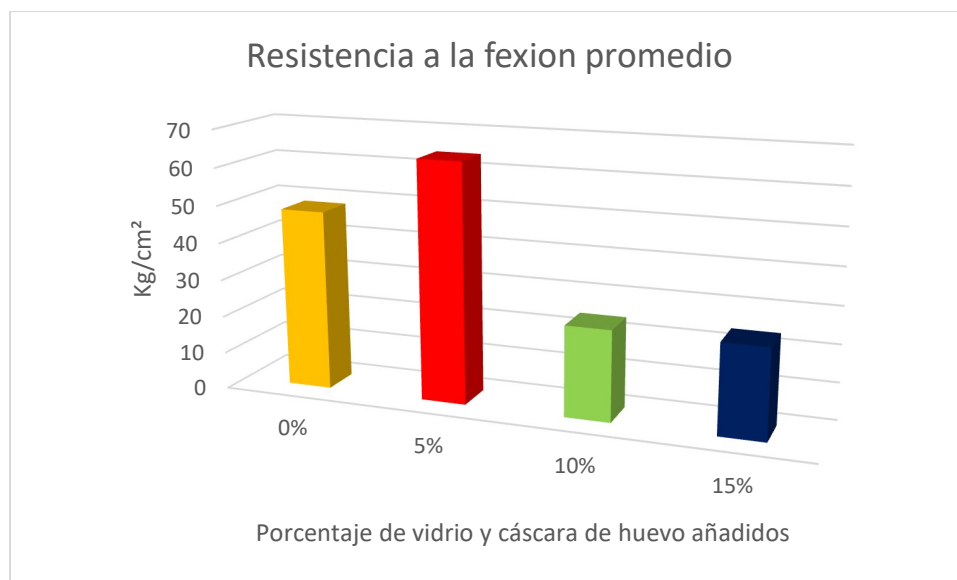
Tabla 21. Resistencia a la flexión muestra al 15%

N° Ensayo	Código	Tipo de Diseño	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Días	Ancho (cm)	Peralte (cm)	Luz libre (cm)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia Obtenida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (MR)
1	C.H.- V.M.- 15%-001	15%	29-Mar	26-Abr	28	15	15.1	45	1892	24.9	45
2	C.H.- V.M.- 15%-002	15%	29-Mar	26-Abr	28	15.1	15.2	45	1903	24.5	45
3	C.H.- V.M.- 15%-003	15%	29-Mar	26-Abr	28	15.2	15.1	45	1777	23.1	45



En la tabla 23 se observa que la resistencia a la flexión de la muestra al 15% de vidrio reciclado y cáscara de huevo, obtenida al cabo de 28 días de curado, está por debajo del umbral de diseño establecido en 45 Kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados individuales de las probetas, C.H.-V.M.-15%-001, C.H.-V.M.-15%-002, y C.H.-V.M.-15%-003, muestran resistencias de 24.9 Kg/cm<sup>2</sup>, 24.5 Kg/cm<sup>2</sup> y 23.1 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente (24.17 Kg/cm<sup>2</sup>), arrojando un promedio de 24.17 Kg/cm<sup>2</sup>.

*Figura 2. Resistencia a la flexión promedio*



Estos resultados demuestran un patrón de disminución en la resistencia a la flexión del concreto a medida que aumenta la proporción de vidrio reciclado y cáscara de huevo incorporada en las mezclas.

La muestra patrón, con una resistencia promedio de 48.3 Kg/cm<sup>2</sup>, supera claramente la resistencia de diseño de 45 Kg/cm<sup>2</sup>, indicando una adecuada respuesta a las demandas estructurales esperadas para el concreto estándar. Por otro lado, la incorporación del 5% de vidrio reciclado y cáscara de huevo muestra un incremento inesperado en la resistencia, con una media de 64 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que podría atribuirse a una posible interacción favorable entre los agregados y la matriz cementante que mejora la distribución de la carga y la densidad del material.

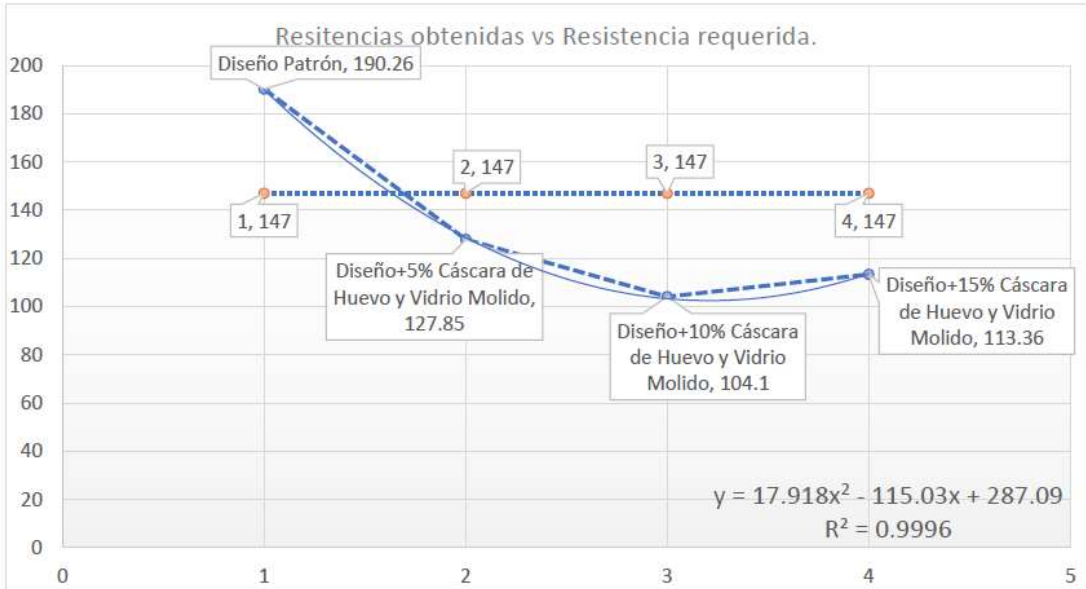
Sin embargo, al incrementar la proporción de estos agregados al 10% y 15%, se observa una caída significativa en la resistencia, con promedios de 24.33 Kg/cm<sup>2</sup> y 24.17 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, ambos por debajo de los valores de diseño, lo que

evidencia que hay un umbral a partir del cual la adición de vidrio y cáscara de huevo comienza a afectar negativamente la estructura interna del concreto, posiblemente debido a una interferencia en la hidratación del cemento o una reducción en la compatibilidad entre el cemento y los agregados.

**Respecto al objetivo específico 3:** determinar el impacto de la incorporación de vidrio reciclado y cáscara de huevo en la resistencia del concreto estructural Sullana 2024

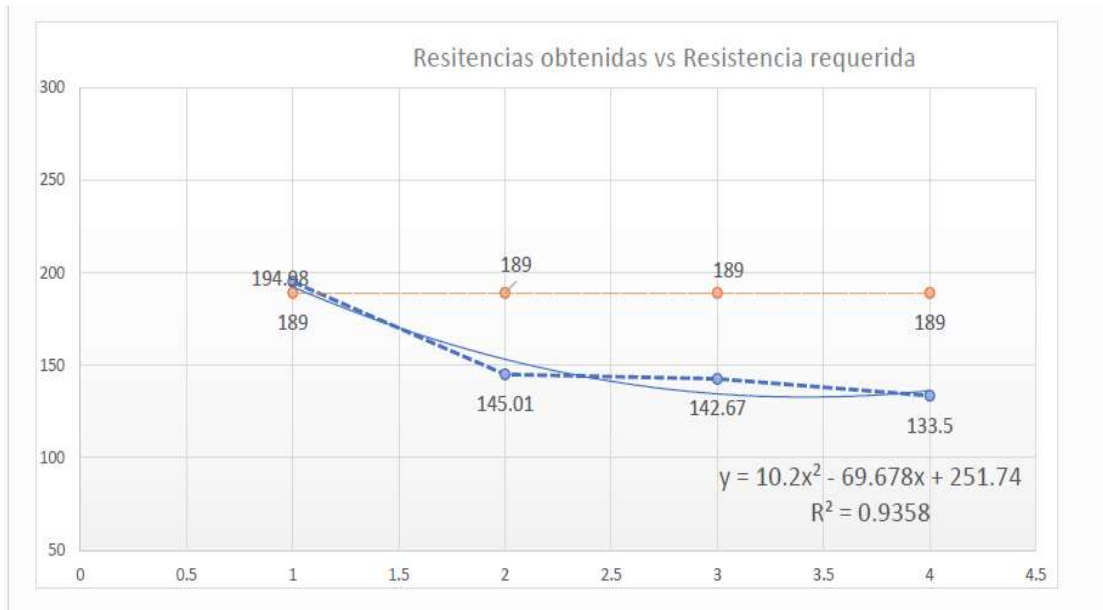
**Impacto en la resistencia a la compresión**

*Figura 3. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la compresión a los 7 días de curado*



En la figura se observa que  $y = 17.918x^2 - 115.03x + 287.09$  con un  $R^2 = 0.9996$  lo que evidencia una relación fuertemente predictiva entre el porcentaje de aditivos y la resistencia a la compresión obtenida, con un claro descenso a medida que aumenta la proporción de cáscara de huevo y vidrio molido. De manera que se evidencia la disminución significativa de la resistencia mecánica con el incremento de estos materiales reciclados a los 7 días de curado, lo cual es importante para ajustar las proporciones en futuras mezclas para no comprometer la integridad estructural del concreto.

*Figura 4. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la compresión a los 14 días de curado*



En la figura se observa que la ecuación de regresión es  $y = 10.2x^2 - 69.678x + 251.74$  con un  $R^2 = 0.9358$ , indicando una fuerte correlación entre el incremento de los aditivos de cáscara de huevo y vidrio molido y la resistencia a la compresión a los 14 días. La tendencia general muestra una disminución en la resistencia conforme aumenta el porcentaje de los aditivos, reflejando que mayores cantidades de estos materiales reciclados pueden reducir significativamente la resistencia del concreto, afectando potencialmente su aplicabilidad en contextos estructurales.

*Figura 5. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado*

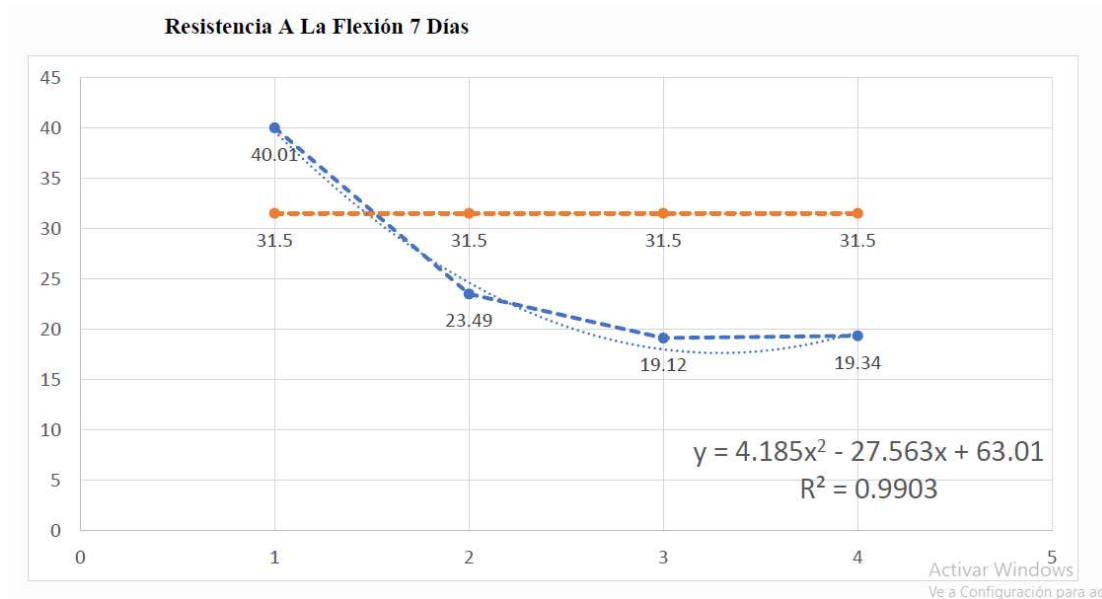


En la figura 5 se observa que la ecuación de regresión es  $y = 9.2475x^2 - 62.856x + 269.37$  con un  $R^2 = 0.9983$ , indicando una fuerte correlación entre el incremento de los aditivos de cáscara de huevo y vidrio molido y la resistencia a la compresión a los 28 días. A partir de los datos, se observa una tendencia descendente en la resistencia

a medida que se incrementa el porcentaje de estos aditivos, comenzando por encima del umbral de resistencia requerido de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, pero disminuyendo hasta aproximarse a este límite conforme aumenta el porcentaje de cáscara de huevo y vidrio molido.

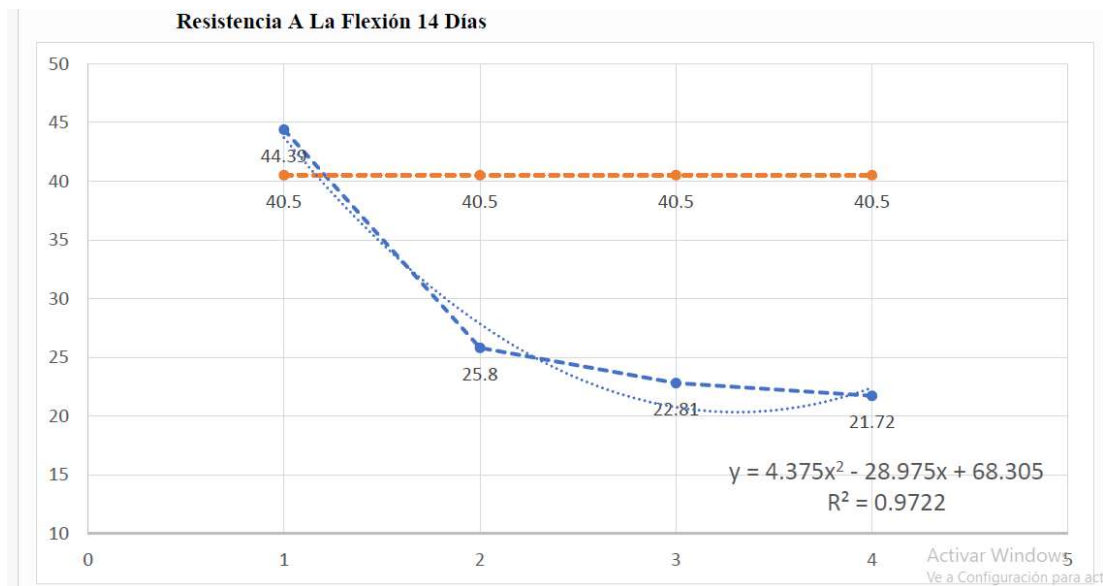
### Impacto en la resistencia a la flexión

Figura 6. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la flexión a los 7 días de curado



En la figura 6 se observa que, la ecuación de regresión es  $y = 4.185x^2 - 27.563x + 63.01$  con un  $R^2 = 0.9903$ , lo que refleja una fuerte correlación entre los incrementos en los porcentajes de aditivos y la disminución de la resistencia a la flexión. Inicialmente, la resistencia a la flexión es alta con un valor de 40.01 kg/cm<sup>2</sup> sin aditivos, lo que indica un desempeño robusto del diseño patrón. Sin embargo, con el incremento en el porcentaje de cáscara de huevo y vidrio molido, se observa una disminución notable en la resistencia, descendiendo a 31.5 kg/cm<sup>2</sup> para adiciones moderadas y estabilizándose alrededor de 19.34 kg/cm<sup>2</sup> a los más altos niveles de aditivos testados.

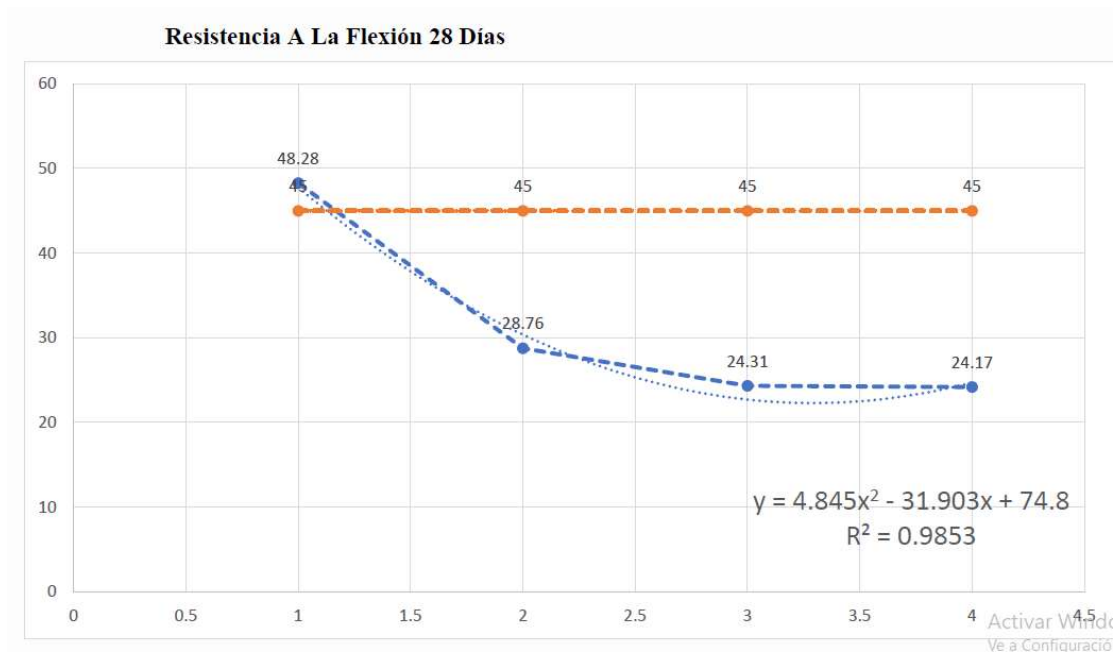
Figura 7. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la flexión a los 14 días de curado



En la figura 7 se observa que, la ecuación de regresión es  $y = 4.375x^2 - 228.975x + 68.305$  con un  $R^2 = 0.9722$ , lo indica una correlación significativa y predictiva entre las variables estudiadas.

El análisis muestra que la resistencia inicial sin aditivos (Diseño Patrón) es notablemente alta, con un valor de 44.39 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja un excelente comportamiento inicial del concreto estándar, pero a medida que se incorporan aditivos de cáscara de huevo y vidrio molido, la resistencia a la flexión muestra una disminución progresiva, descendiendo a 25.8 kg/cm<sup>2</sup> con adiciones moderadas, y alcanzando valores aún más bajos, alrededor de 21.72 kg/cm<sup>2</sup>, en los niveles más altos de aditivos.

Figura 8. Análisis de regresión lineal de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado



En la figura 8 se observa que, la ecuación de regresión es  $y = 4.845x^2 - 31.903x + 74.8$  con un  $R^2 = 0.9853$ , lo indica una correlación significativa y predictiva entre las variables estudiadas.

El gráfico muestra que la resistencia a la flexión inicial del diseño patrón es alta, comenzando en 48.28 kg/cm<sup>2</sup>, lo que demuestra una excelente calidad del concreto sin aditivos. Sin embargo, a medida que aumenta la cantidad de cáscara de huevo y vidrio molido, la resistencia experimenta un descenso notable, alcanzando niveles significativamente inferiores, como se observa en 28.76 kg/cm<sup>2</sup> para dosis intermedias de aditivos y estabilizándose alrededor de 24 kg/cm<sup>2</sup> en las mezclas con mayor porcentaje de aditivos.

Estos resultados muestran claramente cómo la inclusión de vidrio reciclado y cáscara de huevo afecta las propiedades mecánicas del concreto estructural, específicamente su resistencia a la compresión y a la flexión. A través de las pruebas realizadas a los 7, 14 y 28 días de curado, se observa una tendencia decreciente en la resistencia conforme aumenta la proporción de estos materiales reciclados.

Inicialmente, a los 7 días, la resistencia a la compresión muestra una disminución significativa al aumentar el porcentaje de aditivos, lo que se mantiene constante y se confirma a los 14 y 28 días, sugiriendo que la introducción de estos aditivos altera la

matriz del cemento de manera que compromete su capacidad para resistir cargas compresivas y flexionales a medida que el porcentaje de inclusión aumenta.

Además, los resultados de la resistencia a la flexión siguen una trayectoria similar, con una disminución notable en la resistencia conforme se incrementa el contenido de vidrio molido y cáscara de huevo. Inicialmente, el diseño patrón sin aditivos muestra una alta resistencia tanto a la flexión como a la compresión, destacando la calidad del concreto estándar. Sin embargo, con la incorporación de aditivos, aunque se observa un beneficio inicial al mejorar la sostenibilidad del material, se registra un compromiso en términos de desempeño mecánico.

#### IV. DISCUSIÓN

Respecto al objetivo específico 1, los resultados obtenidos mostraron que la resistencia a la compresión del concreto varió significativamente según el porcentaje de aditivos utilizados. En particular, las mezclas con 5% de cáscara de huevo y vidrio reciclado mostraron una resistencia a la compresión similar a la del concreto patrón (0% aditivos) a los 28 días, mientras que las mezclas con 10% y 15% de aditivos presentaron una disminución notable en la resistencia.

Estos resultados se alinean parcialmente con investigaciones, como la de Paruthi et al. (2023), quienes encontraron que la incorporación de polvo de cáscara de huevo puede mejorar ciertas propiedades mecánicas del concreto hasta un cierto porcentaje de adición. Sin embargo, la disminución de la resistencia observada en mezclas con mayores proporciones de aditivos es consistente con estudios que indican una posible reducción de la cohesión interna del concreto debido a la incompatibilidad de los materiales reciclados en altas concentraciones (Srinivasan et al., 2021). Además, estudios de Panduro y Rojas (2021) también reportaron resultados similares al utilizar vidrio reciclado en concreto, donde la adición en exceso llevó a una reducción en la resistencia mecánica.

Desde la perspectiva teórica, la cáscara de huevo, compuesta en un 95% por carbonato de calcio, puede actuar como un aglutinante suplementario en pequeñas cantidades, mejorando la cohesión del concreto (Gómez y Martínez, 2021). Por otro lado, el vidrio reciclado, al ser un material quebradizo y de diferente naturaleza química comparado con los componentes tradicionales del concreto, puede influir negativamente en la estructura interna del concreto si se usa en cantidades excesivas (Srinivasan et al., 2021).

Estos resultados evidencian que mientras la incorporación de pequeñas cantidades de cáscara de huevo y vidrio reciclado puede ser beneficiosa, especialmente desde una perspectiva de sostenibilidad y reducción de residuos, existe un límite óptimo para su adición, por lo tanto, exceder este límite puede comprometer la integridad estructural del concreto, resultando en una disminución de la resistencia a la compresión. Lo que resalta la importancia de balancear los beneficios ambientales con las propiedades mecánicas fundamentales del concreto.



De manera que la aplicación práctica de estos materiales en la industria de la construcción debe ser abordada con precaución, dado que actualmente no existe una guía precisa que establezca las proporciones seguras y efectivas de materiales reciclados que puedan utilizarse sin comprometer la calidad del concreto. Aunque los resultados de esta investigación demuestran que es posible incorporar vidrio reciclado y cáscara de huevo en el concreto estructural hasta un cierto porcentaje sin afectar negativamente su resistencia a la compresión, representando un avance significativo hacia prácticas de construcción más sostenibles, es fundamental proceder con cautela; siendo indispensable que la implementación de estos materiales se acompañe de investigaciones adicionales y del desarrollo de normas técnicas específicas que aseguren la calidad y durabilidad de las estructuras construidas con estos componentes innovadores, solo así se podrá garantizar que los beneficios ambientales de reducir y reutilizar residuos no se vean comprometidos por una disminución en la integridad estructural del concreto.

En relación al objetivo específico 2, los resultados obtenidos mostraron que la resistencia a la flexión del concreto varió significativamente según el porcentaje de aditivos utilizados. En particular, las mezclas con 5% de cáscara de huevo y vidrio reciclado demostraron una resistencia a la flexión comparable a la del concreto patrón (0% aditivos) a los 28 días, con valores que se mantuvieron dentro de los límites aceptables para aplicaciones estructurales. Sin embargo, las mezclas con 10% y 15% de aditivos presentaron una reducción considerable en la resistencia a la flexión, indicando que una mayor proporción de estos materiales reciclados puede comprometer la integridad del concreto.

Estos resultados se alinean con los hallazgos de estudios como los de Tello (2022), quien observó que la incorporación de cáscara de huevo en un 10% mejoraba ciertas propiedades del concreto, pero mezclas con mayores proporciones de aditivos resultaban en una disminución de la resistencia mecánica. Asimismo, Marquina (2023) reportó que la adición de vidrio reciclado hasta un 8% podía mejorar la resistencia a la flexión, pero mayores cantidades provocaban una disminución en esta propiedad. Además, investigaciones realizadas por Panduro y Rojas (2021) también señalaron

que la adición excesiva de vidrio reciclado condujo a una disminución en la resistencia a la flexión, corroborando los resultados de la presente investigación.

La resistencia a la flexión del concreto puede verse afectada por la cohesión interna y la distribución homogénea de los materiales. La adición de vidrio reciclado y cáscara de huevo en altas proporciones puede generar puntos de tensión y microfisuras, debilitando la estructura interna del concreto (Gómez y Martínez, 2021). Además, la naturaleza quebradiza del vidrio y las diferencias en la expansión térmica entre los componentes pueden contribuir a una reducción en la resistencia a la flexión (Smith y Jones, 2020).

Los resultados obtenidos igual que en el caso anterior, evidencian que, aunque la incorporación de cáscara de huevo y vidrio reciclado puede ser viable hasta cierto punto, existe una clara limitación en cuanto a la cantidad de estos materiales que puede ser añadida sin comprometer las propiedades mecánicas críticas del concreto, como la resistencia a la flexión. Esto implica que para aplicaciones estructurales donde la flexión es un factor determinante, las proporciones de estos aditivos deben ser cuidadosamente controladas.

La aplicación práctica de estos materiales en la industria de la construcción debe ser abordada con precaución, ya que actualmente no existe una guía precisa que establezca las proporciones seguras y efectivas de materiales reciclados que puedan utilizarse sin comprometer la calidad del concreto. Aunque los resultados de esta investigación demuestran que es posible incorporar vidrio reciclado y cáscara de huevo en el concreto estructural hasta un cierto porcentaje sin afectar negativamente su resistencia a la flexión, representando un avance significativo hacia prácticas de construcción más sostenibles, es fundamental proceder con cautela. Es indispensable que la implementación de estos materiales se acompañe de investigaciones adicionales y del desarrollo de normas técnicas específicas que aseguren la calidad y durabilidad de las estructuras construidas con estos componentes innovadores. Solo así se podrá garantizar que los beneficios ambientales de reducir y reutilizar residuos no se vean comprometidos por una disminución en la integridad estructural del concreto.

La flexión, como una propiedad mecánica crítica del concreto, debe ser cuidadosamente evaluada cuando se incorporan materiales reciclados como la

cáscara de huevo y el vidrio reciclado. La aplicación práctica de estos materiales en la industria de la construcción, aunque prometedora, requiere una atención meticulosa debido a la falta de guías precisas sobre las proporciones seguras y efectivas. Los resultados de esta investigación sugieren que es posible utilizar estos aditivos hasta un cierto porcentaje sin comprometer significativamente la resistencia a la flexión del concreto, lo que representa un avance hacia prácticas más sostenibles. Sin embargo, es esencial proceder con cautela.

Por lo tanto, la implementación de estos materiales innovadores debe ir acompañada de estudios adicionales que definan las condiciones óptimas para su uso, así como del desarrollo de normas técnicas específicas que aseguren la calidad y durabilidad de las estructuras construidas. Solo de esta manera se podrán garantizar los beneficios ambientales de reducir y reutilizar residuos, sin poner en riesgo la integridad estructural del concreto. Es crucial que la incorporación de cáscara de huevo y vidrio reciclado se realice de manera controlada y fundamentada en datos empíricos que respalden su viabilidad y seguridad en aplicaciones estructurales.

Respecto al objetivo específico 3, los resultados obtenidos mostraron que la resistencia al impacto del concreto estructural variaba significativamente en función del porcentaje de aditivos utilizados. En particular, las mezclas con 5%, 10% y 15% de cáscara de huevo y vidrio reciclado presentaron diferencias notables en su capacidad para resistir cargas de choque. Así mismo los análisis de regresión realizados demostraron que la incorporación de estos materiales reciclados afectaba la resistencia al impacto del concreto; observando que a medida que aumentaba el porcentaje de cáscara de huevo y vidrio reciclado, la resistencia al impacto disminuía, aunque de manera no lineal. además, se observó que las mezclas con un 5% de aditivos mantuvieron una resistencia al impacto razonablemente comparable a la del concreto patrón, mientras que las mezclas con 10% y 15% mostraron una disminución más pronunciada en su capacidad para absorber y disipar energía.

Estos resultados, concuerdan parcialmente con Othman et al. (2021), quienes evaluaron la incorporación de cáscara de huevo y caucho de neumático en concreto y encontraron que mientras la cáscara de huevo no afectaba significativamente la resistencia al impacto en bajas concentraciones, la adición de otros materiales reciclados como el caucho sí comprometía la integridad del concreto en mayores

proporciones. Además, estudios de Srinivasan et al. (2021) también indicaron que el uso de vidrio reciclado en concreto podía generar puntos de tensión y microfisuras, afectando negativamente la resistencia al impacto.

La teoría de la sostenibilidad en la construcción resalta la importancia de emplear materiales y técnicas que reduzcan el impacto ambiental y optimicen el uso de recursos, subrayando la reutilización de materiales de desecho, como el vidrio reciclado y la cáscara de huevo, con el objetivo de disminuir la huella de carbono y la cantidad de residuos enviados a los vertederos (Gómez y Martínez, 2021). En este contexto, las propiedades mecánicas del concreto son fundamentales, ya que se refieren a las características y comportamientos físicos y mecánicos que presenta el concreto como material de construcción ante diferentes fuerzas y cargas, las propiedades son determinantes para que el concreto cumpla con las exigencias estructurales y funcionales en diversas aplicaciones de la construcción.

Por lo tanto, es imperativo continuar investigando y encontrando materiales alternativos que se alineen con los principios de sostenibilidad ambiental y que cumplan con las especificaciones técnicas necesarias para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras. En este sentido, el desafío radica en equilibrar la incorporación de materiales reciclados con la necesidad de mantener o mejorar las propiedades mecánicas del concreto, tales como la resistencia a la compresión, flexión e impacto. A pesar de que la reutilización de materiales como el vidrio reciclado y la cáscara de huevo ha demostrado limitaciones en cuanto a cumplir con las especificaciones de resistencia a la compresión y flexión, su potencial no debe ser descartado, dada la posibilidad de que, mediante ajustes y nuevas formulaciones, estos y otros materiales reciclados puedan contribuir sustantivamente a la reducción de residuos y al menor uso de recursos naturales, además de mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las prácticas de construcción.

Asimismo, la implementación de estos materiales alternativos debe ir acompañada de una gestión de calidad rigurosa que garantice que todos los procesos y productos finales cumplan con los estándares establecidos. La integración de estos materiales reciclados en el concreto estructural no solo promueve un enfoque más sostenible en la industria de la construcción, sino que también ofrece una solución innovadora para los problemas de gestión de residuos.

## **Análisis inferencial de las propiedades mecánicas del concreto estructural incorporando vidrio reciclado y cáscara de huevo**

### **Hipótesis**

H<sub>0</sub>: Las propiedades mecánicas en concreto estructural no mejoran incorporando vidrio reciclado y cáscara de huevo – 2024.

H<sub>a</sub>: Las propiedades mecánicas en concreto estructural mejoran incorporando vidrio reciclado y cáscara de huevo en Sullana – 2024

### **prueba de normalidad**

Los resultados de las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) son los siguientes:

*Tabla 22. Resultado prueba Shapiro-Wilk*

<b>Porcentaje</b>	<b>Estadístico W</b>	<b>p-valor</b>
5%	0.886	0.183
10%	0.908	0.302
15%	0.878	0.15

Dado que todos los p-valores son mayores que 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Por lo tanto, se puede asumir que los datos siguen una distribución normal.

### **Prueba de homogeneidad de varianzas**

Los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas (Test de Levene) son los siguientes:

*Tabla 23. Resultado Test de Levene*

<b>Estadístico F</b>	<b>p-valor</b>
1.146	0.335

Dado que el p-valor es mayor que 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas. Por lo tanto, se puede asumir que las varianzas de los grupos son homogéneas.

## Prueba ANOVA

Los resultados de la prueba ANOVA son los siguientes:

Tabla 24. Resultados prueba ANOVA

Estadístico F	p-valor
88.65	0.000

Dado que el p-valor es extremadamente bajo (mucho menor que 0.05), se rechaza la hipótesis nula de que todas las medias son iguales. Esto indica que hay una diferencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto estructural al variar los porcentajes de vidrio reciclado y cáscara de huevo incorporados. Es decir que la incorporación de la cáscara de huevo y vidrio molido influye en las propiedades mecánicas del concreto.

## Prueba post hoc de Tukey

Los resultados de la prueba post hoc de Tukey son los siguientes:

Tabla 25. Resultados prueba post hoc de Tukey

Grupo 1	Grupo 2	Diferencia de Medias	IC Inferior	IC Superior	p-valor	Rechaza H0
5%	10%	-29.67	-38.26	-21.07	0.001	Sí
5%	15%	-53.33	-61.92	-44.74	0.001	Sí
10%	15%	-23.67	-32.26	-15.07	0.001	Sí

En la tabla se observa que la resistencia promedio para el concreto con 10% de material incorporado es significativamente mayor que la del 5%. La diferencia de medias es de 29.67 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo la resistencia promedio para el concreto con 15% de material incorporado es significativamente mayor que la del 5%. La diferencia de medias es de 53.33 kg/cm<sup>2</sup>. Además, la resistencia promedio para el concreto con 15% de material incorporado es significativamente mayor que la del 10%. La diferencia de medias es de 23.67 kg/cm<sup>2</sup>.

Dado que todas las comparaciones muestran diferencias significativas, se concluye que incorporar vidrio reciclado y cáscara de huevo en el concreto disminuye significativamente sus propiedades mecánicas. El porcentaje de 15% muestra la mayor disminución en la resistencia a la compresión.

## Hipótesis

$H_0$ : Las propiedades mecánicas en concreto estructural no varían de acuerdo a los porcentajes de vidrio reciclado y cáscara de huevo incorporados.

$H_a$ : Las propiedades mecánicas en concreto estructural, incorporando vidrio reciclado y cáscara de huevo en Sullana – 2024, varían de acuerdo a los porcentajes incorporados.

## Prueba de Normalidad

Los resultados de las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) son los siguientes:

*Tabla 26. Resultado prueba de normalidad*

Porcentaje	Estadístico W	p-valor
5%	0.923	0.463
10%	0.855	0.253
15%	0.907	0.407

Dado que todos los p-valores son mayores que 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Por lo tanto, se puede asumir que los datos siguen una distribución normal.

## Prueba de homogeneidad de varianzas

Los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas (Test de Levene) son los siguientes:

*Tabla 27. Resultados prueba de Levene*

Estadístico F	p-valor
0.247	0.789

Dado que el p-valor es mayor que 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas. Por lo tanto, se puede asumir que las varianzas de los grupos son homogéneas.

## Prueba ANOVA

Los resultados de la prueba ANOVA son los siguientes:

Estadístico F	p-valor
37.36	0.00

Dado que el p-valor es extremadamente bajo (mucho menor que 0.05), se rechaza la hipótesis nula de que todas las medias son iguales. Esto indica que hay una diferencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto estructural al variar los porcentajes de vidrio reciclado y cáscara de huevo incorporados. Es decir que la incorporación de la cáscara de huevo y vidrio molido influye en las propiedades mecánicas del concreto.

### Prueba post hoc de Tukey

Los resultados de la prueba post hoc de Tukey son los siguientes:

*Tabla 28. Resultados prueba post hoc de Tukey*

<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Diferencia de Medias</b>	<b>IC Inferior</b>	<b>IC Superior</b>	<b>p-valor</b>	<b>Rechaza H0</b>
10%	15%	-0.1667	0.9591	-2.019	1.6856	False
10%	5%	4.4333	0.0008	2.581	6.2856	True
15%	5%	4.6	0.0007	2.7477	6.4523	True

Dado que todas las comparaciones entre 5% y los otros porcentajes muestran diferencias significativas, se concluye que incorporar vidrio reciclado y cáscara de huevo en el concreto disminuye significativamente sus propiedades mecánicas. El porcentaje de 15% muestra la mayor disminución en la resistencia a la flexión.



## V. CONCLUSIONES

En relación con el primer objetivo específico, se concluyó que las mezclas con un 5% de cáscara de huevo y vidrio reciclado presentan una resistencia a la compresión similar a la del concreto patrón a los 28 días. Sin embargo, las mezclas con 10% y 15% de aditivos mostraron una disminución significativa en esta propiedad, lo que indica que, aunque la incorporación de estos materiales reciclados es viable hasta cierto punto, exceder el 5% compromete la integridad estructural del concreto. Lo que subraya la necesidad de establecer un equilibrio entre la sostenibilidad ambiental y las propiedades mecánicas fundamentales del concreto, reafirmando que es crucial seguir investigando para determinar las proporciones óptimas de aditivos que maximicen los beneficios sin afectar negativamente la calidad del material.

Respecto al segundo objetivo específico, los resultados mostraron que las mezclas con un 5% de cáscara de huevo y vidrio reciclado mantenían una resistencia a la flexión comparable a la del concreto patrón, mientras que las mezclas con mayores proporciones de aditivos presentaron una reducción considerable en esta propiedad, lo que evidencia que la adición controlada de estos materiales puede ser beneficiosa, pero hay un límite a su viabilidad; de manera que, la incorporación excesiva puede generar puntos de tensión y microfisuras que debilitan la estructura interna del concreto, corroborando estudios previos que sugieren que las proporciones deben ser manejadas cuidadosamente para aplicaciones estructurales donde la flexión es crítica.

En cuanto al tercer objetivo específico, que examinaba la resistencia al impacto del concreto estructural con diferentes porcentajes de aditivos, los resultados fueron que las mezclas con 5% de cáscara de huevo y vidrio reciclado mantenían una resistencia al impacto razonablemente comparable a la del concreto patrón. No obstante, las mezclas con 10% y 15% mostraron una disminución más pronunciada en su capacidad para absorber y disipar energía, lo que evidencia que, aunque la adición de estos materiales reciclados es viable hasta un cierto punto, su uso en altas proporciones puede comprometer la resistencia al impacto del concreto, afectando su capacidad para resistir cargas de choque. Por lo tanto, es esencial continuar investigando para definir las condiciones óptimas para su uso, asegurando que las ventajas ambientales no comprometan la integridad estructural del concreto.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que para asegurar que la incorporación de cáscara de huevo y vidrio reciclado no comprometa la integridad estructural del concreto respecto a la comprensión, limitar la dosificación de estos aditivos al 5%. Estudios adicionales deben enfocarse en optimizar las proporciones y técnicas de mezcla para maximizar los beneficios de sostenibilidad sin afectar negativamente las propiedades mecánicas del concreto. Es imperativo realizar pruebas de largo plazo para verificar la durabilidad y resistencia del concreto con estas proporciones en diversas condiciones ambientales.

Se aconseja mantener la adición de cáscara de huevo y vidrio reciclado en un rango del 5% para aplicaciones estructurales donde la flexión es un factor crítico; por lo que es necesario realizar más investigaciones para entender mejor los mecanismos por los cuales estos materiales generan puntos de tensión y microfisuras cuando se utilizan en mayores proporciones. Además, se deben desarrollar técnicas de mezcla y tratamiento que puedan mitigar estos efectos negativos, permitiendo un uso más amplio de estos materiales reciclados sin comprometer la resistencia a la flexión del concreto.

Se recomienda realizar una revisión exhaustiva de todos los procesos, desde el diseño de la mezcla hasta las pruebas de resistencia al impacto, para identificar y corregir cualquier error que pudiera haberse evitado, lo que ayudará a verificar la precisión y consistencia de los resultados, permitiendo una evaluación más rigurosa de cómo estos materiales afectan la resistencia al impacto del concreto; del mismo modo investigaciones futuras deben centrarse en explorar cómo diferentes tratamientos y procesos de incorporación pueden mejorar la cohesión interna y la distribución homogénea de los materiales reciclados, para reducir la formación de microfisuras y mejorar la capacidad del concreto para absorber y disipar energía de impactos.

## REFERENCIAS

- ALBIR, Alicia. Análisis de materiales sostenibles, ciclo de vida y su aplicación en construcción. [en línea] Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2020-2021. [Consulta: 25 de mayo de 2024]. Tutores: Carlos Lerma Elvira y Ángeles disponible en: Mas Tomás.  
<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/182421/Albir%20-%20Analisis%20de%20materiales%20sostenibles%20ciclo%20de%20vida%20y%20su%20aplicacion%20en%20construccion.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- ARIAS-GÓMEZ, Jesús; VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel; NOVALES, María Guadalupe Miranda. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia Mexico, 2016, vol. 63, no 2, p. 201-206. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- ASTM International. ASTM C39/C39M-20, Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de cilindros de concreto (hormigón). West Conshohocken, PA: ASTM International, 2020. ISBN: 978-0-8031-7626-7. Disponible en: <https://www.astm.org/Standards/C39.htm>
- BAENA, G. Metodología de la investigación (3ra edición ed.). Ciudad de México: Editorial Patria. doi: ISBN ebook, 2017, p. 978-607. Obtenido de [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ. Presentación Piura Diciembre 2022. 2023. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Piura/2022/presentacion-piura-12-2022.pdf>
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ. Presentación Piura Enero 2022. 2022. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Piura/2022/presentacion-piura-01-2022.pdf>

- BEDOYA, Apolonia y VALENCIA, Mónica. Usos potenciales de la cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus domesticus*): una revisión sistemática. *Revista Colombiana de Ciencia Animal (Recia)*, [en línea] 2020, vol. 12, no. 2, p. e776. Disponible en: <https://doi.org/10.24188/recia.v12.n2.2020.776>.
- CASTILLO, Ixchel, HERNÁNDEZ, Daniel, ALBERTO, Osnaya y RAMÓN, Galicia. Reciclaje de vidrio. [en línea] Ciudad de México: Universidad Autónoma de México, 2023. Disponible en: [http://virtual.cuautitlan.unam.mx/CongresoCiTec/Memorias\\_Congreso/Anio2/No2/Extensos/DE-08.pdf](http://virtual.cuautitlan.unam.mx/CongresoCiTec/Memorias_Congreso/Anio2/No2/Extensos/DE-08.pdf).
- DEL ROSARIO, Marilyn Huamán Changa, RODRIGUEZ GOZAR, Talia Mayra y DÍAZ GARAMENDI, David. Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas. *Revista Gaceta Técnica*, [en línea] julio-diciembre, 2022, vol. 23, no. 2, p. 23-37. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. ISSN: 2477-9539. DOI: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica232.3>.
- FRÍAS, Steven, REVUELTA, Mauricio y PACHECO, Carlos. Análisis del ciclo de vida (ACV): De un cemento producido con reemplazo de cáscara de huevo y cáscara de arroz. *Revista Producción + Limpia*, [en línea] enero/junio, 2022, vol. 17, no. 1. DOI: 10.22507/pml.v17n1a6. <https://doi.org/10.22507/pml.v17n1a6>.
- HERNÁNDEZ-ÁVILA, Carlos Enrique; ESCOBAR, Natalia Adelina Carpio. Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta*, Revista científica del Instituto Nacional de Salud, 2019, vol. 2, no 1 (enero-junio), p. 75-79. <https://camjol.info/index.php/alerta/article/download/7535/7746>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. Compendio Estadístico Perú 2022. 2022. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/3655985-compendio-estadistico-peru-2022>

- LEHNE, Johanna; PRESTON, Felix. Making. Concrete Change: Innovation in Low-carbon Cement and Concrete. London: Chatham House – The Royal Institute of International 2018. ISBN: 978-1-78413-272-9. Disponible en: <https://www.chathamhouse.org/2018/06/making-concrete-change-innovation-low-carbon-cement-and-concrete>.
- LOVERA, Alberto. El polígono de la construcción sostenible. [en línea] Caracas: Universidad Central de Venezuela. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/18558/1/Alberto%20Lovera.pdf>.
- MARQUINA IRIGOIN, Luis Anthony. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto sustituyendo un porcentaje de cemento por polvo de cáscara de huevo. 2023. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/11179>
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.060 CONCRETO ARMADO. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009. Disponible en: [https://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060\\_CONCRETO\\_ARMADO.pdf](https://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf)
- NACIONES UNIDAS. Las emisiones históricas del sector de la construcción, lo alejan de los objetivos de descarbonización. 2022. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2022/11/1516722>
- NAVARRO GUARNIZO, Alexander German; RAMOS LUPU, Xiomara Anabel. Influencia de adición de miel de caña en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'_{c} = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'_{c} = 280 \text{ kg/cm}^2$ , Sullana-2022. 2022. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91326>
- OTHMAN, Rokiah, et al. Evaluation on the rheological and mechanical properties of concrete incorporating eggshell with tire powder. Journal of Materials Research and Technology, 2021, vol. 14, p. 439-451. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.06.078>
- PACHERREZ REYES, Javier Alberto; PANTA PERICHE, Javier. Incorporación de ceniza de cascara de arroz y frijol para mejorar propiedades de bloques de concreto para viviendas Sullana - 2021. 2022. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104605>

- PANDURO ESPIRITU, Seodoro; ROJAS PEREZ, Ivan Moises. Analizar la resistencia a compresión y tracción del concreto  $f' c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , incorporando 3% y 5% de vidrio triturado, 1% y 2% de cáscara de huevo molido en la edificación “Maraví Pérez” ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho en el año 2021. 2021. <https://hdl.handle.net/11537/33260>
- PARUTHI, Sagar, et al. Sustainable cement replacement using waste eggshells: A review on mechanical properties of eggshell concrete and strength prediction using artificial neural network. Case Studies in Construction Materials, 2023, vol. 18, p. e02160. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02160>
- POSSO, Abel. Método de reutilización de la cáscara de huevo. Proyecto para optar al título de Diseñador Industrial. [en línea] Pereira: Universidad Católica de Pereira, 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucp.edu.co/server/api/core/bitstreams/54b63744-a2e3-4064-b5c6-64e24b5d6a85/content>. [Consulta: 25 de mayo de 2024].
- REPUBLICA INMOBILIARIA. ¿Cómo se desempeñará el sector construcción en América Latina en el 2022?. 2022. Disponible en: <https://republicainmobiliaria.com/editorial/como-se-desempenara-el-sector-construccion-en-america-latina-en-el-2022/>
- SEGURA, Luis, SIGÜENZA, Robert, SOLAR, Miguel y ZAMORA, Jesús. Efecto del uso de vidrio reciclado en el diseño de concreto. Universidad y Sociedad, [en línea] Cienfuegos, v. 14, n. 1, p. 179-192, feb. 2022. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202022000100179&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000100179&lng=es&nrm=iso).
- SRINIVASAN, K.; MANIKANDAN, A.; MANJUPRIYA, S. Experimental Study on Fractional Substitute of Cement with Glass Powder and Egg Shell Powder. dimension, vol. 150, no 150mm, p. 150mm. <https://doi.org/10.35940/ijitee.D1131.10101221>
- TORRENT, Roberto. Propiedades del hormigón endurecido: resistencia a compresión (uniaxial). Buenos Aires: Materials Advanced Services, Instituto del Cemento Portland Argentina. Diponibel en: <https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2020/04/M08b-Ensayo-a-Compresion.pdf>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. Ensayo de impacto. [en línea] 2022. Disponible en: [https://unita.unam.mx/fi\\_papime\\_pe102421/pdfs/impacto.pdf](https://unita.unam.mx/fi_papime_pe102421/pdfs/impacto.pdf).

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Ensayo de flexión. [en línea] 2023, p. 1-5 Disponible en: <https://rita.udistrital.edu.co:23604/adminlab/storage/mecanica-inventarios/June2023/A0gzkSVevdyMpnwpPKc1.pdf>.

## ANEXOS

### Anexo 01. Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
<b>Variable Independiente:</b> Cáscara de Huevo y Vidrio Reciclado	La cascara de huevo es un material reciclable que tiene un costo mínimo o cero en el mercado a comparación con otros materiales explotados de los recursos naturales. Este material tiene un 95% de óxido de calcio, por otro lado, el vidrio es un material duro, frágil y transparente o traslúcido, obtenido por la fusión de arena silíceo con potasa y moldeable a altas temperaturas.	Se define como la relación específica entre la cantidad de cáscara de huevo y la cantidad de vidrio reciclado, que se incorporan a la mezcla de concreto en su preparación	Dosificación	0%	Razón
				5%	Razón
				10%	Razón
				15%	Razón
<b>Variable Dependiente:</b> Propiedades Mecánicas del Concreto	Se refieren al conjunto de características y comportamientos físicos y mecánicos que presenta el concreto como material de construcción en respuesta a las fuerzas y cargas a las que se somete, es decir, determinan su capacidad para cumplir con las exigencias estructurales y funcionales en diversas aplicaciones de la construcción.	Se definen mediante una serie de pruebas y ensayos específicos que evalúan sus características físicas y mecánicas. Estos ensayos se realizan de acuerdo con normas técnicas y estándares reconocidos, como las establecidas por el RNE.	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión	Razón
				Resistencia a la Flexión	Razón
				Resistencia al Impacto	Razón



## Anexo 02. Instrumentos de recolección de datos

### Anexo 02.1. Ficha de observación: Características del Agregado Fino

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
FICHA OBSERVACIÓN 1					
CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO					
TÍTULO DEL PROYECTO		Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, Incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sulfata - 2023			
AUTOR(ES)		Olivia Corteva, Fabricio			
DEPARTAMENTO		PROVINCIA	Sullana	FECHA	
DATOS DE LA MUESTRA					
MUESTRA		Agregado Fino			
OBSERVACIÓN					

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO (NTP 400.012/MTC E 204)					
Tamiz	Peso retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación NTP 400.017
Abertura	mm				
1/2"	12.5				100
3/8"	9.5				100
Nº4	4.75				95 - 100
Nº8	2.36				80 - 100
Nº16	1.18				50 - 85
Nº30	0.8				25 - 60
Nº60	0.3				10 - 30
Nº100	0.15				2 - 10
Nº200	0.075				
FONDO					
Total					
Descripción de la muestra					
Peso inicial seco		Peso de lavado seco			
Peso de material que pasa #200		Tamaño máximo			
Modulo de fluidez					
Observación:					
CURVA GRANULOMÉTRICA					

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO (NTP 399.185, MTC E 215)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Peso tara				
Peso tara + Agregado húmedo				
Peso del Agregado húmedo				
Peso tara + Agregado seco				
Peso del agua				
Peso de muestra al seco				
Humedad %				
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS (NORMA MTC E - 205, NTP 400.022, AASHTO T-84)				
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Peso Muestra Sat. Sup. Seco (en Aire) (A)				
Peso Frasco + agua (B)				
Peso Frasco + agua A. (C)				
Vol de masa + vol de vacío (A-B) (C)				
Peso de muestra seca en el horno (E)				
Peso Especifico de masa (D/C)				
P.E. de masa saturado con superficie seca (A/C)				
P.E. Aparente (D/E)				
Porcentaje de absorción [(A-E)/E]*100				
Peso Especifico de la masa (g)				
Porcentaje de absorción (%)				

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)				
Peso Unitario Suelto: Agregado Fino				
Descripción	Cantidad			Unidad
Muestra	1	2	3	
Peso del Recipiente + agregado (G)				g
Peso de Recipiente (T)				g
Peso del Agregado (G-T)				g
Volumen Recipiente (V)				g
Peso unitario suelto Promedio				g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto Promedio				kg/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado: Agregado Fino				
Descripción	Cantidad			Unidad
Muestra	1	2	3	
Peso del Recipiente + agregado (G)				g
Peso de Recipiente (T)				g
Peso del Agregado (G-T)				g
Volumen Recipiente (V)				g
Peso unitario compactado Promedio				g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado Promedio				kg/cm <sup>3</sup>

  
 Osmar Martin Aguilera Renteria  
 ING. CIVIL  
 CIP N° 218463

Ing. Osmar Martin Aguilera Renteria


  
 LUIS ANGEL ESPINOZA CAMACHO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 300529

Ing. Luis Angel Espinoza Camacho

  
 JOSE WILFREDO RUIZ CORDOVA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 251285

Ing. Jose Wilfredo Ruiz Cordova

## Anexo 02.2. Ficha de Observación: Características del Agregado Grueso

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>						
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FICHA OBSERVACIÓN 2 CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO						
TÍTULO DEL PROYECTO		Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, Incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Tullana - 2023				
AUTOR(ES)		Olivia Cordova, Fabricio				
DEPARTAMENTO		PROVINCIA	Tullana	FECHA		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>						
MUESTRA		Agregado Grueso				
OBSERVACIÓN						
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO (NTP 400.012/MTC E 204)</b>						
Tamiz	mm	Peso retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación NTP 400.037
1/2"	12.5					100
3/8"	9.5					100
N°4	4.75					95 - 100
N°8	2.36					80 - 100
N°16	1.18					50 - 85
N°30	0.6					25 - 60
N°50	0.3					10 - 30
N°100	0.15					2 - 10
N°200	0.075					
Total						
Peso inicial seco		Descripción de la muestra		Tamaño máximo		
Tamaño máximo nominal				Huso		
Observación:						
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>						
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO (NTP 399.185, MTC E 215)</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad		
Peso tara						
Peso tara + Agregado húmedo						
Peso del Agregado húmedo						
Peso tara + Agregado seco						
Peso del agua						
Peso de material seco						
Humedad %						
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS (NORMA MTC E - 205, NTP 400.023, ASTM D 84)</b>						
Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad		
Peso Muestra Sol. Sup. Seco (en Aire) (A)						
Peso Frasco + agua (B)						
Peso Frasco + agua + A (C)						
Vol de masa + vol de vacío (A+B) - C						
Peso de muestra seca en el horno (E)						
Peso Específico de masa (D/C)						
P.E. de masa saturado con superficie seca (A/C)						
P.E. Aparente (D/E)						
Porcentaje de absorción ((A-E)/E)*100						
Peso Específico de la masa (g)						
Porcentaje de Absorción (%)						
<b>PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO (ASTM D 3216, MTC E 203, NTP 400.037)</b>						
Descripción	Peso Unitario Suelto: Agregado Grueso			Unidad		
Muestra	1	2	3			
Peso del Recipiente + agregado (G)				g		
Peso de Recipiente (T)				g		
Peso del Agregado (G-T)				g		
Volumen Recipiente (V)				l		
Peso unitario suelto (M)				cm <sup>3</sup>		
Peso unitario suelto Promedio				g/cm <sup>3</sup>		
Peso unitario suelto Promedio				kg/cm <sup>3</sup>		
<b>Peso Unitario Compactado: Agregado Grueso</b>						
Descripción	Cantidad			Unidad		
Muestra	1	2	3			
Peso del Recipiente + agregado (G)				g		
Peso de Recipiente (T)				g		
Peso del Agregado (G-T)				g		
Volumen Recipiente (V)				l		
Peso unitario Compactado (M)				cm <sup>3</sup>		
Peso unitario compactado Promedio				g/cm <sup>3</sup>		
Peso unitario compactado Promedio				kg/cm <sup>3</sup>		

  
 Osmar Martin Aguilera Rentería  
 ING. CIVIL  
 CIP N° 218463

Ing. Osmar Martin Aguilera Rentería


  
 LUIS ANGEL ESPINOZA CAMACHO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 309529

Ing. Luis Angel Espinoza Camacho

  
 JOSE WILFREDO RUIZ CORDOVA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 251285

Ing. Jose Wilfredo Ruiz Cordova

## Anexo 02.3. Ficha de Observación: Dosificaciones


**Universidad César Vallejo**

<b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>				
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>FICHA OBSERVACIÓN 3</b>				
<b>DOSIFICACIONES</b>				
<b>TITULO DEL PROYECTO</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023			
<b>AUTOR(ES)</b>	Oliva Cordova, Fabricio			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Piura	<b>PROVINCIA</b>	Sullana	<b>FECHA</b>

**DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO**

Volumen del Recipiente                      m<sup>3</sup>                      Factor de Cemento                      Relación A/C

Proporción en Peso			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua

Cuantificación de Mezcla Patrón			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua

Dosificación de Mezcla Patrón			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua

Cuantificación de Mezcla Incorporando 5% de Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo							
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Vidrio Reciclado		Cáscara de Huevo	
				%	g	%	g


Dosificación de Mezcla Incorporando 5% de Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo							
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Vidrio Reciclado		Cáscara de Huevo	
				%	g	%	g

Cuantificación de Mezcla Incorporando 10% de Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo							
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Vidrio Reciclado		Cáscara de Huevo	
				%	g	%	g


Dosificación de Mezcla Incorporando 10% de Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo							
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Vidrio Reciclado		Cáscara de Huevo	
				%	g	%	g

Cuantificación de Mezcla Incorporando 15% de Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo							
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Vidrio Reciclado		Cáscara de Huevo	
				%	g	%	g

Dosificación de Mezcla Incorporando 15% de Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo							
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua	Vidrio Reciclado		Cáscara de Huevo	
				%	g	%	g




.....  
Ing. Osmar Martin  
Aguilera Rentería



.....  
LUIS ANGEL  
ESPIÑOZA CAMACHO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 301529





.....  
Ing. Luis Angel  
Espinoza Camacho




.....  
JOSE WILFREDO  
RUIZ CORDOVA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 251285

.....  
Ing. Jose Wilfredo  
Ruiz Cordova

## Anexo 02.4. Ficha de Observación: Ensayo de Resistencia a la Compresión

 <b>Universidad César Vallejo</b>									
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
FICHA OBSERVACIÓN 4									
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 399.034 - ASTM - C39)									
TÍTULO DEL PROYECTO		Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, Incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023							
AUTOR(ES)		Olivia Cordova, Fabricio							
DEPARTAMENTO		Piura		PROVINCIA		Sullana		FECHA	
DATOS DE LA MUESTRA									
MUESTRA		Mezcla de Concreto							
OBSERVACIÓN									
N° DIAS	INCORPORACIÓN DE VIDRIO RECIKLADO Y CÁSCARA DE HUEVO	MUESTRA	DIMENSIONES		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
			Largo (cm)	Ancho (cm)					
7 Días	0%								
	5%								
	10%								
	15%								
14 Días	0%								
	5%								
	10%								
	15%								
28 Días	0%								
	5%								
	10%								
	15%								
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>..... Ing. Osmar Martin Aguilera Rentería</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>..... LUIS ANGEL ESPINOZA CAMACHO Ingeniero Civil CIP N° 300529 ..... Ing. Luis Angel Espinoza Camacho</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>..... JOSE WILFREDO RUIZ CORDOVA INGENIERO CIVIL CIP N° 251285 ..... Ing. Jose Wilfredo Ruiz Cordova</p> </div> </div>									

## Anexo 02.5. Ficha de Observación: Ensayo de Resistencia a la Flexión

 <b>Universidad César Vallejo</b>									
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
FICHA OBSERVACIÓN 5									
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (NTP 399-078)									
TÍTULO DEL PROYECTO		Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, Incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023							
AUTOR(ES)		Olivia Cordova, Fabricio							
DEPARTAMENTO		Piura		PROVINCIA		Sullana		FECHA	
DATOS DE LA MUESTRA									
MUESTRA		Mezcla de Concreto							
OBSERVACIÓN									
Modulo de Rotura respecto al Diseño de mezcla									
f <sub>c</sub>		Kg/cm <sup>2</sup>		K(ACI)		Mr		Kg/cm <sup>2</sup>	
N° DIAS	INCORPORACION DE VIDRIO RECICLADO Y CÁSCARA DE HUEVO	MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Aplicada		Resistencia a la Flexión (Módulo de Rotura)	
			L	H	B	KN	Kg	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
28 Días	0%								
	5%								
	10%								
	15%								



Ing. Osmar Martin  
Aguilera Rentería



LUIS ANGEL  
ESPINOZA CAMACHO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 300529

Ing. Luis Angel  
Espinoza Camacho



JOSE WILFREDO  
RUIZ CORDOVA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 251285

Ing. Jose Wilfredo  
Ruiz Cordova



### Anexo 03. Evaluación por Juicio de Expertos

#### Anexo03.1. Matriz de Evaluación de Expertos Ficha de Observación 1

MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS							
<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023						
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural						
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. Osmar Martin Aquilera Rentería						
<b>CIP</b>	218463						
<b>Instrumento de medición</b>	Características del Agregado Fino						
Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias. Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)							
N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?				X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?				X		
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?				X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?					X	
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?			X			
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?				X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?					X	
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?				X		
<b>Sugerencias:</b>							
<b>Firma del Experto:</b>							
							

### MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS

<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. Luis Anqel Espinoza Camacho
<b>CIP</b>	309529
<b>Instrumento de medición</b>	Características del Agregado Fino

Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias.  
 Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)

N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?				X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?					X	
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?					X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?					X	
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?				X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?				X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	

**Sugerencias:**

**Firma del Experto:**

  
 -----  
 LUIS ANQEL  
 ESPINOZA CAMACHO  
 Inq. C-14  
 CIP N° 309529

### MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS

<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. Jose Wilfredo Ruiz Cordova
<b>CIP</b>	309529
<b>Instrumento de medición</b>	Características del Agregado Fino

Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias.

Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)

N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?			X			
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?			X			
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?					X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?				X		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?				X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?					X	
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?						

**Sugerencias:**

**Firma del Experto:**

  
 JOSE WILFREDO  
 RUIZ CORDOVA  
 INGENERO CIVIL  
 CIP N° 251285



## Anexo 03.2. Matriz de Evaluación de Expertos Ficha de Observación 2

MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS							
Título de la Investigación		Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023					
Línea de Investigación		Diseño sísmico y estructural					
Apellidos y Nombre del Experto		Inq. Osmar Martín Aquilera Rentería					
CIP		218463					
Instrumento de medición		Características del Agregado Grueso					
Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias. Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)							
N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?				X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?				X		
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?					X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?					X	
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?				X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?					X	
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	
Sugerencias:							
Firma del Experto:							
							

### MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS

<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. Luis Angel Espinoza Camacho
<b>CIP</b>	309529
<b>Instrumento de medición</b>	Características del Agregado Grueso

Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias.

Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3). De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)

N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?			X			
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?				X		
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?					X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?				X		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?			X			
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?				X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	

**Sugerencias:**

**Firma del Experto:**

  
 -----  
 LUIS ANGEL  
 ESPINOZA CAMACHO  
 INGENIERO  
 CIP N° 309529


### MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS

<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023						
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural						
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. José Wilfredo Ruiz Cordova						
<b>CIP</b>	251285						
<b>Instrumento de medición</b>	Características del Agregado Grueso						
Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias. Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)							
N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?				X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?				X		
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?					X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?					X	
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?					X	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?					X	
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	
<b>Sugerencias:</b>							

**Firma del Experto:**

  
 JOSE WILFREDO  
 RUIZ CORDOVA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 251285

### Anexo 03.3. Matriz de Evaluación de Expertos Ficha de Observación 3

MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS							
Título de la Investigación		Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023					
Línea de Investigación		Diseño sísmico y estructural					
Apellidos y Nombre del Experto		Inq. Osmar Martin Aquilera Rentería					
CIP		218463					
Instrumento de medición		Dosificaciones					
Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias. Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)							
N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?					X	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?			X			
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?					X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?				X		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?					X	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?				X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	
Sugerencias:							
Firma del Experto:							
							



**MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS**

<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. Luis Anjel Espinoza Camacho
<b>CIP</b>	309529
<b>Instrumento de medición</b>	Dosificaciones

Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias.  
 Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)

N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?				X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?			X			
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?				X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?				X		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?					X	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?				X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?				X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	

**Sugerencias:**

**Firma del Experto:**

  
 -----  
 LUIS ANJEL  
 ESPINOZA CAMACHO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 309529

**MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS**

<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Ing. José Wilfredo Ruiz Cordova
<b>CIP</b>	251285
<b>Instrumento de medición</b>	Dosificaciones

Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias.  
 Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)

N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?				X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?				X		
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?					X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?					X	
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?					X	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?					X	
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	

**Sugerencias:**

**Firma del Experto:**

  
 JOSE WILFREDO  
 RUIZ CORDOVA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 251285

### Anexo 03.4. Matriz de Evaluación de Expertos Ficha de Observación 4

MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS							
<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023						
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural						
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. Osmar Martín Aquilera Rentería						
<b>CIP</b>	218463						
<b>Instrumento de medición</b>	Ensayo de Resistencia a la Compresión						
<p>Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias.</p> <p>Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)</p>							
N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?					X	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?					X	
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?					X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?					X	
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?					X	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?					X	
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	
Sugerencias:							
Firma del Experto:							
							

**MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS**

<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023						
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural						
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. Luis Angel Espinoza Camacho						
<b>CIP</b>	309529						
<b>Instrumento de medición</b>	Ensayo de Resistencia a la Compresión						
Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias. Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3). De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)							
N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?					X	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?				X		
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?				X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?				X		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?					X	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?				X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	
<b>Sugerencias:</b>							

Firma del Experto:

  
 -----  
 LUIS ANGELO  
 ESPINOZA CAMACHO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 309529




**MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS**

<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023						
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural						
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. Jose Wilfredo Ruiz Cordova						
<b>CIP</b>	251285						
<b>Instrumento de medición</b>	Ensayo de Resistencia a la Compresión						
Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias.							
Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)							
N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?					X	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?					X	
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?					X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?					X	
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?					X	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?					X	
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	
<b>Sugerencias:</b>							

Firma del Experto:

  
 JOSE WILFREDO  
 RUIZ CORDOVA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 251285

### Anexo 03.5. Matriz de Evaluación de Expertos Ficha de Observación 5

MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS							
<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023						
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural						
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. Osmar Martín Aquilera Rentería						
<b>CIP</b>	218463						
<b>Instrumento de medición</b>	Ensayo de Resistencia a la Flexión						
<p>Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias.</p> <p>Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)</p>							
N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?					X	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?					X	
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?					X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?					X	
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?					X	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?					X	
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	
<b>Sugerencias:</b>  							
<b>Firma del Experto:</b>  <div style="text-align: center;">  </div>							

**MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS**

<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. Luis Anqel Espinoza Camacho
<b>CIP</b>	309529
<b>Instrumento de medición</b>	Ensayo de Resistencia a la Flexión

Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias.

Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3). De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)

N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?					X	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?				X		
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?				X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?				X		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?					X	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?				X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	

**Sugerencias:**

**Firma del Experto:**

  
 -----  
 LUIS ANQEL  
 ESPINOZA CAMACHO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 309529

### MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTOS

<b>Título de la Investigación</b>	Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2023
<b>Línea de Investigación</b>	Diseño sísmico y estructural
<b>Apellidos y Nombre del Experto</b>	Inq. Jose Wilfredo Ruiz Cordova
<b>CIP</b>	251285
<b>Instrumento de medición</b>	Ensayo de Resistencia a la Flexión

Mediante esta matriz de evaluación, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada criterio de los instrumentos, colocando "x" en las columnas de 1 al 5. Así mismo, indicar la corrección de los ítems, observaciones y/o sugerencias.

Donde: Totalmente en desacuerdo (1), Desacuerdo (2), Ni acuerdo ni desacuerdo (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5)

N	Preguntas	Aprecia					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?					X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?					X	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de estudio?					X	
4	¿El instrumento de recolección facilitará el logro de los objetivos de la investigación?					X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?					X	
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?					X	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?					X	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?					X	
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?					X	

**Sugerencias:**

**Firma del Experto:**

  
 JOSE WILFREDO  
 RUIZ CORDOVA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 251285

## **Anexo 04. Modelo del consentimiento o asentimiento informado UCV**

### **Consentimiento Informado**

Título de la investigación: Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana – 2024.

Investigador (a) (es): Oliva Cordova Fabricio

#### **Propósito del estudio**

Le invitamos a participar en la investigación titulada “Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana – 2024”, cuyo objetivo es determinar las propiedades mecánicas en concreto estructural, incorporando vidrio reciclado y cáscara de huevo en Sullana – 2024. Esta investigación es desarrollada por estudiantes de pregrado de la carrera profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad César Vallejo del campus Piura, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la institución.

Describir el impacto del problema de la investigación.

En la ciudad de Sullana, la producción de concreto es una actividad importante. Según la Municipalidad Provincial de Sullana, en el 2022 se produjeron 500 mil metros cúbicos de concreto. Esto indica un incremento del 9% a comparación con el año 2021. El concreto es uno de los materiales que mayor se emplea en la construcción debido a su versatilidad y resistencia. Sin embargo, siempre existe la búsqueda de mejorar sus propiedades mecánicas, y en este contexto, la incorporación de vidrio reciclado y cáscara de huevo se presenta como una solución prometedora. Estos materiales alternativos pueden fortalecer significativamente el concreto y otros productos de construcción, contribuyendo a la resistencia y durabilidad necesarias en la industria de la construcción. Por ello, esta investigación pretende analizar de que forma se alteran las propiedades mecánicas del concreto incorporando estos materiales no convencionales y así determinar si puede terminar siendo una actividad beneficiosa para usar a futuro en proyectos de construcción.



## **Procedimiento**

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se entregará una ficha de observación donde se recolectarán datos para el desarrollo de la investigación titulada: “Análisis de Propiedades Mecánicas en Concreto Estructural, incorporando Vidrio Reciclado y Cáscara de Huevo en Sullana - 2024.”
2. Esta ficha de observación se realizará con tiempo, a medida que se ira realizando cada ensayo correspondiente, estos mismos se llevaran a cabo en un laboratorio.

## **Participación voluntaria (principio de autonomía):**

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

## **Riesgo (principio de No maleficencia):**

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

## **Beneficios (principio de beneficencia):**

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

## **Confidencialidad (principio de justicia):**

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

**Problemas o preguntas:**

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador Oliva Cordova Fabricio, con email: [folivac@ucvvirtual.edu.pe](mailto:folivac@ucvvirtual.edu.pe) y Docente asesor Dr. Prieto Monzón Pedro Pablo, con email: [pprietom@ucvvirtual.edu.pe](mailto:pprietom@ucvvirtual.edu.pe).

**Consentimiento**

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombre y apellidos: .....

Fecha y hora: .....

## Anexo 05. Resultado de reporte de similitud de Turnitin

**I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la construcción se destaca como una de las principales demandantes de recursos naturales y una generadora significativa de desechos. La creciente preocupación por el entorno y la imperativa necesidad de minimizar el impacto ecológico de las edificaciones han impulsado la exploración de opciones más respetuosas con el medio ambiente en la producción de concreto.

El concreto se posiciona como uno de los materiales de construcción más empleados en todo el mundo, gracias a su capacidad de resistencia, durabilidad y a un coste relativamente asequible. No obstante, la manufactura de este material trae consigo la generación considerable de desechos. Según una revista de las Naciones Unidas, en 2022, la construcción es responsable de la emisión de aproximadamente 10 GT de CO2 anualmente y la producción de concreto de

**Resumen de coincidencias**

**19 %**

- hdl.handle.net Fuente de Internet 6 %
- repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet 3 %
- Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante 3 %
- repositorio.continental... Fuente de Internet 1 %
- Entregado a upn271 Trabajo del estudiante <1 %
- repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet <1 %
- ojs.org.pe Fuente de Internet <1 %
- Entregado a Webster U... Trabajo del estudiante <1 %
- www.ladagoval.org Fuente de Internet <1 %
- www.plataformamarquil... Fuente de Internet <1 %
- www.semanticscholar... Fuente de Internet <1 %
- www.slideshare.net Fuente de Internet <1 %
- www.tierraanica.org Fuente de Internet <1 %

Página: 1 de 18 Número de palabras: 5366 Versión solo texto del Informe Alta resolución Activado

## Anexo 06. Cálculo de la Muestra

**Cálculo Tamaño de Muestra**

$$n = \frac{Z^2 S^2}{e^2}$$

Z	1.96
S	0.055
e	0.1

m<sup>3</sup>

Valores de Z	
0.8	1.282
0.85	1.44
0.9	1.645
0.95	1.96
0.99	2.576

n = 1.16

n =	<b>1.20</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
-----	-------------	----------------------



## Anexo 07. Confiabilidad de instrumentos

### Anexo 07.1. Confiabilidad de Ficha de Observación 1

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO										
EXPERTOS	ITEMS									SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	5	4	4	4	5	3	4	5	4	38
2	5	4	5	5	5	4	5	5	5	43
3	5	3	3	5	4	4	5	5	4	38
S2	0	0.33333333	1	0.33333333	0.33333333	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	-
Sumatoria de las varianzas de los ítems.										3
Varianza total del instrumento.										8.33

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

K	9
$S_i^2$	3.00
$S_T^2$	8.33
$\alpha$	0.72

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

### Anexo 07.2. Confiabilidad de Ficha de Observación 2

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO										
EXPERTOS	ITEMS									SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	5	4	4	4	5	3	4	5	4	38
2	5	4	5	5	5	4	5	5	5	43
3	5	3	3	5	4	4	5	5	4	38
S2	0	0.33333333	1	0.33333333	0.33333333	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	-
Sumatoria de las varianzas de los ítems.										3
Varianza total del instrumento.										8.33

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

K	9
$S_i^2$	3.00
$S_T^2$	8.33
$\alpha$	0.72

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

### Anexo 07.3. Confiabilidad de Ficha de Observación 3

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO										
	ITEMS									
EXPERTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	SUMA
1	5	4	4	4	5	3	4	5	4	38
2	5	4	5	5	5	4	5	5	5	43
3	5	3	3	5	4	4	5	5	4	38
S2	0	0.33333333	1	0.33333333	0.33333333	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	-
<b>Sumatoria de las varianzas de los ítems.</b>										<b>3</b>
<b>Varianza total del instrumento.</b>										<b>8.33</b>

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

K	9
S <sub>i</sub> <sup>2</sup>	3.00
S <sub>T</sub> <sup>2</sup>	8.33
α	0.72

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

### Anexo 07.4. Confiabilidad de Ficha de Observación 4

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO										
	ITEMS									
EXPERTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	SUMA
1	5	4	4	4	5	3	4	5	4	38
2	5	4	5	5	5	4	5	5	5	43
3	5	3	3	5	4	4	5	5	4	38
S2	0	0.33333333	1	0.33333333	0.33333333	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	-
<b>Sumatoria de las varianzas de los ítems.</b>										<b>3</b>
<b>Varianza total del instrumento.</b>										<b>8.33</b>

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

K	9
S <sub>i</sub> <sup>2</sup>	3.00
S <sub>T</sub> <sup>2</sup>	8.33
α	0.72

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

### Anexo 07.5. Confiabilidad de Ficha de Observación 5

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO										
	ITEMS									
EXPERTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	SUMA
1	5	4	4	4	5	3	4	5	4	38
2	5	4	5	5	5	4	5	5	5	43
3	5	3	3	5	4	4	5	5	4	38
S2	0	0.33333333	1	0.33333333	0.33333333	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	-
<b>Sumatoria de las varianzas de los ítems.</b>										<b>3</b>
<b>Varianza total del instrumento.</b>										<b>8.33</b>

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

K	9
S <sub>i</sub> <sup>2</sup>	3.00
S <sub>T</sub> <sup>2</sup>	8.33
α	0.72

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

**Anexo 08. Panel Fotográfico**

*Imagen 01: Análisis de agregados gruesos*



*Imagen 02: Análisis de Agregados Finos*





Imagen 03: Ensayos de absorción, peso específico y contenido de humedad



Imagen 04: Elaboración de probetas

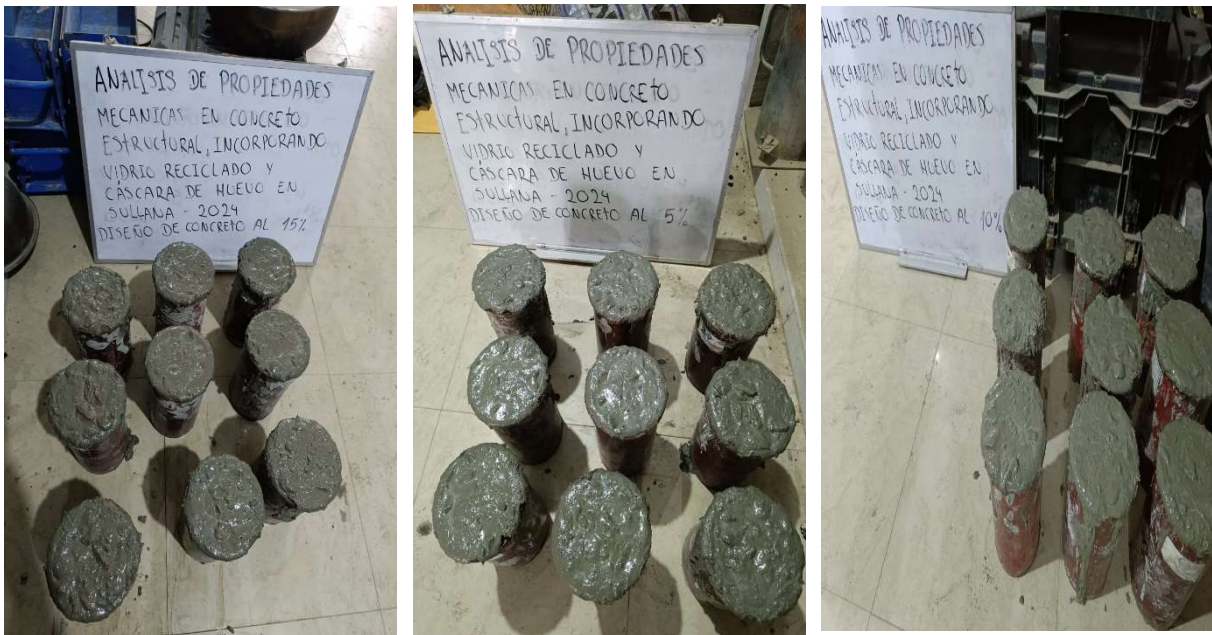


Imagen 05: Elaboración de Vigas para ensayo de resistencia a la flexión



Imagen 06: Rotura de probetas

