



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Diseño del concreto simple, con sustitución del agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de compresión,  
Tarapoto 2021”

**AUTORES:**

Ingaroca Fasanando, Cristian Raul (orcid.org/0000-0003-0343-2506)

Yoplac Muñoz, Nemecio (orcid.org/0000-0002-3556-8646)

**ASESOR:**

Dr. Paredes Aguilar, Luis (orcid.org/0000-0002-1375-179X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEAS DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TARAPOTO– PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de investigación principalmente a Dios por darme la inspiración y la fuerza para continuar en el proceso de lograr una de mis cosas más anheladas y a todas las personas que me han apoyado en mi investigación académica.

Cristian Raúl Ingaroca Fasanando

Mi tesis la cual quiero agradecer en primer lugar por mi dedicación a Dios, por darme la sabiduría y fortaleza para poder realizar esta investigación y a mis padres, por el amor, el trabajo y sus sacrificios a lo largo de todos estos años, Gracias a ellos pude llegar hasta aquí. Es su orgullo y privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

Nemecio Yoplac Muñoz

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por darme la voluntad y la fuerza para continuar con este proceso de crecimiento personal, también agradezco a la Universidad César Vallejo por brindarme orientación en el plan de estudios y adquirir conocimientos, familia de tan buena calidad, gracias a cada docente por estar una parte de este proceso constructivo para mi vida y para mi vida profesional, gracias a mi familia por apoyarme siempre en mi vida durante todo este proceso.

Cristian Raúl Ingaroca Fasanando

Doy gracias a Dios por todo lo que he aprendido durante el camino de mi vida, también en la Universidad César Vallejo me formó para ser un buen profesional, de igual manera a cada uno de nuestros profesores, yo que gracias a ellos he desarrollado habilidades y aprendido habilidades de referencia para mi carrera profesional, con toda mi mayor admiración.

Nemecio Yoplac Muñoz

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Métodos de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS.....	42
Anexos	

## Índice de tablas

Tabla 1 Diseño experimental, tipo cuasi experimental de la investigación.....	18
Tabla 2 Cantidad de especímenes para considerar en los ensayos .....	21
Tabla 3 Cantidad de prismas de forma rectangulares para considerar en los ensayos .....	22
Tabla 4 Propiedades físicas del vidrio reciclado .....	26
Tabla 5 Propiedades químicas del vidrio reciclado.....	27
Tabla 6 Características del agregado fino .....	28
Tabla 7 Características del agregado grueso .....	28
Tabla 8 Análisis de los ensayos a la compresión en probetas de concreto. ....	29
Tabla 9 Análisis del diseño óptimo de mezcla entre concreto patrón y óptimo con adición del vidrio molido del 5%.....	30
Tabla 10 Análisis comparativo económica entre concreto patrón y concreto óptimo con adición de vidrio molido del 5%.....	31

## Índice de figuras

Figura 1: Análisis comparativo entre las resistencias a la compresión del concreto patrón, concreto con adición de vidrio 3, 5 y 9% en los 7, 14 y 28 días de curado.....	32
Figura 2: Análisis comparativo de la potenciación de la resistencia a la compresión del concreto patrón y concreto óptimo entre 7, 14 y 28 días. ....	32
Figura 3: Análisis comparativo de costos del concreto patrón y concreto con adición de vidrio entre 3, 5 y 9%. ....	33
Figura 4: Análisis comparativo económico entre el concreto patrón (0% adición de vidrio) y el concreto óptimo con adición (5% vidrio reciclado). ....	33
Figura 5: Análisis de validación de la hipótesis a través programador Microsoft Excel del concreto en 28 días de curado, tanto el concreto patrón y con adición de vidrio molido reciclado entre 3, 5% y 9%. ....	34

## Resumen

La investigación estuvo enfocada en determinar el diseño de un concreto simple al sustituir el agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de compresión, Tarapoto 2021, donde su metodología fue de tipo aplicado, diseño experimental, tipo pre experimental. La muestra fueron 24 (probetas) porque a mayor cantidad de probetas el análisis del control de la calidad del hormigón a través del ensayo a compresión, su instrumento empleado fue la guía de análisis documentario en referencia a la Norma NTP y ASTM. El resultado del diseño de mezcla del concreto del 3% vidrio reciclado en 28 días reflejó un incremento a la resistencia de 232.2 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras un 5% mostró un 236,1 Kg/cm<sup>2</sup> observándose variaciones en su comportamiento, donde al aumentar el vidrio en 9% entre 28 días presentó un 216.5 Kg/cm<sup>2</sup> el cual reduce su resistencia. Concluyeron que para un diseño con adición de vidrio molido entre un 5% al sustituir el agregado fino genera un óptimo diseño, logrando la resistencia de  $f'.c = 236,1 \text{ Kg/cm}^2$  entre los 28 días, además su dosificación óptima para un m<sup>3</sup> de hormigón se muestra con 360 kg de cemento 689,03 kg de arena, 1048,5 kg de piedra, 201,3 L de agua y con adición de vidrio molido entre 36,31 kg.

**Palabras claves:** Vidrio molido, diseño de concreto, agregado fino, resistencia de compresión

## Abstract

The research was focused on determining the design of a simple concrete by substituting the fine aggregate for ground glass to improve its compressive strength, Tarapoto 2021, where its methodology was applied type, experimental design, pre-experimental type. The sample was 24 (test tubes) because the greater the number of test tubes, the analysis of the quality control of the concrete through the compression test, its instrument was the documentary analysis guide in reference to the NTP and ASTM Standards. The result of the concrete mix design of 3% recycled glass in 28 days reflects an increase in resistance of 232.2 Kg/cm<sup>2</sup>, while 5% showed 236.1 Kg/cm<sup>2</sup> observing variations in its behavior, where by increasing the glass in 9% between 28 days presented a 216.5 Kg/cm<sup>2</sup> which reduces its resistance. They concluded that for a design with an increase of ground glass between 5% by replacing the fine aggregate, it generates a better design, achieving the resistance of  $f'.c = 236.1$  Kg/cm<sup>2</sup> between 28 days, in addition to its optimal dosage for One m<sup>3</sup> of concrete is shown with 360 kg of cement, 689,03 kg of sand, 1048,5 kg of stone, 201,3 L of water and added glass between 36.31kg.

**Keywords:** ground glass, concrete design, fine aggregate, compressive strength



## I. INTRODUCCIÓN

A pesar de la pandemia Covid-19 en el **ámbito internacional**, el sector construcción ha seguido aportando considerablemente al Producto Interno Bruto (PIB) en Sudamérica en un promedio del 3 al 4.9 por ciento, generando puestos laborales para la sociedad. Interviniendo en construcción de edificios, carreteras, puentes, oleoductos, represas, pero también contribuye a la degradación del impacto ambiental FocusEconomics, (2021). Por estas razones, el atrevimiento de la innovación de nuevos métodos para el diseño de concreto que logren renovar las materias primas por materiales reciclados como vidrio molido, donde generen nuevos productos resistentes a su compresión. Así mismo, en Canadá el alto costo de los materiales de construcción según Zidol et al. (2021) ha demostrado que los requisitos de durabilidad fomentan aún más el empleo de materiales cementantes adicionales, donde con mayor utilización son las cenizas volantes, en temperaturas generados por el alto horno granulada molida y la humareda de sílice; donde inducen una reducción considerable de la permeabilidad del hormigón y, por tanto, mejoran su resistencia a los ataques químicos, Sin embargo, El uso de la mayoría de ellas requiere costos económicos y ambientales adicionales relacionados con su transporte. Para superar esto, se ha demostrado que otras adiciones locales como el polvo de vidrio (GP) son excelentes materiales cementantes suplementarios alternativos (ASCM) con propiedades comparables a las adiciones convencionales que se pueden usar en el concreto. Además, Castañeda Vergara, E., Lauret Aguirregabiria, B., Lirola Pérez, JM, & Ovando Vacarezza, G. (2020). Innovador panel de hormigón reforzado con fibra de vidrio (GRC) de forma libre. La Revista De La Construcción menciona que, en este artículo, se considera un método de impresión 3D factible, sin molde, combinado con una alternativa de hormigón reforzado con fibra de vidrio. Donde Ali et al. (2020) menciona que, el creciente consumo mundial de hormigón para infraestructura ha llevado al uso cada vez mayor de cemento portland ordinario (OPC). Cada año, se utilizan 23 mil millones de toneladas de hormigón en todo el mundo. La industria del cemento es responsable de más del 5 al 7% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub>. Mientras Peng et al. (2020) informaron que por cada proporción de tonelada de OPC se debe incluir entre 0,7 a 0,8 toneladas de gas CO<sub>2</sub> de esta manera se liberará a la atmósfera. Mientras tanto en su **ámbito**

**nacional**, luego de la reactivación de la economía en el Perú, de acuerdo a lo estipulado por el decreto supremo donde se describe la aprobación de la prórroga entre la fase del reinicio entre las actividades económicas del marco de la emergencia sanitaria a nivel nacional por peligrosas circunstancias que atentan a la salud pública por esta circunstancia el COVID-19-DECRETO SUPREMO-N° 187-2020-(PCM, 2020) hace mención al sector construcción donde se observa en el 2021 un crecimiento exponencial del 231.9% en el segundo trimestre, comparado con el periodo del 2020 también, en donde conlleva a elevados incrementos de explotación de los recursos naturales en diversos departamentos del país, además el Ministerio del Ambiente (2020) indica que, solo un 1.9% se recicla del total de residuos sólidos aprovechables como vidrio, plástico, cartón de 7'004,566 toneladas de residuos sólidos en municipios urbanos, observado se la carencia en su proceso de gestión en los residuos sólidos por los servidores públicos, pertenecientes a los municipios locales y provinciales. Al no contar con empresas públicas y privadas que brinden el servicio de transformación de residuos sólidos. Pero en el distrito como Ate, provincia de Lima según Rivera (2018) el diseño de concreto con la fibra de polipropileno (PF) y la fibra de vidrio (GF), tienen la ventaja de ser no corrosivos y relativamente más barato que las otras fibras. Además, tienen alta resistencia alcalina y módulo elástico, lo que los convierte en opciones adecuadas para el refuerzo interno de hormigón de escoria / cenizas volantes activadas por álcalis (AASF). Del mismo modo, según Codina (2018) muestra, la resistencia a la compresión al comparar, las edades entre 7 días, 14 días y 28 días; donde la resistencia aumenta a medida que aumenta el contenido de vidrio, siendo reemplazado el 10% del agregado fino por vidrio esmerilado reciclado; la mayor resistencia se alcanza a los 28 días que representa un 335.67 kg/cm<sup>2</sup> alcanzando el 159.84% de la resistencia de diseño. Pero a pesar de identificarse diversas investigaciones a nivel nacional con respecto, al uso de residuos sólidos aprovechables como el caso del vidrio para la resistencia del concreto, el estado peruano no invierte plantas que aproveche materias para el sector construcción. Con respecto al **ámbito local**, correspondiente al distrito de Tarapoto, ubicado en la región San Martín, no es ajeno, a las excesivas explotaciones de recursos naturales, sin supervisión ni control alguno por los organismos reguladores del Estado, lo que genera, bruscos cambios en el medio

ambiente. Además, del deficiente criterio de gestión de los residuos sólidos aprovechable por parte del Municipio Provincial de San Martín, que de 54.436.00 toneladas de residuos sólidos, solo el 18% son residuos sólidos de vidrio doméstico, industrial y comercial, lo que generan excesos de residuos de tipo sódico cálcico, Minam, (2020). Pero a pesar que, se evidencia investigaciones con vidrio en la provincia, como el de Paredes (2019), donde afirma que el vidrio como un sustituto del peso del agregado fino, logra una mayor resistencia a la compresión en comparación entre el concreto convencional y otros porcentajes posiblemente investigados, a pesar de ello, los gobiernos locales y regionales no emplean dichos estudios para poder disminuir el impacto de la contaminación ambiental. Por estas razones, se pretende estudiar los componentes químicos del vidrio molido, con el propósito de aprovechar esta materia prima que se encuentra en los botaderos municipales, lugares como discotecas, conciertos, etc. en la cual contribuirá directamente a la reducción del impacto ambiental en San Martín. Es por ello que, se **formula el problema general** ¿En qué medida el diseño del concreto simple con sustitución del agregado fino por vidrio molido nos permitirá mejorar la resistencia de compresión, Tarapoto 2021?, mientras sus **problemas específicos** pretenden saber; ¿Cuál es la características del vidrio molido el cual va sustituir el agregado fino correspondiente a la cantera del Río Cumbaza, en el diseño de mezcla del concreto simple, Tarapoto – 2021?; ¿Cuáles son las características físicas de los componentes que integran la mezcla del concreto simple, Tarapoto – 2021?; ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto simple al sustituir el agregado fino por vidrio molido en porcentajes del 0%, 3%, 5% y 9%, Tarapoto – 2021?; ¿Cuál es el diseño óptimo del concreto simple al sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza, por vidrio molido, Tarapoto – 2021?; ¿Cuál es la diferencia de costos del concreto patrón versus el concreto optimizado, Tarapoto – 2021?. Esta investigación se basa, en cuatro **justificaciones**, donde la **justificación teórica** es representa por ser una alternativa en la reutilización del vidrio, especialmente del tipo sódico calcio, que consumen la sociedad diariamente en restaurantes, bodegas, supermercados, discotecas, etc., ya que, la fabricación de los envases de bebidas son 50% de vidrio, aportando un valioso antecedente para que, estudiantes de pre y posgrado puedan utilizarlo como referencia. Así mismo, la **justificación práctica** a través

de ensayos generalizados se pretende comprobar cómo el vidrio molido tipo sodio-calcio tienen incidencia en el efecto del concreto para el sector construcción como vivienda, pavimentación, etc., tratando de mejorar su resistencia a la compresión, elevando el índice de concreto endurecido, debido que, el vidrio tiene propiedades altamente beneficiosas; donde, se desarrollará de acuerdo al procedimiento establecido por la Norma Técnica de Edificación E.60 Concreto Armado, Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). La **justificación social**, se contribuirá a disminuir el impacto ambiental en las zonas urbanas y rurales en todo el Perú, además, incorporando el vidrio (sódico cálcico) al hormigón y se reducirá proporcionalmente el aumento de residuos de vidrio en diversas partes del departamento de San Martín, que afectan directamente al medio ambiente generando la elevación del índice de contaminación por desperdicios de construcción. Mientras, su **justificación por conveniencia** es útil porque los materiales empleados en esta investigación pueden encontrarse en botaderos municipales, centros nocturnos, conciertos, viviendas urbanas y rurales; etc. de esta manera se va a ayudar a incentivar a empresas de construcción a emplear vidrio molido como agregado para el hormigón, contribuyendo a la disminución del impacto ambiental a través de reducir la explotación de recursos naturales para la extracción de arena y grava. Mientras su **justificación metodológica**, refleja en una investigación de tipo aplicada y de diseño experimental, cuasi experimental representado en un eficiente diseño de concreto simple al sustituir el agregado fino por vidrio molido, donde se pretende mejorar su resistencia de compresión, además de incorporar instrumentos debidamente validados que servirán para recolectar información para futuras innovaciones en el sector construcción. Para lograr alcanzar el **objetivo general** donde se, determinó el diseño de un concreto simple al sustituir el agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de compresión, Tarapoto 2021. Mientras tanto, sus **objetivos específicos** estarán basados en: Determinar las características del vidrio molido el cual va a sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza en el diseño del concreto simple, Tarapoto – 2021; Determinar las características físicas de los componentes que integran la mezcla de concreto simple, Tarapoto – 2021; Determinar la resistencia a compresión del concreto simple al sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza por vidrio molido

en porcentajes del 0%, 3%, 5% y 9%, Tarapoto – 2021; Determinar el diseño óptimo del concreto simple al sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza por vidrio molido; Determinar la diferencia de costos del concreto patrón versus el concreto optimizado, Tarapoto – 2021. El estudio plantea, la **hipótesis general** como: H<sub>i</sub>: Al sustituir el agregado fino por el vidrio molido en un 9% permitió mejorar la resistencia de comprensión del diseño del concreto simple, Tarapoto 2021. Además, las **hipótesis específicas** serán: H<sub>1</sub>: las características del vidrio molido el cual sustituyó el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza en el diseño del concreto simple, Tarapoto – 2021; H<sub>2</sub> El análisis de las propiedades físicas y químicas del vidrio molido nos permitió mejorar la compresión del concreto de alta resistencia. H<sub>3</sub>: El análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la mezcla del concreto simple, nos permitirá mejorar la resistencia a compresión. H<sub>4</sub>: El análisis comparativo del concreto de alta resistencia y del concreto con aplicación de vidrio molido al 0%, 3%,5% y 9%, como reemplazo del agregado fino nos permitirá conocer más adecuadamente el comportamiento de este aditivo. H<sub>5</sub>: El porcentaje óptimo del vidrio molido nos permitirá conocer el grado de utilidad de la investigación, H<sub>6</sub>: El costo del concreto patrón tendrá mayor precio económico versus el concreto optimizado con adición de vidrio molido.

## II. MARCO TEÓRICO

En vista de haber identificado estudios a **nivel internacional** con pruebas de reutilización del vidrio molido como del autor; Zidol, A. et al. (2021), en su estudio “*Estudio experimental sobre la envoltura externa ecológica de polímero reforzado con vidrio pulverizado en columnas de hormigón*”. (Artículo científico), Universidad de Sherbrooke, Québec, Canadá. Tipo aplicado, diseño experimental, población y muestra fueron distribuidos por dos mediciones para cada muestra, donde, la densidad resultante se promedió al 0.01 más cercano. La finura de los materiales se determinó usando el aparato de permeabilidad al aire Blaine de acuerdo con ASTM C204, técnica fue observación, análisis documental, experimentos de laboratorio, como instrumentos la ficha de observación, guía de análisis documental, Guía de experimentos de laboratorio. Concluyó en que, a diferencia del cemento de uso general (GU), el polvo de vidrio (GP) se desempeña mejor en mezclas de concreto con altas relaciones agua-aglutinante (p/b) en términos de propiedades mecánicas y permeabilidad a los iones cloruro. Los hormigones a base de GP se comportaron como los que contienen SCM. De hecho, a pesar de su alto p / b, el hormigón que incorpora GP resiste mejor el ataque de sulfatos que la referencia. Esto se atribuyó principalmente a la baja permeabilidad al cloruro de dichos hormigones. Además, como se observa comúnmente con los hormigones SCM, la carbonatación fue mayor con el hormigón a base de GP y aumentó con w / b. Para Vijayan, D. et al. (2021) en su estudio “*Investigación experimental sobre la envoltura externa ecológica de polímero reforzado con vidrio molido en columnas de hormigón*”. (Artículo científico), Instituto de Tecnología Aarupadai Veedu, Fundación de Investigación de Misiones Vinayaka, Paiyanoor, India. Tipo aplicado, diseño experimental, población y muestra fueron considerados como especímenes a tres columnas en las que se envuelven dos vigas con el PRFV de espesor 3 mm y 5 mm; una viga permanece sin envolver con las hojas, técnica fue observación, análisis documental, experimentos de laboratorio, como instrumentos la ficha de observación, guía de análisis documental, guía de experimentos de laboratorio. Concluyó en que, las columnas rectangulares de tamaño 150 mm x 300 mm, se moldean bajo los grados de M20 y M40; donde, se envuelven con láminas de PRFV de espesor de 3 mm y 5 mm. Además, se aclaran

con un grosor específico de las columnas envueltas en FRP. Mientras, proporciona una resistencia máxima a la compresión axial y el módulo de Young se mejora rigurosamente cuando se compara con el hormigón normal. Según Ali, S. et al., (2020), en su estudio “*Influencia del polipropileno y el vidrio triturado en el hormigón de cenizas volantes / escoria activada por álcalis*”. (Artículo científico), Universidad de Wollongong, Wollongong, Australia. Tipo aplicado, diseño experimental, población y muestra fueron los moldes cilíndricos de cloruro de polivinilo (PVC) de 100 mm, con diámetro 3,94 pulg. y 200 mm con altura 7,87 pulg. para determinar la posible resistencia a la compresión en el hormigón AASF de acuerdo con AS 1012.9-14.39, técnica fue observación, análisis documental, experimentos de laboratorio, como instrumentos la ficha de observación, guía de análisis documental, guía de experimentos de laboratorio. Concluyó en que, las propiedades de ingeniería investigadas del hormigón AASF incluyen trabajabilidad, resistencia a la tracción por división, a la compresión, a la tracción directa; resistencia a la flexión y comportamiento de tensión-deformación bajo compresión axial. Además, se encontró que las propiedades de ingeniería del concreto AASF curado al ambiente mejoraron significativamente con la adición de GF en comparación con la adición de PF. Sin embargo, la trabajabilidad del hormigón AASF disminuyó con la adición de fibra de polipropileno PF y triturado vidrio (GF). En general, la ductilidad del hormigón AASF curado al ambiente aumentó significativamente con la adición de PF y GF. Para Krstic, M. y Davalos, J. (2019), en su estudio “*Aplicación de campo de puzolana de vidrio reciclado para hormigón*”. (Artículo científico), American Concrete Institute, Chicago, USA. Tipo aplicado, diseño experimental, población y muestra fueron el cemento Portland Tipo I / II; puzolana de vidrio reciclado posconsumo, con un tamaño medio de partícula de 10  $\mu\text{m}$ ; Cenizas volantes de clase F; y escoria. Los agregados cumplieron con las especificaciones de ASTM C33, ASTM C128 y ASTM C127.27-29 El agregado grueso fue granito triturado de Nueva Escocia con un tamaño nominal máximo de 19 mm (3/4 pulg.), gravedad específica de 2,69 y absorción de 0,7, técnica fue observación, análisis documental, experimentos de laboratorio, como instrumentos la ficha de observación, guía de análisis documental, guía de experimentos de laboratorio. Concluyó en que, el diseño y producción de mezclas de hormigón con puzolana de vidrio puede seguir procedimientos estándar como

para otros hormigones convencionales. Debido a su fuerte comportamiento cementoso, las mezclas CM y S40 alcanzaron mayores resistencias a la compresión temprana. Las mezclas G30 y FA30 desarrollaron resistencias comparables hasta por 90 días. Entre las tres mezclas con puzolana de vidrio, la mezcla con menor contenido de vidrio, G20, alcanzó una resistencia temprana más alta hasta los 28 días, pero debido a una mayor reactividad puzolánica, tanto G30 como G40 mostraron resistencias más altas a los 56 días, y las tres alcanzaron valores comparables a los 90 días. Los módulos de elasticidad de las seis mezclas mostraron una tendencia similar a sus correspondientes resistencias a la compresión. En relación a la ecuación ACI para estimar la rigidez en función de la resistencia a la compresión, los valores para las tres mezclas con vidrio fueron 123% y 115% mayores a los 28 y 90 días, respectivamente. Mientras, como **antecedentes nacionales** tenemos a Chávez, A. (2019), en su estudio "*Influencia del tamaño de vidrio molido en la resistencia a compresión del concreto, Trujillo 2019*". (Artículo científico), Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Tipo aplicado, diseño experimental, población y muestra fueron las documentaciones de revisión del estado y sus regulaciones durante 10 años desde la publicación de los expedientes, técnica fue análisis documental, como instrumentos la guía de análisis documental, aplicando el Modelo de Análisis Ambiental. Concluyó en que, el diseño con mayor optimización fue con vidrio al 60% de malla N°8, reemplazando ese tamaño y Porcentaje de árido fino, con un valor de resistividad media entre 7 días de 205 kg/cm<sup>2</sup> y entre 28 días, con una resistencia media posible de 219 kg/cm<sup>2</sup>. Cuanto mayor sea el porcentaje de vidrio en el orificio de malla de tamaño N°8 que reemplace el agregado fino, mejores serán los resultados de resistencia a la compresión. Para Quispe, N. & Zarate, F. (2020), en su estudio "*Análisis de la variación en el comportamiento del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de vidrio molido*". (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú. Tipo aplicado, diseño experimental, población y muestra fueron las documentaciones de revisión del estado y sus regulaciones durante 10 años desde la publicación de los expedientes, técnica fue análisis documental, como instrumentos la guía de análisis documental, aplicando el Modelo de Análisis Ambiental. Concluyendo en la determinación de la incorporación de vidrio triturado en la resistencia del hormigón, ayudó a reforzar



la correcta dosificación, aportando las mismas ventajas y propiedades que los áridos finos tradicionales utilizados en el proceso de preparación del hormigón. Determinó que los hormigones con adición de 20% y 30% de vidrio molido en lugar de agregados finos, son los hormigones que mejores resultados dan, superando en resistencia al hormigón convencional incluyendo el 40% VM; además el hormigón con 0% de VM proporciona la misma resistencia que el hormigón normal. Por su lado Poma, J. (2020), en su estudio *“Análisis y diseño para la elaboración de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando vidrio reciclado molido como agregado fino según la Norma ACI 211. Lima 2019”* (Tesis Pregrado), Universidad Privada del Norte, Lima, Perú. Tipo aplicado, diseño experimental, población y muestra fueron las documentaciones de revisión del estado y sus regulaciones durante 10 años desde la publicación de los expedientes, técnica fue análisis documental, como instrumentos la guía de análisis documental, aplicando el Modelo de Análisis Ambiental. Concluyó en que, el vidrio de sodio-calcio se puede reutilizar, ofreciendo un beneficio increíble al mezclarlo con cemento, arena, desechos y agua, lo que genera un hormigón mayor resistencia a la compresión, mayor resistencia y menor absorción, pero cuando se endurece. Esto crea un recubrimiento óptimo para el acero y por consiguiente al mismo tiempo en una estructura extremadamente rígida, mediante pruebas realizadas en el laboratorio N°1 Certificado con ISO 9001. De igual forma Nuñez, V. y Yapuchura, M. (2019), en su estudio *“Diseño de mezcla con el método modelo de empaquetamiento compresible y uso del vidrio molido en concreto de alta resistencia, Huancavelica”*. (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. Tipo aplicado, diseño experimental, población y muestra fueron las documentaciones de revisión del estado y sus regulaciones durante 10 años desde la publicación de los expedientes, técnica fue análisis documental, como instrumentos la guía de análisis documental, aplicando el Modelo de Análisis Ambiental. Concluyó donde las tres resistencias a la compresión identificadas en el laboratorio obtuvieron resultados similares como en primera  $f'c = 3000$  kg/cm<sup>2</sup>, en la segunda  $f'c = 30$  kg / cm<sup>2</sup> y la tercera  $f'c = 390$  kg / cm<sup>2</sup>. Por parte, de **antecedentes locales**, según Coronado, G. y Zevallos, C. (2020), en su estudio *“Efecto del costo y la resistencia en el diseño del concreto de  $F'c = 210$  kg / cm<sup>2</sup> con la introducción del vidrio en la ciudad de Tarapoto”* (Tesis de Pregrado),

Universidad Nacional de San Martín, San Martín, Perú. Tipo aplicado, diseño experimental, población y muestra fueron 24 calicatas, técnica fue análisis documental, como instrumentos la guía de análisis documental. Concluyó que el efecto del costo en la resistencia de la compresión del diseño del concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  depende de la combinación del hormigón con la fibra de vidrio en porcentajes entre un 0,025%, 0,075% y 0,125% donde aumenta la resistencia a compresión en un 6,65%, 2,31% y 1,26% respectivamente, gracias a la mejora de la resistencia a su compresión. Mientras Castre, O. y López, S. (2021), estudio titulado “*Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021*”. (Tesis de Pregrado), Universidad César Vallejo, San Martín, Perú. Tipo aplicado, diseño experimental, su muestra fueron treinta y seis probetas tubulares con dimensión entre 15x30 cm, donde nueve fueron probetas en cada diseño entre 0, 10, 20 y 30%, los instrumentos empleados fueron las fichas de registros. Concluyeron que, Luego de todos los ensayos realizados, se obtuvo como resultado que el concreto con vidrio sódico cálcico de 20% como alternativa al agregado fino era el concreto que optimiza su resistencia a la compresión. Posteriormente Acuña, C. y Flores. R. (2021), el estudio “*Evaluación del concreto de alta resistencia con aplicaciones de vidrio reciclado para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto 2021*” (Tesis de Pregrado), Universidad César Vallejo, San Martín, Perú. Tipo aplicado, diseño experimental, su muestra estuvo conformada nueve probetas de concretos patrón y veintisiete probetas de agregando vidrio reciclado entre 15, 25 y 35%, en edades entre 7, 14 y 28 días respectivamente, el instrumento fue fichas de laboratorio. Concluyeron que las propiedades físicas del vidrio reciclado reflejan características como aditivo con densidad de  $2.05 \text{ g/cm}^3$ , diámetro de 2.8mm, donde su peso específico fue entre  $2.49\text{-}2.52 \text{ g/cm}^3$ , además su resistencia a la tensión de 325.00Mpa y su permeabilidad de  $\sim 6.10^{-2}$ , y propiedades químicas de peso molecular, dilatación, índice de refracción, tensión superficial y viscosidad del  $\text{SiO}_2$  entre 60.06, 0.267, 325, 1458 y 1860.85% respectivamente. Asimismo, se representan las teorías relacionadas en la descripción de la **variable independiente: Vidrio molido**, como **definición conceptual**, según Huang et al. (2019) indica que sufre un cambio rígido sin notar ninguna cristalización, también aparece sólido y su fluido

también tiene una alta viscosidad” (p.3). Mientras, Concrete Products, (2021), lo define que “Los envases que utilizan vidrio reciclado compuesto por sódico cálcico, son material que no presentan contaminación alguna en el mismo contenido porque su resistencia a los cambios de temperatura es baja, ya que tienen un aspecto duro, frágil y transparente. Así mismo, existen diferentes tipos de vidrio menos masivos, incluido sé el tipo sílice vítrea, porque su composición consiste íntegramente en dióxido de silicio, entre otros elementos” (p.19). Los **diferentes tipos de vidrio**, según Serudin et al. (2021), menciona que los más comunes de los cuales, se pueden clasificar como comerciales, poco resistentes, están hechos para el uso de botellas, ventanas, mamparas, entre otros materiales. Asimismo, se sabe que el vidrio de plomo o cristal de plomo tiene un índice de refracción muy alto, ya que se considera imprescindible a la hora de graduarse en proyectos nucleares sin dejar importantes activos propios. Además, el borosilicato es un tipo de vidrio que tiene mayor relevancia por su efectiva resistencia al ataque químico, por lo que se utiliza tanto para la fabricación de equipos de laboratorio como para procesos por su longevidad” (p.9). Por ello, Columbié-Lamorú et al. (2020), señala que “el vidrio puede utilizarse en diferentes formas para distintas funciones en el sector de la construcción, por ejemplo, en proyectos de autopistas para el uso de subestructura y subestructura en aceras, además de ser utilizado para Hormigón entre otros materiales, debido que, su resistencia aumenta favorablemente. Asimismo, Trezza y Rahhal (2018), mencionan que “las botellas de vidrio consumen, también se usan para hacer otras nuevas porque al parecer tienen propiedades bastante similares y no hay mucha diferencia”. El uso de vidrio reciclado ahorra 1200 kg de materia prima por tonelada, ya que el vidrio se puede procesar varias veces sin perder sus propiedades. Además, ayuda a ahorrar energía al evitar la explotación de material prima que contribuye a disminuir el índice del impacto ambiental” (Sánchez-Montiel et al., 2008). **Su definición operacional:** Para poder obtener el material en este estudio, se tendrá que recolectar vidrio reciclado, posteriormente de su proceso de molido; está compuesto químicamente por aproximadamente entre un 70% a 75% de óxido de silicio, aproximadamente entre un 12% a 18% de óxido de sodio, aproximadamente entre un 0% a 4% de óxido de magnesio, alrededor de entre un 0% a 1% de óxido de potasio, cerca de un 5% al 14% de óxido de calcio y

alrededor de un 0,5% al 3% de óxido de aluminio. Mientras tanto, se aplicará al agregado fino para reemplazar el vidrio molido y así crear un concreto simple. En cuanto a la primera **dimensión se define la composición química** según Columbié-Lamorú et al. (2020), son resistentes a los reactivos químicos y estables e inherentes” (p.2). De esta forma, el vidrio presenta resistencia a la compresión entre 10.000 kg/cm<sup>2</sup>, además de tener una importancia en la resistencia a la abrasión, dureza y cargas adversas de rotura. Así mismo, el vidrio tiene una resistencia significativamente alta, ya que tiene baja rigidez, por otro lado, puede generar fluencia cuando se corta” (Da Paz y dos Santos, 2019). Sus **indicadores reflejan**, su composición contiene entre 71% a 73% de óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), está presente entre un 12% a 14% el óxido de sodio (Na<sub>2</sub>O), que supuestamente favorece la formación del vidrio, lo que también permite “acelerar la producción y reducir el cambio de temperatura de fusión”. Sin descuidar el óxido de calcio (CaO) entre un 10% al 12%, debido que actúa como estabilizador por su función y aumenta la estabilidad mecánica, como también la química del vidrio. El componente óxido de aluminio es el último elemento que, radica entre un 0.5% al 4%, que permite una elevada resistencia a diferentes temperaturas, por tanto, reduce la expansión térmica de su coeficiente” (Rashidian-Dezfouli et al., 2018). Por consiguiente, Bueno et al. (2020), se distribuye por “sus propiedades físicas del vidrio molido, donde, posee densidad entre 2 a 4 g / cm, además, de ser impermeables, de pobre resistencia a las temperaturas elevadas de calor, tiene resistencia al choque térmico y existe la posibilidad de fundirse a 500 C ° o en 1650 C ° va a depender del tipo de vidrio. Además, **la dimensión dosificación** según Columbié-Lamorú et al. (2020), detalla cómo trata de establecer las proporciones apropiadas de los materiales que dispone el hormigón, para obtener la resistencia y dureza requeridas, o para conseguir el correcto acabado o adherencia. Por lo general, se expresa en gramos por metro cúbico (g/cm<sup>3</sup>). Con respecto a la **variable dependiente: resistencia a la compresión del diseño de concreto simple**, por parte de Díaz et al. (2021), refiere que “en un diseño de mezcla prevalece una dosificación, de igual manera, la mezcla se diseña para un estado fresco y endurecido en el que parte de los materiales se acopla como; Cemento, grava, arena y finalmente agua, tenidos en cuenta en términos de peso y volumen, teniendo en cuenta propiedades importantes como resistencia,

durabilidad y consistencia" (p. 43). Además, Macário et al. (2021), describe que "ACI 211, revela los parámetros de diferentes tipos de diseño de mezclas de hormigón, cuando se inicia un diseño mixto o de mezcla, se pretende conocer e identificar el tipo de estructura o edificación con los diferentes materiales que se utilizarán para determinar la dosificación proporcional en los materiales" (p.13). Respecto a la producción de cemento, es un proceso obtenido de la unión de arcilla y piedra caliza con un proceso de calcinación a 1450 ° C, el resultado se denomina clinker, luego del cual se agrega yeso, ya que su función es fraguar adecuadamente. Además, cuando se agrega agua, se vuelve homogénea y el resultado final es una mezcla uniforme y maleable" (Zavala-Alonso et al., 2021). Donde, la variedad del cemento según Pérez et al. (2021), menciona que "Depende de la existencia de las condiciones de su uso, clasificándose por características, como: El tipo I, se presenta frecuentemente, siendo de uso genérico, sin tener, otro tipo como componente en sus propiedades de funciones, el tipo II, presenta un nivel moderado, donde, el calor puede o no puede a la hidratación, además frente al sulfato presenta resistencia media. Por otro lado, el tipo III, tiene resistencia temprana, de manera similar al tipo IV, tiene un calor bajo de hidratación y el tipo V, presenta una alta resistencia a los sulfatos" (p.15). De igual forma, Rubina et al. (2021), describe que "el **agregado fino** debe estar libre de impurezas, no teniendo limo más del 1.5% de materia orgánica, en la arcilla no debe llegar a más del 5%. Además, reconoce que es inherente al concreto, estipulado por norma ASTM C 339, donde, las partículas de arena presentan un tamaño máximo de 5 mm, pasando a través de tamices posteriores de 3/8", n°4, 8,16, 30, 50 y n°100. Además, qué pasa con 3/8" y la deducción del n°100". Por otro lado, "el **agregado grueso** de ninguna manera debe estar compuesto por más de 5% de arcilla y por lo menos de 1,5% de materia orgánica fina (Ochoa, L. 2018). Asimismo, es uno de los materiales que influye demasiado en el procesamiento del hormigón, para conocer su tamaño nominal las partículas de **agregado grueso** deben pasar por tamices posteriores de 2", 1 1/2", 1 3/4", 1/2", 3/8" y n°4, de igual forma, lo que pasa por el tamiz 2" y lo retenido por el tamiz n°100" (Reyes et al., 2021). De acuerdo a Valderrama-Ulloa et al. (2021), indica que, si en la mezcla de concreto se utiliza agua, ésta debe estar limpia, libre de aceite, álcali, sal, ácidos y materia orgánica, ya que su principal función es hacer

mejorable la mezcla. También actúa como aglutinante entre áridos y cemento, por lo que es suficientemente manejable aumentando su fluidez” (p. 31). Por su parte, se deben conocer diferentes **tipos de ensayos** que se realizan sobre piedra triturada y arena: tamaño de grano, humedad, densidad, absorbancia, unidad de masa y compresión. Según “áridos gruesos y finos, se pueden realizar ensayos de medición de partículas para determinar el tamaño nominal, es decir, una medición controlada mediante un tamiz para distinguir su tamaño de mayor a menor, teniendo en cuenta los parámetros ASTM C33” (Diaz et al., 2021). Además, según Ilhwan, Y. et al, (2019), un agregado de peso específico constante tiene relación entre el volumen de agua y el peso del material, también para el hormigón ligero el rango de PE es 1,2-2,2, para el hormigón normal el valor de P.E. varía entre un 2,3 a 2,9 y para el hormigón pesado varían de entre un 3 a 5, en condiciones saturadas teniendo en cuenta los parámetros de ASTM C127”. Asimismo, “la **absorción** refleja la cantidad de humedad en el agregado cuando sus poros están llenos de agua, pero en la superficie seca, con agregado grueso, se compara con agregado seco saturado de agua, teniendo en cuenta los parámetros de la norma ASTM C127” (Nguyen et al., 2021). Según Serudin et al. (2021), el **peso unitario suelto** realizado en áridos a granel, es importante tener en cuenta los parámetros del MTC E203, en lo que se refiere al almacenamiento, manipulación y transporte adecuado de los áridos (p. 67). Por su parte, Dhanabal et al. (2021) menciona que “**Peso unitario comprimido** de una forma u otra contribuye a determinar el volumen absoluto del agregado, esto se hace con el fin de saber cuánto se comprimen durante la colocación del agregado durante la conducción”. Para este proceso es importante considerar lo anterior para diseñar la mezcla desde este punto de vista, teniendo en cuenta los parámetros de MTC E 203” (p.3). Mientras el "**contenido de humedad**, es importante porque el porcentaje de contenido de agua, en el mismo se puede determinar a partir del agregado, para ello se toma una pequeña muestra del árido para realizar el ensayo, al final del cual se tiene en cuenta el cambio de peso seco de la muestra los parámetros de MTC E108” (Morales y Morales, 2020). En el hormigón, en cambio, existen varios **tipos de ensayos sobre sus propiedades mecánicas**. He aquí por qué, Pérez et al. (2021), nos dice “como prueba en estado endurecido es la resistencia a la compresión, esta se basa en la aplicación de una fuerza axial

a las probetas cilíndricas a velocidad prolongada hasta que ocurra la falla. Mientras Hassanein, A. et al. (2019), considerar la forma y dimensiones de la muestra para los cálculos respectivos como referencia de ASTM C39 y MTC E70". Para ello la carga axial se divide por el área del cilindro. De acuerdo a Bazán, L. & Rojas, R. (2018), refiere que "las probetas pueden tener 15 cm de diámetro x 30 cm de alto, se pueden considerar otras medidas, aunque respeten la relación longitud-diámetro, teniendo en cuenta a lo correspondiente de los parámetros del ASTM C39 y MTC E704. Por otro lado, "las **probetas deben cumplir** con los requisitos utilizados para realizar el ensayo, donde, dichas probetas no deben presentar ningún signo de daño o deformación, en la máquina en la que se rompe la probeta debe calibrarse en el ensayo de acuerdo con ASTM y El porcentaje de errores no debe exceder  $\pm 1\%$  de la carga especificada" (Rubina et al., 2021). Mientras Serudin et al. (2021), define "como una prueba en el estado endurecido existe el módulo de ruptura (prueba de flexión), se utiliza para evaluar el comportamiento esfuerzo-deformación, para esto se determina la tensión de flexión luego de las pruebas de acuerdo a lo estipulado por la norma ASTM **C293 y MTC E711**. Posteriormente, multiplicando la **carga aplicada** por la distancia entre los apoyos, se divide multiplicando el ancho por la altura de la viga: De esta forma "los prismas rectangulares deben estar adecuadamente elaborados, basándose en las medidas correctas de los moldes y también respetando los días correspondientes de maduración. Además, puede haber variaciones al realizar el esfuerzo con las medidas del prisma rectangular, cuando se obtenga con este método de ensayo sus resultados conocerán el módulo de ruptura" (Da Paz y dos Santos, 2019). **Su definición operacionalización de la variable**, consistirá en el diseño del concreto simple, donde, estará compuesto por una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, entonces se tendrá que, elaborar un diseño de mezcla en una muestra patrón, después se reemplaza por vidrio molido en algunas muestras, de esta manera las muestras se comparan durante un período de 7 días, 14 días y 28 días. Reflexionando sobre el uso del hormigón en los componentes estructurales, proporcionando todos los procedimientos del método ACI y realizando diversas pruebas de ensayo. Mientras tanto, la **dimensión propiedades mecánicas** según Rubina et al. (2021) representan el comportamiento de un material ante las fuerzas que actúan sobre él, además de ser especialmente importantes a la hora

de elegir los materiales para construir un determinado objeto en particular. Según Pichór, W. et al. (2019), Donde, las propiedades del cemento tienen características mecánicas, químicas y físicas, varían en función del estado en el que el cemento contenga una gran cantidad de minerales en sus constituyentes. De acuerdo a la, composición química distribuida por silicato tricálcico ( $3\text{CaO}_2$ ), compuesto entre un 40% al 60% reaccionado rápidamente en un fraguado elevado, silicato dicálcico ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ), donde el fraguado es lento, en cambio el compuesto aluminato tricálcico ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{ CaO Fe}_2\text{ O}_3$ ) entre un 7% al 15% ya que, con el agua su reacción es rápida, en cambio el aluminato ferrito tetracálcico ( $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot4\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{ O}_3$ ) entre el 5 al 10% (Music Tomicic et al., 2021). Su **primer indicador es la resistencia a la compresión** según Pérez et al. (2021), es la propiedad mecánica más importante del hormigón. caracterizado por la capacidad de soportar aproximadamente una carga por unidad de área y descrita como una carga en kg / cm<sup>2</sup>, MPa y frecuentemente en libras por pulgada cuadrada (psi) donde serán consideradas en 0%, 3%, 5%, 9%. Mientras la segunda **dimensión** está sujeta por la comparación de los costos entre un concreto convencional y uno reforzado con vidrio molido y su **indicador** está distribuido por el metrado y costo unitario.



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

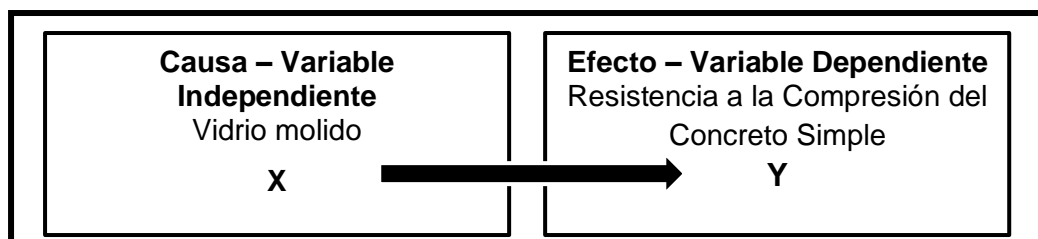
##### 3.1.1. Tipo de investigación

En esta sección, el estudio a investigar fue de **tipo aplicado** debido que “se pretendió demostrar el accionar de la manipulación deliberada de la variable vidrio molido denominado independiente, para luego observar la posible influencia sobre la variable concreto simple denominado dependiente, además, de describir los fenómenos causados por dicha variable” (Hernández y Mendoza, 2018). Mientras, el **enfoque cuantitativo** se empleó en este estudio porque “exploró y describió los fenómenos generados por las variables detallados en la investigación, además de comprar causas y efectos que posteriormente fueron cuantificados, para su mejor análisis e interpretación de dichas variables” (Ferreyro y Longhi, 2014).

##### 3.1.2. Diseño de investigación

En esta sección, se empleó el **diseño experimental**, bajo la estructura del **tipo cuasi experimental**, desde un análisis transversal, porque, se realizó la alteración del comportamiento del fenómeno del vidrio molido para luego observar su efecto e influencia en la resistencia del diseño del concreto simple, además, de emplear en el estudio tres grupos experimentales de vidrio molido en 3%, 5% y 9% y un grupo de control donde solo se aplicó el material de concreto denominado diseño cuasiexperimental. Desde luego, toda la recolección de los insumos, materiales del concreto se elaboraron en el laboratorio en el presente año, por lo cual, es de corte transversal” Hernández y Mendoza, (2018). El esquema del diseño cuasi experimental, fue tomada de la literatura de Hernández & Mendoza (2018) detallada de la siguiente manera:

Figura 1. Diagrama del diseño cuasi experimental



Nota: Metodología de la investigación, Hernández & Mendoza (2018).

*Tabla 1 Diseño experimental, tipo cuasi experimental de la investigación.*

<b>GE<sub>(1)</sub></b>	X1 (3%)	Obs 1 <sub>(7d)</sub>	X1 (3%)	Obs 2 <sub>(14d)</sub>	X1 (3%)	Obs 3 <sub>(28d)</sub>
<b>GE<sub>(2)</sub></b>	X2 (5%)	Obs 1 <sub>(7d)</sub>	X2 (5%)	Obs 2 <sub>(14d)</sub>	X2 (5%)	Obs 3 <sub>(28d)</sub>
<b>GE<sub>(3)</sub></b>	X3 (9%)	Obs 1 <sub>(7d)</sub>	X3 (9%)	Obs 2 <sub>(14d)</sub>	X3 (9%)	Obs 3 <sub>(28d)</sub>
<b>GC<sub>(4)</sub></b>	Mezcla de concreto simple sin adición vidrio molido (sódico cálcico 0%)	Obs 1 <sub>(7d)</sub>	Mezcla de concreto simple sin adición vidrio molido (sódico cálcico 0%)	Obs 2 <sub>(14d)</sub>	Mezcla de concreto simple sin adición vidrio molido (sódico cálcico 0%)	Obs 3 <sub>(28d)</sub>

**Nota:** *Elaboración propia de los tesistas.*

Representados según distribución de la tabla 1:

Grupo experimental (GE): fue considerado el vidrio de botella de cerveza molido compuesto por sódico cálcico representado como adición.

Grupo de control (GC) considerado como una mezcla de concreto natural o simple sin la incorporación de la adición de vidrio de botella de cerveza molido compuesto por sódico cálcico.

X1: Fue la primera mezcla de concreto simple con incorporación de vidrio molido entre un 3%

X2: Fue la segunda mezcla de concreto simple con incorporación de vidrio molido entre un 5%.

X3: Fue la primera mezcla de concreto simple con incorporación de vidrio molido entre un 9%.

Son las diversas observaciones O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>: donde se realizaron el curado entre 7, 14 y 28 días respectivamente por cada variación porcentual del vidrio.

### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Vidrio molido

**Definición conceptual:** Según Rashidian-Dezfouli et al. (2018), describe en principio el vidrio sódico-cálcico como todo un material que en su composición no genera ningún contaminante en el mismo contenido, gracias a su composición química (p.74). Por eso tiene un aspecto generalmente transparente e incoloro. Asimismo, son inherentes y estables; además; resisten los reactivos químicos. Finalmente, presenta una resistencia a la compresión entre 10.000 Kg/cm<sup>2</sup>, además posee una resistencia favorable a la abrasión, dureza y una baja resistencia a la tracción. **Definición**

**operacional:** Para poder obtener el material en este estudio, se tendrá que recolectar vidrio reciclado, posteriormente de su proceso de molido; está compuesto químicamente por aproximadamente entre un 70% a 75% de óxido de silicio, aproximadamente entre un 12% a 18% de óxido de sodio, aproximadamente entre un 0% a 4% de óxido de magnesio, alrededor de entre un 0% a 1% de óxido de potasio, cerca de un 5% al 14% de óxido de calcio y alrededor de un 0,5% al 3% de óxido de aluminio. Mientras tanto, se aplicará al agregado fino para reemplazar el vidrio molido y así crear un concreto simple. **Dimensión:** la primera dimensión está distribuida por su composición química y la segunda dimensión por su dosificación.

**Indicadores:** los indicadores que conforman la composición química del vidrio molido, se distribuirán en los elementos como el sodio, potasio, calcio, aluminio óxido de sílice y óxido de magnesio. Además, los indicadores de su dosificación serán entre un 0%, como el 3%, 5% y un 9% respectivamente.

**Escala de medición:** será de razón.

**Variable dependiente:** Resistencia a la compresión del concreto simple.

**Definición conceptual:** De acuerdo Gonzales (2017), indica que “para diseñar una mezcla, se realiza una dosificación, la mezcla también se diseña para un estado fresco y endurecido con el fin de hacer que el hormigón forme parte de los materiales, estos son: cemento, piedra triturada, arena y finalmente agua, agregó. "Peso y tener en cuenta el volumen”. **Definición**

**operacional:** Para el diseño del concreto simple, se tiene que tener una

resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, entonces se tendrá que, elaborar un diseño de mezcla en una muestra patrón, después se reemplaza por vidrio molido en algunas muestras, de esta manera las muestras se comparan durante un período de 7 días, 14 días y 28 días. Reflexionando sobre el uso del hormigón en los componentes estructurales, proporcionando todos los procedimientos del método ACI y realizando diversas pruebas de ensayo.

**Dimensión:** La primera dimensión está distribuida por sus propiedades mecánicas derivadas a su resistencia a la compresión y a su resistencia a la reflexión con 0%,3%,5% y 9% de vidrio molido. Mientras la segunda dimensión está sujeta por la comparación de los costos entre un concreto convencional y uno reforzado con vidrio molido.

**Indicadores:** Estarán considerados por su resistencia a la compresión, Además, el segundo indicador está distribuido por el metrado y costo unitario.

**Escala de medición:** será de razón.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### **Población**

Mientras, la distribución de su población estuvo sujeta al hormigón normal de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  donde, se incorporó vidrio molido de tipo sódico-cálcico.

- **Criterio de inclusión**

Materiales reciclado provenientes de botella de cerveza

- **Criterio de exclusión**

Materiales reciclados provenientes de ventanas rotas, mamparas, botellas de vino.

#### **Muestra**

El estudio estuvo compuesto por 24 muestras (probetas) porque a mayor cantidad de probetas el análisis del control de la calidad del hormigón a través del ensayo a compresión fue más efectiva. Donde el valor de resistencia identificado fue un indicador concreto con mayor precisión a la hora de proyectar una estructura. Mientras, distribuidas por 24 especímenes en su resistencia a la compresión, además, se elaborará su compresión en

2 probetas patrón, además de 2 probetas con vidrio molido compuesto por sódico cálcico, con distribuciones en 15 cm x 30 cm en 08 probetas por cada diseño mencionado. Mientras, su curado contará con la variación entre 7 días, 14 días y 28 días para cada muestra en estudio, tomándose en base a la norma NTP 339.034. Se detallarán en las siguientes tablas:

**Tabla 2**

Cantidad de especímenes para considerar en los ensayos

Resistencia a la compresión		Edad				TOTAL
Edades	Patrón %	0%	3%	5%	9%	
7 días	2 probetas	2	2	2	2	08
14 días	2 probetas	2	2	2	2	08
28 días	2 probetas	2	2	2	2	08
<b>Total</b>						<b>24</b>

Nota: elaboración propia de los tesisistas, 2021.

Mientras tanto, se tuvo que elaborar a través de compresión 2 prismas cilíndricos distribuidos en la muestra estándar (patrón sin vidrio), también se tuvo que emplear 2 probetas con una proporción de vidrio molido sódico-cálcico entre un 15 cm x 30 cm. Por tanto, se observó el posible endurecimiento de cada muestra entre 7 días, 14 días y 28 días.

### **Muestreo**

En el muestreo se aplicó el principio del muestreo **no probabilístico**, debido al elevado presupuesto que representa realizar varios ensayos, los investigadores se inclinaron por asumir su población como muestra tomando sus criterios basados en sus posibilidades económicas.

### **Unidad de Análisis**

La unidad análisis se consideró por las muestras referidas en el estudio, donde, al obtener posiblemente los resultados de cada ensayo entre sus propiedades del concreto en un estado endurecido. Asimismo, con respecto a su resistencia a la compresión. Donde, cada espécimen estará determinado a través del parámetro de la normativa ASTM C 192.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas

Para la variable vidrio molido y diseño de concreto se empleó la técnica de observación, ya que se pretendió hacer una selección y registrar la data obtenida en cada ensayo a compresión. Además, describir y registrar las cargas máximas que soportan las probetas, donde cada dato analizado serviría en el cálculo de su resistencia. Mientras, se utilizó el análisis documentario, donde se considerarán las Normas internacionales y la normativa del estado peruano ACI, NTP y ASTM que administran el sector construcción y los ensayos regidos por materiales de componentes de hormigón.

#### Instrumentos

En ambas variables, se aplicó la ficha de observación como instrumentos de recolección de datos, donde se registró las cargas máximas en cada probeta de ensayo a compresión, mientras, los registros de ensayos para su respectivo diseño, además se empleó la guía de análisis documentario como Norma NTP y Norma ASTM, tal como se muestra en la siguiente tabla;

**Tabla 3:** Técnicas e instrumentos de recolección de datos

<b>Técnica</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Fuente</b>
Ensayo de granulometría (agregado fino)	Ficha de registro	NTP 400.012 ASTM C136
Ensayo del contenido de humedad (agregado fino)	Ficha de registro	NTP 339.185 ASTM C566
Ensayo del peso específico y absorción (agregado fino)	Ficha de registro	NTP 400.022 ASTM 128
Ensayo del peso unitario (agregado fino)	Ficha de registro	NTP 400.017 ASTM C29
Ensayo de resistencia a compresión (probetas de concreto).	Ficha de registro y Equipos calibrados.	NTP 339.034 ASTM C39

Fuente: elaboración propia de los tesisistas, 2021.

## **Validez**

Las fichas de observación que se empleó fueron validadas por fichas de registro y fichas técnicas para las pruebas de laboratorio regidas por la norma ASTM (Sociedad Estadounidense de Pruebas y Normas de Materiales), organización internacional que establece normas voluntarias para materiales, servicios, productos, sistemas y Servicios. que serán respaldados por las normas técnicas NTP peruanas.

## **Confiabilidad**

Asimismo, se utilizó estándares técnicos para obtener resultados óptimos, proporcionándole confiabilidad basada en la norma MTC (E70, E711, E108, E203) y ASTM entre C “33, 127, 39 y 293”. Por este sentido, no es necesario considerar la validación por expertos, ya que están normados en el sector de la construcción a nivel del Perú e internacional preparado para su confiabilidad alta.

### **3.5. Procedimientos**

Para el diagnóstico del estudio se tuvo que iniciar en la ciudad de Tarapoto, donde, se recolectó el vidrio de tipo sodio-calcio, donde lo encontramos en botellas de bebidas alcohólicas de cervezas en botaderos municipales, discotecas, condominios, restaurantes, etc. Una vez recogidos en sacos los restos de vidrio reciclado, se procedió a ser lavados para introducirlos en el proceso de trituración. El vidrio con el EPI adjunto, se molió manualmente con la ayuda de un martillo. Al final de molerlo se selección de acuerdo mente a su tamaño, se utilizó tamices de 3/8”, # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100 para esto, solo se utilizó desperdicio de vidrio reciclado procesado por el tamiz #4 y es retenido por el tamiz #50, este es el tamaño del vidrio molido para reemplazar los agregados finos. Luego, se compró el cemento en la ferretería más cercana, este Portland Tipo I (Pacasmayo). Posteriormente, se empleó piedra triturada entre 1/2” 3/4” extraído de la cantera del río Huallaga del agregado fino. Asimismo, serán transportados en bolsas al laboratorio, donde se realizaron las pruebas correspondientes. Se empleó una pequeña

muestra en los ensayos para identificar el tamaño de partícula, humedad, absorción, peso específico, peso unitario suelto y peso unitario compactado. Posteriormente, a los datos obtenidos, se determinó un diseño del hormigón para una resistencia entre 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Luego de completar cada evaluación de cada forma de las probetas, se realizarán utilizando como protocolo ASTM C31, para la dicha preparación se utilizarán formas cilíndricas para las probetas, las cuales tendrán 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Luego de pesar cada material de acuerdo a su dosificación de concreto, se hizo limpieza general de cada carretilla para que se pudiera producir el concreto, lo cual se hizo manualmente. Los moldes se prepararon en breve, y se tuvieron en cuenta los componentes de vidrio en 0%, 3%, 5%, 9% en lugar de los agregados finos para realizar la fundición. El hormigón se verterá en formas de tubos de ensayo en tres capas, para cada capa se frotará 25 veces con un palo liso para eliminar pequeñas burbujas de aire, al mismo tiempo se golpeó el exterior con el martillo compuesto de goma. Donde al final, cada muestra se aisló durante 24 horas con la finalidad de ser curados con tubos de ensayo y posteriormente con 48 horas. Al final de los días, se despojaron y colocaron en sus respectivos recipientes con agua para ser curados, respectivamente entre 7 días, 14 días y 28 días, de acuerdo al protocolo establecido. Finalizando el proceso de curado, se realizó cada prueba de resistencia a la compresión de probetas según (MTC E704).

### **3.6. Métodos de análisis de datos.**

Para analizar los datos se tuvo que adoptar formatos predefinidos de acuerdo a los estándares, mientras los datos recolectados fueron transferidos a Microsoft Excel, facilitando la sistematización de la información obtenida, organizándose mediante la estadística descriptiva obtenida en cada resultado en el laboratorio presentada en tablas y gráficos. Para obtener las propiedades físicas y químicas de todos los agregados empleados en el estudio, se tuvo que, emplear las pruebas de contenido húmedo, el peso específico y la granulometría donde serán respaldadas por el NTP y el manual de pruebas de materiales. Teniendo en cuenta la dosis mixta que especificó y se utilizará los formatos respectivos aplicando la NTP



339.03 ASTM C39 como base para registrar los resultados sobre la resistencia a la compresión de cada muestra.

### **3.7. Aspectos éticos.**

Esta investigación estuvo estructurada estrictamente en los lineamientos de la Norma ISO 6902 en toda la redacción del informe respetando los derechos de autor considerándose cada cita, además de respetar los parámetros de la Norma MTC (E70, E711, E108, E203) donde cada evaluación estuvo monitoreada y evaluada a través de cada lineamiento de la normativa vigente. Para obtener las propiedades físicas y químicas de los agregados, se tendrá que, emplear las pruebas de contenido húmedo, el peso específico y la granulometría donde serán respaldadas por el NTP y el manual de pruebas de materiales. Teniendo en cuenta la dosis mixta que especificó y se utilizó los formatos respectivos, aplicando la NTP 339.03 ASTM C39 como base para registrar los datos sobre la resistencia a la compresión de cada muestra sin malversar ni alterar los resultados obtenidos a favor de terceros. Por último, se respetó la doctrina de redacción y estructura de la misma universidad donde será publicada.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características del vidrio molido el cual va sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza en el diseño del concreto simple.

Después de detallar el procedimiento de la obtención de las botellas recicladas en discotecas, bares y botaderos municipales se trasladaron al laboratorio, donde después ser lavadas y eliminar todo tipo de residuo que contamine sus propiedades, para ser molidas posteriormente para determinar sus propiedades físicas tal como se detalla en la tabla 4 y 5.

**Tabla 4**

Propiedades físicas del vidrio reciclado

Propiedades	Valor / Unidad
Densidad	2.04 g/cm <sup>3</sup>
Diámetro	2.7 mm
Peso específico	2.48 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la tensión	324.5 Mpa
Lajas	1 %
Permeabilidad	~6.10 <sup>-2</sup> cm/seg

Nota: Archivo recuperado de los resultados del laboratorio, cada resultado se refleja porcentualmente, 2022.

**Interpretación:** Donde en la tabla 4, puede observar en las propiedades físicas del vidrio molido un aditivo con densidad 2,04 g/cm<sup>3</sup>, con diámetro entre 2,7 mm, mientras su peso específico fue entre 2.48 g/cm<sup>3</sup>, entre una resistencia a la tracción de 324,5 MPa, asimismo 1% de lajas, con la participación de permeabilidad entre ~ 6,10<sup>-2</sup> cm/seg.

**Tabla 5**

Propiedades químicas del vidrio reciclado

Propiedades	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
Peso molecular	60,1	101,93	159,7	56,05	40,31
Dilatación	0,266	1,668	1,34	1,666	0,034
Tensión superficial	326	597	500	491	576
Densidad a1				0,176	0,26
Densidad a2	0,453	0,38	0,16	0,002	0,004
Índice de refracción	1,457	1,52	1,876	1,786	1,6
Módulo Elasticidad	6,9	11,3	5,2	11,16	9,1
Resistencia mecánica	900	500	901	2001	100
Viscosidad	1860,9	695,8	-382,2	-1100,7	-594,7

Nota: Archivo recuperado de los resultados del laboratorio, cada resultado se refleja porcentualmente, 2022.

**Interpretación:** Mientras la tabla 5, refleja las propiedades mecánicas del vidrio descritas con un peso molecular entre 60.1 SiO<sub>2</sub>; 101,93 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 159,7 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 56,05 CaO y 40,31 MgO, por su parte presentó una dilatación entre 0,266 SiO<sub>2</sub>; 1.668 de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,34 de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,667 CaO y 0,034 MgO, así como la tensión superficial entre 326 SiO<sub>2</sub>; 597 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 500 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 491 CaO y 576 MgO; por su parte la densidad representó un 0,453 SiO<sub>2</sub>; 0,38 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,16 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,176 CaO y 0,26 MgO; lo mismo se presentó un índice de refracción entre un 1,457 SiO<sub>2</sub>, 1,52 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1.876 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1.786 CaO; y 1,6 MgO; el módulo elástico estuvo entre 6,9 SiO<sub>2</sub>, 11,3 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5,2 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 11,16 CaO y 9,1 MgO; también se describieron la resistencia mecánica obtenida entre 900 SiO<sub>2</sub>; 500 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 901 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2001 CaO y 100 MgO; y compuesto por la viscosidad entre 1860,9 SiO<sub>2</sub>; 695,8 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, -382,2 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; -1100,7 CaO y -594,7 MgO.

#### 4.2. Características físicas de los componentes que integran la mezcla de concreto simple, Tarapoto – 2021.

Después del procedimiento del laboratorio efectuados con equipo completamente calibrado donde se obtuvieron los datos. Cada prueba tanto para el agregado fino y el agregado grueso; ha sido desarrolladas en base al manual de pruebas de materiales, también de acuerdo con normativa entre ASTM C29 peso unitario, ASTM C127 peso específico y absorción, ASTM D22 analítica tamaño de grano,

ASTM D2216 contenido de humedad natural, ASTM C33 y NTP 400.037 entre otras.

**Tabla 6**

Características del agregado fino

<b>Características físicas agregado fino</b>	<b>Propiedad / Unidad</b>
Módulo de fineza	2,1 %
Humedad Natural	1.18%
Absorción	1.31%
Peso específico	2.641 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario (suelto)	1.52 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario (compactado)	1.67 g/cm <sup>3</sup>

Nota: Archivo recuperado de los resultados del laboratorio, cada resultado se refleja porcentualmente, 2022.

**Interpretación:** De acuerdo a la tabla 6, puede observarse que en el agregado fino fue adquirido de la arena gruesa de la cantera del Río Cumbaza, reflejando un módulo de firmeza entre 2,1% considerado apto según normativa vigente, mientras que su humedad natural presentó un 1,18%, con una absorción del 1,31, mientras su peso específico representó un 2,641 gr/cm<sup>3</sup>, su unitario suelto mostró 1.52 gr/cm<sup>3</sup>, en cambio su peso unitario compactado representó un 1.67 gr/cm<sup>3</sup>. Por lo tanto, los resultados obtenidos en el laboratorio son óptimos para la elaboración de una mezcla de diseño de concreto.

**Tabla 7**

Características del agregado grueso

<b>Características físicas agregado grueso</b>	<b>Propiedad / Unidad</b>
Tamaño máximo	1 pulg
Humedad Natural	0.22%
Absorción	0.62%
Peso específico	2.67 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario (suelto)	1.51 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario (varillado)	1.62 g/cm <sup>3</sup>

Nota: Archivo recuperado de los resultados del laboratorio, cada resultado se refleja porcentualmente, 2022.

**Interpretación:** También, en la tabla 7, el agregado grueso fue adquirido de grava proveniente de la cantera del Río Huallaga, donde la piedra chancada obtuvo un tamaño máximo entre 1" pulg, compuesta por humedad natural entre un 0.22%, mientras presentó una absorción entre el 0.62%, pero con un peso específico representó un 2,67 gr/cm<sup>3</sup>, su unitario suelto mostró 1.51 gr/cm<sup>3</sup>, en cambio su peso unitario compactado representó un 1.62 gr/cm<sup>3</sup>. Donde también, estos resultados obtenidos en el laboratorio son óptimos para la elaboración de una mezcla de diseño de concreto.

#### **4.3. Resistencia a la compresión del concreto simple al sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza por vidrio molido en porcentajes del 0, 3, 5 y 9%**

Para ejecutar el diseño de mezcla del concreto se consideró un contenido total de cemento entre 360 kg/m<sup>3</sup> para todas las fases de resistencia entre 7, 14 y 28 días, compuestas por un volumen de agua entre 201 Litros, con un tamaño de agregado entre 1 pulg, relacionado entre 0,58 a/c, así mismo su aire atrapado fue de 1,4%, con asentamiento Slump entre 4,1" hasta 6,2" respectivamente, cada procediendo se tomó como referencia la Normativa E.060, ASTM C143 (prueba de asentamiento Slump), ASTM C1064 (temperatura del concreto), ASTM C31 (curado de probetas de concreto) entre otras normas que ilustraron en resumen el informe.

**Tabla 8**

Análisis de los ensayos a la compresión en probetas de concreto.

<b>Proporción de vidrio reciclado</b>	<b>Resistencia 7 días</b>	<b>Resistencia 14 días</b>	<b>Resistencia 28 días</b>
0%	151.3 Kg/cm <sup>2</sup>	182.1 Kg/cm <sup>2</sup>	230.2 Kg/cm <sup>2</sup>
3%	135.2 Kg/cm <sup>2</sup>	172.3 Kg/cm <sup>2</sup>	232.2 Kg/cm <sup>2</sup>
5%	145.1 Kg/cm <sup>2</sup>	173.6 Kg/cm <sup>2</sup>	236,1 Kg/cm <sup>2</sup>
9%	146.7 Kg/cm <sup>2</sup>	162.5 Kg/cm <sup>2</sup>	216.5 Kg/cm <sup>2</sup>

Nota: Archivo recuperado de los resultados del laboratorio, 2022.

**Interpretación:** Para la tabla 8, se puede reflejar ligeros resultados a favor en tres pruebas, donde el 3% vidrio reciclado entre los 28 días reflejó un incremento a la resistencia de 232.2 Kg/cm<sup>2</sup> mientras un 5% vidrio reciclado entre los 28 días mostró un 236,1 Kg/cm<sup>2</sup> Observándose variaciones en su comportamiento, donde al aumentar el vidrio molido reciclado en 9% entre los 28 días presentó un 216.5 Kg/cm<sup>2</sup> el cual reduce su resistencia. Por lo tanto, se puede concluir que el hormigón armado con adición entre el 5% de vidrio molido fue el diseño óptimo, ya que cumple la resistencia para la que fue diseñado.

#### **4.4. Determinar el diseño óptimo del concreto simple al sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza por vidrio molido;**

Para la presentación del diseño óptimo fue la adición de vidrio molido entre 5%, donde, se realizó un diseño experimental de calibres mixtos con adición de vidrio molido donde los porcentajes 3 y 9%, con su dosificación de materiales (cemento, agua, arena y piedra), así como el diseño patrón con adición de vidrio molido del 0%, sometidas a roturas para identificar alguna falla por compresión para la resistencia del diseño entre  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 9**

Análisis del diseño óptimo de mezcla entre concreto patrón y óptimo con adición del vidrio molido del 5%.

<b>Material</b>	<b>Concreto patrón</b>	<b>Concreto óptimo</b>
Cemento	360 kg	360 kg
Arena	725.3 kg	689.03 kg
Piedra	1048.5 kg	1048.5 kg
Agua	201.3 L	201.3 L
Vidrio molido	-----	36,31 kg

Nota: Archivo recuperado de los resultados del laboratorio, 2022.

**Interpretación:** En La tabla 9, luego de la rotura de cada probeta se examinó la resistencia a la compresión en cada diseño, se concluyó que la configuración del

diseño con adición de vidrio molido entre un 5% al sustituir el agregado fino es un diseño óptimo, logrando la resistencia de  $f'c = 236,1 \text{ Kg/cm}^2$  entre los 28 días, además su dosificación óptima para un  $\text{m}^3$  de hormigón se muestra con 360 kg de cemento, 689,03 kg de arena, 1048,5 kg de piedra, 201,3 L de agua y con adición de vidrio molido entre 36,31 kg.

#### 4.5. Diferencia de costos del concreto patrón versus el concreto optimizado con vidrio molido.

**Tabla 10**

Análisis comparativo económica entre concreto patrón y concreto óptimo con adición de vidrio molido del 5%

Material	Unid	P.U. (S/)	Concreto patrón		Concreto óptimo con 5% vidrio molido	
			Cantidad	Costo (S/)	Cantidad	Costo (S/)
Cemento	Bolsa	27.70	8.5	235	8.5	235
Arena	$\text{M}^3$	50.00	0.471	23.5	0.45	22
Piedra	$\text{M}^3$	90.00	0.65	58.5	0.65	58.5
Agua	$\text{M}^3$	1.0	0.207	0.27	0.207	0.27
Vidrio reciclado	KG	0	0	0	36,31	0
<b>Costo total por <math>\text{m}^3</math></b>				S/317.27		S/315.77

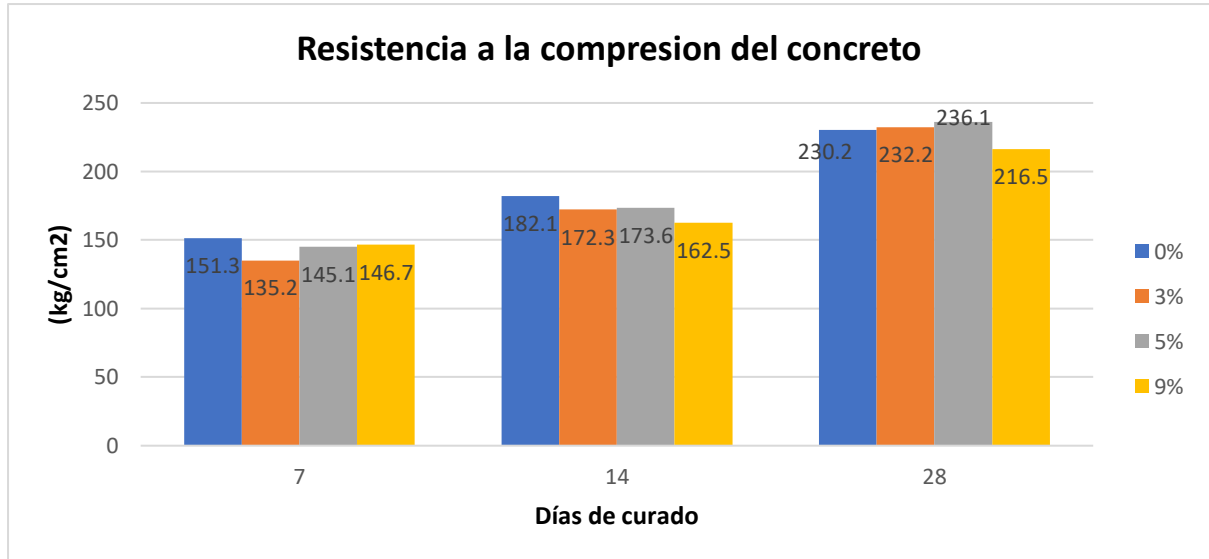
Nota: Archivo recuperado de los resultados del laboratorio, 2022.

**Interpretación:** En la tabla 10, puede observar que el concreto óptimo con adición de vidrio molido en un 5% al reemplazarse por el agregado fino obtuvo una disminución de S/1.5 soles con respecto al concreto patrón  $f'c = 210 \text{ g/cm}^2$  con un costo de S/317.27. Es decir, al agregar vidrio reciclado en un 5% a la mezcla de concreto hace que sea ligeramente menos costosa su fabricación, sin embargo es complicado recolectar las botellas de cerveza, ya que existen empresas y personas naturales que se dedican al negocio del reciclaje de este material, pero puede ser empleado bajo proyectos municipales para obras públicas de menor presupuesto pisos de parques, plazuelas de hormigón armado, donde el uso de hormigón con vidrio reciclado resultará muy rentable y preservará la contaminación ambiental generado por el sector construcción.

## Validación de hipótesis

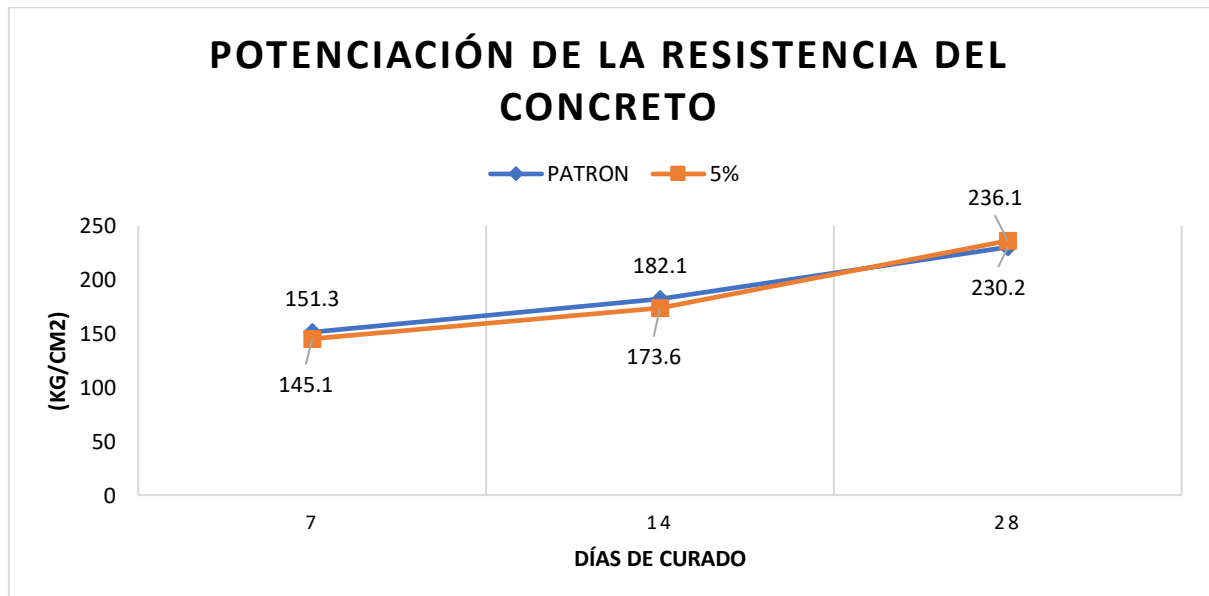
Los resultados y datos fueron adquiridos a través del Programa Excel, con el propósito de comprender, ordenar e interpretar los datos obtenidos en el laboratorio; se muestra las tabulaciones de los ensayos realizados:

**Figura 1:** Análisis comparativo entre las resistencias a la compresión del concreto patrón, concreto con adición de vidrio 3, 5 y 9% en los 7, 14 y 28 días de curado.



Nota: Administrado por programador Microsoft Excel de data del laboratorio, 2022.

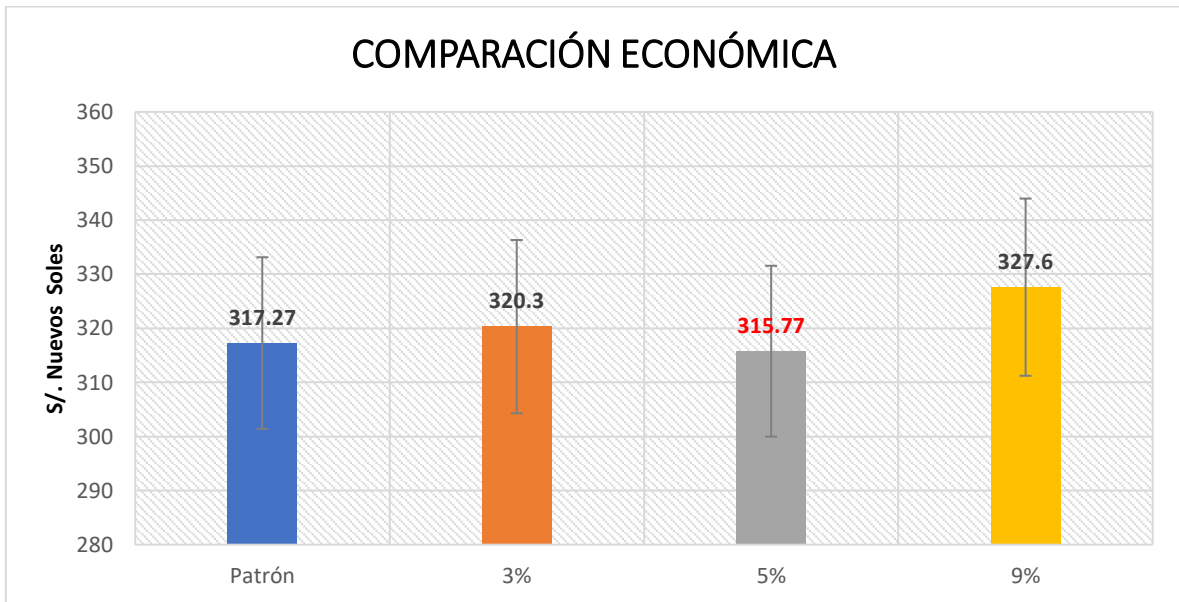
**Figura 2:** Análisis comparativo de la potenciación de la resistencia a la compresión del concreto patrón y concreto óptimo entre 7, 14 y 28 días.



Nota: Administrado por programador Microsoft Excel de data del laboratorio, 2022.

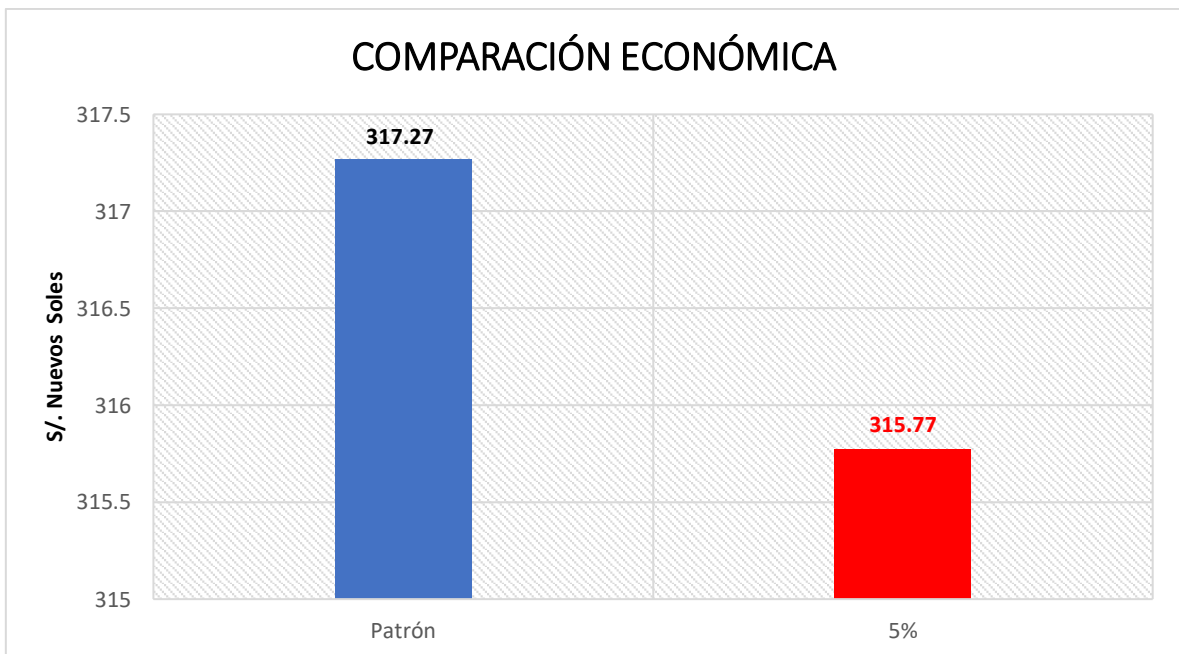


**Figura 3:** Análisis comparativo del costo del concreto patrón y concreto con adición de vidrio entre 3, 5 y 9%.



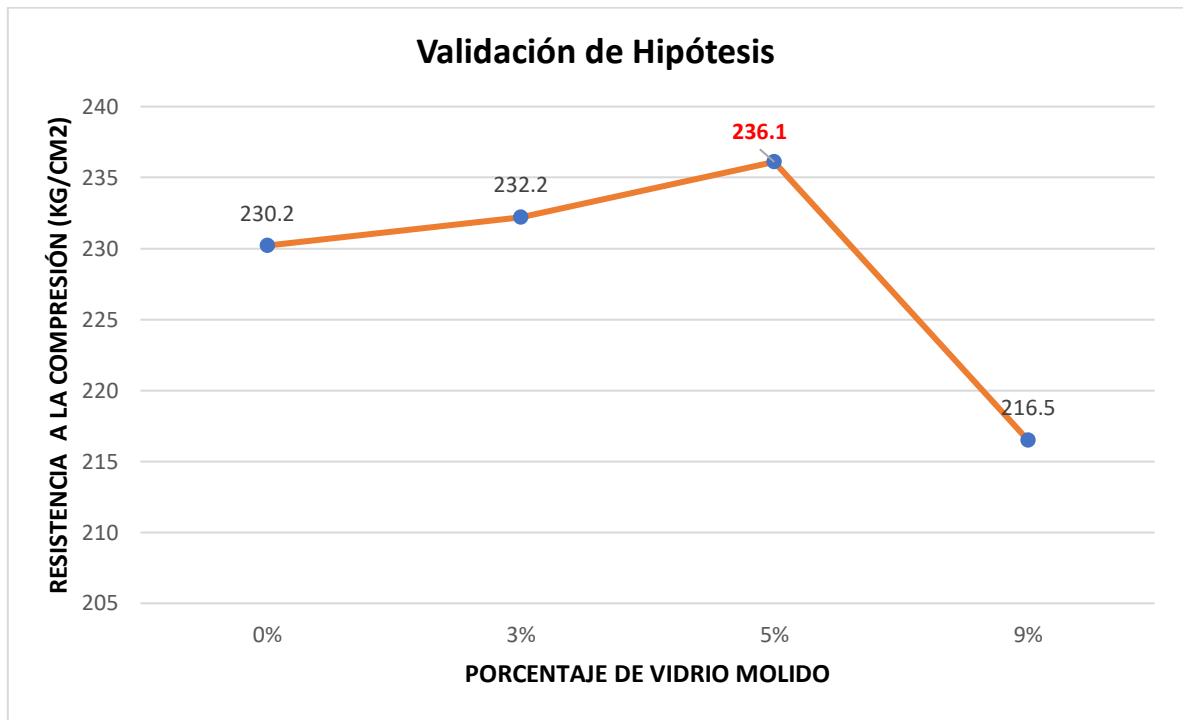
Nota: Administrado por programador Microsoft Excel de data del laboratorio, 2022.

**Figura 4:** Análisis comparativo económico entre el concreto patrón (0% adición de vidrio) y el concreto óptimo con adición (5% vidrio reciclado).



Nota: Administrado por programador Microsoft Excel de data del laboratorio, 2022.

**Figura 5:** Análisis de validación de la hipótesis a través programador Microsoft Excel del concreto en 28 días de curado, tanto el concreto patrón y con adición de vidrio molido reciclado entre 3, 5% y 9%.



Nota: Administrado por programador Microsoft Excel de data del laboratorio, 2022.

## V. DISCUSIÓN

La investigación se realizó en la ciudad de Tarapoto con el objetivo “determinar el diseño de un concreto simple al sustituir el agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de comprensión” con la finalidad que el vidrio se emplee como sustituto del agregado fino, donde pueda lograr una mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional y los otros porcentajes posiblemente estudiados, a pesar que el gobierno regional y municipios aledaños a la provincia de San Martín, no emplean dichos estudios para poder disminuir el incremento del impacto de la contaminación ambiental generado por el exceso de botellas de vidrios. Por esta razón, se pretendió estudiar los componentes químicos del vidrio molido, con el propósito de aprovechar esta materia prima que se encuentra en los botaderos municipales, lugares como discotecas, conciertos, etc. en la cual contribuirá directamente a la reducción del impacto ambiental en la comunidad sanmartinense. Llegando a responder los siguientes objetivos del estudio. Los hallazgos del primer objetivo específico mostraron propiedades físicas del vidrio molido presentó un aditivo con densidad  $2,04 \text{ g/cm}^3$ , con diámetro entre  $2,7 \text{ mm}$ , mientras su peso específico fue entre  $2.48 \text{ g/cm}^3$ , entre una resistencia a la tracción de  $324,5 \text{ MPa}$ , asimismo  $1\%$  de lajas, con la participación de permeabilidad entre  $\sim 6,10^{-2} \text{ cm/seg}$ . Mientras que sus propiedades mecánicas del vidrio descritas con un peso molecular entre  $60,1 \text{ SiO}_2$ ;  $101,93 \text{ Al}_2\text{O}_3$ ;  $159,7 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ ;  $56,05 \text{ CaO}$  y  $40,31 \text{ MgO}$ , por su parte presento una dilatación entre  $0,266 \text{ SiO}_2$ ;  $1,668$  de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $1,34$  de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $1,667 \text{ CaO}$  y  $0,034 \text{ MgO}$ , así como la tensión superficial entre  $326 \text{ SiO}_2$ ;  $597 \text{ Al}_2\text{O}_3$ ;  $500 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ ;  $491 \text{ CaO}$  y  $576 \text{ MgO}$ ; por su parte la densidad represento un  $0,453 \text{ SiO}_2$ ;  $0,38 \text{ Al}_2\text{O}_3$ ;  $0,16 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ ;  $0,176 \text{ CaO}$  y  $0,26 \text{ MgO}$ ; lo mismo se presentó un índice de refracción entre un  $1,457 \text{ SiO}_2$ ,  $1,52 \text{ Al}_2\text{O}_3$ ;  $1,876 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ ;  $1,786 \text{ CaO}$ ; y  $1,6 \text{ MgO}$ ; el módulo elástico estuvo entre  $6,9 \text{ SiO}_2$ ,  $11,3 \text{ Al}_2\text{O}_3$ ;  $5,2 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ ,  $11,16 \text{ CaO}$  y  $9,1 \text{ MgO}$ ; también se describieron la resistencia mecánica obtenida entre  $900 \text{ SiO}_2$ ;  $500 \text{ Al}_2\text{O}_3$ ,  $901 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ ,  $2001 \text{ CaO}$  y  $100 \text{ MgO}$ ; y compuesto por la viscosidad entre  $1860,9 \text{ SiO}_2$ ;  $695,8 \text{ Al}_2\text{O}_3$ ,  $-382,2 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ ;  $-1100,7 \text{ CaO}$  y  $-594,7 \text{ MgO}$ . De esta manera comparamos los estudios obtenidos por Krstic y Davalos (2019) quien afirma que el diseño y producción de mezclas de hormigón con puzolana de vidrio depende de sus propiedades físicas y

mecánicas donde puede seguir procedimientos estándar como para otros hormigones convencionales. Debido a su fuerte comportamiento cementoso, las mezclas y diseño alcanzaron mayores resistencias a la compresión temprana. En relación a la ecuación ACI para estimar la rigidez en función de la resistencia a la compresión, los valores para las tres mezclas con vidrio fueron 123% y 115% mayores a los 28 y 90 días, respectivamente. Lo mismo, corrobora Acuña y Flores (2021) quienes también menciona que las propiedades físicas del vidrio reciclado reflejan características como aditivo con densidad de  $2.05 \text{ g/cm}^3$ , diámetro de 2.8mm, donde su peso específico fue entre  $2.49\text{-}2.52 \text{ g/cm}^3$ , además su resistencia a la tensión de 325.00Mpa y su permeabilidad de  $\sim 6.10^{-2}$ , y propiedades químicas de peso molecular, dilatación, índice de refracción, tensión superficial y viscosidad del  $\text{SiO}_2$  entre 60.06, 0.267, 325, 1458 y 1860.85% respectivamente. En los hallazgos del segundo objetivo específico resaltó que las características del agregado fino fueron adquiridas de la arena gruesa de la cantera del Río Cumbaza, reflejando un módulo de firmeza entre 2,1% considerado apto según normativa vigente, mientras que su humedad natural presentó un 1,18%, con una absorción del 1,31, mientras su peso específico representó un  $2,641 \text{ gr/cm}^3$ , su unitario suelto mostró  $1.52 \text{ gr/cm}^3$ , en cambio su peso unitario compactado representó un  $1.67 \text{ gr/cm}^3$ . Por lo tanto, los resultados obtenidos en el laboratorio son óptimos para la elaboración de una mezcla de diseño de concreto. Mientras, el agregado grueso fue adquirido de grava proveniente de la cantera del Río Huallaga, donde la piedra chancada obtuvo un tamaño máximo entre 1" pulg, compuesta por humedad natural entre un 0.22%, mientras presentó una absorción entre el 0.62%, pero con un peso específico representó un  $2,67 \text{ gr/cm}^3$ , su unitario suelto mostró  $1.51 \text{ gr/cm}^3$ , en cambio su peso unitario compactado representó un  $1.61 \text{ gr/cm}^3$ . Donde también, estos resultados obtenidos en el laboratorio son óptimos para la elaboración de una mezcla de diseño de concreto. Según Chávez, A. (2019) afirma que efectivamente el diseño con mayor optimización fue con vidrio al 60% de malla N°8, reemplazando ese tamaño y al igual que el porcentaje de agregado fino, ya que el autor menciona que un valor de resistividad media entre 7 días de  $205 \text{ kg/cm}^2$  y entre 28 días, con una resistencia media posible de  $209 \text{ kg/cm}^2$ , se origina cuanto mayor sea el porcentaje de vidrio en el agregado de malla de tamaño N°8 que reemplace el agregado fino, mejores serán los resultados de resistencia a la compresión.

Confirmando que dependerá de las características de estos componentes para el diseño adecuado del concreto. En los hallazgos del tercer objetivo específico resaltó que para ejecutar el diseño de mezcla del concreto mostró ligeros resultados a favor en las tres pruebas, donde el 3% vidrio reciclado entre los 28 días reflejó un incremento a la resistencia de  $232.2 \text{ Kg/cm}^2$ , mientras un 5% vidrio reciclado entre los 28 días mostró un  $236,1 \text{ Kg/cm}^2$  observándose variaciones en su comportamiento, donde al aumentar el vidrio molido reciclado en 9% entre los 28 días presentó un  $216.5 \text{ Kg/cm}^2$  el cual reduce su resistencia. Por lo tanto, se puede concluir que el hormigón armado con adición entre el 5% de vidrio molido fue el diseño óptimo, ya que cumple la resistencia para la que fue diseñado. El autor Poma (2020) afirma que el vidrio de sodio-calcio se puede reutilizar, ya que ofrece un beneficio increíble al mezclarlo con cemento, arena, desechos y agua, lo que genera un hormigón con mayor resistencia a la compresión y menor absorción; pero cuando se endurece.

En los hallazgos del cuarto objetivo específico resaltó que la configuración del diseño con adición de vidrio molido entre un 5% al sustituir el agregado fino fue un diseño óptimo, logrando la resistencia de  $f'.c = 236,1 \text{ Kg/cm}^2$  entre los 28 días, además su dosificación óptima para un  $\text{m}^3$  de hormigón se muestra con 360 kg de cemento 689,03 kg de arena, 1048,5 kg de piedra, 201,3 L de agua y con adición de vidrio molido entre 36,31 kg. Lo que Castre y López (2021) describen que el concreto con vidrio sódico cálcico del 20% puede ser una alternativa al agregado fino, ya que genera un concreto que optimiza su resistencia a la compresión. En los estudios de Quispe & Zarate (2020) demuestran lo contrario que la incorporación del vidrio triturado en la resistencia del hormigón, ayuda a reforzar la correcta dosificación, aportando las mismas ventajas y propiedades que los áridos finos tradicionales utilizados en el proceso de preparación del hormigón. Pero en los hormigones con adición de 20% y 30% de vidrio molido en lugar de agregados finos, ya que este autor afirma que son los hormigones que mejores resultados dan, superando en resistencia al hormigón convencional incluyendo el 40% vidrio molido; además afirma que el hormigón con 0% de vidrio molido proporciona la misma resistencia que el hormigón normal. En los hallazgos del quinto objetivo específico resaltó que el concreto óptimo con adición de vidrio molido en un 5% al reemplazarse por el agregado fino obtuvo una disminución de S/1.5 soles con

respecto al concreto patrón  $f'c = 210 \text{ g/cm}^2$  con un costo de S/317.27. Es decir, al agregar vidrio reciclado en un 5% a la mezcla de concreto hace que sea ligeramente menos costosa su fabricación, sin embargo es complicado recolectar las botellas de cerveza, ya que existen empresas y personas naturales que se dedican al negocio del reciclaje de este material, pero puede ser empleado bajo proyectos municipales para obras públicas de menor presupuesto pisos de parques, plazuelas de hormigón armado, donde el uso de hormigón con vidrio reciclado resultará muy rentable y preservará la contaminación ambiental generado por el sector construcción. Donde los autores Coronado y Zevallos (2020) también afirman que el efecto del costo en la resistencia de la compresión del diseño del concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  depende de la combinación del hormigón con la fibra de vidrio en porcentajes entre un 0,025%, 0,075% y 0,125% donde aumenta la resistencia a compresión en un 6,65%, 2,31% y 1,26% respectivamente, gracias a la mejora de la resistencia a su compresión, la variación de su presupuesto es similar que al agregado natural.

## **VI.CONCLUSIONES**

- 6.1.** Concluye que las propiedades físicas del vidrio molido presentaron un aditivo con densidad  $2,04 \text{ g/cm}^3$ , con diámetro entre 2,7 mm, mientras su peso específico fue entre  $2.48 \text{ g/cm}^3$ , entre una resistencia a la tracción de 324,5 MPa, asimismo 1% de lajas, con la participación de permeabilidad entre  $\sim 6,10^{-2} \text{ cm/seg}$ .
- 6.2.** Concluye que las características del agregado fino fueron adquiridas de la arena gruesa de la cantera del Río Cumbaza, reflejando un módulo de firmeza entre 2,1% considerado apto según normativa vigente, mientras que su humedad natural presentó un 1,18%, con una absorción del 1,31, mientras su peso específico representó un  $2,641 \text{ gr/cm}^3$ , su unitario suelto mostró  $1.52 \text{ gr/cm}^3$ , en cambio su peso unitario compactado representó un  $1.67 \text{ gr/cm}^3$ . Por lo tanto, los resultados obtenidos en el laboratorio son óptimos para la elaboración de una mezcla de diseño de concreto. Mientras, el agregado grueso fue adquirido de grava proveniente de la cantera del Río Cumbaza, donde la piedra chancada obtuvo un tamaño máximo entre 1" pulg, compuesta por humedad natural entre un 0.22%, mientras presentó una absorción entre el 0.62%, pero con un peso específico representó un  $2,67 \text{ gr/cm}^3$ , su unitario suelto mostró  $1.51 \text{ gr/cm}^3$ , en cambio su peso unitario compactado representó un  $1.61 \text{ gr/cm}^3$ . Donde también, estos resultados obtenidos en el laboratorio son óptimos para la elaboración de una mezcla de diseño de concreto.
- 6.3.** Concluye que el diseño de mezcla del concreto mostró ligeros resultados a favor en las tres pruebas, donde el 3% vidrio reciclado entre los 28 días reflejó un incremento a la resistencia de  $232.2 \text{ Kg/cm}^2$ , mientras un 5% vidrio reciclado entre los 28 días mostró un  $236,1 \text{ Kg/cm}^2$  observándose variaciones en su comportamiento, donde al aumentar el vidrio molido reciclado en 9% entre los 28 días presentó un  $216.5 \text{ Kg/cm}^2$  el cual reduce su resistencia. Por lo tanto, se puede resaltar que el hormigón armado con adición entre el 5% de vidrio molido fue el diseño óptimo, ya que cumple la resistencia para la que fue diseñado.

**6.4.** Concluye que la configuración del diseño con adición de vidrio molido entre un 5% al sustituir el agregado fino fue un diseño óptimo, logrando la resistencia de  $f'c = 236,1 \text{ Kg/cm}^2$  entre los 28 días, además su dosificación óptima para un  $\text{m}^3$  de hormigón se muestra con 360 kg de cemento 689,03 kg de arena, 1048,5 kg de piedra, 201,3 L de agua y con adición de vidrio molido entre 36,31 kg.

**6.5.** Concluye que el concreto óptimo con adición de vidrio molido en un 5% al reemplazarse por el agregado fino obtuvo una disminución de S/1.5 soles con respecto al concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con un costo de S/317.27. Es decir, al agregar vidrio reciclado en un 5% a la mezcla de concreto hace que sea ligeramente menos costosa su fabricación, sin embargo es complicado recolectar las botellas de cerveza, ya que existen empresas y personas naturales que se dedican al negocio del reciclaje de este material, pero puede ser empleado bajo proyectos municipales para obras públicas de menor presupuesto pisos de parques, plazuelas de hormigón armado, donde el uso de hormigón con vidrio reciclado resultará muy rentable y preservará la contaminación ambiental generado por el sector construcción.



## **VII. RECOMENDACIONES**

- 7.1.** Recomendamos a otros investigadores realizar estudios con vidrio templado reciclado debido que su composición en su densidad y peso específico de sus propiedades físicas, química y mecánica puede ser mejor que los vidrios reciclados como botellas, lámparas o ventanas al tener una estructura delgada.
  
- 7.2.** Se recomienda que en posteriores análisis de investigación se tenga en cuenta la importancia de las leyes aplicadas en los ensayos correspondientes, enfatizando que el uso de canteras es primordial y su procedencia debe ser de fuentes confiables, además de contener con un historial de investigación, proyectos de construcción, diseño específico, ya que justificarán más investigaciones en el futuro.
  
- 7.3.** Recomendamos, con base en este estudio, usar vidrio reciclado como aditivo, pero con polvo de carbón, ya que se ha demostrado en diversas investigaciones en revistas indexadas que aumenta la resistencia a la compresión del concreto estándar cuando se agrega estos dos aditivos.
  
- 7.4.** Se recomienda utilizar un 6%,8% y 9% de vidrio reciclado, ya que con el 5% fue óptimo su diseño logrando una resistencia a la compresión promedio de 236,1 kg/cm<sup>2</sup>, ya que en otros estudios identificados en esta investigación tienen mayores resultados por el incremento de los aditivos de vidrio reciclado, sabiendo, que el uso este aditivo ayuda a evitar la extracción de materias primas como arena de las diversas canteras naturales, piedra caliza, lo que hace que el vidrio 100% reciclado tenga una vida útil infinita.
  
- 7.5.** Se recomienda emplear el vidrio reciclado para el diseño de una mezcla, ya que, según nuestra investigación, entre el concreto de alta resistencia y el concreto con adición de vidrio reciclado, existe una diferencia, demostrando que a mayor resistencia a la compresión del concreto aumenta.

## REFERENCIAS

- Acuña Cárdenas, et al. (2021). Evaluación del concreto de alta resistencia con aplicaciones de vidrio reciclado para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto–2021. *Repositorio Institucional- UCV*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66752>.
- Castañeda Vergara, et. al (2020). Innovador panel de hormigón reforzado con fibra de vidrio (GRC) de forma libre. *Revista De La Construcción*, 16 (3), 479–488.  
<https://doi.org/10.7764/RDLC.16.3.479>.
- Ali, S., et al. (2020). Influence of Polypropylene and Glass Fibers on Alkali-Activated Slag/Fly Ash Concrete. *ACI Structural Journal*, 117(4), 183-192.  
<https://doi.org/10.14359/51723509>
- Bazán Alcántara, et al. (2018). Comportamiento mecánico del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018. *Universidad César Vallejo*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31624>.
- Bueno, E. T., Paris, et al. (2020). A review of ground waste glass as a supplementary cementitious material: A focus on alkali-silica reaction. *Journal of Cleaner Production*, 257. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120180>
- Castre Orbe, et al. (2021). Optimización de una mezcla de concreto simple utilizando vidrio sódico-cálcico triturado para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto-2021. *Repositório Institucional - UCV*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67351>
- Chávez Silva, A. F. (2019). Influencia del tamaño de vidrio molido en la resistencia a compresión del concreto, Trujillo 2019. *Universidad Privada del Norte; Repositorio Institucional - UPN*.

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.6F5F9E9E&lang=es&site=eds-live>

Codina Rodríguez, R. (2018). Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado. *Universidad San Pedro; Repositorio Institucional - USP*. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.9246413D&lang=es&site=eds-live>

Columbié-Lamorú, L. et al. (2020). Evaluación del uso de vidrio reciclado en la producción de hormigones cubanos. *Minería y Geología*, 36(2), 218-233. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1993-80122020000200218&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1993-80122020000200218&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Concrete Products (Ed.). (2021). Ground glass pozzolan positively premiers. *Concrete Products*, 74(5), 46-47. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=b9h&AN=150179894&lang=es&site=eds-live>

Coronado Guevara, J., et al. (2020). Efecto del costo y la resistencia en el diseño del concreto de  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la introducción de fibra de vidrio en la ciudad de Tarapoto. *Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto*. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3801>

Da Paz, L. A. F., et al. (2019). Reuse of glass in concrete: A study of the production and mechanical performance of resistance: Reutilização do vidro no concreto: um estudo da produção e do desempenho mecânico da resistência. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 23(1), 1-10. <https://doi.org/10.5902/2236117036187>

Decreto Supremo que aprueba la ampliación de la Fase 4 de la Reanudación de Actividades Económicas dentro del marco de la declaratoria de Emergencia Sanitaria Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la

Nación a consecuencia de la Covid-19-Decreto Supremo-N°187-2020-Pcm,  
N.º Decreto Supremo N°187-2020-PCM (2020).  
[http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-  
aprueba-la-ampliacion-de-la-fase-4-de-la-decreto-supremo-n-187-2020-  
pcm-1909549-2/](http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-ampliacion-de-la-fase-4-de-la-decreto-supremo-n-187-2020-pcm-1909549-2/)

Dhanabal, P., et al. (2021). Estudio sobre las propiedades del hormigón con residuos electrónicos. *Revista ingeniería de construcción*, 36(1), 48-58. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732021000100048>

Díaz, I., Larrúa, et al. (2021). Métodos simplificados para la determinación del cortante resistente en vigas de hormigón armado con polímeros reforzados con fibras en situación de incendio. *Revista ingeniería de construcción*, 36(1), 97-106. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732021000100097>

Díaz Pérez, I. del C., et al. (2021). Diseño de tanques de hormigón armado con barras de polímero reforzado con fibras de vidrio. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 42(2), 3-13. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1680-  
03382021000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1680-03382021000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Ferreyro, A., et al. (2014). *Metodología de la investigación* (Número 2). Encuentro Grupo Editor. [http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=847674  
&lang=es&site=eds-live](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=847674&lang=es&site=eds-live)

FocusEconomics. (2021). *Major Economies*. FocusEconomics | Economic Forecasts from the World's Leading Economists. [https://www.focus-  
economics.com/online-store/products/annual-subscription/major-economies](https://www.focus-economics.com/online-store/products/annual-subscription/major-economies)

Hassanein, A., et al. (2019). Modeling of Hysteretic Response for Concrete Shear Walls Reinforced with Glass Fiber-Reinforced Polymer Bars. *ACI Structural Journal*, 116(6), 17-29. <https://doi.org/10.14359/51716798>

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2.<sup>a</sup> ed., Vol. 11). RUDICS. <http://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Huang, Q., et al. (2019). Analysis of Administrative Management and Operation Cost in China's Maritime Shipping Market. *Journal of Coastal Research*, 94, 398-405. <https://doi.org/10.2112/SI94-080.1>
- Ilhwan You, et al. (2019). Durability of Concrete Containing Liquid Crystal Display Glass Powder for Pavement. *ACI Materials Journal*, 116(6), 87-94. <https://doi.org/10.14359/51716814>
- Krstic, M., et al. (2019). Field Application of Recycled Glass Pozzolan for Concrete. *ACI Materials Journal*, 116(4), 123-131. <https://doi.org/10.14359/51716716>
- Macário, T. R. L., et al. (2021). Evaluación del Protocolo de Limpieza del Conducto Radicular sobre la Resistencia de la Unión de Postes de Fibra de Vidrio. *International journal of odontostomatology*, 15(2), 427-433. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2021000200427>
- Ministerio del Ambiente. (2020). *En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables*. Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/>
- Morales, A., & Morales, A. (2020). Método directo de diseño basado en desplazamientos (DDBD) aplicado a sistemas mixtos de hormigón armado. *Obras y proyectos*, 28, 45-57. <https://doi.org/10.4067/S0718-28132020000200045>
- Music Tomicic, J. A., et al. (2021). Characterization of High-Rise Reinforced Concrete Buildings Located in Antofagasta, Chile, by Means of Structural

Indexes. *Ingeniería e Investigación*, 41(3).  
<https://doi.org/10.15446/ing.investig.v41n3.90430>

Nguyen, C. T., et al. (2021). Evaluación del riesgo de fisuración temprana en zapatas de hormigón de masa de concreto bajo diferentes condiciones de colocación. *Revista ingeniería de construcción*, 36(1), 5-13.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-50732021000100005>

Núñez Martínez, V. R., & et al. (2019). Diseño De Mezcla Con El Método Modelo De Empaquetamiento Compresible Y Uso Del Vidrio Molido En Concreto De Alta Resistencia, Huancavelica. *Repositorio Institucional - UNH; Universidad Nacional de Huancavelica*.  
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.7B09073D&lang=es&site=eds-live>

Ochoa Tapia, L. M. (2018). Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos. *Repositorio Institucional - USS; Repositorio Institucional USS*.  
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.DC8CCCE&lang=es&site=eds-live>

Paredes Bendezú, A. (2019). Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio reciclado molido. *Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto*. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3339>

Pérez Oyarzún, F., et al. (2021). CIMENTANDO EL CENTENARIO: EL HORMIGÓN EN TRES EDIFICIOS DE SANTIAGO DE CHILE A COMIENZOS DEL SIGLO XX. *Atenea (Concepción)*, 523, 39-61.  
<https://doi.org/10.29393/atat523-409fpcc40409>

- Pichór, W., et al. (2019). Lightweight Cement Mortars with Granulated Foam Glass and Waste Perlite Addition. *Advances in Civil Engineering*, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2019/1705490>
- Poma Ariza, J. A. (2020). Análisis y diseño para la elaboración de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando vidrio reciclado molido como agregado fino según la Norma ACI 211. Lima 2019. *Universidad Privada del Norte; Repositorio Institucional* - *UPN*. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.BD2CE843&lang=es&site=eds-live>
- Quispe Grajeda, N., & Zarate Dueñas, F. J. (2020). Análisis de la variación en el comportamiento del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de vidrio molido. *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; Repositorio Institucional* - *UNSAAC*. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.C4A0E4F4&lang=es&site=eds-live>
- Rashidian-Dezfouli, H., et al (2018). Efficiency of Ground Glass Fiber as a cementitious material, in mitigation of alkali-silica reaction of glass aggregates in mortars and concrete. *Journal of Building Engineering*, 15, 171-180. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2017.11.018>
- Reyes, O., Díaz, I. et al. (2021). Losa curva de hormigón armado para Centro de Convenciones. *Obras y proyectos*, 29, 42-53. <https://doi.org/10.4067/S0718-28132021000100042>
- Rivera Bernales, A. D. (2018). Diseño del concreto de  $F'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con vidrio molido (sódico cálcico) como reemplazo del agregado fino, para mejorar la resistencia a la compresión. *Repositorio Institucional - UCV; Universidad César Vallejo*. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.66ADFCF4&lang=es&site=eds-live>

- Rubina, V., Morales, A., Rubina, V., & Morales, A. (2021). Desplazamiento de fluencia de muros esbeltos de hormigón armado como función de las características de la demanda sísmica. *Obras y proyectos*, 29, 31-41. <https://doi.org/10.4067/S0718-28132021000100031>
- Sánchez-Montiel, L., et al. (2008). Gametofitos y esporofitos jóvenes de dos pteridofitas: *Asplenium monanthes* L. (Aspleniaceae-Pteridophyta) y *Elaphoglossum minutum* (Pohl ex Fée) T. Moore (Lomariopsidaceae-Pteridophyta). *Polibotánica*, 25, 29-43. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1405-27682008000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-27682008000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Santillán Vega, I., & Vela, L. M. (2019). Determinación de las propiedades del bloque de concreto con incorporación de vidrio reciclado en la resistencia a la compresión, Rioja 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51613>
- Serudin, A. M., et al. (2021). Efecto del Confinamiento del Hormigón Ligero Espumado con Malla de Fibra de Vidrio Tejida Sobre su Contracción de Secado. *Revista ingeniería de construcción*, 36(1), 21-28. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732021000100021>
- Trezza, M. A., & Rahhal, V. F. (2018). Comportamiento del residuo de vidrio molido en cementos mezcla: Estudio comparativo con microsilice. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 23. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620170001.0311>
- Valderrama-Ulloa, C., et al. (2021). Solerillas de hormigón y plástico reciclado para la conformación de jardineras: Hacia un producto más sustentable. *Información tecnológica*, 32(2), 119-130. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000200119>
- Vijayan, D. S., et al. (2021). Experimental Investigation on the Ecofriendly External Wrapping of Glass Fiber Reinforced Polymer in Concrete Columns.



*Advances in Materials Science & Engineering*, 1-12.  
<https://doi.org/10.1155/2021/2909033>

Zavala-Alonso, V., et al. (2021). Efecto de La Fecha de Vencimiento sobre las Propiedades Mecánicas y Químicas de los Cementos de Ionómero de Vidrio. *International journal of odontostomatology*, 15(2), 513-519.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-381X2021000200513>

Zidol, A., Tognonvi, M. T., & et al. (2021). Concrete Incorporating Glass Powder in Aggressive Environments. *ACI Materials Journal*, 118(2), 43-51.  
<https://doi.org/10.14359/51729326>

# **Anexos**

**ANEXO 01: Matriz de operacionalización de variables**

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Vidrio molido (sódico cálcico)	Para Catalan (2013), el vidrio (sódico cálcico) es un material que no produce contaminación en los mismos contenidos, debido a su composición química. Es por ello, que cuenta con una apariencia generalmente transparente. Así mismo, son estables e inherentes y resisten a la acción de los reactivos químicos. Por último, en las propiedades mecánicas tienen una resistencia a la compresión (10.000 Kg/cm <sup>2</sup> ), también tiene resistencia a la abrasión, dureza y baja resistencia a la tensión” (p.23).	Para poder obtener el material en este estudio, se tendrá que recolectar vidrio reciclado, posteriormente de su proceso de molido; está compuesto químicamente por aproximadamente entre un 70% a 75% de óxido de silicio, aproximadamente entre un 12% a 18% de óxido de sodio, aproximadamente entre un 0% a 4% de óxido de magnesio, alrededor de entre un 0% a 1% de óxido de potasio, cerca de un 5% al 14% de óxido de calcio y alrededor de un 0,5% al 3% de óxido de aluminio. Mientras tanto, se aplicará al agregado fino para reemplazar el vidrio molido y así crear un concreto simple.	Composición Química	Óxido de sílice Óxido de sodio Óxido de potasio Óxido de calcio Óxido de aluminio Óxido de magnesio	Razón
			Dosificación	3% de vidrio molido 5% de vidrio molido 9% de vidrio molido	
Resistencia a la compresión del diseño de concreto F’c=210Kg/cm <sup>2</sup>	Según Puchuri A. (2010), “para un diseño de mezclas existe una dosificación, asimismo se diseña la mezcla para un estado fresco como endurecido, donde se realiza una proporción de los materiales que se utiliza para la elaboración del concreto, estos materiales son el cemento, el agregado grueso, el agregado fino y por último el agua, tomado en cuenta en peso y volumen” (p. 29).	Para poder diseñar la mezcla de un concreto tradicional en comparación a un concreto con sustitución de agregado fino por vidrio molido reciclado, llegando a obtener un F’c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días, para un concreto armado en elementos estructural, dándole uso al procedimiento del método ACI, además para la obtención de datos se va a realizar ensayos al concreto en estado endurecido.	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión entre 0%,3%,5% y 9%	Razón
				Resistencia a la Flexión	
			Comparación de costos entre concreto convencional y uno reforzado con vidrio molido.	Metrados y Costo unitario.	

**ANEXO 02: Matriz de consistencia**

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p><b>Problema general</b>                      ¿En qué medida el diseño del concreto simple con sustitución del agregado fino por vidrio molido nos permitirá mejorar la resistencia de compresión, Tarapoto 2021?,</p> <p><b>Problemas específicos:</b>                      ¿Cuáles son las características físicas de los componentes que integran la mezcla del concreto simple, Tarapoto – 2021?; ¿Cuál es la características del vidrio molido el cual va sustituir el agregado fino correspondiente a la cantera del Río Cumbaza, en el diseño de mezcla del concreto simple, Tarapoto – 2021?; ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto simple al sustituir el agregado fino por vidrio molido en porcentajes del 0%, 3%, 5% y 9%, Tarapoto – 2021?; ¿Cuál es el diseño óptimo del concreto simple al sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza, por vidrio molido, Tarapoto – 2021?; ¿Cuál es la diferencia de costos del concreto patrón versus el concreto optimizado, Tarapoto – 2021?.Cuál es la diferencia de costos del concreto patrón versus el concreto optimizado, Tarapoto – 2021?.</p>	<p><b>Objetivo general</b>                      Determinar el diseño de un concreto simple al sustituir el agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de compresión, Tarapoto 2021.</p> <p><b>Objetivos específicos</b>                      Determinar las características físicas de los componentes que integran la mezcla de concreto simple, Tarapoto – 2021; Determinar las características del vidrio molido el cual va sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza en el diseño del concreto simple, Tarapoto – 2021; Determinar la resistencia a compresión del concreto simple al sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza por vidrio molido en porcentajes del 0%, 3%, 5% y 9%, Tarapoto – 2021; Determinar el diseño óptimo del concreto simple al sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza por vidrio molido; Determinar la diferencia de costos del concreto patrón versus el concreto optimizado, Tarapoto – 2021.</p>	<p>Hipótesis general                      Hi: Al sustituir el agregado fino por el vidrio molido en un 9% permitió mejorar la resistencia de compresión del diseño del concreto simple, Tarapoto 2021.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b>                      H<sub>1</sub> El análisis de las propiedades físicas y químicas del vidrio reciclado nos permitió mejorar la compresión del concreto de alta resistencia.                      H<sub>2</sub>: El análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la mezcla del concreto simple, nos permitirá mejorar la resistencia a compresión.                      H<sub>3</sub>: El análisis comparativo del concreto de alta resistencia y del concreto con aplicación de vidrio reciclado al 0%, 3%,5% y 9%, como reemplazo del agregado fino nos permitirá conocer más adecuadamente el comportamiento de este aditivo.                      H<sub>4</sub>: El porcentaje óptimo del vidrio reciclado nos permitirá conocer el grado de utilidad de la investigación,                      H<sub>5</sub>: El costo del concreto patrón tendrá mayor precio económico versus el concreto optimizado con adición de vidrio reciclado.</p>	<p><b>Técnica</b>                      Observación: Consiste en prestar atención a los sucesos con el objeto de registrarlos para posteriormente someterlos a un procedimiento de análisis. Para el caso en estudio, la toma de datos se llevará a cabo en un laboratorio, efectuando los procedimientos establecidos en la normativa aplicable y registrando lo que se observe como resultado de esos procesos.</p> <p><b>Instrumentos</b>                      Ficha técnica: Instrumento para la recopilación de información por medio de la contemplación, que concede detallar las características al llegar a ser determinadas en un periodo real.</p>

Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones	Protocolo: Reside en la elaboración										
<p>Enfoque cuantitativo, Tipo de investigación aplicado, Diseño experimental, pre experimental, de corte longitudinal.</p> <div data-bbox="257 368 663 472" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Causa – Variable Independiente Vidrio molido X</p> </td> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Efecto – Variable Dependiente Resistencia a la Compresión del Concreto Simple Y</p> </td> </tr> </table> </div> <p>GE: Grupo experimental con adición de vidrio sódico-cálcico triturado  GC: Grupo de control (mezcla de concreto simple sin adición de vidrio molido sódico-cálcico triturado)  X1: (mezcla de concreto simple con adición al 3% vidrio sódico-cálcico molido)  X2: (mezcla de concreto simple con adición al 5% vidrio sódico-cálcico molido)  X3: (mezcla de concreto simple con adición al 9% vidrio sódico-cálcico molido)  O1, O2, O3: Observación (7 días, 14 días y 28 días)</p>	<p style="text-align: center;">Causa – Variable Independiente Vidrio molido X</p>	<p style="text-align: center;">Efecto – Variable Dependiente Resistencia a la Compresión del Concreto Simple Y</p>	<p>Población: La distribución de la población estará sujeta al hormigón normal de <math>f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2</math> en el que, se incorporará vidrio molido de tipo sodio-calcio.</p> <p>Muestra: Su muestra estará compuesta por 24 muestras (probetas), distribuidas por 24 especímenes en su resistencia a la compresión, además, se elaborará su compresión en 3 probetas patrón, además de 3 probetas con vidrio molido compuesto por sódico cálcico, con distribuciones en 15cm x 30cm en 9 probetas por cada diseño mencionado. Mientras, su curado contará con la variación entre 7 días, 14 días y 28 días para cada muestra en estudio, tomándose en base a la norma NTP 339.034. Se detallarán en las siguientes tablas:</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Variables</th> <th style="width: 50%;">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Vidrio molido</td> <td style="text-align: center;">Composición Química</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Dosificación</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Diseño de concreto</td> <td style="text-align: center;">Resistencia a la Compresión</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Comparación de costos</td> </tr> </tbody> </table>	Variables	Dimensiones	Vidrio molido	Composición Química	Dosificación	Diseño de concreto	Resistencia a la Compresión	Comparación de costos	<p>Protocolo: Reside en la elaboración</p>
<p style="text-align: center;">Causa – Variable Independiente Vidrio molido X</p>	<p style="text-align: center;">Efecto – Variable Dependiente Resistencia a la Compresión del Concreto Simple Y</p>												
Variables	Dimensiones												
Vidrio molido	Composición Química												
	Dosificación												
Diseño de concreto	Resistencia a la Compresión												
	Comparación de costos												

### ANEXO 03: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

<b>Técnica</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Fuente</b>
Ensayo de granulometría (agregado fino)	Ficha de registro	NTP 400.012 ASTM C136
Ensayo del contenido de humedad (agregado fino)	Ficha de registro	NTP 339.185 ASTM C566
Ensayo del peso específico y absorción (agregado fino)	Ficha de registro	NTP 400.022 ASTM 128
Ensayo del peso unitario (agregado fino)	Ficha de registro	NTP 400.017 ASTM C29
Ensayo de resistencia a compresión (probetas de concreto).	Ficha de registro y Equipos calibrados.	NTP 339.034 ASTM C39

Fuente: elaboración propia de los tesisistas.

**ANEXO 04:** Informe técnico de ensayos de laboratorio



**INFORME TECNICO**

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**  
 **$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**



**PROYECTO**

**“DISEÑO DEL CONCRETO SIMPLE, CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO PARA MEJORAR SU RESISTENCIA DE COMPRESIÓN, TARAPOTO 2021”**

**SOLICITANTE**

**INGAROCA FASANANDO, CRISTIAN RAÚL, YOPLAC MUÑOZ, NEMECIO**

**JUNIO 2022**

Tabla N° 01 ENSAYOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO

ENSAYO	NORMA	NTP
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS	ASTM C 127-128	400.022
ANALISIS GRANLOMETRICO	ASTM C 33-83	400.012
PESO UNITARIOS DE AGREGADOS	ASTM C 29	400.017
DISEÑO DE MEZCLAS	ACI 211	-
PRUEBA DE COMPRESION	C-39	339.034

### 3. MATERIALES

#### CEMENTO

El cemento empleado para la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de las especificaciones ITINTEC para cementos.

El cemento utilizado para los diseños de mezcla del proyecto es del tipo Cemento Portland Tipo I. Se puede utilizar en obras de concreto simple, concreto armado en general, pavimentos y cimentaciones, mortero, especialmente para tarrajeo y asentado de unidades de albañilería.

#### AGUA DE MEZCLA

El agua que será empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de **preferencia potable**.

La Norma Peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:



geogreen  
TECNOLOGÍA EN ESTUDIO tec  
Ing. Augusto Sánchez Ramírez  
CIP. 130006  
GERENTE DE OPERACIONES



DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión(residuo)	5,000 ppm Máximo
Materia Orgánica	3 ppm Máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1,000 ppm Máximo
Sulfatos ( ión SO <sub>4</sub> )	600 ppm Máximo
Cloruros ( ión Cl <sup>-</sup> )	1,000 ppm Máximo
pH	5 a 8 Máximo

Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088

**El agua a utilizarse en la preparación de los concretos proviene de las fuentes de agua potable del mismo distrito.**

#### AGREGADOS PARA EL CONCRETO

Los agregados finos y grueso según la norma ASTM C-33, Y NTP 400.037 deberán cumplir con las *GRADACIONES* establecidas en la NTP 400.012, respectivamente.

#### Agregado fino (Arena)

Tamiz	% Pasa por los tamices normalizados
	C
9.5 mm ( 3/8" )	100
4.75 mm ( N°4 )	95 – 100
2.38 mm ( N°8 )	80 – 100
1.20 mm ( N° 16 )	50 – 85
0.60 mm ( N° 30 )	25 – 60
0.30 mm ( N° 50 )	10 – 30
0.15 mm ( N° 100 )	2 – 10

### Agregado grueso (Piedra)

Para obtener un buen agregado grueso y que cumplan con las características físicas y el uso granulométrico se realizó, la mezcla de 100% de Agregado Grueso de tamaño máximo nominal 1".

Tamaño Nominal	% Pasa por los tamices normalizados												
	100mm (4")	90mm (3 5/8")	75mm (3")	63mm (2 1/2")	50mm (2")	37.5mm (1 1/2")	25mm (1")	19mm (3/4")	12.5mm (1/2")	9.5mm (3/8")	4.75mm (Nº4)	2.36mm (Nº8)	1.18mm (Nº16)
90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	--	25 a 60	--	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--
63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--
50 mm a 25 mm (2" a 1")	--	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--
50 mm a 4.75 mm (2" a Nº4)	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	--	0 a 5	--	--
37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--
37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a Nº4)	--	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	0 a 5	--	--
25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--	--	--
25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	--	--
25 mm a 4.75 mm (1" a Nº4)	--	--	--	--	--	100	95 a 100	--	25 a 65	--	0 a 10	0 a 5	--
19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	--	--	--
19 mm a 4.75 mm (3/4" a Nº4)	--	--	--	--	--	100	90 a 100	--	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--	--
12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a Nº4)	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	--	--
9.5 mm a 2.36 mm (3/8" a Nº8)	--	--	--	--	--	--	--	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	--

**Nota:** Se permite el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concretos con la calidad requerida.

### Vidrio molido (el cual va sustituir el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza en el diseño del concreto simple)

las propiedades mecánicas del vidrio descritas con un peso molecular entre 60.1 SiO<sub>2</sub>; 101,93 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 159,7 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 56,05 CaO y 40,31 MgO, por su parte presento una dilatación entre 0,266 SiO<sub>2</sub>; 1.668 de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,34 de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,667 CaO y 0,034 MgO, así como la tensión superficial entre 326 SiO<sub>2</sub>; 597 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 500

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 491 CaO y 576 MgO; por su parte la densidad represento un 0,453 SiO<sub>2</sub>; 0,38 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,16 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,176 CaO y 0,26 MgO; lo mismo se presentó un índice de refracción entre un 1,457 SiO<sub>2</sub>, 1,52 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1.876 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1.786 CaO; y 1,6 MgO; el módulo elástico estuvo entre 6,9 SiO<sub>2</sub>, 11,3 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5,2 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 11,16 CaO y 9,1 MgO; también se describieron la resistencia mecánica obtenida entre 900 SiO<sub>2</sub>; 500 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 901 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2001 CaO y 100 MgO; y compuesto por la viscosidad entre 1860,9 SiO<sub>2</sub>; 695,8 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, -382,2 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; -1100,7 CaO y -594,7 MgO.

Propiedad	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
Peso molecular	60,1	101,93	159,7	56,05	40,31
Dilatación	0,266	1,668	1,34	1,666	0,034
Tensión superficial	326	597	500	491	576
Densidad a1	0,453	0,38	0,16	0,176	0,26
Densidad a2				0,002	0,004
Índice de refracción	1,457	1,52	1,876	1,786	1,6
Módulo Elasticidad	6,9	11,3	5,2	11,16	9,1
Resistencia mecánica	900	500	901	2001	100
Viscosidad	1860,9	695,8	-382,2	-1100,7	-594,7

Tabla 1 Propiedades físicas del vidrio reciclado

Propiedad	Valor / Unidad
Densidad	2.04 g/cm <sup>3</sup>
Diámetro	2.7 mm
Peso específico	2.48 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la tensión	324.5 Mpa
Lajas	1 %
Permeabilidad	~6.10 <sup>-2</sup> cm/seg

Nota: Archivo recuperado de los resultados del laboratorio, cada resultado se refleja porcentualmente, 2022.



### Sustancias dañinas

Se prescribe también que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes:

Descripción	Agregados	
	Arena	Piedra
Partículas deleznales	3%	5%
Material más fino que el tamiz	5%	1%
Carbón y lignito	0.5%	0.5%

### Resistencia Mecánica

La resistencia mecánica del agregado, determinada conforme a la norma NTP correspondiente, será tal que los valores no excedan a los siguientes:

Tipo de Resistencia Mecánica	% Máximo
Abrasión ( Método de los Ángeles )	50
Impacto	30

### Inalterabilidad del Agregado (Durabilidad)

El agregado utilizado en concreto y sujeto a la acción de las heladas deberá cumplir además de los requisitos obligatorios, el requisito de resistencia a la desintegración, por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. La pérdida promedio de masa después de 5 ciclos no deberá exceder de los siguientes valores:

Solución utilizada	% máximo de pérdida de masa ( 5 ciclos )	
	Agregado Fino	Agregado Grueso
Sulfato de Sodio	10%	12%
Sulfato de Magnesio	15%	18%

#### 4. CANTERAS

El material dispuesto para la elaboración de concretos será Agregado grueso proveniente del río Huallaga y arena gruesa del río Cumbaza.

#### 5. RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS DE CONCRETO

Se realizó 01 diseños de mezcla por separado de la cual se ha utilizado material agregado grueso del río Huallaga donde la piedra chancada obtuvo un tamaño máximo entre 1" plg, compuesta por humedad natural entre un 0.22%, mientras presentó una absorción entre el 0.62%, pero con un peso específico representó un 2,67 gr/cm<sup>3</sup>, su unitario suelto mostro 1.51 gr/cm<sup>3</sup>, en cambio su peso unitario compactado representó un 1.61 gr/cm<sup>3</sup>. Donde también, estos resultados obtenidos en el laboratorio son óptimos para la elaboración de una mezcla de diseño de concreto y arena del río Cumbaza arena gruesa de la cantera del Río Cumbaza, reflejando un módulo de firmeza entre 2,1% considerado apto según normativa vigente, mientras que su humedad natural presentó un 1,18%, con una absorción del 1,31, mientras su peso específico representó un 2,641 gr/cm<sup>3</sup>, su unitario suelto mostro 1.52 gr/cm<sup>3</sup>, en cambio su peso unitario compactado representó un 1.67 gr/cm<sup>3</sup>. Por lo tanto, los resultados obtenidos en el laboratorio son óptimos para la elaboración de una mezcla de diseño de concreto y vidrio molido en sustitución de la arena.

La presentación del diseño óptimo fue la adición de vidrio molido entre 5%, donde, se realizó un diseño experimental de calibres mixtos con adición de vidrio esmerilado donde los porcentajes 3 y 9%, con su dosificación de materiales (cemento, agua, arena y piedra), así como el diseño patrón con adición de vidrio molido del 0%, sometidas a roturas para identificar alguna falla por compresión para la resistencia del diseño entre  $f_c = 210\text{kg/cm}^2$ . Obteniendo la siguiente dosificación:

**geogreen**  
**tec**

*Ing. Augusto Sánchez Ramírez*  
CIP. 11009  
GERENTE DE OPERACIONES

**a) MATERIALES**

- **Cemento ASTM Tipo I.**

Peso Específico	=	3.11 grs/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario	=	1,500 Kg./cm <sup>3</sup>

**b) AGREGADOS**

**Agregado Fino**

**Procedencia: Arena Gruesa Cantera Río Cumbaza.**

Peso Específico	=	2.64 grs./cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	=	1,520 Kg./m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	=	1,670 Kg./m <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	=	1.31 %
Módulo de Fineza	=	2.10 %

**Agregado Grueso (Piedra chancada).**

**Procedencia: Cantera Río Huallaga – Sector Tingo de Sapo.**

Tamaño Máximo	=	1"
Tamaño Máximo Nominal	=	¾"
Peso Específico	=	2.67 grs./cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	=	1,510 Kg./m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	=	1,620 Kg./m <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	=	0.62 %

**Dosificación**

**Análisis del diseño óptimo de mezcla entre concreto patrón y óptimo con adición del vidrio molido del 5%.**

**F'c = 210kg/cm<sup>2</sup> - con 9.00 Bolsas X m<sup>3</sup>**

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
1.00	2.00	2.60	18.90 lt.

### RECOMENDACIONES

- Zarandear el material de la siguiente manera:
  - Usar la grava cuyo tamaño máximo del agregado es  $f'c = 210$ , tam. máx. 1" tam. Max. Nominal 3/4".
  - Usar la arena cuyo tamaño máximo del agregado es menor que la malla N° 1/4" (9.525 mm).
  - diseño óptimo fue la adición de vidrio molido entre 5%, donde, se realizó un diseño experimental de calibres mixtos con adición de vidrio molido donde los porcentajes 3 y 9%, con su dosificación de materiales (cemento, agua, arena y piedra), así como el diseño patrón con adición de vidrio molido del 0%, sometidas a roturas para identificar alguna falla por compresión para la resistencia del diseño entre  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .
  - Análisis del diseño óptimo de mezcla entre concreto patrón y óptimo con adición del vidrio molido del 5%.
  - Curar a los testigos de concreto de la misma manera que las estructuras. -
  - Verificar el agua cuando sea necesario por causa de precipitaciones pluviales. -
  - Eliminar elementos extraños, como trozos de madera, etc.

- Usar el agua según las normas:

#### Máximo

- Cloruros (ION Cl) 1,000 ppm
  - Sulfatos (ION SO<sub>4</sub>) 600 ppm
  - PH entre 5.5 y 8
  - Materia Orgánica 03
  - Sólidos en suspensión 5,000 ppm
  - Carbonatos y bicarbonatos 1,000 ppm alcalinos (Salcinilidad total expresada en NaHCO<sub>3</sub>)
- La humedad superficial del agregado fino mantiene separadas las partículas, produciendo un momento de volumen que se denomina "Abundamiento". Esto se produce cuando su contenido de humedad varía entre 1% y 3%, originando un incremento de volumen del orden del 15% y 12% respectivamente en arenas gruesas por lo que se recomienda considerar este incremento en el proporcionamiento en volumen de obra.
  - Se recomienda ajustar periódicamente el proporcionamiento en volumen de obra, por variaciones de granulometría del agregado que suele darse en la cantera, a fin de mantener la homogeneidad del concreto. Así mismo se recomienda que cada vez que se preparen las tandas de concreto en obra, se deberá realizar en forma regular pruebas de revenimiento, a fin de mantener uniforme la



- La elaboración de los testigos, las superficies circulares deben ser planas y horizontales, diámetro 6" y altura 12".
- En la elaboración de testigos de concreto, hacerlas en 3 capas con 25 golpes cada uno con una varilla de fierro liso de  $\varnothing$  5/8" x 65 cm. de longitud boleadas en los extremos; golpear en total de 12 a 17 veces en los costados de la probeta con un martillo de goma de 0.34 a 0.80 kg., slump para el asentamiento, regla y wincha.
- Confeccionar cajones de madera con las medidas interiores de 30.48 x 30.48 x 30.48 m. = 1 pie<sup>3</sup>, que equivale a una bolsa de cemento, los cajones deben tener 2 listones de madera en forma horizontal en ambas caras para manipularlo con dos personas, de lo contrario vaciar el concreto con baldes.
- Para el diseño  $f'c = 210 \text{ Kg./cm}^2$ , en volumen p<sup>3</sup> o bolsa de cemento : 2.60 p<sup>3</sup> de grava chancada : 2.00 p<sup>3</sup> de agregado fino (adición de vidrio molido entre 5%).
- Realizar la prueba del asentamiento antes de realizar el vacéo, colocando la muestra en el slump bien sujeto para luego introducir la varilla 25 golpes uniformemente, para luego enrasar y levantar verticalmente, luego con una regla chequear el asentamiento del concreto.
- Tener en cuenta que cuando se requiera utilizar baldes de plástico de aceite, cada peón no carga igual y el diámetro inferior es menor que el diámetro superior del balde, así como también existen varios tipos de baldes de diferentes tamaños; por lo que no hay seguridad en la dosificación, para emplear baldes, uniformizar en las medidas de los baldes y luego hacer las dosificaciones teniendo un cubo y luego compararlos.
- el uso de hormigón con vidrio reciclado resultará muy rentable y preservará la contaminación ambiental generado por el sector construcción.



## 6. BIBLIOGRAFIA REVISADA

NORMA TECNICA DE EDIFICACION. N.T.E. E-060 Concreto Armado

NORMA TECNICA DE EDIFICACION. N.T.E. E-050 Suelos y Cimentaciones

TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. Enrique Pasquel Carvajal Sep. 1996

TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. *A. M. Neville y J.J. Brooks. 1998.*

Santillan Vega, I., & Vela Vela, L. M. (2019). Determinación de las propiedades del bloque de concreto con incorporación de vidrio reciclado en la resistencia a la compresión, Rioja 2019. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51613>.

Serudin, A. M., Othuman, M. A. M., Abdul Ghani, A. N., Serudin, A. M., Othuman, M. A. M., & Abdul Ghani, A. N. (2021). Efecto del Confinamiento del Hormigón Ligero Espumado con Malla de Fibra de Vidrio Tejida Sobre su Contracción de Secado. *Revista ingeniería de construcción*, 36(1), 21-28. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732021000100021>.

Acuña Cárdenas, J. y Flores Reátegui, E. (2021). Evaluación del concreto de alta resistencia con aplicaciones de vidrio reciclado para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto – 2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66752>-

Ali, S., et al. (2020). Influence of Polypropylene and Glass Fibers on Alkali-Activated Slag/Fly Ash Concrete. *ACI Structural Journal*, 117(4), 183-192. <https://doi.org/10.14359/51723509>

Bazán Alcántara, L., y Rojas Casique, R. (2018). Comportamiento mecánico del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018. Universidad César vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31624>

Bueno, E. T., Paris, J. M., Clavier, K. A., Spreadbury, C., Ferraro, C. C., & Townsend, T. G. (2020). A review of ground waste glass as a supplementary cementitious material: A focus on alkali-silica reaction. *Journal of Cleaner Production*, 257. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120180>



**PROYECTO**

Diseño del concreto simple, con sustitución del agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de compresión, Tarapoto 2021"

**SOLICITADO**

: Ingaroca Fasanando, Cristian Raúl Yoplac Muñoz, Nemecio

**MUESTRA**

AGREGADO FINO ARENA DEL CUMBAZA Y VIDRIO MOLIDO 5%

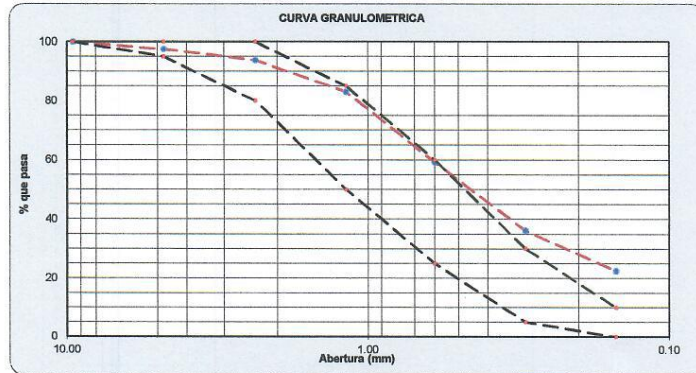
**CANTERA**

RIO CUMBAZA

**FECHA** : Jun-22

**1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 136)**

Peso Inicial Seco, [gr]		500.00							
Mallas	Apertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33		Características físicas	
3/8"	9.525				100.00	100	100	Diámetro nominal	4.76
Nº 4	4.760	12.50	2.50	2.50	97.50	95	100		
Nº 8	2.360	18.50	3.70	6.20	93.80	80	100	Módulo de finura	2.10
Nº 16	1.180	53.60	10.70	16.90	83.10	50	85		
Nº 30	0.600	119.30	23.90	40.80	59.20	25	60	Peso específico seco (gr/cc)	2.64
Nº 50	0.300	115.00	23.00	63.80	36.20	5	30		
Nº 100	0.150	68.70	13.70	77.50	22.50	0	10	Absorción (%)	1.30
<Nº 100	0.000	112.40	9.30	86.80	13.20			Humedad (%)	0.00
								Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1520.0
								Peso unitario compactado(K	1670.0



**2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 128)**

Procedimiento		FIOLA N° 1
1. Peso de arena s.s.s. + fiola + peso del agua	[gr]	984.20
2. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola	[gr]	671.50
3. Peso Agua	[gr]	312.70
4. Peso de arena secada al horno + fiola	[gr]	665.10
5. Peso de la fiola N° 01	[gr]	171.50
6. Peso de arena secada al horno	[gr]	493.60
7. Peso de arena s. s. s.	[gr]	500.00
8. Volumen del balón	[cc]	500.00
9. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.64
10. Peso específico de masa sup.seco	[gr/cc]	2.67
11. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.73
12. Porcentaje de absorción	[%]	1.30

**3.0 PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29. C 29 M)**

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	5.290	5.287	5.680	5.711
2. Peso molde	[Kg]	1.186	1.186	1.186	1.186
3. Peso del material	[Kg]	4.104	4.101	4.494	4.525
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1520.00	1519.00	1664.00	1676.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1520.00		1670.00	



**PROYECTO** Diseño del concreto simple, con sustitución del agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de compresión, Tarapoto 2021"

**SOLICITADO** : Ingaroca Fasanando, Cristian Raúl Yoplac Muñoz, Nemeclio

**MUESTRA** AGREGADO GRUESO - RIO HUALLAGA

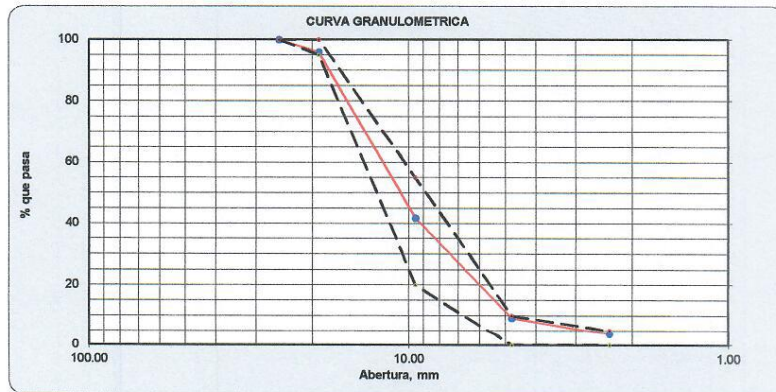
**CANTERA** MATERIAL PROCEDENTE DE RIO HUALLAGA

**FECHA** : Jun-22

**1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 136)**

Peso Inicial Seco, [gr] 17346.00

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasantre [%]	Especificaciones técnicas ASTM C-33 HUSO AG-2		Características físicas	
2"	50.800							Diámetro nominal máximo.	3/4"
1 1/2"	38.100							Módulo de finura.	
1"	25.400				100.00	100	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.67
3/4"	19.050	735.00	4.20	4.20	95.80	95	100	Absorción (%)	0.62
1/2"	12.700	5235.00	30.20	34.40	65.60			Humedad (%)	0.00
3/8"	9.525	4125.00	23.80	58.20	41.80	20	55	Peso unitario suelto (Kg/m3)	1510.0
Nº 4	4.760	5652.00	32.60	90.80	9.20	0	10	Peso unitario compactado (Kg/m3)	1620.0
Nº 8	2.360	940.00	5.40	96.20	3.80	0	5		
< Nº 8	0.000	659.00	3.80	100.00	0.00				



**2.0 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 127)**

Procedimiento		
1. Peso de muestra secada al horno	[gr]	5832.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca	[gr]	5868.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua	[gr]	3682.0
4. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.67
5. Peso específico de masa superficialmente seco	[gr/cc]	2.68
6. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.71
7. Porcentaje de absorción	[%]	0.62

**geogreen**  
**tec**  
Ing. Augusto Sanchez Ramirez  
CIP. 110096  
GERENTE DE OPERACIONES

**3.0 PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29. C 29 M)**

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	16.840	16.825	17.869	17.848
2. Peso molde	[Kg]	2.794	2.794	2.794	2.794
3. Peso del material	[Kg]	14.046	14.031	15.075	15.054
4. Volumen del molde	[m³]	0.0093	0.0093	0.0093	0.0093
5. Peso Unitario	[Kg/m³]	1510.00	1509.00	1621.00	1619.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m³]		1510.00		1620.00

**DISEÑO DE MEZCLAS METODO A.C.I.**

**PROYECTO** Diseño del concreto simple, con sustitución del agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de compresión, Tarapoto 2021"

**SOLICITA** : Ingaroca Fasanando, Cristian Raúl Yoplac Muñoz, Nemeicio  
**MATERIAL** : AGREGADOS (55% Agregado grueso Río Huallaga - 40% Arena Río Cumbaza y el 5% de vidrio molido)

**FECHA:** Jun-22

**f'c = 210 +70 Kg/cm<sup>2</sup>**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.64	2.67
ABSORCION	[%]	1.31	0.62
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1520.00	1510.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1670.00	1620.00
TAM. MAX.	[pulg]		1"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.10	
CONT. HUMEDAD	[%]	1.18	0.22
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.45	0.55

**CEMENTO PORTLAND TIPO I**

PESO ESPECIFICO [gr/cc] 3.11

**VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]**

CEMENTO [Kg.] 383.00 9.0  
 AGUA [Lt.] 165.00  
 AIRE [%] 2.00

RELACION A/C 165/383 0.43

SLUMP 3" - 4"

**VOLUMEN DE LA PASTA**

CEMENTO 383,0/3,11\*1000 = 0.123 m<sup>3</sup>  
 AGUA 165,0/1,00\*1000 = 0.165 m<sup>3</sup>  
 AIRE 2,00/100 = 0.020 m<sup>3</sup>  
 0.308 m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE AGREGADOS 1.000 - 0.308 = 0.692 m<sup>3</sup>

ARENA 0.692 \* 0.45 = 0.311 m<sup>3</sup>

PIEDRA 0.692 - 0.311 = 0.381 m<sup>3</sup>

**PESOS SECOS DE AGREGADOS**

ARENA 0.311\*2.57\*1000 = 821.0 Kg/m<sup>3</sup>

PIEDRA 0.381\*2.65\*1000 = 1,017.0 Kg/m<sup>3</sup>

**GRADACION RECOMENDADA**

ARENA 0.45 827.00 Kg/m<sup>3</sup>

PIEDRA 0.55 1011.00 Kg/m<sup>3</sup>

**HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS**

HUMEDAD - ABSORCION

ARENA 0.00 - 1.81 = -0.13

PIEDRA 0.00 - 0.98 = -0.40



Ing. Augusto Sánchez Ramírez  
 CIP 110006  
 GERENTE DE OPERACIONES

**DISEÑO DE MEZCLAS METODO A.C.I.**

**APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS**

ARENA	$814.0 \cdot 1.81 / 100 =$	-1.10	Lt.
PIEDRA	$994.0 \cdot 0.98 / 100 =$	-4.00	
		-5.10	

**AGUA EFECTIVA**

$165.0 + 24.40 =$	170.10	Lt.
-------------------	--------	-----

**DISEÑO EFECTIVO DE OBRA [EN LABORATORIO]**

CEMENTO	383.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	170.10	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	827.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1011.00	Kg/m <sup>3</sup>

**TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.0275**

CEMENTO	10.530	Kg
AGUA	4.680	Lt.
ARENA	22.740	Kg
PIEDRA	27.800	Kg

**PROPORCION EN PESO**

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
383/383	827/383	1011/383	$170.1 \cdot 42.5 / 383$	
1.00	2.16	2.64	18.90	Lt./bolsa

**PESO UNITARIO DE AGREGADOS**

ARENA	1538.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1513.00	Kg/m <sup>3</sup>

**PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES**

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	18.90	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	43.94	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	43.23	Kg/p <sup>3</sup>

**PESOS POR TANDA DE UN SACO**

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	18.90	Lt/saco
ARENA	91.80	Kg/saco
PIEDRA	112.20	Kg/saco

**PIES CUBICOS POR SACO [DOSIFICACION EN VOLUMEN]**

CEMENTO	1.00	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	18.90	Lt/saco
ARENA	2.00	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	2.60	pie <sup>3</sup> /saco

**PROPORCION EN VOLUMEN**

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	2.00	2.60	18.90	Lt/saco



**RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO POR ABRASION**  
**MAQUINA DE LOS ANGELES (ASTM - C131)**

**PROYECTO**

**Diseño del concreto simple, con sustitución del agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de compresión, Tarapoto 2021"**

**SOLICITA** : Ingaroca Fasanando, Cristian Raúl Yoplac Muñoz, Nemecio  
**CANTERA** : PIEDRA CHANCADA RIO HUALLAGA  
**TECNICO** : T.G.P

FECHA: Jun-22

TAMAÑO (MALLA)		PESO Y GRANULOMETRIA DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (gr)			
PASA	RETIENE	GRADO "A" (12)	GRADO "B" (11)	GRADO "C" (6)	GRADO "D" (6)
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250			
1"	3/4"	1250			
3/4"	1/2"	1250			
1/2"	3/8"	1250			
3/8"	1 1/4"	---			
1 1/4"	Nº 4	---			
Nº 4	Nº 8	---			
GRADUACION		"A"			
PESO DE MATERIAL (A)	gr	5000			
PESO MAT. RET. EN LA Nº 12 (B)	gr	3985			
PORCENTAJE DESGASTE (A-B)/A*100	(%)	20.30			
OBSERVACIONES:					
NOTA: LOS NUMEROS ENTRE PARENTESIS INDICAN LA CANTIDAD DE ESFERAS					



**DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO**











REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

PROYECTO "Diseño del concreto simple, con sustitución del agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de compresión, Tarapoto 2021"

Nombre Especificación : AASHTO T-22                      ASTM C-39                      MTC E-704  
 Fecha de Fabricación : Abr-22                      Laboratorio : GEOGREEN TEC  
 Ubicación de la Colada : **FORMULACIÓN DE DISEÑO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**                       Mezcla para: **DISEÑO 5%**  
 Tamaño Cilindro : 15.00 x 30.00 cm<sup>2</sup>                      Asentamiento : **4 - 6 "**  
 Temperatura de Concreto: **27 °C**                      Temperatura Aire : **25 °C**                      Resistencia Diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$

Promedio a los 14 días

Cilindro Nº	Diámetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
2	15.00	176.7	09/05/2022	14	64434	364.6	173.6
Resultados obtenidos						364.6	173.6

Observaciones :

---



---



---



---



geogreen  
tec  
Ing. Augusto Sánchez-Ramírez  
CP 11000  
GERENTE DE OPERACIONES

REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

PROYECTO "Diseño del concreto simple, con sustitución del agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de compresión, Tarapoto 2021"

Nombre Especificación : AASHTO T-22                      ASTM C-39                      MTC E-704  
 Fecha de Fabricación : Abr-22    Laboratorio : GEOGREEN TEC  
 Ubicación de la Colada : **FORMULACIÓN DE DISEÑO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**                       Mezcla para: **DISEÑO AL 5%**  
 Tamaño Cilindro : 15.00 x 30.00 cm<sup>2</sup>    Asentamiento : **4 - 6"**  
 Temperatura de Concreto: **27 °C**                      Temperatura Aire : **25 °C**                      Resistencia Diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$

Promedio a los 28 días

Cilindro Nº	Diámetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
3	15.00	176.7	23/05/2022	28	87620	495.8	236.1
<b>Resultados obtenidos</b>						<b>495.8</b>	<b>236.1</b>

Observaciones :

---



---



---



---



geogreen  
Ecuador BC  
Ing. Augusto Sánchez Ramírez  
CIP 11009  
GERENTE DE OPERACIONES

**REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO**

**PROYECTO** "Diseño del concreto simple, con sustitución del agregado fino por vidrio molido para mejorar su resistencia de compresión, Tarapoto 2021"

Nombre Especificación : AASHTO T-22                      ASTM C-39                      MTC E-704

Fecha de Fabricación : Abr-22    Laboratorio : GEOGREEN TEC

Ubicación de la Colada : **FORMULACIÓN DE DISEÑO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**                       Mezcla para: **DISEÑO 9%**

Tamaño Cilindro : 15.00 x 30.00 cm<sup>2</sup>    Asentamiento : **4 - 6"**

Temperatura de Concreto: **27 °C**                      Temperatura Aire : **25 °C**                      Resistencia Diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$

**Promedio a los 07 días**

Cilindro Nº	Diámetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
6	15.00	176.7	02/05/2022	7	54450	308.1	146.7
<b>Resultados obtenidos</b>						<b>308.1</b>	<b>146.7</b>

Observaciones :

---



---



---



---



geogreen  
Luzán (BC)

Ing. Augusto Sánchez-Ramírez  
Caf. 11000  
GERENTE DE OPERACIONES







## ANEXO 05: Certificados de calibración



*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MCV - LF - 299 - 2021

1. Expediente	1889	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	GEORGREEN TEC S.A.C.		
3. Dirección	Jr. Progreso 1258 Atumpampa Tarapoto		
4. Equipo	HORNO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento de la ejecución de una recalibración, la cual esté en función del uso conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.	
Alcance Máximo	300 °C		
Marca	A&A INSTRUMENTS		
Modelo	STHX-3A		
Número de Serie	14415		MOV EQUIPOS Y SERVICIOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración que declarados.
Procedencia	CHINA		
Identificación	NO INDICA		
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO.		

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	-100 °C a 300°C	-100 °C a 300°C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

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

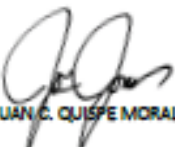
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2021-09-22

Fecha de emisión

2021-09-22

Jeft de Laboratorio de Metrología

  
JUAN C. QUIJPE MORALES

Sello



AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS

Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa Santa Anita | Telefono: 51 (1) 354-3209 | Lima - Perú  
calidad@mcvcalibraciones.com.pe | ventas@mcvcalibraciones.com.pe

*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### MCV - LF - 299 - 2021

#### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición, Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

#### 7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
Jr. Progreso 1258 ATUMPAMPA - Tarapoto

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	31,5 °C	31,2 °C
Humedad Relativa	63%	67%



#### 9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 587 - 2016	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	MCV EQUIPOS Y SERVICIOS S.A.C. MCV - LF - 299 - 2021

#### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición

#### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio      31,35 °C  
Tiempo de calibración del equipo      1 hora  
El controlador se seteo en 110,0 °C

**AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS**

Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa Santa Anita | Teléfono: 51 (1) 354-3209 | Lima - Perú  
calidad@mcvcalibraciones.com.pe | ventas@mcvcalibraciones.com.pe



CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO  
Y VENTA DE INSTRUMENTOS DE  
MEDICIÓN



Registro INAC - 028

*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### MCV - LF - 299 - 2021

Tiempo (min)	Temperatura del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T° prom (°C)	T°max - T°min (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	109,9	107,8	117,7	100,4	108,5	109,5	108,8	111,7	108,4	109,7	109,4	109,6	4,9
02	110,1	108,0	112,8	100,3	108,6	109,5	108,8	111,5	108,3	109,6	109,5	109,6	4,8
04	110,3	108,1	113,4	100,4	108,7	109,6	109,1	111,7	108,4	109,6	109,5	109,7	5,3
06	110,0	108,1	112,9	100,4	108,4	109,4	108,6	111,5	108,4	109,6	109,6	109,6	4,8
08	110,1	108,2	112,6	100,5	108,7	109,6	108,9	111,3	108,4	109,7	109,6	109,7	4,4
10	110,0	108,1	113,1	100,4	108,7	109,4	109,1	111,6	108,4	109,7	109,6	109,7	5,0
12	109,9	108,2	113,1	100,4	108,5	109,6	108,9	111,6	108,4	109,6	109,5	109,7	4,9
14	109,9	108,2	113,4	100,5	108,3	109,6	108,7	111,5	108,5	109,5	109,5	109,7	5,2
16	110,2	108,2	113,2	100,5	108,6	109,7	108,5	111,5	108,5	109,6	109,5	109,7	5,0
18	110,1	108,1	113,0	100,5	108,7	109,6	109,0	111,6	108,5	109,6	109,6	109,7	4,9
20	109,9	108,2	112,8	100,4	108,7	109,5	108,7	111,5	108,4	109,6	109,6	109,6	4,6
22	110,0	108,2	113,1	100,4	108,7	109,6	108,8	111,5	108,4	109,5	109,5	109,7	4,9
24	110,0	108,1	112,7	100,5	108,7	109,6	108,6	111,2	108,5	109,5	109,6	109,6	4,6
26	110,1	108,2	113,2	100,4	108,7	109,6	108,4	111,6	108,4	109,3	109,4	109,6	5,0
28	110,2	108,1	112,8	100,3	108,8	109,7	108,2	111,1	108,3	109,3	109,5	109,5	4,7
30	110,0	108,3	112,9	100,6	108,9	109,6	108,7	111,4	108,6	109,4	109,5	109,7	4,6
32	109,9	108,1	113,2	100,4	108,7	109,6	108,7	111,5	108,4	109,5	109,4	109,6	5,1
34	109,8	108,2	113,0	100,7	108,8	109,5	109,0	111,6	108,7	109,7	109,6	109,6	4,8
36	110,0	108,3	113,4	100,6	108,7	109,6	108,8	111,7	108,6	109,7	109,6	109,6	5,1
38	110,1	108,1	113,1	100,5	108,9	109,6	108,7	111,5	108,5	109,6	109,6	109,7	5,0
40	110,0	108,1	113,3	100,6	108,8	109,7	108,8	111,6	108,6	109,7	109,6	109,6	5,2
42	110,0	108,3	112,9	100,6	108,9	109,6	108,7	111,4	108,6	109,4	109,5	109,7	4,6
44	110,1	108,2	113,2	100,4	108,7	109,6	108,4	111,6	108,4	109,3	109,4	109,6	5,0
46	110,0	108,3	112,9	100,6	108,9	109,6	108,7	111,4	108,6	109,4	109,5	109,7	4,6
48	109,9	108,1	113,2	100,4	108,7	109,6	108,7	111,5	108,4	109,5	109,4	109,6	5,1
50	109,8	108,2	113,0	100,7	108,8	109,5	109,0	111,6	108,7	109,7	109,6	109,6	4,8
52	110,0	108,3	113,4	100,6	108,7	109,6	108,8	111,7	108,6	109,7	109,6	109,6	5,1
54	110,1	108,1	113,1	100,5	108,9	109,6	108,7	111,5	108,5	109,6	109,6	109,7	5,0
56	110,0	108,1	113,3	100,6	108,8	109,7	108,8	111,8	108,6	109,7	109,6	109,6	5,2
58	110,0	108,3	112,9	100,6	108,9	109,6	108,7	111,4	108,6	109,4	109,5	109,7	4,6
60	110,1	108,2	113,2	100,4	108,7	109,6	108,4	111,6	108,4	109,3	109,4	109,6	6,0
T.PROM	110,0	108,2	113,0	100,5	108,7	109,6	108,7	111,5	108,5	109,5	109,5	109,7	
T.MAX	110,3	108,3	113,4	100,7	108,9	109,7	109,1	111,8	108,7	109,7	109,6		
T.MIN	109,8	107,8	112,6	100,3	108,3	109,4	108,2	111,1	108,3	109,3	109,4		
DTT	0,5	0,5	0,8	0,4	0,6	0,3	0,9	0,7	0,4	0,4	0,3		





CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO  
Y VENTA DE INSTRUMENTOS DE  
MEDICIÓN



*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MCV - LF - 299 - 2021

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113,4	3,6
Mínima Temperatura Medida	107,8	0,1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,9	0,1
Desviación de Temperatura en el espacio	4,9	3,3
Estabilidad Medida ( $\pm$ )	0,5	0,04
Uniformidad Medida	3,3	3,3

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima  
T. MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo: 0,03 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo cumple con los límites especificados de temperatura para la tolerancia de  $111\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ .



AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS

Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa Santa Anita | Teléfono: 51 (1) 354-3209 | Lima - Perú  
calidad@mcvcalibraciones.com.pe | ventas@mcvcalibraciones.com.pe



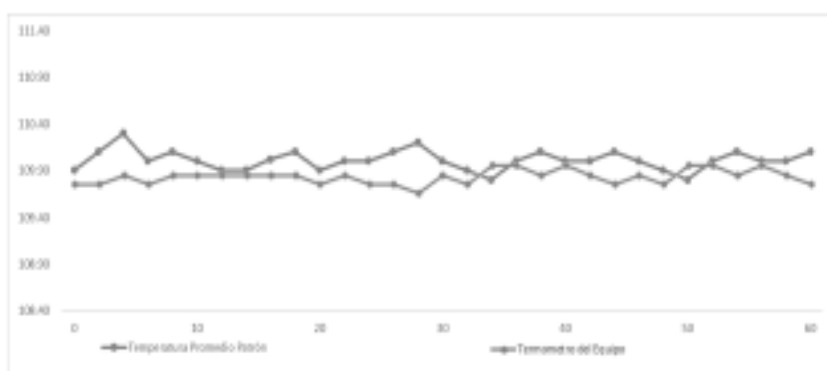
CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO  
Y VENTA DE INSTRUMENTOS DE  
MEDICIÓN



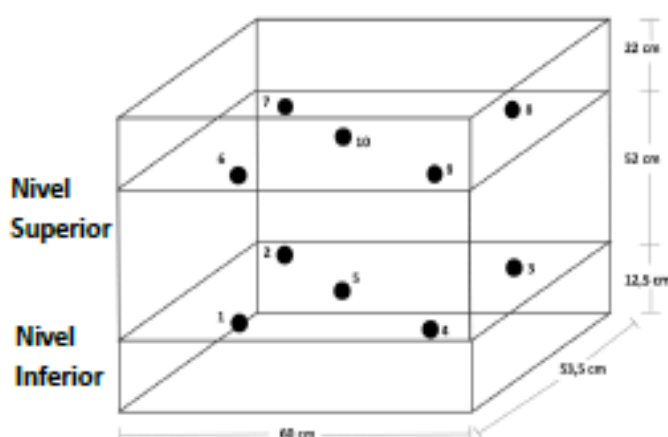
*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MCV - LF - 299 - 2021

### DISTRIBUCION DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.  
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 10 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

### AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS

Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa Santa Anita | Teléfono: 51 (1) 354-3209 | Lima - Perú  
calidad@mcvcalibraciones.com.pe | ventas@mcvcalibraciones.com.pe



CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO  
Y VENTA DE INSTRUMENTOS DE  
MEDICIÓN



INACAL  
IA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

Registro N° PLIC - 008

*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MCV - LF - 297 - 2021

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 261-2020 PLM

<b>OBJETO DE PRUEBA</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
<b>RANGO(S)</b> <i>Measurement range</i>	0-2000 g
<b>FABRICANTE</b> <i>Manufacturer</i>	Digital Precisión
<b>MODELOS</b> <i>Model</i>	YP-B20002
<b>SERIE</b> <i>Identification number</i>	YP-B
<b>INTERVALO CALIBRADO</b> <i>Calibrated interval</i>	0-2000 g
<b>SOLICITANTE</b> <i>Customer</i>	GEOGREEN TEC S.A.C.
<b>DIRECCIÓN</b>	JR PROGRESO NRO. 1258 (ATUMPAMPA) SAN MARTIN - SAN MARTIN - TARAPOTO
<b>CIUDAD</b> <i>City</i>	TARAPOTO
<b>UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO</b> <i>Location of the instrument</i>	Laboratorio
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b> <i>Date of calibration</i>	2021-09-21
<b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b> <i>Date of issue</i>	2021-09-21

### AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS

Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa Santa Anita | Telefono: 31 (1) 354-3209 | Lima - Perú  
calidad@mcvcalibraciones.com.pe | ventas@mcvcalibraciones.com.pe

*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MCV - LF - 297 - 2021**

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
Authorized Signature (s)

  
**Harold Jackson Ortuño Chipana**  
Coordinador Laboratorio de Metrología

  
**Adrian Soriano Huerta**  
Técnico del Laboratorio de Metrología

**AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS**

Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa Santa Anita | Telefono: 51 (1) 354-3209 | Lima - Perú  
calidad@mcvcalibraciones.com.pe | ventas@mcvcalibraciones.com.pe





CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO  
Y VENTA DE INSTRUMENTOS DE  
MEDICIÓN



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

Registro INAC - 028

*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MCV - LF - 297 - 2021

### DETALLES DE LA CALIBRACIÓN

<b>OBJETO DE PRUEBA</b> FABRICANTE MODELO SERIE CÓDIGO INTERNO INTERVALO CALIBRADO UNIDAD DE INDICACIÓN	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO Digital Precisión YP-B20002 YP-B NO APLICA 0-2000 g g
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b> Measurement Etándar	Juego de Pesas
<b>TIPO / MODELO</b> Type / Model	Cilíndricas
<b>FABRICANTE</b> Manufacturer	MCV EQUIPOS Y SERVICIOS S.A.C.
<b>LUGAR DE CALIBRACIÓN</b> Calibration Location	JR PROGRESO NRO. 1258 (ATUMPAMPA) SAN MARTIN - SAN MARTIN TARAPOTO
<b>CÓDIGO INTERNO</b> Internal code	01888
<b>INFORME DE CALIBRACIÓN</b> Report of calibration	M - 297 MCV EQUIPOS Y SERVICIOS S.A.C.
<b>CLASE DE EXACTITUD</b> Class of accuracy	M1
<b>MÉTODO DE CALIBRACIÓN</b> Method of calibration	Comparación Directa
<b>NORMA DE REFERENCIA</b>	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

TEMPERATURA		HUMEDAD		PRESION BAROMÉTRICA	
Mínima:	19,4 °C	Mínima:	69% hr	Inicial:	1018.0 hPa
Máxima:	19,6 °C	Máxima:	70% hr	Final:	1020.0 hPa

### AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS

Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa Santa Anita | Teléfono: 31 (1) 354-3209 | Lima - Perú  
calidad@mcvcalibraciones.com.pe | ventas@mcvcalibraciones.com.pe



CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO  
Y VENTA DE INSTRUMENTOS DE  
MEDICIÓN



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

Registro INPC - 028

*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MCV - LF - 297 - 2021

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Rango: 0-2000 g

División de escala: 0.010 g

#### TABLA DE RESULTADOS

EXACTITUD O ERROR DE INDICACIÓN		
CARGA	INDICACIÓN	ERROR
g	g	g
2.0	2.0	0.000
50.0	50.00	0.000
200.0	200.00	0.000
1000.0	1000.00	0.000
2000.0	1999.92	-0.080

EXACTITUD O ERROR DE INDICACIÓN		
CARGA	INDICACIÓN	ERROR
g	g	g
2.000	2.01	0.010
60.000	60.00	0.000
200.000	200.01	0.010
1000.000	1000.00	0.000
2000.000	1999.92	-0.080

PRUEBA DE REPETIBILIDAD		
CARGA	1000	g
REPETICIÓN	INDICACIÓN	UNIDADES
1	999.99	g
2	1000.00	g
3	1000.00	g
4	1000.00	g
5	999.99	g
6	1000.00	g
7	999.99	g
8	1000.00	g
9	1000.00	g
10	1000.00	g
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.0048	g

PRUEBA DE REPETIBILIDAD		
CARGA	1000	g
REPETICIÓN	INDICACIÓN	UNIDADES
1	1999.92	g
2	1999.92	g
3	1999.92	g
4	1999.92	g
5	1999.92	g
6	1999.92	g
7	1999.93	g
8	1999.93	g
9	1999.92	g
10	1999.92	g
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.0042	g

PRUEBA DE EXCENTRICIDAD		
CARGA	700	g
POSICIÓN	INDICACIÓN	DIF. ΔI
	g	g
1	700.00	0.000
2	700.00	0.000
3	700.00	0.000
4	699.99	0.010
5	700.01	0.010

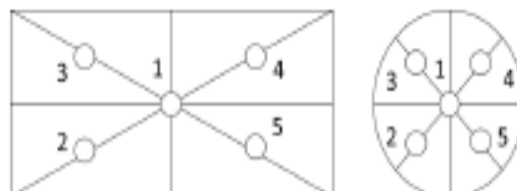
### AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS

Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa Santa Anita | Teléfono: 51 (1) 354-3209 | Lima - Perú  
calidad@mcvcalibraciones.com.pe | ventas@mcvcalibraciones.com.pe

*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### MCV - LF - 297 - 2021



$D_{MAX,MIN}$	0.01	5
---------------	------	---

#### RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Se realizaron las Pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad, excentricidad. Siguiendo los lineamientos

de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7 Apéndices A,B,C,D,E,F obteniendo los resultados de la página No. 3.

#### INCERTIDUMBRE

La Incertidumbre de medición se encuentra en la página N° 4 Tabla de resultados la cual fue calculada utilizando un factor de 2.1 para un nivel de confianza aproximado de 95% para distribución "t-student" y fue estimada con el documento JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

CARGA	$U_{EXPANDIDA}$
kg	kg
2	0.0133602573249
50	0.0133248
200	0.01340933
1000	0.02964468
2000	0.05038943

#### TRAZABILIDAD

El Laboratorio de metrología de MCV EQUIPOS Y SERVICIOS S.A.C. asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones de trabajo utilizados en las calibraciones, los cuales son trazados al Sistema Internacional de Unidades S.I.

#### OBSERVACIONES

1. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
2. El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de balanza, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso.
3. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
4. Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

**AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS**

*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### MCV - LF - 297 - 2021

5. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
6. Se anexa con el informe la estampilla de calibración No. **297-2021**

FIRMAS AUTORIZADAS  
Authorized Signature(s)

  
**Harold Jackson Orihuela Chipana**  
Coordinador Laboratorio de Metrología

  
**Adrian Soriano Huerta**  
Técnico del Laboratorio de Metrología

AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS

*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MCV - LF - 296 - 2021

1. Expediente	1887	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	@EORGREEN TEC S.A.C.	
3. Dirección	Jr. Progreso 1258 Atumpampa Tarapoto	
4. Equipo	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	1500g	
División de escala (d)	0,5g	
Div. De verificación (e)	5,0g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	EB15	
Número de serie	8029487906	
Capacidad mínima	10,0g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	
5. Fecha de Calibración	2021-09-21	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de emisión  
2021-09-21

Jefe de Laboratorio de Metrología

Sello



JUAN QUISPE MORALES



**AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS**

Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa Santa Anita | Teléfono: 51 (1) 354-3209 | Lima - Perú  
calidad@mcvcalibraciones.com.pe | ventas@mcvcalibraciones.com.pe

*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### MCV - LF - 296 - 2021

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001 "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

#### 7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
Jr. Progreso 1258 ATUMPAMPA - Tarapoto

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	31,9 °C	32,1 °C
Humedad Relativa	38%	38%

#### 9. Patrones de referencia

Los resultados de calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología. INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
IPESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL 130033003	PESAS (Clase de Exactitud E2)	INACAL LM-C 203-2021
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-317-2016 / LM- 491- 2016	PESAS (Clase de Exactitud M1)	INACAL LM-C 203-2021
PESAS (Clase de exactitud F2) DM - INACAL LM-414-2016		INACAL LM-C 203-2021
PESAS (Clase de exactitud E2) DM - INACAL LM-317-2016	PESAS (Clase de Exactitud M1)	INACAL LM-C 203-2021

#### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta adhesiva con la indicación de CALIBRADO



AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS



CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO  
Y VENTA DE INSTRUMENTOS DE  
MEDICIÓN



Registro N° 02 - 005

Area de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MCV - LF - 296 - 2021

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	CURSOR
		NIVELACION	NO TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1 = 7 500,0 g		Carga L2 = 15 000,1 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
N°						
1	7 500,5	0,30	0,45	15 000,0	0,25	-0,10
2	7 500,5	0,30	0,45	15 000,0	0,25	-0,10
3	7 500,5	0,30	0,45	15 000,0	0,20	-0,05
4	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	-0,10
5	7 500,0	0,25	0,00	15 000,5	0,30	0,35
6	7 500,0	0,25	0,00	15 000,5	0,30	0,35
7	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	-0,10
8	7 500,5	0,30	0,45	15 000,0	0,20	-0,05
9	7 500,5	0,30	0,45	15 000,0	0,25	-0,10
10	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	-0,10
Diferencia Máxima			0,45	Diferencia Máxima		
Error Máximo Permissible			± 10,00	Error Máximo Permissible		
				± 15,00		

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición  
de las  
cargas

Temperatura Inicial Final  
32,1 °C 32,1 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	5,0 g	5,0	0,25	0,00	5 000,0	5 000,0	0,25	0,00	0,00
2		5,0	0,25	0,00		5 000,0	0,25	0,00	0,00
3		5,0	0,25	0,00		5 000,5	0,30	0,45	0,45
4		5,0	0,25	0,00		5 000,5	0,30	0,45	0,45
5		5,0	0,25	0,00		5 000,0	0,25	0,00	0,00
					Error máximo Permissible				± 10,00

\* Valor entre 0 y 10e

### AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS

Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa Santa Anita | Teléfono: 51 (1) 354-3209 | Lima - Perú  
calidad@mcvcalibraciones.com.pe | ventas@mcvcalibraciones.com.pe



*Area de Metrología  
Laboratorio de Fuerza*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MCV - LF - 296 - 2021

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	32,1 °C	32,1 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
5,0	5,0	0,25	0,00						
10,0	10,0	0,25	0,00	0,00	10,0	0,25	0,00	0,00	5,00
100,0	100,0	0,25	0,00	0,00	100,0	0,25	0,00	0,00	5,00
500,0	500,0	0,25	0,00	0,00	500,0	0,25	0,00	0,00	5,00
1 000,0	1 000,0	0,25	0,00	0,00	1 000,5	0,30	0,45	0,45	5,00
3 000,0	3 000,5	0,30	0,45	0,45	3 000,0	0,25	0,00	0,00	10,00
5 000,0	5 000,5	0,25	0,50	0,50	5 000,0	0,25	0,00	0,00	10,00
7 000,0	7 000,0	0,25	0,00	0,00	7 000,0	0,25	0,00	0,00	10,00
10 000,1	10 000,5	0,30	0,35	0,35	10 000,0	0,25	-0,10	-0,10	15,00
12 000,1	12 000,0	0,30	-0,15	-0,15	12 000,5	0,30	0,35	0,35	15,00
15 000,1	15 000,0	0,25	-0,10	-0,10	15 000,0	0,25	-0,10	-0,10	15,00

**Leyenda**      *L: Carga aplicada a la balanza*      *ΔL: Carga adicional*  
                          *I: Indicación de la balanza*      *E: Error encontrado*

Incertidumbre expandida de medición       $U = 2 \times \sqrt{(0,119 \text{ g}^2 + 0,000000000969 + R^2}$

Lectura corregida       $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,0000170R$



#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración, La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin de documento

**AVANZANDO A LA MEDIDA DE TUS EXIGENCIAS**

Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa Santa Anita | Teléfono: 51 (1) 354-3209 | Lima - Perú  
 calidad@mcvcalibraciones.com.pe | ventas@mcvcalibraciones.com.pe



**ANEXO 06:** Proceso del desarrollo de la Investigación.



**Foto N°01:** Extracción de material fino por parte del tesista.



**Foto N°02:** Extracción de material grueso (piedra chancada).





**Foto N°03:** Lavado del agregado fino pasando por el tamiz N°200 para eliminar los limos y arcillas.



**Foto N°04:** Empezamos con la granulometría del agregado fino.



**Foto N°05:** Granulometría del agregado grueso.



**Foto N°06:** Haciendo el ensayo peso unitario varillado del agregado Grueso.





**Foto N°07:** Recolección de las botellas de vidrio.



**Foto N°08:** Se precisa el proceso del vidrio molido manualmente con apoyo del martillo.



**Foto N°09:** Se verifica el vidrio en proceso de ser molido.



**Foto N°10:** Se verifica el vidrio molido para pasar por los tamices.





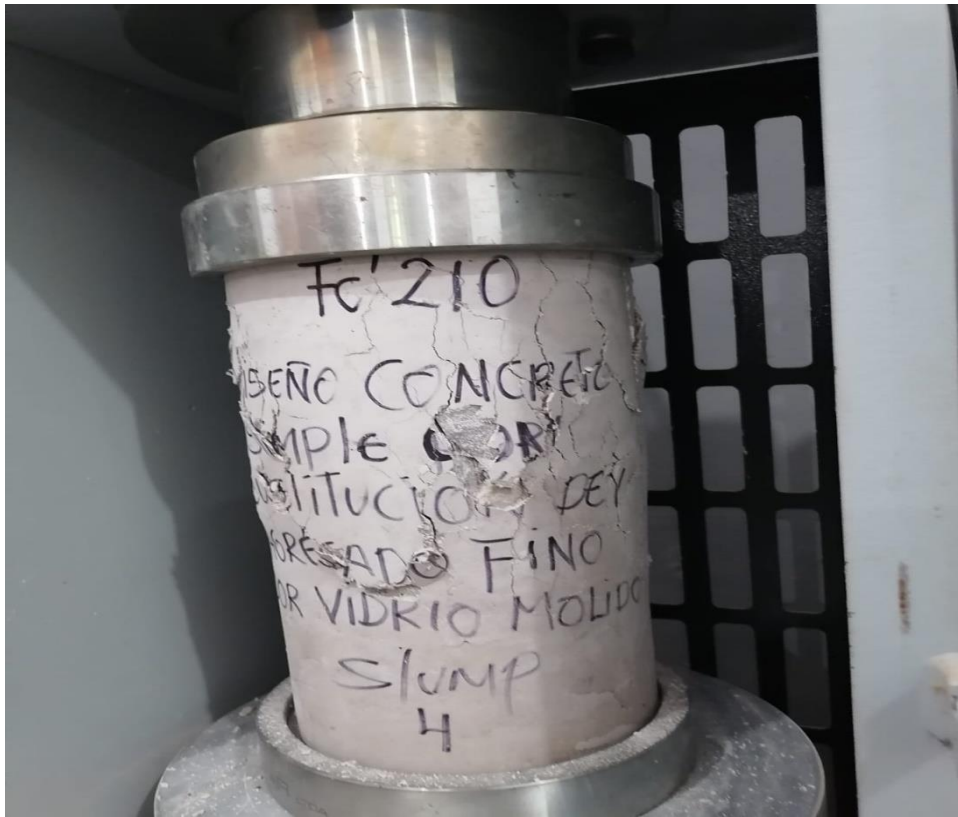
**Foto N°11:** Mezclado de componentes del concreto.



**Foto N°12:** Chuseado con la varilla de acero.



**Foto N°12:** Roturas de probetas a compresión.



**Foto N°13:** Procedimiento de la rotura de probetas.