



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Comportamiento de la Resistencia a Compresión del Concreto  
 $f_c=210\text{kg/cm}^2$  Agregando Vidrio Molido y Cerámica Triturada

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTORES**

Anaya Arce, Héctor Jaime (ORCID:0000-0001-9821-2359)

Vargas Garcia, Eduar Chen (ORCID:0000-0003-3378-4123)

**ASESOR**

Dr. Gutiérrez Vargas, Leopoldo Marcos (ORCID:0000-0003-2630-6190)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño sísmico y estructural

TRUJILLO – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico al que siempre me acompaña y me da fuerzas para salir adelante que es mi Dios.

Y por supuesto también a mi soporte, amiga, esposa Lourdes Erika y a mi hijo Sebastián Matías quienes son de mi inspiración, fuente generadora de fuerza y motores de superación en una etapa ideal de mi vida para concretar mis logros y metas importantes, ser ingeniero civil. A mi madre Filonila y mi hermana Yuliana quienes fueron un gran apoyo en todo aspecto durante la elaboración y ejecución de la tesis.

**Vargas García, Eduar Chen**

Dedico este trabajo principalmente a Dios y a mis Padres, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

**Anaya Arce, Héctor Jaime**

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro asesor de la tesis, Dr. Gutiérrez Vargas Leopoldo Marcos, por su asesoría y apoyo incondicional en brindarme una asesoría metodológica en el informe de investigación según la guía de productos de investigación.

**Vargas García, Eduar Chen**

Agradezco a Dios por protegerme durante todo el camino y darme fuerzas para superar obstáculos a lo largo de toda mi vida. A mis padres que me cuidan y protegen desde el cielo. A mis hermanos por su apoyo incondicional y por demostrarme la gran fe que tienen en mí.

**Anaya Arce, Héctor Jaime**

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
INDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	ix
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	19
3.1.1. Tipo .....	19
3.1.2. Diseño .....	19
3.2. Variables y operacionalización:.....	20
3.2.1. Variables .....	20
3.2.2. Operacionalización .....	20
3.3. Población y muestra .....	20
3.3.1. Población.....	20
3.3.2. Muestra .....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.4.1. Validez y confiabilidad .....	22
3.5. Procedimientos .....	23
3.6. Método de análisis de datos .....	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS .....	26

V. DISCUSIÓN.....	69
VI. CONCLUSIONES .....	77
VII. RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS .....	79
ANEXOS.....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Composición química del vidrio .....	15
Tabla 02: Composición química de la cerámica .....	17
Tabla 03: Probetas con agregado de cerámica triturada .....	21
Tabla 04: Probetas con agregado de vidrio molido .....	21
Tabla 05: Probetas con Concreto $f'c=210$ Kg/cm <sup>2</sup> .....	21
Tabla 06: Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
TABLA 07: Granulometría de agregado grueso .....	26
TABLA 08: Análisis granulométrico agregado fino .....	27
TABLA 08: Límites de consistencia contenido de humedad agregado grueso. ....	28
TABLA 09: Límites de consistencia contenido de humedad arena .....	28
TABLA 10: Absorción agregado grueso .....	29
TABLA 11: Absorción agregado fino .....	29
TABLA 12: Peso unitario agregado fino .....	29
TABLA 13: Peso unitario varillado agregado fino .....	30
TABLA 14: Peso unitario agregado grueso .....	30
TABLA 15: Peso unitario varillado.....	30
TABLA 16: Diseño de mezclas método ACI .....	31
TABLA 17: Diseño de concreto patrón .....	31
TABLA 18: Evaluación concreto patrón en 7, 14 y 28 días.....	32
TABLA 19: Grupo 1 con agregado de vidrio molido .....	33
TABLA 20: Grupo 2 con agregado de vidrio molido .....	34
TABLA 21: Grupo 3 con agregado de vidrio molido .....	35
TABLA 22: Análisis de datos con adición de vidrio al 5% a los 7 días.....	36
TABLA 23: Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 5% a los 7 días .....	36
TABLA 24: Análisis de datos con adición de vidrio al 10% a los 7 días.....	37
TABLA 25: Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 10% a los 7 días .....	37

TABLA 26: Análisis de datos con adición de vidrio al 15% a los 7 días .....	39
TABLA 27: Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 15% a los 7 días .....	39
TABLA 28: Análisis de datos con adición de vidrio al 5% a los 14 días .....	40
TABLA 29: Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 5% a los 14 días .....	40
TABLA 30: Análisis de datos con adición de vidrio al 10% a los 14 días .....	42
TABLA 31: Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 10% a los 14 días .....	42
TABLA 32: Análisis de datos con adición de vidrio al 15% a los 14 días .....	43
TABLA 33: Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 15% a los 14 días .....	43
TABLA 34: Análisis de datos con adición de vidrio al 5% a los 28 días .....	45
TABLA 35: Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 5% a los 28 días .....	45
TABLA 36: Análisis de datos con adición de vidrio al 10% a los 28 días .....	46
TABLA 37: Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 10% a los 28 días .....	46
TABLA 38: Análisis de datos con adición de vidrio al 15% a los 28 días .....	48
TABLA 39: Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 15% a los 28 días .....	48
TABLA 40: Grupo 1 con agregado de cerámica triturada .....	50
TABLA 41: Grupo 2 con agregado de cerámica triturada .....	51
TABLA 42: Grupo 3 con agregado de cerámica triturada .....	52
TABLA 43: Análisis de datos con adición cerámica triturada al 5% a los 7 días...	53
TABLA 44: Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 5% a los 7 días.....	53
TABLA 45: Análisis de datos con adición cerámica triturada al 10% a los 7 días.	54
TABLA 46: Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 10% a los 7 días.....	54
TABLA 47: Análisis de datos con adición cerámica triturada al 15% a los 7 días.	56
TABLA 48: Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 15% a los 7 días.....	56
TABLA 49: Análisis de datos con adición cerámica triturada al 5% a los 14 días.	57
TABLA 50: Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 5% a los 14 días.....	57
TABLA 51: Análisis de datos con adición cerámica triturada al 10% a los 14 días	

TABLA 52: Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 10% a los 14 días.....	59
TABLA 53: Análisis de datos con adición cerámica triturada al 15% a los 14 días 60	
TABLA 54: Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 15% a los 14 días.....	60
TABLA 55: Análisis de datos con adición cerámica triturada al 5% a los 28 días.	62
TABLA 56: Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 5% a los 28 días.....	62
TABLA 57: Análisis de datos con adición cerámica triturada al 10% a los 28 días 63	
TABLA 58: Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 10% a los 28 días.....	63
TABLA 59: Análisis de datos con adición cerámica triturada al 15% a los 28 días 65	
TABLA 60: Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 15% a los 28 días.....	65
TABLA 61: Comparación de concreto patrón vs agregados al 5% .....	66
TABLA 62: Comparación de concreto patrón vs agregados al 10% .....	67
TABLA 63: Comparación de concreto patrón vs agregados al 15% .....	68
TABLA 61: Formato para el ensayo a la compresión concreto patrón.....	86
TABLA 62: Formato del ensayo a la compresión agregando vidrio molido en 5%	86
TABLA 63: Formato del ensayo a la compresión agregando vidrio molido en 10% 87	
TABLA 64: Formato del ensayo a la compresión agregando vidrio molido en 15% 87	
TABLA 65: Formato del ensayo a la compresión agregando cerámica triturada en 88	
TABLA 66: Formato del ensayo a la compresión agregando cerámica triturada en 10% .....	88
TABLA 67: Resultado del ensayo a la compresión agregando cerámica triturada en 15%.....	89
TABLA 68: Operacionalización de variables .....	90



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 01: Granulometría del agregado grueso .....	26
GRÁFICO N° 02: Granulométrica del agregado fino .....	27
GRÁFICO N° 03: Resistencia a compresión concreto patrón.....	32
GRÁFICO N° 04: Grupo 1 – Adición de vidrio molido.....	33
GRÁFICO N° 05: Grupo 2 – Adición de vidrio molido.....	34
GRÁFICO N° 06: Grupo 3 – Adición de vidrio molido.....	35
GRÁFICO N° 07: Grupo 1 – Adición de cerámica triturada .....	50
GRÁFICO N° 08: Grupo 2 – Adición de cerámica triturada .....	51
GRÁFICO N° 09: Grupo 3 – Adición de cerámica triturada .....	52
GRÁFICO N° 10: Comparación de concreto patrón vs agregados al 5% .....	67
GRÁFICO N° 11: Comparación de concreto patrón vs agregados al 10% .....	67
GRÁFICO N° 12: Comparación de concreto patrón vs agregados al 15% .....	68

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>FIGURA N° 01:</b> Flujograma del proceso. ....	23
---	----

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación está enfocado en determinar el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  agregando vidrio molido y cerámica triturada. En dicho estudio se tomó como referencia la norma EMS E 050 la cual se basa en la aplicación de la Mecánica de Suelos, siguiendo la metodología ACI para diseños de mezcla y T-Student para validar la hipótesis.

Por lo tanto, se utilizó como técnicas de recolección de datos: La observación directa, listas de verificación, así como también instrumentos como guías de observación y hojas de registro. El procedimiento se inició con el acopio de los agregados, verificando que cada uno cumpla con la norma mediante el método ACI, posteriormente se realizó el diseño y llenado de 9 probetas con la mezcla convencional  $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$  y 9 probetas modificadas, donde se reemplazó el 5%, 10%, 15% de vidrio molido al agregado fino y 5%, 10%, 15% de cerámica triturada al agregado grueso. El ensayo realizado fue el de resistencia a la compresión en edades de 7, 14 y 28 días. Asimismo, se obtuvo resultados favorables con el reemplazo del 15% tanto de vidrio molido como de cerámica triturada a los 28 días de ruptura de los especímenes o probetas con respecto al concreto patrón.

Al finalizar los ensayos de resistencia a la compresión se determinó mediante la distribución T-Student que, a mayor porcentaje de agregados y a mayor tiempo de ruptura de probetas, mejora la dicha resistencia.

**PALABRAS CLAVES:** Resistencia a Compresión, Vidrio molido y Cerámica triturada.

## ABSTRACT

The present research work is focused on determining the behavior of the compressive strength of concrete  $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$  by adding ground glass and crushed ceramic. In this study, the EMS E 050 standard was taken as a reference, which is based on the application of Soil Mechanics, following the ACI methodology for mixture designs and T-Student to validate the hypothesis.

Therefore, the following data collection techniques were used: Direct observation, checklists, as well as instruments such as observation guides and record sheets. The procedure began with the collection of the aggregates, verifying that each one complies with the standard by means of the ACI method, later the design and filling of 9 test tubes with the conventional mixture  $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$  and 9 modified test tubes was carried out., where 5%, 10%, 15% of ground glass was replaced to the fine aggregate and 5%, 10%, 15% of crushed ceramic to the coarse aggregate. The test carried out was that of resistance to compression at ages 7, 14 and 28 days. Likewise, favorable results were obtained with the replacement of 15% of both ground glass and crushed ceramic after 28 days of breaking of the specimens or specimens with respect to the standard concrete.

At the end of the compressive strength tests, it was determined by the T-Student distribution that, the higher the percentage of aggregates and the longer the test specimen rupture time, the said strength improves.

**KEY WORDS:** Compressive Strength, Ground Glass and Crushed Ceramic.

## I. INTRODUCCIÓN

La problemática del presente estudio se consigna en las siguientes líneas:

En la actualidad, en distintos estados del universo, están desarrollando indagaciones con el fin de poder alcanzar un beneficio óptimo en cómo usar productos reciclados y no optar por los recursos de nuestra naturaleza; haciendo que el concreto tenga un uso más razonable, con la finalidad de cuidar nuestro planeta.

Se espera que la región europea, que tuvo la mayor participación de mercado en 2019, mantenga su posición de liderazgo a lo largo de los años de pronóstico, dominando así el mercado global en 2028. También se estima que la región exhibirá la tasa de crecimiento más rápida durante el período 2020-2028. Las regulaciones favorables establecidas por el gobierno están impulsando principalmente el crecimiento del mercado. Además, el concepto de reciclaje de vidrio se está promoviendo a nivel profesional, institucional y público, lo que está impulsando un mayor crecimiento. Además, Francia es el país líder en el mercado mundial de vidrio reciclado. Los funcionarios del país han estado implementando estrategias para reducir y reciclar los desechos. Francia también ha realizado esfuerzos para iniciar algunas tecnologías de reciclaje (Nasdaq, 2020, p. 1).

Las autoridades peruanas han intentado evaluar el efecto del reciclaje informal. El total de residuos procesados por estas organizaciones formales asciende a 41,5 tn/día de residuos orgánicos (residuos de alimentos) y 74,4 tn/día de reciclables (papel, vidrio, plásticos y metales) (Torres, et al, 2016, p. 203-204).

El reciclaje en Perú es inexistente, y con el llamado boom de las edificaciones, la fabricación en nuestro país acerca de cerámicos es un aproximado de 56 millones de m<sup>2</sup> al año, en nuestro territorio el requerimiento de cerámica es aproximadamente de 148,000 m<sup>2</sup> durante el año, asimismo cerca de 5,7 tn por año se dispersan sin control en los litorales de rellenos y arroyos que se encuentran sin estar identificados en este lugar (Castillo, 2018 p. 1).

Lo cuestionable en el cual se encuadra esta indagación tiene conexión con primordiales aspectos direccionados a analizar el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> al reemplazar vidrio molido en 5%, 10%

y 15% al cemento y cerámica reciclada triturada en 5%, 10% y 15% al agregado grueso, para luego ser comparado con la muestra patrón del concreto. Esto se toma como una opción que posiblemente reduciría el impacto del medio ambiente y al mismo tiempo en el ámbito socioeconómico optando aprovechar los productos reconsiderados.

Asimismo, abordamos el presente problema de estudio: ¿Qué efecto tiene el vidrio molido y cerámica triturada en el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ?

Esta investigación se realiza con el propósito de contribuir al conocimiento existente sobre el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con reemplazo de vidrio molido y cerámica triturada, cuyos resultados podrán desencadenar en una propuesta para ser incorporado en la ciencia de la ingeniería.

Asimismo, porque existe la necesidad de contribuir en la mejora del medio ambiente, con el uso de materiales reciclados. Se utilizará el vidrio molido y cerámica triturada como aditivos para la elaboración de concreto y se evaluará el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Al ser demostrada su validez y confiabilidad, se podrá plantear un nuevo método de diseño de concreto y ser usado en otras investigaciones.

La investigación tiene como objetivo general determinar el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  al reemplazar vidrio molido y cerámica triturada. Para lo cual tenemos que abordar los siguientes objetivos específicos:

Diseñar mezcla de concreto patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , determinar la resistencia a compresión del concreto sin uso de aditivos, determinar la resistencia a la compresión del concreto aplicando vidrio molido y determinar la resistencia a la compresión del concreto aplicando cerámica triturada.

En la presente tesis se formuló la hipótesis, el vidrio molido y cerámica triturada mejora el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

## II. MARCO TEÓRICO

Por lo tanto, en nuestro estudio se ha creído conveniente algunos antecedentes, que abarcan en el ámbito nacional e internacional, que se han encontrado en revistas, libros, y otros estudios que han sido de suma importancia y de ayuda para el desarrollo de nuestro estudio en mención, por ende, a continuación, detallamos lo que se ha podido encontrar:

Jurczak, et al (2021), en su artículo “Effect of Ground Waste Glass Addition on the Strength and Durability of Low Strength Concrete Mixes”. Indica que resistencia a la compresión fue determinada después de 7 y 28 días. Los ensayos se realizaron en mezclas de hormigón (relación agua / cemento, acortada a W / C) y (relación vidrio a cemento, acortada a GP / C). Los resultados obtenidos fueron PW1 (W/C 0.75 y GP/C 6.6%) a los 7 días 17.6 MPa y 28 días 22.9 MPa; PW2 (W/C 0.85 y GP/C 6.6%) a los 7 días 13.7 MPa y 28 días 18.9 MPa; PW3 (W/C 0.73 y GP/C 22.5%) a los 7 días 19.6 MPa y 28 días 26.8 MPa, PW4 (W/C 0.87 y GP/C 22.5%) a los 7 días 13 MPa y 28 días 18.1 MPa; PW5 (W/C 0.80 y GP/C 22.5%) a los 7 días 16.4 MPa y 28 días 22.6 MPa. Del análisis de los valores de resistencia a la compresión de 7 y 28 días, se deduce, cuanto mayor es la proporción de vidrio residual y menor es la relación w/c, mayor es el aumento de la resistencia a la compresión de la mezcla.

Poma (2020), en su investigación “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”, Se obtuvo información de las pruebas a compresión de acuerdo la norma NTP 339.034 de las muestras con agregado de vidrio molido en 04 und. con 2% y 04 und. con 3% como aditivo fino parcial de acuerdo al diseño de composición realizado en gabinete a los 28 días de fraguado. Es por ello, se determinó que de forma expresiva su  $f'c$  varía al agregar una proporción del 2% y 3% de vidrio a la mezcla convencional, por ende, se puede determinar que la media de las  $f'c$  experimental en el primer grupo con adición del 2% de vidrio, aumenta en 1.95% (de 230.50 kg/cm<sup>2</sup> a 235.00 kg/cm<sup>2</sup>) con respecto a la mezcla o concreto convencional. La media de las  $f'c$  experimental (con 3% vidrio) en el primer grupo con adición del 3% de vidrio crece en 8.24% (de 230.50 kg/cm<sup>2</sup> a 249.50 kg/cm<sup>2</sup>) con respecto al mezcla convencional.

Mohd, et al (2015), en su artículo "Investigation on Compressive Strength of Special Concrete made with Crushed Waste Glass". Se han producido cinco mezclas de hormigón y cada mezcla consistió en seis cubos con el fin de obtener el promedio de resistencia a la compresión a una edad temprana (7 días) y madura edad (28 días). Una mezcla de hormigón normal sin ningún reemplazo de vidrio de desecho triturado se dispuso como parámetro de control de resistencia a la compresión. Se prepararon también otras cuatro mezclas de hormigón con vidrio de desecho triturado al 2%, 4%, 6% y 8%, el tamaño del agregado grueso es entre 5 mm a 20 mm y la relación w/c 0.50. El resultado obtenido fue M1 0% 26.06 MPa, M2 2% 28.42 MPa, M3 4% 30.70 MPa, M4 6% 30.44 MPa y M5 8% 28.89 MPa a los 7 días, asimismo a los 28 días se obtuvo: M1 0% 30.53 MPa, M2 2% 37.36 MPa, M3 4% 37.75 MPa, M4 6% 32.37 MPa y M5 8% 31.17 MPa. Del análisis de los valores de resistencia a la compresión de 7 y 28 días, se deduce, cuanto mayor es la proporción de vidrio residual, mayor es el aumento de la resistencia a la compresión de la mezcla. Teniendo como pico más alto al reemplazo del 4% de vidrio molido a los 28 días, sin embargo, la resistencia es mayor en todos los porcentajes con respecto al concreto patrón.

Codina (2018), en su tesis "Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado". El presente proyecto de investigación tuvo por objetivo determinar los efectos que tendrá la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  cuando se sustituye el agregado fino en un 5% y 10% por vidrio molido reciclado. Se elaboraron 27 probetas: 9 con 0% (patrón), 9 con 5% y 9 con 10% de vidrio molido reciclado. La técnica que se utilizó fue de observación y como instrumento tuvimos las fichas técnicas de laboratorio de Mecánica de suelos y ensayos de materiales. El proceso de los datos se realizó con los programas Excel. Para el análisis de los datos se elaboraron tablas, gráficos, porcentajes, medias y pruebas de hipótesis. Las probetas fueron curadas y ensayadas a compresión a las edades de 7, 14 y 28 días, esto permitió conseguir resultados de resistencia a la compresión: a los 7 días el concreto patrón fue de  $145.90\text{ kg/cm}^2$ , al 5% de aditivo  $169.27\text{ kg/cm}^2$  y al 10% de aditivo  $196.03\text{ kg/cm}^2$ , a 14 días el concreto patrón fue de  $164.20\text{ kg/cm}^2$ , al 5% de aditivo  $175.10\text{ kg/cm}^2$  y al 10% de aditivo  $218.73\text{ kg/cm}^2$  y a 28 días el concreto patrón fue de  $212.50\text{ kg/cm}^2$ , al 5% de aditivo  $325.03$



kg/cm<sup>2</sup> y al 10% de aditivo 335.67 kg/cm<sup>2</sup>. Observamos que al incrementar el contenido de vidrio la resistencia aumenta.

Rachit (2017), en su artículo científico "Compressive Strength of Concrete Using Construction Demolition Waste, Glass Waste, Superplasticizer and Fiber", nos muestra resultados de las pruebas de resistencia a la compresión realizadas en diferentes probetas de hormigón constituido por residuos de vidrio. El efecto de la edad en días sobre la resistencia a la compresión de cemento y áridos finos constituidos por arena y residuos de vidrio (10%, 20% y 30%). Al adicionar el 10%, 20% y 30% de arena con vidrio de desecho y relación a/c 0.50 produce una resistencia a la compresión de 9,05 N / mm<sup>2</sup>, 12,25 N / mm<sup>2</sup> y 11,89 N / mm<sup>2</sup> y 15,91 N / mm<sup>2</sup> para el cubo de control), respectivamente después de 3 días, aumentando a una resistencia a la compresión de 25,9 N / mm<sup>2</sup>, 29,17 N / mm<sup>2</sup> y 26.76 N / mm<sup>2</sup> y 21.29 N / mm<sup>2</sup> por cubo de control), respectivamente, después de 28 días. La Resistencia a la compresión con un 10% de vidrio muestra un valor más bajo en comparación con el 20% y el 30% reemplazo a los 3 días, pero después de 28 días, el compresor fuerza del 20% muestra un valor más alto que el del 10% y 30%. El porcentaje de vidrio de desecho muestra mayor valor de resistencia a la compresión en comparación con la resistencia a la compresión del hormigón para cemento sin vidrio de desecho. La mejora de la fuerza con la edad en días puede ser atribuido a un mejor enclavamiento y puzolánico lenta reacción de partículas de vidrio angulares en la matriz de hormigón que se optimizó al 20% de contenido de vidrio.

Paredes (2019), en su tesis "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio reciclado molido" Refiere que la investigación tuvo como objetivo principal analizar la resistencia a la compresión del concreto F'c=210 Kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio reciclado molido. Se inició con el análisis de las propiedades físicas y químicas de los agregados pétreos y la elaboración de probetas de concreto y con adición de vidrio reciclado molido en el orden de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% al agregado fino, con la finalidad de obtener los tres porcentajes de adición más adecuados. Seguidamente, se procedió a la rotura de las probetas de concreto con los porcentajes más adecuados 15%, 20% y 25%. Posteriormente, se elaboró probetas de concreto convencional y

modificado con 15%, 20% y 25% de vidrio reciclado molido y relación a/c 0.45, y se efectuó las pruebas de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, obteniendo los siguientes resultados: A los 7 días 0% (172.2 kg/cm<sup>2</sup>), 15% (185.8 kg/cm<sup>2</sup>), 20% (180.5 kg/cm<sup>2</sup>) y 25% (175.10); a los 14 días al 0% (196.7 kg/cm<sup>2</sup>), 15% (219 kg/cm<sup>2</sup>), 20% (212 kg/cm<sup>2</sup>) y 25% (196.8 kg/cm<sup>2</sup>) y a los 28 días al 0% (213 kg/cm<sup>2</sup>), 15% (253 kg/cm<sup>2</sup>), 20% (229 kg/cm<sup>2</sup>) y 25% (218 kg/cm<sup>2</sup>). Al finalizar los ensayos de resistencia a la compresión, se concluyó que usando el 15% de adición de vidrio reciclado molido en peso del agregado fino se obtiene mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional y los demás porcentajes de adición estudiados.

Ahmad, et al (2015), en su artículo científico "Solid waste (ceramic tiles) as a replacement for concrete aggregate". Nos menciona que la utilización de residuos de cerámica en la producción de hormigón podría ser una medida eficaz para mantener el medio ambiente y mejorar las propiedades del hormigón. Se realizaron pruebas con una variable de a/c de 0,6. La sustitución de áridos gruesos por residuos gruesos de baldosas cerámicas se varió del 10% al 50% para 28 días. Al 10% de cerámica triturada se consiguió una  $f'c=22.3$  MPa, al 20% se obtuvo 22 MPa, al 30% se obtuvo 22 MPa, al 40% se obtuvo 21.8 MPa y al 50% se obtuvo 20.4 MPa. El  $f'c$  del concreto aumentó gradualmente a través del aumento sobre la cantidad de residuos de baldosas cerámicas agregadas. El caso óptimo de utilizar baldosas cerámicas de desecho como áridos gruesos es del 10 al 30 por ciento.

Rodriguez (2016), en su tesis "Resistencia de del hormigón con reemplazo de agregado grueso de 25 % y 50 % por cerámica reciclada Huaraz-2016". Se analizó una composición de hormigón con 3 porcentajes distintos de reemplazo de agregado robusto por agregado cerámico reutilizable, se estableció de (27 recipientes: 9 para hormigón patrón, 9 con 25%, 9 con 50%). La muestra del hormigón patrón medio a los 7 días tiene un  $f'c=35.79$  Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días un  $f'c=191.61$  Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días llega a tener un  $f'c=212.38$  Kg/cm<sup>2</sup>. La muestra experimental con el reemplazo del agregado grueso en 25% por el cerámico reusado; a los 7 días tiene una media de  $f'c=125.48$  Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días tiene una media de  $f'c=184.36$  Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días llega a tener una media de  $f'c=189.40$  Kg/cm<sup>2</sup>. La muestra experimental con adición de agregado grueso en 50% por el

cerámico reusado; a los 07 días tiene una media de  $f'c=116.65$  Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días tiene una media de  $f'c=178.31$  Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días llega a tener una  $f'c=182.60$  Kg/cm<sup>2</sup>. El  $f'c$  disminuye al sustituir cerámica por agregado grueso al 25% y 50%.

Mustafa, et al (2013), en su artículo científico "Clay Ceramic Waste as Pozzolan Constituent in Cement for Structural Concrete" Esta investigación se centra en un estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con residuos cerámicos como árido grueso para 28 días. Se realizaron muestras con un reemplazo del 5,10 y 15 %, obteniendo los siguientes resultados: M1 (w/c 0.65) 15.64 MPa, M2 (w/c 0.55) 23.51 MPa y M3 (w/c 0.45) 30.16 MPa. Se observa que la resistencia a la compresión agregando cerámica, tiende a aumentar con el porcentaje de aditivo.

Heredia (2019), en su tesis "Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>; incorporando cerámico en 3% y 5% en reemplazo de agregado grueso" La resistencia a la compresión promedio de las probetas a los 7 días para las que no tienen cerámico es de 241 kg/cm<sup>2</sup>, para las que tienen un 3% de cerámico incorporado es de 244 kg/cm<sup>2</sup> y para las que tienen un 5% de cerámico incorporado es de 278 kg/cm<sup>2</sup> ; mostrando que con la incorporación de cerámico tenemos una evolución más acelerada de la resistencia a la compresión con respecto a las probetas que no tienen, pues hay un incremento de 1% para las probetas con un 3% de cerámico y un aumento del 15% para probetas con un 5 % de cerámico. En cuanto a la resistencia a la compresión promedio de las probetas a los 14 días para las que no tienen cerámico es de 291 kg/cm<sup>2</sup> , para las que tienen un 3% de cerámico incorporado es de 299 kg/cm<sup>2</sup> y para las que tienen un 5% de cerámico incorporado es de 303.73 kg/cm<sup>2</sup> y en la evaluación de la resistencia a la compresión promedio de las probetas sin cerámico a los 28 días es de 303.38 kg/cm<sup>2</sup> , para las que tienen un 3% de cerámico incorporado es de 309.74 Kg/cm<sup>2</sup> y para las que tienen un 5% de cerámico incorporado es de 317.84 Kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a la compresión aumenta a más días de edad.

Do Santos, et al (2021), en su artículo científico "Clay Ceramic Waste as Pozzolan Constituent in Cement for Structural Concrete". Menciona que realizaron 6 probetas para analizar la resistencia a la compresión del concreto con adición de

cerámica triturada. Los resultados obtenidos con adición de cerámica a los siguientes porcentajes C10% W/C 0.54 a los 14 días 27.2 MPa y 28 días 31.42 MPa y C20% W/C 0.61 a los 14 días 24.5 MPa y 28 días 27.82 MPa. Se llegó a la conclusión la cerámica tiene un potencial puzolánico y la resistencia a la compresión llega a su pico más alto a los 28 días con un 10 % de aditivo.

Gopinath (2019), en su artículo científico "A Study on the Mechanical Properties of Ceramic Waste Aggregate Concrete". En este artículo se busca la idoneidad y adecuación de los residuos cerámicos como posible sustituto de los convencionales como aditivo del 20% del agregado grueso. El  $f'c$  se evaluó obteniendo como resultado CW1 (w/c 0.58) 36.63 MPa, CW2 (w/c 0.50) 40.48 MPa, CW3 (w/c 0.44) 44.72 MPa, CW4 (w/c 0.39) 50.14 MPa, CW5 (w/c 0.35) 53.95 MPa y CW6 (w/c 0.32) 59.63 MPa; y CW1 (w/c 0.58) 39.84 MPa, CW2 (w/c 0.50) 42.25 MPa, CW3 (w/c 0.44) 45.79 MPa, CW4 (w/c 0.39) 51.61 MPa, CW5 (w/c 0.35) 56.69 MPa y CW6 (w/c 0.32) 62.57 MPa a los 28 y 56 días, respectivamente. Los resultados indican que el hormigón que contienen agregados CWBA gana más resistencia después de 28 días.

Pacheco, et al (2011), en su artículo "Compressive strength and durability properties of ceramic wastes based concrete". Este artículo presenta un estudio experimental sobre las propiedades y la durabilidad del hormigón que contienen desechos cerámicos. Se preparó una mezcla de hormigón con arena natural y agregados cerámicos gruesos ( $W / C = 0.5$ ) con el 20 % de reemplazo de cerámica triturada, obteniendo los siguientes resultados: 38 MPa, 45 MPa y 43 MPa, a los 14, 28 y 56 días, respectivamente. Los resultados muestran que la mezcla de hormigón con áridos cerámicos aumenta su resistencia a compresión y alcanza su nivel máximo a los 28 días.

Castillo (2018), en su estudio denominado "Reemplazo del 50% y 75% de adherido grueso por sobrante de cerámica en la resistencia a compresión de hormigón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>". El hormigón convencional consiguió una muestra expresiva y trabajabilidad de una relación a/c de 0.63, entretanto que para el 50% de concreto empírico se adicionó 0.150 litros de H<sub>2</sub>O consiguiendo una relación a/c de 0.65 y para un hormigón empírico de 75% se agregó 0.700 litros de H<sub>2</sub>O consiguiendo una relación a/c de 0.68. El resultado de la resistencia a la

compresión del hormigón convencional a 7 días señala una resistencia media de 148.47 kg/cm<sup>2</sup>, a 14 días una media de 190.06 kg/cm<sup>2</sup>, y a 28 días una media de 241.23 kg/cm<sup>2</sup>. El resultado de  $f_c$  del hormigón empírico de 50%, a 7 días señaló una media de 110.49 kg/cm<sup>2</sup>, a 14 días una media de 145.22 kg/cm<sup>2</sup>, y a 28 días una media de 237.77 kg/cm<sup>2</sup>. El resultado de  $f_c$  del hormigón convencional del 75%, a los 7 días señaló una media de 104.16 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días una media de 138.92 kg/cm<sup>2</sup>, y a 28 días una media de 219.62 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a la compresión con reemplazo del 50% y 75% de cerámica en el agregado grueso, disminuye.

Fayez, et al (2016), en su artículo "Assessment of concrete compressive strength prediction models", Se utilizó cemento Portland ordinario común (OPC) para todas las mezclas. Los datos experimentales correspondientes se ajustan a ASTM C192-02 (2002) para mezclar, fundir, consolidar, terminar las mezclas, y a ASTM C39-05 (2005) para probar el hormigón endurecido. La relación w/c 0.70, cemento (276 kg/m<sup>3</sup>), Agregado grueso (971 kg/m<sup>3</sup>) y Agregado fino (854 kg/m<sup>3</sup>). El resultado obtenido del experimento fue una resistencia a la compresión del concreto fue de 20.6 Mpa (210 kg/cm<sup>2</sup>).

Medeiros, et al (2018), en su artículo "Influence of Distinct Curing Environments on the Compressive Strength of Concrete". Este artículo analiza la influencia de diferentes condiciones en la resistencia a la compresión del ensayo de hormigón. Según los resultados, diferentes condiciones influyen en la resistencia a la compresión del hormigón. Los tipos de curado investigados: tanque de agua, cámara húmeda, tanque con agua y cal, ambiente interno del laboratorio y ambiente externo. La ganancia de resistencia a la compresión con el tiempo también varía para cada condición. Los valores encontrados a los 28 días con relación w/c 0.65 corresponden a 21.7 MPa, 20.5 MPa, 21 MPa, 21.6 MPa, 20.3 MPa, 27.7 MPa y 21.3 MPa.

Bashir, et al (2021), en su artículo "Study on concrete proportioning methods: a qualitative and economical perspective" Este estudio se llevó a cabo para comparar las proporciones de mezclas de concreto obtenidas siguiendo los procedimientos de American Concrete Institute (ACI), de diseño de mezcla de concreto sin el uso de aditivos. Las mezclas de hormigón han sido preparadas con

la necesaria resistencia de 28 días, La dosificación relación agua-cemento (0.59); cemento (308.33 kg/m<sup>3</sup>), agua (180.82 litro/m<sup>3</sup>), agregado fino (787.08 kg/m<sup>3</sup>) y agregado grueso 1049.60 kg/m<sup>3</sup>).

De la bibliografía consultada se pudo revisar diversas definiciones que serán útiles para el desarrollo de la investigación, tales como:

Agyekum (2018), hace mención que la resistencia a la compresión del hormigón está influenciada por la resistencia de los agregados, el cemento matriz y la zona de transición interfacial

Thuy, et al (2020), nos muestra que la resistencia a la compresión es siempre el parámetro clave del hormigón normal y / o del hormigón de alto rendimiento. Esto se debe a que sus resistencias bajo compresión son mucho mayores que las sometidas a tracción, incluso para el hormigón reforzado con fibra de endurecimiento por deformación con una alta resistencia a la tracción superior a 10 MPa. Por otro lado, se sabe que la resistencia a la compresión del hormigón depende del tiempo durante la hidratación del cemento.

El efecto de escala del hormigón tradicional se ha investigado durante décadas: las propiedades mecánicas del hormigón tradicional dependían en gran medida del tamaño y la forma debido a su naturaleza frágil. En compresión, ha habido dos estándares de prueba principales diferentes para muestras compresivas que utilizan forma cúbica o cilíndrica. La forma cilíndrica, con un tamaño de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, se ha aplicado principalmente en Canadá, Estados Unidos y Australia, mientras que la forma cúbica con dimensiones de 150 mm o 100 mm se ha aplicado principalmente en Europa y Vietnam

Aswin, et al (2020), en su estudio nos dice que, en la fabricación de hormigón, ha habido muchos desarrollos y avances en la modificación de composiciones de hormigón, con el fin de luchar y crear hormigón que tenga un material de construcción ecológico llamado hormigón verde

Afroughsabet, et al (2016), describe que el hormigón es un material ampliamente utilizado en todo el mundo, y se utilizan comúnmente grandes cantidades de varios tipos de hormigón. Debido al uso extensivo de este material, muchos investigadores están investigando sus propiedades de ingeniería.

Desarrollo de la construcción de ingeniería civil moderna ha generado una gran demanda de nuevos tipos de hormigones que requerido para poseer cualidades mejoradas incluyendo resistencia, tenacidad y durabilidad. Algunos ejemplos de nuevos tipos de hormigón incluyen hormigón de alta resistencia (HSC), hormigón de alto rendimiento (HPC) y hormigón reforzado con fibra de alto rendimiento (HPFRC). Además, los aditivos añadidos a la mezcla de hormigón, individualmente o en varias combinaciones, para mejorar las características mecánicas, físicas y de durabilidad del hormigón. La adición de aditivos tiene muchas ventajas. Una ventaja es que conduce a un aumento de la resistencia a la compresión.

Van, et al (2018), nos dice que el hormigón es un compuesto de agregados mixtos (agregados finos y agregados gruesos) que están unidos por pasta de cemento y también se puede utilizar como aditivo para obtener los resultados deseados. En concreto, los áridos ocupan el 70% al 75% del volumen de hormigón, por lo que las características y propiedades de los áridos tienen un efecto directo, influencia en la calidad y propiedades del hormigón.

El hormigón es un material cuasi quebradizo que falla a través de la formación y propagación de grietas inducidas por cargas externas.

Gonzales, et al (2015), menciona que la durabilidad del hormigón frente a los agentes agresivos del medio ambiente requiere de una serie de medidas tales como el mínimo y el máximo contenido de cemento, máxima relación agua/cemento, calidad del agregado, límite de la retracción, requerimientos de curado, permeabilidad al agua, uso de aditivos reductores de agua y resistencia contra los ataques químicos agresivos

La dosis del hormigón reside en el análisis de las extensiones en que han de combinarse los elementos que lo establecen. Dado que el hormigón está conformado por distintos materiales, no hay una determinada dosificación posible para obtener una resistencia a la compresión  $f_c$  (se asume esta propiedad mecánica, a conocimiento del cumplimiento en los detalles de edificación), en tal sentido hay una categoría de proporciones posibles que manifiestan a esa misma propiedad mecánica.

Lomesh, et al (2021), describe la estructura del hormigón y dice que es principalmente una combinación de cemento, arena y partículas piedra.

Aswin, et al, (2021), la composición del cemento en el hormigón es solo del 10%, pero debido a su función como aglutinante, el papel de cemento es muy importante.

Lomesh, et al (2021), el cemento es la principal fuente focal en la industria del hormigón y en última instancia, de la emisión de gases de efecto invernadero.

Troyano (2019), el cemento es uno de los conglomerantes hidráulicos más empleados en la actualidad. En general se llama conglomerante hidráulico a aquel que amasado con agua fragua y endurece, tanto expuesto al aire como sumergido en agua.

Rojas (2015), en su artículo logra fundar 2 prototipos esenciales en cementos tales como: Procedencia arcillosa que son obtenidas de materia arcillosa y rocas (piedras) caliza con una proporción 1-4 poco más o menos; y por otro lado de procedencia puzolánica del cemento que podría ser de origen orgánico/volcánico. Características globales del cemento tales como eficiente resistencia al arremetido químico, resistencia al calor elevado, inicialmente una resistencia eminente que reduce con el pasar del tiempo, transformación interna, se debe obviar usar armaduras, con el transcurso del tiempo crece la porosidad y el uso adecuado de menores temperaturas siendo muy exotérmico.

Kim (2018), refiere que se sabe que la calidad y el tipo de cemento son factores importantes para determinar el desarrollo de la resistencia del hormigón, que se ve específicamente afectado por la finura y composición mineral del cemento. La finura del cemento también afecta su reactividad con el agua. Generalmente, cuanto más fino sea el cemento, más rápidamente reaccionará.

Wang, et al (2019), dice que el cemento Portland ordinario se ha convertido en un material de construcción indispensable en la industria de la construcción con el rápido desarrollo de la industrialización. En la industria del cemento se han consumido grandes cantidades de materiales naturales como piedra caliza, bauxita, arcilla, arenisca y yeso.

Hemalatha, et al (2020), menciona que por cada tonelada de cemento, aproximadamente de 6 a 7 toneladas de fino y grueso agregados son necesarios;



por lo tanto, el aumento en el volumen de hormigón conduce a una mayor demanda de agregados, ya que ocupa del 60 al 70% del volumen de hormigón.

Rubicon (2019), menciona que la arena es un prototipo de aditivo fino o árido que se maneja para producir concreto y mortero; se constituye de partículas de piedras trituradas que logran ser muy chicas y finas, a veces un poco más grandes, en efecto se toma en cuenta el fin para el que sea considerada.

La arena fina se maneja para la mampostería, en tanto que la arena robusta que se combina con gravilla se toma en cuenta para producir pisos o formar porción de la cimentación ya que tiene la condición de disminuir las grietas que surgen en la mezcla al endurecer.

La arena está compuesta de partículas muy finas de rocas y minerales. Está formada principalmente por la combinación de varios elementos metálicos con los elementos más comunes de la corteza terrestre: el oxígeno y el silicio. Los silicatos, por lo tanto, son el grupo mineral más variado y extenso en la tierra, tanto así que a partir de este se puede hacer el vidrio. Su densidad es media, son duros, translúcidos y transparentes. El silicio presente en la arena, generalmente, se encuentra en la forma de cuarzo, que es el mineral más resistente a las condiciones climáticas.

Pérez, et al, (2009), describe que la piedra es una sustancia mineral dura y compacta, es decir, de elevada consistencia. Las piedras no son terrosas ni tienen aspecto metálico y suelen extraerse de canteras, que son explotaciones mineras a cielo abierto.

Su composición mineral, se conforma de silicatos que, en su generalidad, estas piedras están compuestas de partículas parecidas al cuarzo, son conocidas como sílice.

También se conforma de carbonatos de calcio, los minerales que contienen estas piedras se formaron con la presión que ejercieron durante millones de años los cuerpos de criaturas diminutas fosilizadas. Estas piedras son más blandas y menos perdurables que los silicatos, y son sensibles a los ácidos. Ejemplos: piedra caliza, mármol y travertino.

Palacio, et al (2017), ha mención que la resistencia mecánica, durabilidad y

trabajabilidad del hormigón se pueden mejorar reemplazando el cemento o los áridos con materiales reciclados.

Los agregados, son materiales inertes con forma granular, considerados como productos minerales que pueden encontrarse en estado natural o artificial, y cuya mezcla con un cementante permite generar concreto.

Columbié, et al (2020), dice que el agregado grueso es una gravilla que procede de la trituración de rocas calizas de la cantera con un tamaño entre 10 mm y 5 mm. Su litología es de las calizas puras organógenas, duras, compactas, blancas a crema, masivas o levemente brechosas.

Las propiedades de áridos reciclados están influenciadas principalmente por su composición, afectados por la calidad de demolición, clasificación y reciclaje. Las propiedades se dividen en tres grupos: geométricas, físicas y químicas. Las propiedades geométricas se determinan mediante la prueba de tamizado para la distribución del tamaño de grano, la fracción de partículas y módulo de blandura. Otra propiedad geométrica importante del reciclado agregado es el índice de forma que, entre otras cosas, influye en el diseño de la receta de hormigón.

Junak, et al (2018), describe las propiedades físicas incluyen resistencia al aplastamiento, resistencia a la abrasión, resistencia a las heladas, densidad aparente, absorción de agua, etc. Las propiedades químicas son, por ejemplo, el contenido de álcali, sulfuros solubles, y la representación total de los diferentes materiales de construcción en el reciclado.

Gonzales, et al (2016), los áridos reciclados se definen como áridos obtenidos del tratamiento de material inorgánico que ha sido previamente utilizado en la construcción. La materia prima es el material de desecho generado durante los procesos de construcción y demolición. En cuanto al caso particular del árido de hormigón reciclado, este se obtiene del proceso de reciclaje de material de desecho de hormigón.

Aswin, et al (2021), menciona que además, se necesita una cierta cantidad de agua que es muy influyente sobre la concreción del hormigón. El proceso de hidratación en hormigón fresco requiere aproximadamente un 25% del peso del cemento utilizado. Se necesita un exceso de agua del proceso de hidratación para

consistencia del hormigón revuelva para lograr una buena velocidad.

La cantidad de agua necesaria para una determinada el accidente depende del material utilizado. El agua tiene un papel importante en la capacidad de trabajo, la fuerza y durabilidad del hormigón. Demasiada agua reduce la resistencia del hormigón, mientras que muy poco hormigón incapaz de trabajar.

Cardenas (2018), menciona que el agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr: la formación de gel; y permitir que el conjunto de la masa adquiera las propiedades que en estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma; y en estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas.

Wikilibros (2015), menciona que el vidrio es un importante y abundante componente de la basura industrial y doméstica. En los vertederos locales el vidrio presente suele consistir en botellas, cristalería y otros objetos, además, en la manufactura de vidrio se produce una alta tasa de producción defectuosa que debe ser reciclada. Por todo esto, los desechos de vidrio son muy abundantes, llevando a numerosos países al establecimiento de métodos de recogida selectiva de vidrio.

**Tabla 01:** Composición química del vidrio

<b>Composición del vidrio</b>		
<b>Sílice</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	0.70 – 0.75
<b>Sodio</b>	<b>Na</b>	0.12 – 0.18
<b>Potasio</b>	<b>K</b>	0.00 - 0.01
<b>Calcio</b>	<b>Ca</b>	0.05 – 0.14
<b>Aluminio</b>	<b>Al</b>	0.005 – 0.03
<b>Magnesio</b>	<b>Mg</b>	0.00 – 0.04

**Fuente:** (Wikilibros, 2015).

Sciences (2021), nos muestra que el vidrio es un residuo abundante en las industrias doméstica, comercial, eléctrica y automovilística. Este material se emplea ampliamente en recipientes, vehículo de vidrio, solar de vidrio, soplado de vidrio y el vidrio de fibra. Tiene varias características como superficie transparente, resistencia a la abrasión, durabilidad y fácil fabricación. El consumo de vidrio está creciendo debido al desarrollo de nuevos productos a base

de vidrio. Naciones Unidas estima que cada año se generan en el planeta alrededor de doscientos millones de toneladas de residuos y los residuos de vidrio representan el 7% de esta cantidad. Generalmente, el comportamiento del hormigón que contiene agregado de vidrio puede aumentar la trabajabilidad, el sangrado y la segregación de la mezcla. Sin embargo, este hormigón reemplazado por vidrio reduce su resistencia mecánica y retracción por secado y aumenta su resistencia química y al fuego, así como la resistencia a la carbonatación.

Salamatpoor, et al (2017), refiere que además, las partículas de vidrio reciclado generalmente tienen forma angular y contienen algo de grasa y partículas alargadas. Se cree que la corriente de desechos, a partir de la cual las partículas de vidrio se han producido, controla la calidad del material, especialmente la cantidad de escombros en la mezcla. Además, el proceso de producción y el procedimiento de trituración juegan el papel más importante en el tamaño máximo de partícula, el nivel de detritos y el índice de falsificación del vidrio reciclado que, en consecuencia, influyen en otras características geotécnicas.

Muñoz (2020), indica que el vidrio puede presentar distintas formas: vidrio hueco, vidrio plano, vidrio colado, vidrio prensado y vidrio en fibras.

Ogrodnik, et al (2018), en sus investigaciones han demostrado que la inclusión de agregado cerámico aumenta ligeramente la concentración (Na y K) y reduce la concentración de otros elementos (B, Si, Cl y Mg) en el agua.

Orera, et al (2015), nos dice que las cerámicas están hechas de granos con bordes de grano y comúnmente poros entre ellos. Como consecuencia, las cerámicas se comportan como medios transparentes, translúcidos u opacos dependiendo de la dispersión de la luz.

Smith (2020), describe que la cerámica también se utiliza comúnmente como material de construcción, por ejemplo, cerámica, baldosas para pisos y paredes, y varios ladrillos de arcilla para la construcción.

Normalmente los materiales cerámicos tradicionales están constituidos por tres componentes básicos: arcilla, sílice(pedernal) y feldespato.

Rodriguez (2016), menciona que las propiedades de la cerámica se

encuentran determinadas tales como la comparación con elementos metálicos y plásticos, son rígidos, no inflamables y no oxidantes. Su buen endurecimiento lo hace un buen material de amplio uso tanto como abrasivo y como picos cortantes de equipos. Eficiente firmeza a grandes temperaturas, con alto dominio de separación térmica y eléctrica. Buen rendimiento en soportar la corrosión y a los ataques de la erosión que originan los factores de la atmósfera. Buena resistencia a la gran mayoría de los ataques químicos. Una propiedad primordial es que consiguen elaborarse en una estructura con extensiones explícitas. Los elementos cerámicos mayormente son débiles o vidriosos. Se fracturan seguidamente ante impulsos de tensionamiento y muestran una elasticidad menor. Asimismo, depende del medio ambiente y procedimiento en lo que corresponde a materias primas y del proceso de cocción; se diversifican 2 grupos grandiosos en artículos de cerámica, por ende, los cerámicos robustos y las cerámicas finas como artículos cerámicos gruesos o porosos, no han realizado vitrificación, es por ello que, no se consigue fundir el cuarzo con la arena esto se debe que el calor del horno es menor.

Derrick, et al (2016), menciona que la incorporación de material cerámico reciclado al hormigón se puede lograr principalmente mediante la sustitución de áridos gruesos o la sustitución de áridos finos.

Moreno, et al (2017), describe que las indagaciones que proponen que el empleo de la cerámica triturada con distintos componentes tiene la viabilidad de desarrollar las propiedades mecánicas de éste. Por ejemplo, hallaron que al reemplazar el 100% de los aditivos gruesos por restos cerámicos (composición de adoquines cerámicos; azulejo blanco y mayólica sanitaria), el f'c se desarrolla en un 11%.

**Tabla 02:** Composición química de la cerámica

<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CERÁMICA</b>	
<b>Magnesio</b>	63%
<b>Silicio</b>	51%
<b>3Nitruro de Silicio</b>	30%
<b>Carburo de silicio</b>	11%

**Fuente:** (Slideshare, 2011).

Ikhane, et al (2019), describe que el análisis granulométrico implica el método analítico de tamaño de grano estándar mediante el cual las muestras se dejaron secar, se desagregaron en granos individuales y se midieron 100 g utilizando una balanza de pesaje sensible.

Corredor, et al (2016), hace mención que la mezcla patrón es el proporcionamiento de mezclas de concreto o “diseño de mezclas”, es un proceso que consiste en la selección de los ingredientes disponibles (cemento, agregados, agua y aditivos) y determinación de sus cantidades relativas para producir, tan económicamente como sea posible, concreto con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiere las propiedades de resistencia, durabilidad, peso unitario estabilidad de volumen y apariencia adecuada. Estas proporciones dependen de las propiedades y características de los ingredientes usados, de las propiedades particulares del concreto especificado, y de las condiciones particulares bajo las cuales el concreto será producido y colocado.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

##### 3.1.1. Tipo

La investigación es de tipo aplicada, puesto que nuestra investigación se orientará a la solución de una realidad específica, en este caso, determinar el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al reemplazar vidrio molido y cerámica triturada.

##### 3.1.2. Diseño

Nuestra investigación presenta un diseño experimental, porque se presenta mediante la manipulación de variables, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de determinar el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al reemplazar vidrio molido y cerámica triturada.

**O1 ----(X1) ---- O2**

**O1 ----(X2) ---- O2**

**O1 ----(X3) ---- O2**

**O1:** concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**O2:** concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con vidrio molido

**(X1):** Vidrio molido (5%)

**(X2):** Vidrio molido (10%)

**(X3):** Vidrio molido (15%)

**O1 ----(X1) ---- O2**

**O1 ----(X2) ---- O2**

**O1 ----(X3) ---- O2**

**O1:** concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**O2:** concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con cerámica triturada

**(X1):** Cerámica triturada (5%)

**(X2):** Cerámica triturada (10%)

**(X3):** Cerámica triturada (15%)

## **3.2. Variables y operacionalización:**

### **3.2.1. Variables**

- **Variable independiente:** Vidrio molido
- **Variable independiente:** Cerámica triturada
- **Variable dependiente:** Resistencia a la compresión

### **3.2.2. Operacionalización**

- **VI: Vidrio molido:**
  - Dimensión: Cantidad de vidrio (% peso).
  - Indicador: 5%; 10% y 15%.
- **VI: Cerámica triturada:**
  - Dimensión: Cantidad de cerámica (% peso).
  - Indicador: 5%; 10% y 15%.
- **VD: Resistencia a la compresión:**
  - Dimensión: Kg/cm<sup>2</sup>.
  - Indicador: 7 días, 14 días y 28 días.

## **3.3. Población y muestra**

### **3.3.1. Población**

Nuestra población la determinamos teniendo como base a la Norma Técnica Peruana – NTP 334.051, realizando para ello 3 probetas por cada edad de ensayo y porcentaje para cada aditivo adicionado, haciendo un total de 63 probetas distribuidas de la siguiente manera:



**Tabla 03:** Probetas con agregado de cerámica triturada

Edad de ensayo	% de cerámica triturada adicionada		
	5%	10%	15%
7 días	3	3	3
14 días	3	3	3
28 días	3	3	3
<b>Total</b>	<b>27 probetas con adición de cerámica triturado</b>		

*Fuente: Elaboración propia de autores*

**Tabla 04:** Probetas con agregado de vidrio molido

Edad de ensayo	% de vidrio molido adicionado		
	5%	10%	15%
7 días	3	3	3
14 días	3	3	3
28 días	3	3	3
<b>Total</b>	<b>27 probetas con adición de vidrio molido</b>		

*Fuente: Elaboración propia de autores.*

**Tabla 05:** Probetas con Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 

Edad de ensayo	Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
7 días	3
14 días	3
28 días	3
<b>Total</b>	<b>09 probetas sin aditivos</b>

*Fuente: Elaboración propia de autores.*

### 3.3.2. Muestra

La muestra coincide con la población, siendo estas 63 probetas.

Asimismo, el método de muestreo es no probabilístico, ya que los ensayos se realizaron con la fabricación de probetas con porcentajes de 5%, 10% y 15% de reemplazo de vidrio y cerámica en 7, 14 y 28 días de edad.

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

**Tabla 06:** Técnicas e instrumentos de recolección de datos

HERRAMIENTA	INSTRUMENTO	FUENTE
Variable independiente:		
<b>Vidrio molido.</b>		
• <b>Observación directa</b>	• Guía de observación	• Laboratorio
• <b>Lista de Verificación</b>	• Hoja de registro	• Las probetas
Variable Independiente:		
<b>Cerámica triturada.</b>		
• <b>Observación directa</b>	• Guía de observación	• Laboratorio
• <b>Lista de Verificación</b>	• Hoja de registro	• Las probetas
Variable Dependiente:		
<b>Resistencia a la compresión.</b>		
• <b>Observación directa</b>	• Guía de Observación	• Laboratorio.
• <b>Lista de verificación</b>	• Hoja de registro	• Las probetas.
• <b>Análisis documental</b>	• Hoja de registro	• Reglamento Nacional de Edificaciones.

*Fuente: Elaboración propia de autores.*

#### 3.4.1. Validez y confiabilidad

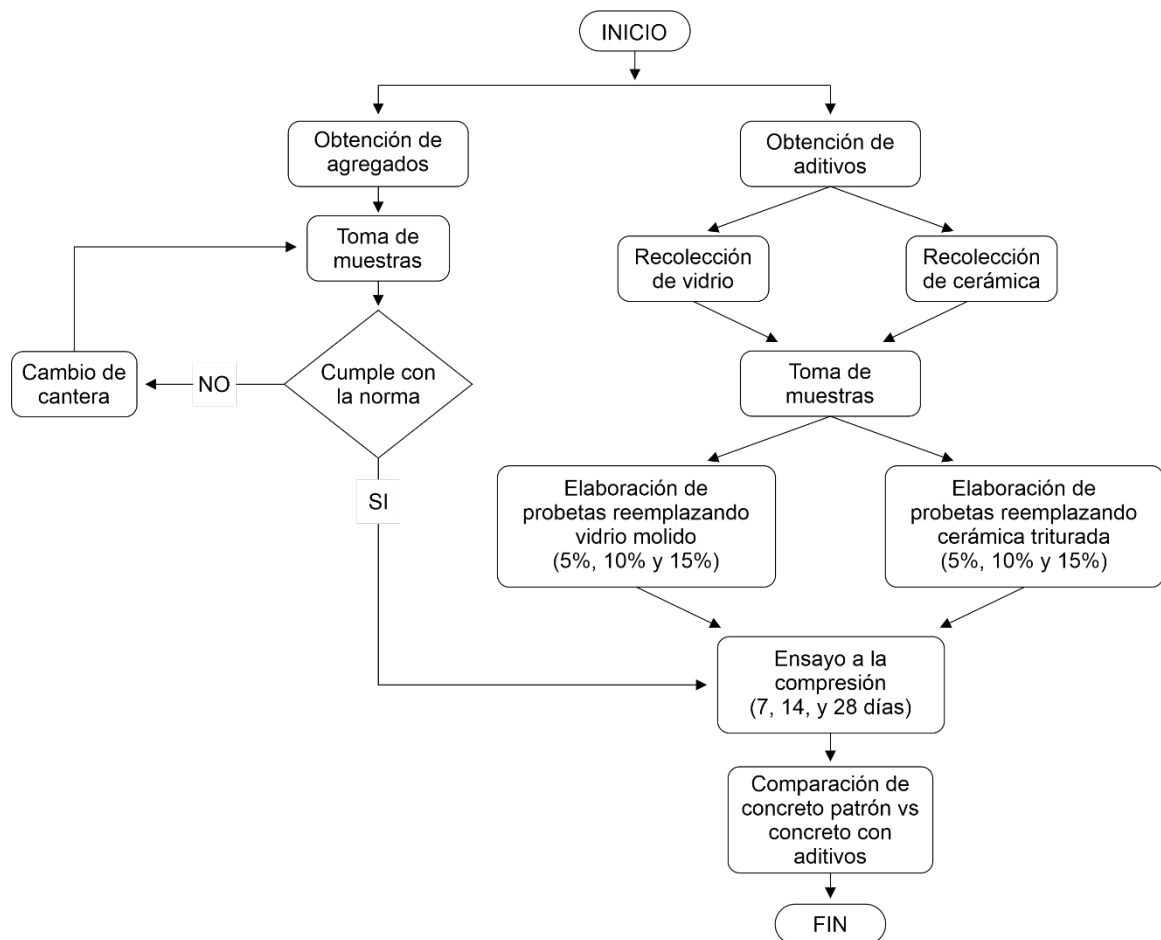
Para el desarrollo de nuestra investigación, los ensayos se llevaron a cabo en el laboratorio MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L, con equipos respectivamente calibrados,

obteniendo resultados exactos y confiables cumpliendo con la norma EMS E 050, la cual se basa en la aplicación de la Mecánica de Suelos. Las lecturas de la resistencia a la compresión pueden usarse en la prueba t-Student, para determinar la validez y confiabilidad de la metodología.

### 3.5. Procedimientos

El procedimiento a considerar es el siguiente:

**FIGURA N° 01: Flujograma del proceso.**



**Fuente:** Elaboración propia de los autores.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Antes de redactar los resultados del proyecto de investigación se realizó un esquema general de las técnicas e instrumentos que se emplearán para el análisis de datos.

Para el desarrollo del proyecto se realizarán los siguientes pasos:

Primero, se realizarán los ensayos de los agregados (arena y piedra chancada de 3/4") extraídas de la cantera El Milagro, los ensayos que se realizarán a los agregados serán:

- Granulometría.
- Peso específico.
- Peso unitario.
- Absorción.
- Contenido de humedad.

Posteriormente, se realizarán los cálculos para el diseño de mezcla tomando como base el método ACI, el CEMENTO ROJO TIPO I MEJORADO (Norma Peruana EMS E 050), luego se procede a realizar las mezclas con diferentes porcentajes de adición de vidrio molido, como reemplazo del agregado fino, pasado una edad de 7, 14 y 28 días, se realiza el ensayo a compresión de cada una de las probetas comparando los resultados del concreto patrón.

Los datos para la elaboración del diseño de mezclas del concreto están desarrollados para elementos estructuras verticales, se utilizará los programas tales como Excel para analizar los cuadros comparativos.

Finalmente se darán soluciones y recomendaciones para incrementar la resistencia a la compresión del concreto.

### **3.7. Aspectos éticos**

Para el desarrollo de esta presente investigación se tuvo en cuenta la autenticidad de los resultados obtenidos en campo, respetando la originalidad de

la información de los libros, revistas e investigaciones, asimismo el respeto por las convicciones religiosas, morales y políticas, teniendo en cuenta la responsabilidad social y del medio ambiente.

#### IV. RESULTADOS

##### a. Diseñar mezcla de concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Luego de seleccionada la cantera, con sus respectivos agregados se procede a dosificar las proporciones de cada uno de los componentes utilizados para la elaboración del concreto como el cemento, agua, arena y piedra.

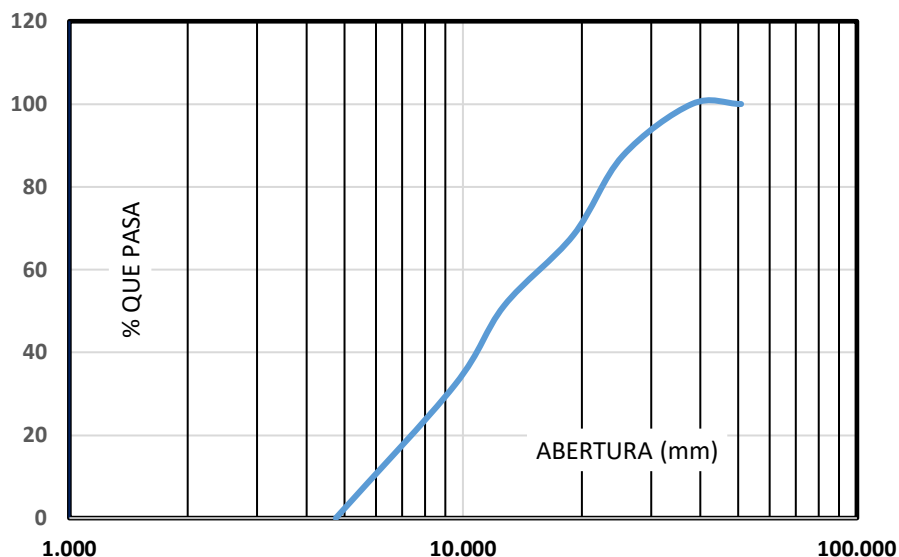
**TABLA 07:** Granulometría de agregado grueso

TAMIZ		M-1			
ESTÁNDAR N°	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50,800	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0	0,00	0,00	100,00
1"	25,400	625	12,56	12,56	87,44
3/4"	19,050	950	19,10	31,66	68,34
1/2"	12,700	850	17,09	48,74	51,26
3/8"	9,525	950	19,10	67,84	32,16
N° 4	4,750	1600	32,16	100,00	0,00
PLATO		0	0,00		100,00
TOTAL		4975,00	100,0		

*Fuente: Laboratorio.*

**GRÁFICO N° 01:** Granulometría del agregado grueso

#### GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO



*Fuente: Laboratorio.*

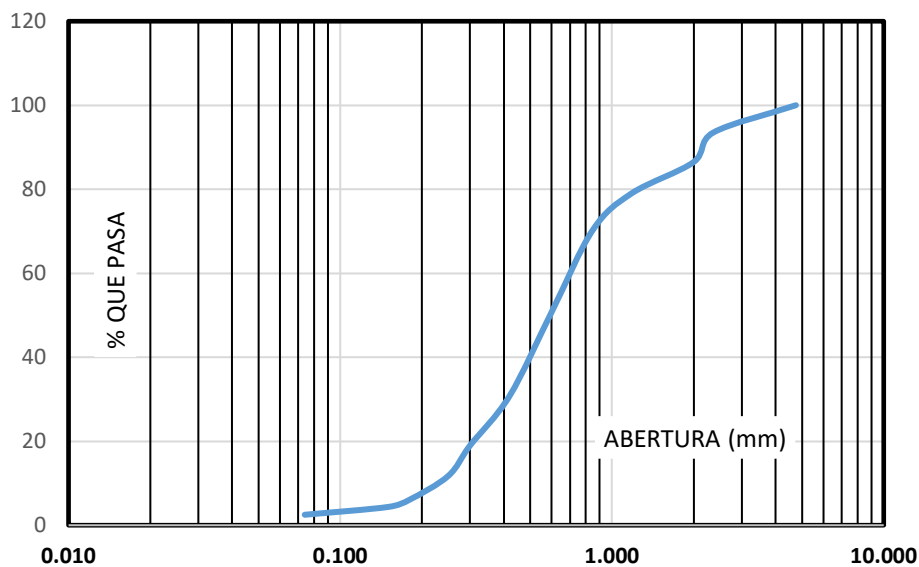
**TABLA 08:** Análisis granulométrico agregado fino

TAMIZ		M-1			
ESTÁNDAR N°	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N° 4	4,750	0,0	0,00	0,00	100,00
N° 8	2,360	65,0	6,50	6,50	93,50
N° 10	2,000	70,0	7,00	13,50	86,50
N° 16	1,180	75,0	7,50	21,00	79,00
N° 20	0,850	87,0	8,70	29,70	70,30
N° 30	0,600	195,0	19,50	49,20	50,80
N° 40	0,420	200,0	20,00	69,20	30,80
N° 50	0,300	118,6	11,86	81,06	18,94
N° 60	0,250	71,7	7,17	88,23	11,77
N° 80	0,180	56,9	5,69	93,92	6,08
N° 100	0,150	17,3	1,73	95,65	4,35
N° 200	0,074	18,6	1,86	97,51	2,49
PLATO		24,9	2,49	100,00	0,00
TOTAL		1000,00			

*Fuente: Laboratorio.*

**GRÁFICO N° 02:** Granulométrica del agregado fino

**GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO**



*Fuente: Laboratorio.*

**TABLA 08:** Limites de consistencia contenido de humedad agregado grueso.

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>	
DESCRIPCIÓN	S - 072
PESO DE LA MUESTRA	872,6
PESO DE TARA	168,9
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO	1041,5
PESO DE TARA + SUELO SECO	1025,1
PESO DE SUELO SECO	856,2
PESO DE AGUA	16,4
% DE HUMEDAD	1,92
<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
A	5072
B	3280
Pe	2,83
<b>A = PESO DE MUESTRA</b>	
<b>B = PESO DE MUESTRA SUMERGIDA</b>	
<b>Pe = PESO ESPECÍFICO</b>	

**Fuente:** Laboratorio.

**TABLA 09:** Limites de consistencia contenido de humedad arena

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>	
DESCRIPCIÓN	S - 100
PESO DE LA MUESTRA	586,9
PESO DE TARA	40,5
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO	627,4
PESO DE TARA + SUELO SECO	620,4
PESO DE SUELO SECO	579,9
PESO DE AGUA	7
% DE HUMEDAD	1,21
<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
MUESTRA SECA (gr.)	M - 1
PESO DE MUESTRA (gr.)	80
PESO DE PICNÓMETRO (gr.)	49,5
PESO PICNÓMETRO + MUESTRA (gr.)	129,6
P. PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA	197
P. PICNÓMETRO + AGUA (gr.)	147,5
VOLÚMEN (cm <sup>3</sup> )	30,5
PESO ESPECÍFICO (gr/cm <sup>3</sup> )	2,62

**Fuente:** Laboratorio.



**TABLA 10:** Absorción agregado grueso

<b>PORCENTAJE DE ABSORCION</b>	
DESCRIPCIÓN	S - 187
PESO DE LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECA	6015
PESO DE TARA	825
PESO DE TARA + MATERIAL SUPERFICIALMENTE SECO	6840
PESO DE TARA + MATERIAL SECO	6820
PESO DEL MATERIAL SECO	5995
PESO DE AGUA	20
% DE ABSORCION	0,33

*Fuente: Laboratorio.*

**TABLA 11:** Absorción agregado fino

<b>PORCENTAJE DE ABSORCION</b>	
DESCRIPCIÓN	S - 072
PESO DE LA MUESTRA	540,5
PESO DE TARRO	132
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	672,5
PESO DE TARRO + SUELO SECO	666,2
PESO DE SUELO SECO	534,2
PESO DE AGUA	6,3
% DE ABSORCION	1,18

*Fuente: Laboratorio.*

**TABLA 12:** Peso unitario agregado fino

<b>PESO UNITARIO SECO SUELTO (P.U.S.S) ARENA</b>	
Peso Molde + Plataforma + Muestra Suelta (gr.)	12588
Peso Molde + Plataforma	7991
Peso Muestra libre (gr.)	4597
Volumen del Prototipo (cm3)	3180,86
Peso Unitario Seco Suelto (gr./cm3)	1,45

*Fuente: Laboratorio*

**TABLA 13:** Peso unitario varillado agregado fino

<b>PESO UNITARIO SECO VARILLADO (P.U.S.V) ARENA</b>	
Peso Molde + Plataforma + Muestra Suelta (gr.)	13060
Peso Molde + Plataforma	7991
Peso Muestra Suelta (gr.)	5069
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	3180,86
Peso Unitario Seco Suelto (gr./cm <sup>3</sup> )	1,59

*Fuente: Laboratorio*

**TABLA 14:** Peso unitario agregado grueso

<b>PESO UNITARIO SECO SUELTO (P.U.S.S) PIEDRA</b>	
Peso Molde + Plataforma + Muestra Suelta (gr.)	12885
Peso Molde + Plataforma	7991
Peso Muestra Suelta (gr.)	4894
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	3180,86
Peso Unitario Seco Suelto (gr./cm <sup>3</sup> )	1,54

*Fuente: Laboratorio*

**TABLA 15:** Peso unitario varillado

<b>PESO UNITARIO SECO VARILLADO (P.U.S.V) PIEDRA</b>	
Peso Molde + Plataforma + Muestra Suelta (gr.)	13658
Peso Molde + Plataforma	7991
Peso Muestra Suelta (gr.)	5667
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	3180,86
Peso Unitario Seco Suelto (gr./cm <sup>3</sup> )	1,78

*Fuente: Laboratorio*

**TABLA 16:** Diseño de mezclas método ACI

MATERIALES	CEMENTO	A. GRUESO	A. FINO
TAMAÑO MAXIMO		3/4"	
MODULO DE FINEZA			2,53
% DE HUMEDAD		1,92	1,21
% DE ABSORCION		0,33	1,18
PESO ESPECIFICO	3,15	2,83	2,62
PESO UNITARIO SECO SUELTO		1,54	1,45
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO		1,78	1,59

*Fuente: Laboratorio*

**TABLA 17:** Diseño de concreto patrón

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN (F' C=210 KG/CM2)				
COMPONENTES	PROPORCIÓN		PROPORCIÓN	A/C
	POR M3 DE CONCRETO	PROPORCIÓN	POR CADA BOLSA DE CEMENTO	
CEMENTO	366.07 kg.	1	42.5 kg	
AGREGADO FINO	655 kg.	1.99	72.78 kg.	0.56
AGREGADO GRUESO	1157kg.	3.54	128.56 kg.	
AGUA	186.41 lts.	0.56	20.71 lts.	

*Fuente: Elaboración propia, resultados de laboratorio*

**b. Resistencia a compresión del concreto sin uso de aditivos.**

Para determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón, se elaboraron 9 probetas divididas en grupo de 3, las cuales se evaluaron durante 7, 14 y 28 días, con los siguientes resultados:

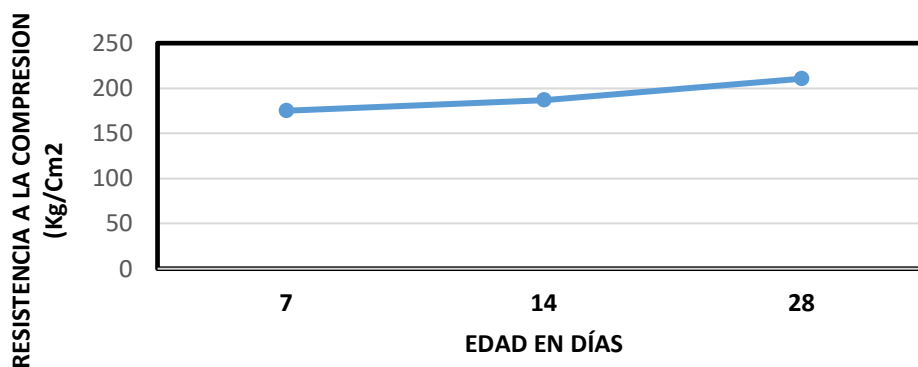
**TABLA 18:** Evaluación concreto patrón en 7, 14 y 28 días

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD	%	FUERZA A LA	ÁREA	Kg/cm2	PROMEDIO
		EN DIAS	VIDRIO MOLIDO	COMPRESION Kg	(cm <sup>2</sup> ) $\pi(r^2)$		
GRUPO PATRON I	T 1	7	0%	52924.57	176.71	174.23	190.53
	T 2	14	0%	56840.07	176.71	187.12	
	T 3	28	0%	63860.03	176.71	210.23	
GRUPO PATRON II	T 1	7	0%	53255.67	176.71	175.32	190.70
	T 2	14	0%	56597.06	176.71	186.32	
	T 3	28	0%	63926.86	176.71	210.45	
GRUPO PATRON III	T 1	7	0%	53395.40	176.71	175.78	191.45
	T 2	14	0%	56934.24	176.71	187.43	
	T 3	28	0%	64136.45	176.71	211.14	

*Fuente: Laboratorio*

**GRÁFICO N° 03:** Resistencia a compresión concreto patrón

**RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/Cm2)  
CONCRETO PATRÓN**



*Fuente: Elaboración propia, resultados de laboratorio*

**c. Resistencia a la compresión del concreto aplicando vidrio molido.**

Para determinar la resistencia a la compresión del concreto aplicando vidrio molido, se elaboraron 27 probetas divididas en 3 grupo de 3 tanto para 5%, 10% y 15%, las cuales se evaluaron durante 7, 14 y 28 días, con los siguientes resultados:

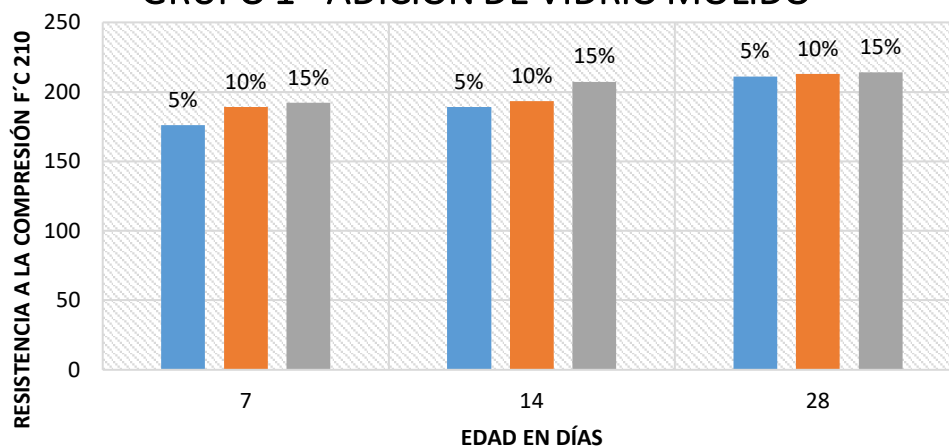
**TABLA 19:** Grupo 1 con agregado de vidrio molido

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD	%	FUERZA A LA	ÁREA	Kg/cm2	PROMEDIO
		EN DIAS	VIDRIO MOLIDO	COMPRESIÓN Kg	(cm <sup>2</sup> ) $\pi(r^2)$		
GRUPO PATRON I	T 1	7	5%	53526.02	176.71	176.21	195.00
	T 2	14	5%	57450.64	176.71	189.13	
	T 3	28	5%	64130.38	176.71	211.12	
GRUPO PATRON II	T 1	7	10%	57474.94	176.71	189.21	199.21
	T 2	14	10%	58689.99	176.71	193.21	
	T 3	28	10%	64671.08	176.71	212.90	
GRUPO PATRON III	T 1	7	15%	58322.44	176.71	192.00	211.33
	T 2	14	15%	62979.12	176.71	207.33	
	T 3	28	15%	65075.08	176.71	214.23	

*Fuente: Laboratorio.*

**GRÁFICO N° 04:** Grupo 1 – Adición de vidrio molido

**GRUPO 1 - ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO**



*Fuente: Elaboración propia, resultados de laboratorio.*

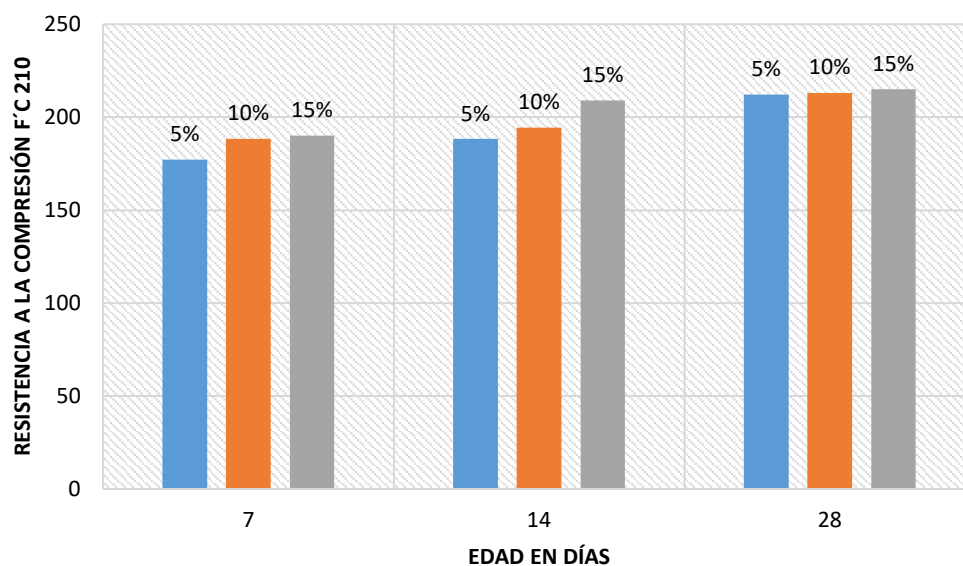
**TABLA 20:** Grupo 2 con agregado de vidrio molido

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD	%	FUERZA A LA	ÁREA	Kg/cm2	PROMEDIO
		EN DIAS	VIDRIO MOLIDO	COMPRESION Kg	(cm <sup>2</sup> ) $\pi(r^2)$		
GRUPO PATRON I	T 1	7	5%	53835.86	176.71	177.23	192.56
	T 2	14	5%	57474.94	176.71	189.21	
	T 3	28	5%	64166.83	176.71	211.24	
GRUPO PATRON II	T 1	7	10%	55989.54	176.71	184.32	197.69
	T 2	14	10%	59397.76	176.71	195.54	
	T 3	28	10%	64765.24	176.71	213.21	
GRUPO PATRON III	T 1	7	15%	58322.44	176.71	192.00	204.97
	T 2	14	15%	63334.52	176.71	208.50	
	T 3	28	15%	65132.79	176.71	214.42	

*Fuente: Laboratorio.*

**GRÁFICO N° 05:** Grupo 2 – Adición de vidrio molido

**GRUPO 2 - ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO**



*Fuente: Elaboración propia, resultados de laboratorio.*

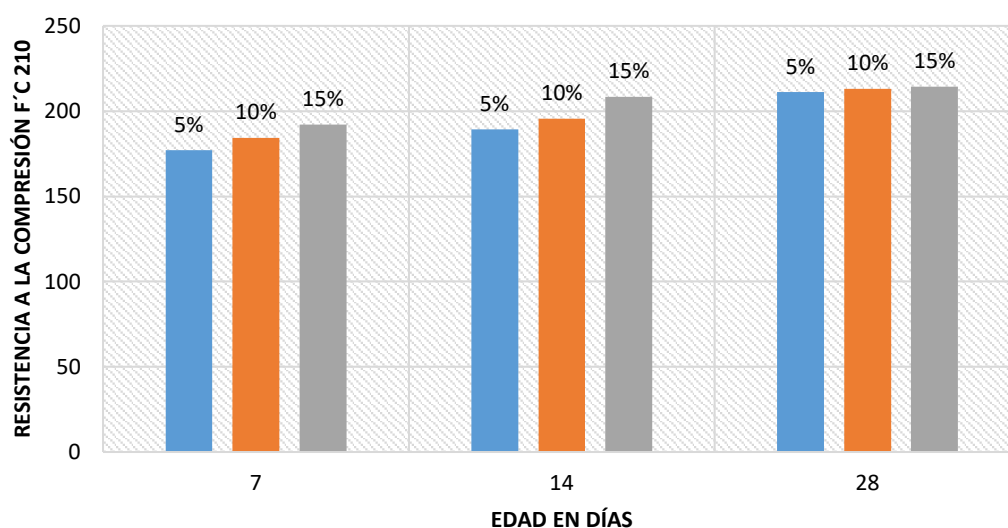
**TABLA 21:** Grupo 3 con agregado de vidrio molido

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD	%	FUERZA A LA	ÁREA	Kg/cm2	PROMEDIO
		EN DIAS	VIDRIO MOLIDO	COMPRESION Kg	(cm <sup>2</sup> ) $\pi(r^2)$		
GRUPO PATRON I	T 1	7	5%	53796.37	176.71	177.10	192.51
	T 2	14	5%	57204.59	176.71	188.32	
	T 3	28	5%	64434.14	176.71	212.12	
GRUPO PATRON II	T 1	7	10%	57238.00	176.71	188.43	198.62
	T 2	14	10%	59027.16	176.71	194.32	
	T 3	28	10%	64737.90	176.71	213.12	
GRUPO PATRON III	T 1	7	15%	57714.91	176.71	190.00	204.70
	T 2	14	15%	63522.85	176.71	209.12	
	T 3	28	15%	65305.94	176.71	214.99	

*Fuente: Laboratorio.*

**GRÁFICO N° 06:** Grupo 3 – Adición de vidrio molido

**GRUPO 3 - ADICIÓN DE VIDRIO MOLIDO**



*Fuente: Elaboración propia, resultados de laboratorio.*

**Estudio de datos sobre el efecto del vidrio molido sobre la resistencia a la compresión en confrontación con el hormigón patrón a los 7 días.**

**TABLA 22:** Análisis de datos con adición de vidrio al 5% a los 7 días

<b>AGREGADO VIDRIO MOLIDO AL 5%</b>		
	$X_1$	$X_2$
<b>M1</b>	174.23	176.21
<b>M2</b>	175.32	177.10
<b>M3</b>	175.78	177.23

*Fuente: Elaboración propia de autores.*

**TABLA 23:** Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 5% a los 7 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
<b>1</b>	174.23	176.21	-0.88	0.7744	-0.64	0.4053
<b>2</b>	175.32	177.1	0.21	0.0441	0.25	0.0642
<b>3</b>	175.78	177.23	0.67	0.4489	0.38	0.1469
	175.11	176.85	<b>SC1</b>	1.2674	<b>SC2</b>	0.6165

*Fuente: Elaboración propia de autores.*

$X_1$  = f'c a los 7 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 7 días del hormigón con 5% de vidrio como reemplazo del agregado fino.

$$N_1 = 3$$

$$N_2 = 3$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 1.2674$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 0.6165$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.3431$$



Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -6.1986$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta f'c a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

$H_0$ : No se evidencia distinta f'c a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

**P = 0.01**

En consecuencia, se establece que a los 7 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 5% de vidrio molido al agregado fino.

**TABLA 24:** Análisis de datos con adición de vidrio al 10% a los 7 días

<b>AGREGADO VIDRIO MOLIDO AL 10%</b>		
	$X_1$	$X_2$
<b>M1</b>	174.23	189.21
<b>M2</b>	175.32	188.43
<b>M3</b>	175.78	184.32

**Fuente:** Elaboración propia de autores.

**TABLA 25:** Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 10% a los 7 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
<b>1</b>	174.23	189.21	-0.88	0.7744	1.89	3.5721
<b>2</b>	175.32	188.43	0.21	0.0441	1.11	1.2321
<b>3</b>	175.78	184.32	0.67	0.4489	-3.00	9.0000
	175.11	187.32	<b>SC1</b>	1.2674	<b>SC2</b>	13.8042

**Fuente:** Elaboración propia de autores.

$X_1 = f'c$  a los 7 días del hormigón patrón.

$X_2 = f'c$  a los 7 días del hormigón con 10% de vidrio como reemplazo del agregado fino.

$$N_1 = 3$$

$$N_2 = 3$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 1.2674$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 13.8042$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.9706$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -15.4078$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta  $f'c$  a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

$H_0$ : No se evidencia distinta  $f'c$  a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.0025$$

En consecuencia, se establece que a los 7 días si hay diferencia entre  $f'c$  del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 10% de vidrio molido al agregado fino.

**TABLA 26:** Análisis de datos con adición de vidrio al 15% a los 7 días

<b>AGREGADO VIDRIO MOLIDO AL 15%</b>		
	$X_1$	$X_2$
<b>M1</b>	174.23	192.00
<b>M2</b>	175.32	190.00
<b>M3</b>	175.78	192.00

**Fuente:** Elaboración propia de autores

**TABLA 27:** Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 15% a los 7 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
<b>1</b>	174.23	192	-0.88	0.7744	0.67	0.4444
<b>2</b>	175.32	190	0.21	0.0441	-1.33	1.7778
<b>3</b>	175.78	192	0.67	0.4489	0.67	0.4444
	175.11	191.33	<b>SC1</b>	1.2674	<b>SC2</b>	2.6667

**Fuente:** Elaboración propia de autores

$X_1$  = f'c a los 7 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 7 días del hormigón con 15% de vidrio como reemplazo del agregado fino.

**N1 = 3**

**N2 = 3**

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 1.2674$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 2.6667$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.4959$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -40.0705$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta  $f'c$  a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

$H_0$ : No se evidencia distinta  $f'c$  a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.0005$$

En consecuencia, se establece que a los 7 días si hay diferencia entre  $f'c$  del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 15% de vidrio molido al agregado fino.

### Estudio de datos sobre el efecto del vidrio molido sobre la resistencia a la compresión en confrontación con el hormigón patrón a los 14 días.

**TABLA 28:** Análisis de datos con adición de vidrio al 5% a los 14 días

AGREGADO VIDRIO MOLIDO AL 5%		
	$X_1$	$X_2$
<b>M1</b>	187.12	189.13
<b>M2</b>	186.32	188.32
<b>M3</b>	187.43	189.21

*Fuente: Elaboración propia de autores*

**TABLA 29:** Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 5% a los 14 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
<b>1</b>	187.12	189.13	0.16	0.0267	0.24	0.0592
<b>2</b>	186.32	188.32	-0.64	0.4053	-0.57	0.3211
<b>3</b>	187.43	189.21	0.47	0.2240	0.32	0.1045
	186.96	188.89	SC1	0.6561	SC2	0.4849

*Fuente: Elaboración propia de autores*

$X_1$  = f'c a los 14 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 14 días del hormigón con 5% de vidrio como reemplazo del agregado fino.

$$N_1 = 3$$

$$N_2 = 3$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.6561$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 0.4849$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.2670$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -8.8518$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta f'c a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

$H_0$ : No se evidencia distinta f'c a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.005$$

En consecuencia, se establece que a los 14 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 5% de vidrio molido al agregado fino.

**TABLA 30:** Análisis de datos con adición de vidrio al 10% a los 14 días

<b>AGREGADO VIDRIO MOLIDO AL 10%</b>		
	$X_1$	$X_2$
<b>M1</b>	187.12	193.21
<b>M2</b>	186.32	194.32
<b>M3</b>	187.43	195.54

**Fuente:** Elaboración propia de autores

**TABLA 31:** Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 10% a los 14 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
<b>1</b>	187.12	193.21	0.16	0.0267	-1.15	1.3148
<b>2</b>	186.32	194.32	-0.64	0.4053	-0.04	0.0013
<b>3</b>	187.43	195.54	0.47	0.2240	1.18	1.4003
	186.96	194.36	SC1	0.6561	SC2	2.7165

**Fuente:** Elaboración propia de autores

$X_1$  = f'c a los 14 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 14 días del hormigón con 10% de vidrio como reemplazo del agregado fino.

**N1 = 3**

**N2 = 3**

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.6561$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 2.7165$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.4591$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -19.7405$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta f'c a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

$H_0$ : No se evidencia distinta f'c a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

**P = 0.001**

En consecuencia, se establece que a los 14 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 10% de vidrio molido al agregado fino.

**TABLA 32:** Análisis de datos con adición de vidrio al 15% a los 14 días

AGREGADO VIDRIO MOLIDO AL 15%		
	$X_1$	$X_2$
<b>M1</b>	187.12	207.33
<b>M2</b>	186.32	209.12
<b>M3</b>	187.43	208.50

*Fuente: Elaboración propia de autores*

**TABLA 33:** Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 15% a los 14 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
<b>1</b>	187,12	207,33	0,16	0,0267	-0,99	0,9735
<b>2</b>	186,32	209,12	-0,64	0,4053	0,80	0,6453
<b>3</b>	187,43	208,5	0,47	0,2240	0,18	0,0336
	186,96	208,32	SC1	0,6561	SC2	1,6525

*Fuente: Elaboración propia de autores*

$X_1$  = f'c a los 14 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 14 días del hormigón con 15% de vidrio como reemplazo del agregado fino.

$$N_1 = 3$$

$$N_2 = 3$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.6561$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 1.6525$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.3798$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = 68.8714$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta f'c a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

$H_0$ : No se evidencia distinta f'c a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.0005$$

En consecuencia, se establece que a los 14 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 15% de vidrio molido al agregado fino.



**Estudio de datos sobre el efecto del vidrio molido sobre la resistencia a la compresión en confrontación con el hormigón patrón a los 28 días.**

**TABLA 34:** Análisis de datos con adición de vidrio al 5% a los 28 días

<b>AGREGADO VIDRIO MOLIDO AL 5%</b>		
	$X_1$	$X_2$
<b>M1</b>	210.23	211.12
<b>M2</b>	210.45	212.12
<b>M3</b>	211.14	211.24

*Fuente: Elaboración propia de autores*

**TABLA 35:** Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 5% a los 28 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
<b>1</b>	210,23	211,12	-0,38	0,1419	-0,37	0,1394
<b>2</b>	210,45	212,12	-0,16	0,0245	0,63	0,3927
<b>3</b>	211,14	211,24	0,53	0,2844	-0,25	0,0642
	210,61	211,49	<b>SC1</b>	0,4509	<b>SC2</b>	0,5963

*Fuente: Elaboración propia de autores*

$X_1$  = f'c a los 28 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 28 días del hormigón con 5% de vidrio como reemplazo del agregado fino.

$$N_1 = 3$$

$$N_2 = 3$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.4509$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 0.5963$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.2558$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = 4.2449$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta f'c a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

$H_0$ : No se evidencia distinta f'c a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.025$$

En consecuencia, se establece que a los 28 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 5% de vidrio molido al agregado fino.

**TABLA 36:** Análisis de datos con adición de vidrio al 10% a los 28 días

AGREGADO VIDRIO MOLIDO AL 10%		
	$X_1$	$X_2$
<b>M1</b>	210.23	212.9
<b>M2</b>	210.45	213.12
<b>M3</b>	211.14	213.21

*Fuente: Elaboración propia de autores*

**TABLA 37:** Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 10% a los 28 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
1	210,23	212,9	-0,38	0,1419	-0,18	0,0312
2	210,45	213,12	-0,16	0,0245	0,04	0,0019
3	211,14	213,21	0,53	0,2844	0,13	0,0178
	210,61	213,08	<b>SC1</b>	0,4509	<b>SC2</b>	0,0509

*Fuente: Elaboración propia de autores*

$X_1$  = f'c a los 28 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 28 días del hormigón con 10% de vidrio como reemplazo del agregado fino.

$$N_1 = 3$$

$$N_2 = 3$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.4509$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 0.0509$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.1771$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -17,0831$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta f'c a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

$H_0$ : No se evidencia distinta f'c a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.025$$

En consecuencia, se establece que a los 28 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 10% de vidrio molido al agregado fino.

**TABLA 38:** Análisis de datos con adición de vidrio al 15% a los 28 días

<b>AGREGADO VIDRIO MOLIDO AL 15%</b>		
	$X_1$	$X_2$
M1	210.23	214.23
M2	210.45	214.99
M3	211.14	214.42

*Fuente: Elaboración propia de autores***TABLA 39:** Prueba de hipótesis con adición de vidrio al 15% a los 28 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
1	210,23	214,23	-0,38	0,1419	-0,32	0,1003
2	210,45	214,99	-0,16	0,0245	0,44	0,1965
3	211,14	214,42	0,53	0,2844	-0,13	0,0160
	210,61	214,55	SC1	0,4509	SC2	0,3129

*Fuente: Elaboración propia de autores* $X_1$  = f'c a los 28 días del hormigón patrón. $X_2$  = f'c a los 28 días del hormigón con 15% de vidrio como reemplazo del agregado fino. $N_1 = 3$  $N_2 = 3$ 

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.4509$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 0.3129$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.2185$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -22.0867$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta  $f'c$  a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

$H_0$ : No se evidencia distinta  $f'c$  a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de vidrio molido como reemplazo del agregado fino.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.001$$

En consecuencia, se establece que a los 28 días si hay diferencia entre  $f'c$  del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 15% de vidrio molido al agregado fino.

#### d. Resistencia a la compresión del concreto aplicando cerámica triturada

Para determinar la resistencia a la compresión del concreto aplicando cerámica triturada, se elaboraron 27 probetas divididas en 3 grupo de 3 tanto para 5%, 10% y 15%, las cuales se evaluaron durante 7, 14 y 28 días, con los siguientes resultados:

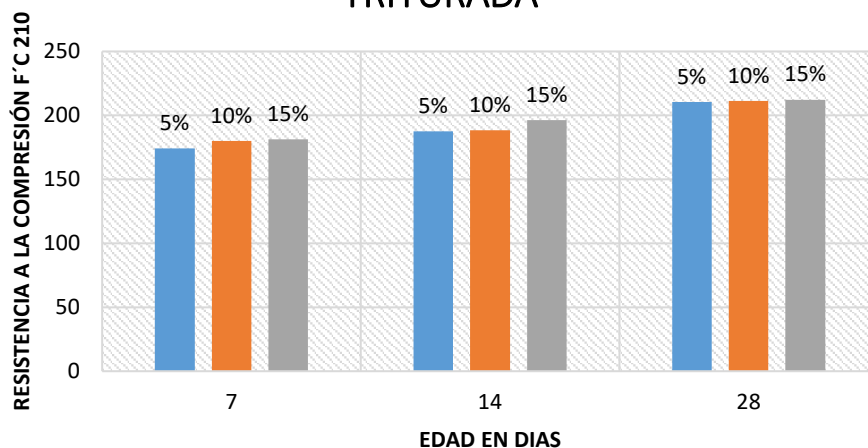
**TABLA 40:** Grupo 1 con agregado de cerámica triturada

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% VIDRIO MOLIDO	FUERZA A LA COMPRESION Kg	ÁREA ( $cm^2$ ) $\pi(r^2)$	Kg/cm2	PROMEDIO
GRUPO PATRON I	T 1	7	5%	52891.16	176.71	174.12	190.63
	T 2	14	5%	56906.90	176.71	187.34	
	T 3	28	5%	63920.78	176.71	210.43	
GRUPO PATRON II	T 1	7	10%	54646.91	176.71	179.90	193.15
	T 2	14	10%	57204.59	176.71	188.32	
	T 3	28	10%	64163.79	176.71	211.23	
GRUPO PATRON III	T 1	7	15%	55078.25	176.71	181.32	196.59
	T 2	14	15%	59573.94	176.71	196.12	
	T 3	28	15%	64494.89	176.71	212.32	

*Fuente: Laboratorio.*

**GRÁFICO N° 07:** Grupo 1 – Adición de cerámica triturada

#### GRUPO 1 - ADICIÓN DE CERÁMICA TRITURADA



*Fuente: Elaboración propia, resultados de laboratorio.*

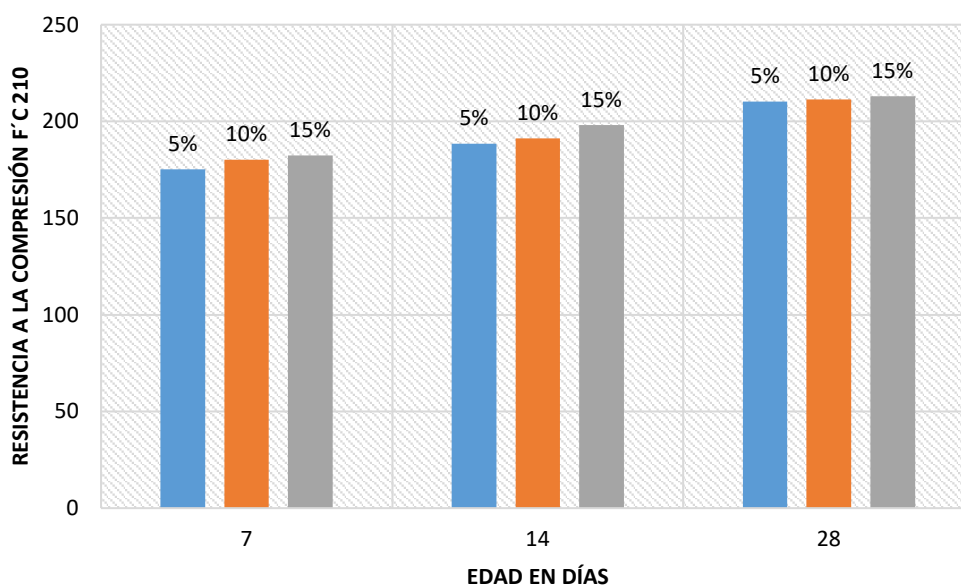
**TABLA 41:** Grupo 2 con agregado de cerámica triturada

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD	%	FUERZA A LA	ÁREA	Kg/cm2	PROMEDIO
		EN DIAS	CERÁMICA TRITURADA	COMPRESION Kg	(cm <sup>2</sup> ) $\pi(r^2)$		
GRUPO PATRON I	T 1	7	5%	53261.75	176.71	175.34	191.33
	T 2	14	5%	57244.08	176.71	188.45	
	T 3	28	5%	63853.95	176.71	210.21	
GRUPO PATRON II	T 1	7	10%	54713.73	176.71	180.12	194.22
	T 2	14	10%	58115.88	176.71	191.32	
	T 3	28	10%	64163.79	176.71	211.23	
GRUPO PATRON III	T 1	7	15%	55415.43	176.71	182.43	197.84
	T 2	14	15%	60138.94	176.71	197.98	
	T 3	28	15%	64731.83	176.71	213.10	

*Fuente: Laboratorio.*

**GRÁFICO N° 08:** Grupo 2 – Adición de cerámica triturada

**GRUPO 2 - ADICIÓN DE CERÁMICA TRITURADA**



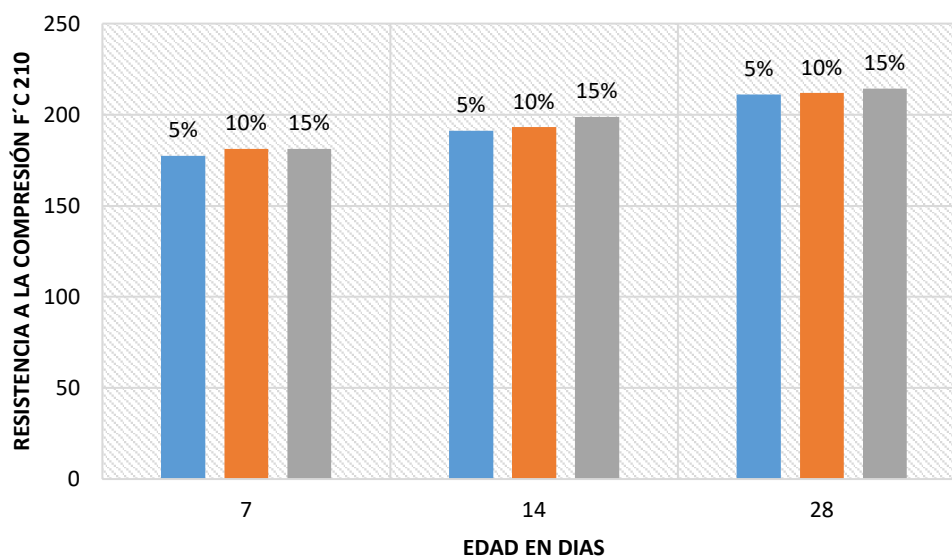
*Fuente: Elaboración propia, resultados de laboratorio.*

**TABLA 42:** Grupo 3 con agregado de cerámica triturada

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD	%	FUERZA A LA	ÁREA	Kg/cm2	PROMEDIO
		EN DIAS	CERÁMICA TRITURADA	COMPRESION Kg	(cm <sup>2</sup> ) $\pi(r^2)$		
GRUPO PATRON I	T 1	7	5%	53896.61	176.71	177.43	193.29
	T 2	14	5%	58082.46	176.71	191.21	
	T 3	28	5%	64163.79	176.71	211.23	
GRUPO PATRON II	T 1	7	10%	55078.25	176.71	181.32	195.48
	T 2	14	10%	58696.06	176.71	193.23	
	T 3	28	10%	64367.31	176.71	211.90	
GRUPO PATRON III	T 1	7	15%	55078.25	176.71	181.32	198.18
	T 2	14	15%	60415.36	176.71	198.89	
	T 3	28	15%	65102.42	176.71	214.32	

*Fuente: Laboratorio.*

**GRÁFICO N° 09:** Grupo 3 – Adición de cerámica triturada  
GRUPO 3 - ADICIÓN DE CERÁMICA TRITURADA



*Fuente: Elaboración propia, resultados de laboratorio.*



**Estudio de datos sobre el efecto de la cerámica triturada sobre la resistencia a la compresión en confrontación con el hormigón patrón a los 7 días**

**TABLA 43:** Análisis de datos con adición cerámica triturada al 5% a los 7 días

<b>AGREGADO CERÁMICA AL 5%</b>		
<b>ITEM</b>	$X_1$	$X_2$
<b>T1</b>	174.23	174.12
<b>T1</b>	175.32	175.34
<b>T1</b>	175.78	177.43

**Fuente:** *Elaboración propia de autores*

**TABLA 44:** Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 5% a los 7 días

$N^{\circ}$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
<b>1</b>	174,23	174,12	-0,88	0,7744	-1,51	2,2801
<b>2</b>	175,32	175,34	0,21	0,0441	-0,29	0,0841
<b>3</b>	175,78	177,43	0,67	0,4489	1,80	3,2400
	175,11	175,63	<b>SC1</b>	1,2674	<b>SC2</b>	5,6042

**Fuente:** *Elaboración propia de autores*

$X_1$  = f'c a los 07 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 07 días del hormigón con 5% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

**N1 = 3**

**N2 = 3**

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 1.2674$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 5.6042$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.6553$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -5.2524$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta f'c a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$H_0$ : No se evidencia distinta f'c a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.02$$

En consecuencia, se establece que a los 7 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 5% de cerámica triturada al agregado grueso.

**TABLA 45:** Análisis de datos con adición cerámica triturada al 10% a los 7 días

AGREGADO CERÁMICA AL 10%		
ITEM	$X_1$	$X_2$
T1	174.23	179.9
T1	175.32	180.12
T1	175.78	181.32

**Fuente:** Elaboración propia de autores

**TABLA 46:** Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 10% a los 7 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
1	174,23	179,9	-0,88	0,7744	-0,55	0,2988
2	175,32	180,12	0,21	0,0441	-0,33	0,1067
3	175,78	181,32	0,67	0,4489	0,87	0,7627
	175,11	180,45	<b>SC1</b>	1,2674	<b>SC2</b>	1,1683

**Fuente:** Elaboración propia de autores

$X_1$  = f'c a los 07 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 07 días del hormigón con 10% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$$N_1 = 3$$

$$N_2 = 3$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 1.2674$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 1.1683$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.3902$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -16.7520$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta f'c a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$H_0$ : No se evidencia distinta f'c a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.0025$$

En consecuencia, se establece que a los 7 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 10% de cerámica triturada al agregado grueso.

**TABLA 47:** Análisis de datos con adición cerámica triturada al 15% a los 7 días

AGREGADO CERÁMICA AL 15%		
ITEM	$X_1$	$X_2$
T1	174.23	181.32
T1	175.32	182.43
T1	175.78	181.32

*Fuente: Elaboración propia de autores*

**TABLA 48:** Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 15% a los 7 días

N°	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
1	174,23	181,32	-0,88	0,7744	-0,37	0,1369
2	175,32	182,43	0,21	0,0441	0,74	0,5476
3	175,78	181,32	0,67	0,4489	-0,37	0,1369
	175,11	181,69	SC1	1,2674	SC2	0,8214

*Fuente: Elaboración propia de autores*

$X_1$  = f'c a los 07 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 07 días del hormigón con 15% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

**N1 = 3**

**N2 = 3**

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 1.2674$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 0.8214$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.3613$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -22.3040$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta  $f'c$  a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$H_0$ : No se evidencia distinta  $f'c$  a los 7 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.001$$

En consecuencia, se establece que a los 7 días si hay diferencia entre  $f'c$  del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 15% de cerámica triturada al agregado grueso.

### Estudio de datos sobre el efecto de la cerámica triturada sobre la resistencia a la compresión en confrontación con el hormigón patrón a los 14 días

**TABLA 49:** Análisis de datos con adición cerámica triturada al 5% a los 14 días

AGREGADO CERÁMICA AL 5%		
ITEM	$X_1$	$X_2$
T1	187.12	187.34
T1	186.32	188.45
T1	187.43	191.21

*Fuente: Elaboración propia de autores*

**TABLA 50:** Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 5% a los 14 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
1	187,12	187,34	0,16	0,0267	-0,74	0,5476
2	186,32	188,45	-0,64	0,4053	0,37	0,1369
3	187,43	188,45	0,47	0,2240	0,37	0,1369
	186,96	188,08	SC1	0,6561	SC2	0,8214

*Fuente: Elaboración propia de autores*

$X_1$  = f'c a los 14 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 14 días del hormigón con 5% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$$N_1 = 3$$

$$N_2 = 3$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.6561$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 0.8214$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.3039$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -4.5275$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta f'c a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$H_0$ : No se evidencia distinta f'c a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.0025$$

En consecuencia, se establece que a los 14 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 5% de cerámica triturada al agregado grueso.

**TABLA 51:** Análisis de datos con adición cerámica triturada al 10% a los 14 días

<b>AGREGADO CERÁMICA AL 10%</b>		
<b>ITEM</b>	$X_1$	$X_2$
<b>T1</b>	187.12	188.32
<b>T1</b>	186.32	191.32
<b>T1</b>	187.43	193.23

**Fuente:** Elaboración propia de autores

**TABLA 52:** Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 10% a los 14 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
<b>1</b>	187,12	188,32	0,16	0,0267	-2,64	6,9520
<b>2</b>	186,32	191,32	-0,64	0,4053	0,36	0,1320
<b>3</b>	187,43	193,23	0,47	0,2240	2,27	5,1680
	186,96	190,96	SC1	0,6561	SC2	12,2521

**Fuente:** Elaboración propia de autores

$X_1$  = f'c a los 14 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 14 días del hormigón con 10% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

**N1 = 3**

**N2 = 3**

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.6561$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 12.2521$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.8982$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -5.4542$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta  $f'c$  a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$H_0$ : No se evidencia distinta  $f'c$  a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.01$$

En consecuencia, se establece que a los 14 días si hay diferencia entre  $f'c$  del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 10% de cerámica triturada al agregado grueso.

**TABLA 53:** Análisis de datos con adición cerámica triturada al 15% a los 14 días

AGREGADO CERÁMICA AL 15%		
ITEM	$X_1$	$X_2$
T1	187.12	196.12
T1	186.32	197.98
T1	187.43	198.89

*Fuente: Elaboración propia de autores*

**TABLA 54:** Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 15% a los 14 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
1	187,12	196,12	0,16	0,0267	-1,54	2,3819
2	186,32	197,98	-0,64	0,4053	0,32	0,1003
3	187,43	198,89	0,47	0,2240	1,23	1,5047
	186,96	197,66	SC1	0,6561	SC2	3,9869

*Fuente: Elaboración propia de autores*

$X_1$  =  $f'c$  a los 14 días del hormigón patrón.

$X_2$  =  $f'c$  a los 14 días del hormigón con 15% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$$N1 = 3$$



$$N_2 = 3$$

$$\sum (x_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.6561$$

$$\sum (x_2 - \bar{X}_2)^2 = 3.9869$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.5387$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -24.3424$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta f'c a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$H_0$ : No se evidencia distinta f'c a los 14 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.001$$

En consecuencia, se establece que a los 14 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 15% de cerámica triturada al agregado grueso.

**Estudio de datos sobre el efecto de la cerámica triturada sobre la resistencia a la compresión en confrontación con el hormigón patrón a los 28 días**

**TABLA 55:** Análisis de datos con adición cerámica triturada al 5% a los 28 días

<b>AGREGADO CERÁMICA AL 5%</b>		
<b>ITEM</b>	$X_1$	$X_2$
<b>T1</b>	210.23	210.43
<b>T1</b>	210.45	210.21
<b>T1</b>	211.14	211.23

*Fuente: Elaboración propia de autores*

**TABLA 56:** Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 5% a los 28 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
<b>1</b>	210,23	210,43	-0,38	0,1419	-0,19	0,0374
<b>2</b>	210,45	210,21	-0,16	0,0245	-0,41	0,1708
<b>3</b>	211,14	211,23	0,53	0,2844	0,61	0,3680
	210,61	210,62	SC1	0,4509	SC2	0,5763

*Fuente: Elaboración propia de autores*

$X_1$  = f'c a los 28 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 28 días del hormigón con 5% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$$N_1 = 3$$

$$N_2 = 3$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 0.4509$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.5763$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.2534$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -4.8221$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta f'c a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$H_0$ : No se evidencia distinta f'c a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 5% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

**P = 0.02**

En consecuencia, se establece que a los 28 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 5% de cerámica triturada al agregado grueso.

**TABLA 57:** Análisis de datos con adición cerámica triturada al 10% a los 28 días

AGREGADO CERÁMICA AL 10%		
ITEM	$X_1$	$X_2$
T1	210.23	211.23
T1	210.45	211.23
T1	211.14	211.9

*Fuente: Elaboración propia de autores*

**TABLA 58:** Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 10% a los 28 días

$N^\circ$	$X_1$	$X_2$	$(X_1 - \bar{X}_1)$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
1	210,23	211,23	-0,38	0,1419	-0,22	0,0499
2	210,45	211,23	-0,16	0,0245	-0,22	0,0499
3	211,14	211,9	0,53	0,2844	0,45	0,1995
	210,61	211,45	SC1	0,4509	SC2	0,2993

*Fuente: Elaboración propia de autores*

$X_1$  = f'c a los 28 días del hormigón patrón.

$X_2$  = f'c a los 28 días del hormigón con 10% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

**N1 = 3**

**N2 = 3**

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.4509$$

$$\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = 0.2993$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.2165$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -4.7890$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

**H<sub>1</sub>**: Se evidencia distinta f'c a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

**H<sub>0</sub>**: No se evidencia distinta f'c a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 10% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso: **H<sub>1</sub>** es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso: **H<sub>0</sub>** es verdadero

**P = 0.02**

En consecuencia, se establece que a los 28 días si hay diferencia entre f'c del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 10% de cerámica triturada al agregado grueso.

**TABLA 59:** Análisis de datos con adición cerámica triturada al 15% a los 28 días

<b>AGREGADO CERÁMICA AL 15%</b>		
<b>ITEM</b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>
<b>T1</b>	210.23	212.32
<b>T1</b>	210.45	213.10
<b>T1</b>	211.14	214.32

*Fuente: Elaboración propia de autores*

**TABLA 60:** Prueba de hipótesis con cerámica triturada al 15% a los 28 días

<b>N°</b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>(X<sub>1</sub> - <math>\bar{X}_1</math>)</b>	<b>(X<sub>1</sub> - <math>\bar{X}_1</math>)<sup>2</sup></b>	<b>(X<sub>2</sub> - <math>\bar{X}_2</math>)</b>	<b>(X<sub>2</sub> - <math>\bar{X}_2</math>)<sup>2</sup></b>
<b>1</b>	210,23	212,32	-0,38	0,1419	-0,93	0,8587
<b>2</b>	210,45	213,1	-0,16	0,0245	-0,15	0,0215
<b>3</b>	211,14	214,32	0,53	0,2844	1,07	1,1520
	210,61	213,25	SC1	0,4509	SC2	2,0323

*Fuente: Elaboración propia de autores*

X<sub>1</sub> = f'c a los 28 días del hormigón patrón.

X<sub>2</sub> = f'c a los 28 días del hormigón con 15% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

**N1 = 3**

**N2 = 3**

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.4509$$

$$\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 2.0323$$

Luego:

$$\sigma_p = \frac{\sqrt{SC_1 + SC_2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$\sigma_p = 0.3939$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - X_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$t = -8.2075$$

- El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

$H_1$ : Se evidencia distinta  $f'c$  a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

$H_0$ : No se evidencia distinta  $f'c$  a los 28 días entre un concreto patrón y el concreto con 15% de cerámica triturada como reemplazo del agregado grueso.

Si  $P < 0.05$ ; en tal caso:  $H_1$  es aceptado, si  $P > 0.05$ ; en tal caso:  $H_0$  es verdadero

$$P = 0.005$$

En consecuencia, se establece que a los 28 días si hay diferencia entre  $f'c$  del concreto patrón y el concreto con reemplazo del 15% de cerámica triturada al agregado grueso.

## COMPARACIÓN DE RESULTADOS

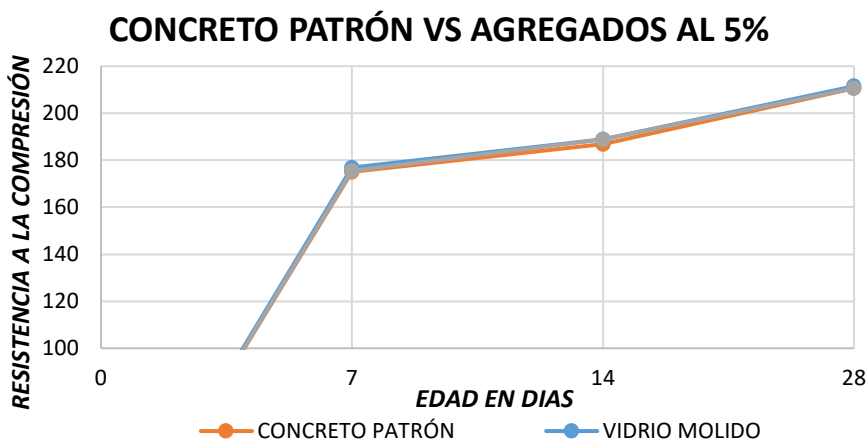
A continuación, se muestra el comportamiento de los agregados de vidrio molido y cerámica triturada como reemplazo en 5%, 10% y 15% al concreto patrón en 7, 14 y 28 días; donde se observa que la mayor resistencia se obtiene con un reemplazo de 15% de adición a los 28 días.

**TABLA 61:** Comparación de concreto patrón vs agregados al 5%

CONCRETO PATRÓN VS AGREGADOS AL 5%			
EDAD EN DIAS	F'C CONCRETO PATRÓN	F'C CON VIDRIO MOLIDO	F'C CON CERÁMICA TRITURADA
0	0.00	0.00	0.00
7	175.11	175.11	175.63
14	186.96	186.96	189.00
28	210.61	210.61	210.62

**Fuente:** Elaboración propia, resultados laboratorio

**GRÁFICO N° 10:** Comparación de concreto patrón vs agregados al 5%



*Fuente: Elaboración propia, resultados laboratorio*

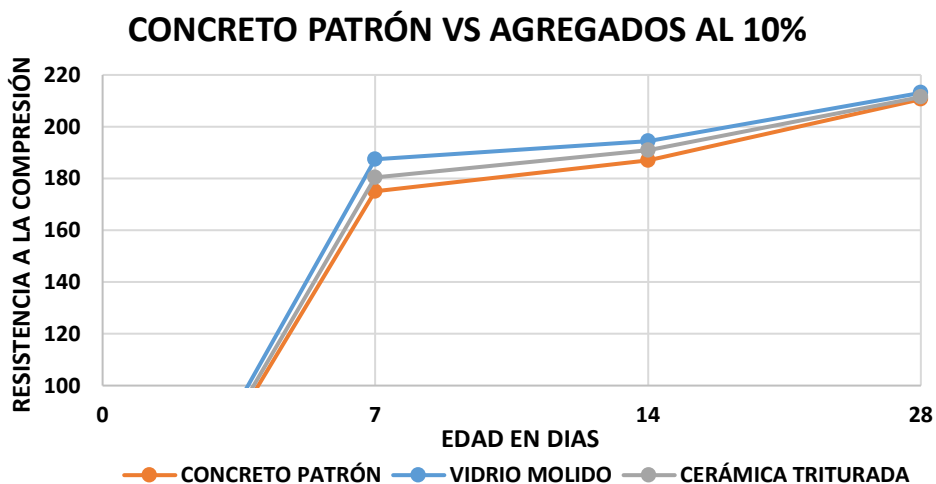
**TABLA 62:** Comparación de concreto patrón vs agregados al 10%

**CONCRETO PATRÓN VS AGREGADOS AL 10%**

EDAD EN DIAS	F'C CONCRETO PATRÓN	F'C CON VIDRIO MOLIDO	F'C CON CERÁMICA TRITURADA
0	0.00	0.00	0.00
7	175.11	187.32	180.45
14	186.96	194.36	190.96
28	210.61	213.08	211.45

*Fuente: Elaboración propia, resultados laboratorio*

**GRÁFICO N° 11:** Comparación de concreto patrón vs agregados al 10%



*Fuente: Elaboración propia, resultados laboratorio*

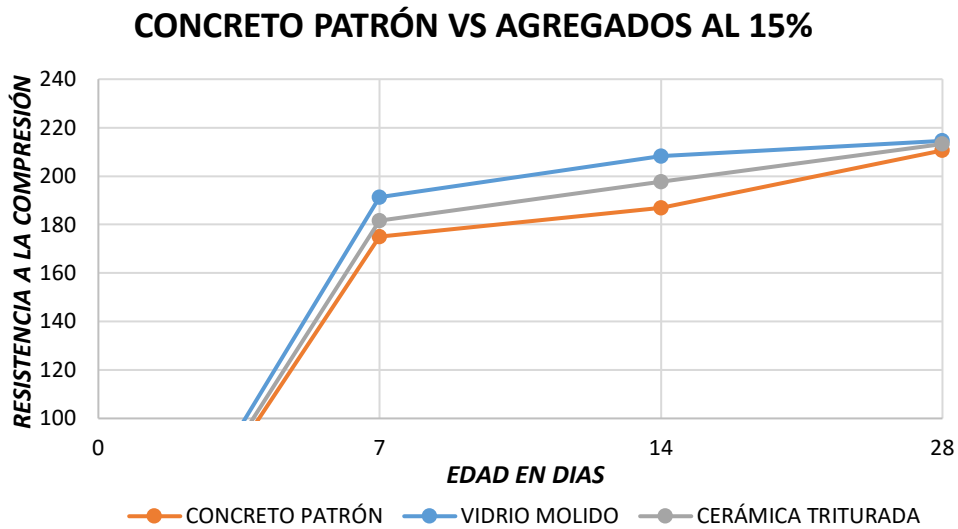
**TABLA 63:** Comparación de concreto patrón vs agregados al 15%

**CONCRETO PATRÓN VS AGREGADOS AL 15%**

EDAD EN DIAS	F'C CONCRETO PATRÓN	F'C CON VIDRIO MOLIDO	F'C CON CERÁMICA TRITURADA
0	0.00	0.00	0.00
7	175.11	191.33	181.69
14	186.96	208.32	197.66
28	210.61	214.55	213.25

*Fuente: Elaboración propia, resultados laboratorio*

**GRÁFICO N° 12:** Comparación de concreto patrón vs agregados al 15%





## V. DISCUSIÓN

Para realizar de manera correcta la discusión de resultados, se ha tenido en cuenta cada uno de los objetivos para confrontarlos con los antecedentes, tal y como se muestra a continuación:

- **Diseñar mezcla de concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

Para el cumplimiento del presente objetivo se determinó la dosificación de los elementos que forman parte del concreto, siendo las siguientes: cemento: 366.07 kg/m<sup>3</sup>, agua: 186.41 lts, relación a/c: 0.56, agregados finos: 655 kg/m<sup>3</sup> y agregado grueso: 1157 kg/m<sup>3</sup>.

El resultado es contrastable con Bashir, et al, 2021, p. 23 quienes indican que para diseñar la mezcla patrón necesita de la siguiente dosificación relación agua-cemento (0.59); cemento (308.33 kg/m<sup>3</sup>), agua (180.82 litro/m<sup>3</sup>), agregado fino (787.08 kg/m<sup>3</sup>) y agregado grueso 1049.60 kg/m<sup>3</sup>).

De igual manera coincidimos con Fayez, et al, 2016, p. 346 quienes en su estudio para desarrollar la mezcla patrón utilizan la siguiente dosificación: relación w/c 0.70, cemento (276 kg/m<sup>3</sup>), Agregado grueso (971 kg/m<sup>3</sup>) y Agregado fino (854 kg/m<sup>3</sup>).

- **Determinar la resistencia a compresión del concreto sin uso de aditivos.**

Para el cumplimiento del presente objetivo se realizaron 9 muestras (probetas), dichas muestras se dividieron en tres grupos, en edades de 7, 14 y 28 días. Obteniendo la resistencia a compresión del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en promedio por grupo; 175.11 kg/cm<sup>2</sup>, 186.96 kg/cm<sup>2</sup> y 210.61 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En donde se determinó una máxima resistencia a compresión a los 28 días.

Contrastando datos similares con la investigación de Favez, et al, 2016, p. 346, quienes desarrollaron un diseño de mezcla patrón obteniendo su máxima resistencia a compresión de 20.6 Mpa equivalentes a 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

De igual manera coincidimos con Medeiros, et al, 2018, p. 59, quienes en su artículo científico indican que los valores encontrados a los 28 días corresponden a 21.7 MPa (221.28 kg/cm<sup>2</sup>), 20.5 MPa (209.04 kg/cm<sup>2</sup>), 21 MPa (214.14 kg/cm<sup>2</sup>), 21.6 MPa (220.26 kg/cm<sup>2</sup>), 20.3 MPa (207 kg/cm<sup>2</sup>), 27.7 MPa (282.46 kg/cm<sup>2</sup>) y 21.3 MPa (217.20 kg/cm<sup>2</sup>). Donde se aprecia que la máxima resistencia a la compresión también se obtiene 28 días, cabe resaltar que los valores encontrados en comparación con los mencionados anteriormente son superiores, esto debido a una menor relación a/c 0.65.

- **Determinar la resistencia a la compresión del concreto aplicando vidrio molido.**

Para el cumplimiento del presente objetivo se realizaron 27 muestras (probetas) con una relación A/C 0.56, dichas muestras se distribuyeron de la siguiente manera: A los 7 días se consideró 3 muestras por cada porcentaje en 5%, 10% y 15% de vidrio molido, realizando el mismo procedimiento para los 14 y 28 días. Obteniendo la resistencia promedio a los 28 días de 211.49 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar 5% de vidrio molido, 213.07 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar 10% de vidrio molido y 214.54 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar 15% de vidrio molido. Observando que la resistencia a compresión mejoró con el mayor porcentaje de vidrio molido y a los 28 días.

En contraste se verifica que los datos coinciden con la investigación de Jurczak, et al, 2021 p. 7, quien determinó que la resistencia a la compresión con la adición de vidrio molido a los 7 días y 28 días, fueron PW1 (W/C 0.75 y GP/C 6.6%) a los 7 días 17.6 MPa (179.47 kg/cm<sup>2</sup>) y 28 días 22.9 MPa (233.52 kg/cm<sup>2</sup>); PW2 (W/C 0.85 y GP/C

6.6%) a los 7 días 13.7 MPa (139.70 kg/cm<sup>2</sup>) y 28 días 18.9 MPa (192.73 kg/cm<sup>2</sup>); PW3 (W/C 0.73 y GP/C 22.5%) a los 7 días 19.6 MPa (199.86 kg/cm<sup>2</sup>) y 28 días 26.8 MPa (273.28 kg/cm<sup>2</sup>), PW4 (W/C 0.87 y GP/C 22.5%) a los 7 días 13 MPa (132.56 kg/cm<sup>2</sup>) y 28 días 18.1 MPa (184.57 kg/cm<sup>2</sup>); PW5 (W/C 0.80 y GP/C 22.5%) a los 7 días 16.4 MPa (167.23 kg/cm<sup>2</sup>) y 28 días 22.6 MPa (230.46 kg/cm<sup>2</sup>). Por lo consiguiente se observa que la resistencia a la compresión aumenta a mayor porcentaje de aditivo y edad en días, por otro lado, también se observó que la resistencia mejora a menor resistencia a/c.

Coincidimos también con la investigación de Poma, 2020, p. 63, quién determinó que a una edad de 28 días al añadir una proporción del 2% y 3% de vidrio al concreto convencional; obteniendo 230.50 kg/cm<sup>2</sup> como concreto patrón, con agregado de vidrio del 2% una resistencia de 235 kg/cm<sup>2</sup> y 249.50 kg/cm<sup>2</sup> al 3% correspondientemente. De acuerdo a la observación de los datos también se determinó que la resistencia a la compresión aumenta a mayor porcentaje de aditivo a los 28 días.

De igual manera coincidimos con Mohd, et al, 2015, p. 3, quienes determinaron la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días con vidrio de desecho triturado al 2%, 4%, 6% y 8%. El resultado obtenido fue M1 0% 26.06 MPa (265.74 kg/cm<sup>2</sup>), M2 2% 28.42 MPa (289.80 kg/cm<sup>2</sup>), M3 4% 30.70 MPa (313.05 kg/cm<sup>2</sup>), M4 6% 30.44 MPa (310.40 kg/cm<sup>2</sup>) y M5 8% 28.89 MPa (294.59 kg/cm<sup>2</sup>) a los 7 días, asimismo a los 28 días se obtuvo: M1 0% 30.53 MPa (311.32 kg/cm<sup>2</sup>), M2 2% 37.36 MPa (380.97 kg/cm<sup>2</sup>), M3 4% 37.75 MPa (384.94 kg/cm<sup>2</sup>), M4 6% 32.37 MPa (330.08 kg/cm<sup>2</sup>) y M5 8% 31.17 MPa (317.85 kg/cm<sup>2</sup>). Observamos que la resistencia a la compresión aumenta a mayor porcentaje de aditivo y a la edad de 28 días.

También coincidimos la investigación de Codina, 2018, pág. 46, quién determinó que al sustituir el agregado fino en un 5% y 10% por vidrio

molido en edades de 7, 14 y 28 días, permitió conseguir resultados de resistencia a la compresión, tales como: a los 7 días el concreto patrón fue de 145.90 kg/cm<sup>2</sup>, al 5% de aditivo 169.27 kg/cm<sup>2</sup> y al 10% de aditivo 196.03 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días el concreto patrón fue de 164.20 kg/cm<sup>2</sup>, al 5% de aditivo 175.10 kg/cm<sup>2</sup> y al 10% de aditivo 218.73 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días el concreto patrón fue de 212.50 kg/cm<sup>2</sup>, al 5% de aditivo 325.03 kg/cm<sup>2</sup> y al 10% de aditivo 335.67 kg/cm<sup>2</sup>. Donde se observa que la resistencia a la compresión aumenta a mayor con el mayor porcentaje de aditivo a la edad de 28 días.

El resultado es contrastable con Rachit, 2017 pág. 455, quién destaca los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión realizadas en diferentes probetas de hormigón constituido por residuos de vidrio al (10%, 20% y 30%) y relación a/c 0.50. Se produce una resistencia a la compresión de 9,05 N / mm<sup>2</sup> (92.28 kg/cm<sup>2</sup>), 12,25 N / mm<sup>2</sup> (125.92 kg/cm<sup>2</sup>) y 11,89 N / mm<sup>2</sup> (121.24 kg/cm<sup>2</sup>) y 15,91 N / mm<sup>2</sup> (162.24 kg/cm<sup>2</sup>) para el cubo de control, respectivamente después de 3 días, aumentando a una resistencia a la compresión de 25.90 N / mm<sup>2</sup> (264.11 kg/cm<sup>2</sup>), 29.17 N / mm<sup>2</sup> (297.45 kg/cm<sup>2</sup>) y 26.76 N / mm<sup>2</sup> (272.88 kg/cm<sup>2</sup>) y 21.29 N / mm<sup>2</sup> (217.10 kg/cm<sup>2</sup>) por cubo de control), respectivamente, después de 28 días. Observamos que la resistencia a la compresión aumenta a mayor porcentaje de aditivo y una mayor edad en días. Cabe resaltar que a los 28 días con el 20% de reemplazo de vidrio, muestra una resistencia más alta; por otro lado, nuestros datos obtenidos aumentan la resistencia en una proporción menor a comparación de los resultados obtenidos por dicho investigador, esto debido que a menos relación w/c, mayor es el aumento de la resistencia a la compresión de la mezcla.

Coincide también con Paredes, 2019, p.113, quién elaboró probetas de concreto convencional y modificado con 15%, 20% y 25% de vidrio reciclado molido y relación a/c 0.45, y se efectuó las pruebas de

resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, obteniendo los siguientes resultados: A los 7 días de 0% (172.2 kg/cm<sup>2</sup>), 15% (185.8 kg/cm<sup>2</sup>), 20% (180.5 kg/cm<sup>2</sup>) y 25% (175.10); a los 14 días al 0% (196.7 kg/cm<sup>2</sup>), 15% (219 kg/cm<sup>2</sup>), 20% (212 kg/cm<sup>2</sup>) y 25% (196.8 kg/cm<sup>2</sup>) y a los 28 días al 0% (213 kg/cm<sup>2</sup>), 15% (253 kg/cm<sup>2</sup>), 20% (229 kg/cm<sup>2</sup>) y 25% (218 kg/cm<sup>2</sup>). Al finalizar los ensayos de resistencia a la compresión, se concluyó que usando el 15% de adición de vidrio reciclado molido en peso del agregado fino se obtiene mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional y los demás porcentajes de adición estudiados.

- **Determinar la resistencia a la compresión del concreto aplicando cerámica triturada.**

Para el cumplimiento del presente objetivo se realizaron 27 muestras (probetas), dichas muestras se distribuyeron de la siguiente manera: A los 7 días se consideró 3 muestras por cada porcentaje en 5%, 10% y 15% de cerámica triturada, realizando el mismo procedimiento para los 14 y 28 días. Obteniendo la resistencia promedio a los 14 días de 189 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar 5% de cerámica triturada, 190.96 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar 10% de cerámica triturada y 197.66 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar 15% de cerámica triturada y a los 28 días de 210.62 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar 5% de cerámica triturada, 211.45 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar 10% de cerámica triturada y 213.24 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar 15% de cerámica triturada. Observando que la resistencia a compresión mejora a mayor porcentaje de aditivo a los 28 días.

El resultado es contrastable con la investigación de Ahmad, et al, 2015 p. 223, quienes determinaron pruebas con una relación variable de agua-cemento de 0,6. La sustitución de áridos gruesos por residuos gruesos de baldosas cerámicas se varió del 10% al 50% para 28 días. Al 10% de cerámica triturada se obtuvo una resistencia a la compresión de 22.3 MPa, al 20% se obtuvo 22 MPa, al 30% se obtuvo

22 MPa, al 40% se obtuvo 21.8 MPa y al 50% se obtuvo 20.4 MPa. La resistencia a la compresión del hormigón aumentó gradualmente con el aumento de la cantidad de residuos de baldosas cerámicas agregadas. El caso óptimo de utilizar baldosas cerámicas de desecho como áridos gruesos es del 10 al 30% a los 28 días.

Coincidimos también con Rodríguez, 2016, p. 63, quién determinó que el concreto patrón en promedio a los 07 días tiene una resistencia a la compresión de 135.79 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días tiene una resistencia promedio de 191.61 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días llega a tener una resistencia promedio de 212.38 Kg/cm<sup>2</sup>. Con la sustitución de la piedra chancada en 25% por el cerámico reciclado; a los 07 días tiene una resistencia promedio a la compresión de 125.48 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días tiene una resistencia promedio de 184.36 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días llega a tener una resistencia promedio de 189.40 Kg/cm<sup>2</sup>. Con la sustitución de la piedra chancada en 50% por el cerámico reciclado; a los 07 días tiene una resistencia promedio a la compresión de 116.65 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días tiene una resistencia promedio de 178.31 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días llega a tener una resistencia promedio de 182.60 Kg/cm<sup>2</sup>. Se observa que la resistencia a la compresión disminuye con respecto del 25 y 50% de reemplazo de cerámica.

Por otro lado, tenemos a Mustafa, et al, 2013, p. 393, quienes indican que para 28 días. Se realizaron muestras con un reemplazo del 5%, 10% y 15%, obteniendo los siguientes resultados: M1 (w/c 0.65) 15.64 MPa, M2 (w/c 0.55) 23.51 MPa y M3 (w/c 0.45) 30.16 MPa. Observamos que la resistencia a la compresión aumenta a mayor reemplazo de agregado y menor relación de a/c.

También coincide con Heredia, 2019, p. 48, quién indica que la resistencia a la compresión promedio de las probetas a los 14 días para las que no tienen cerámico es de 291 kg/cm<sup>2</sup>, para las que tienen un 3% de cerámico incorporado es de 299 kg/cm<sup>2</sup> y para las

que tienen un 5% de cerámico incorporado es de 303.73 kg/cm<sup>2</sup> y en la evaluación de la resistencia a la compresión promedio de las probetas sin cerámico a los 28 días es de 303.38 kg/cm<sup>2</sup>, para las que tienen un 3% de cerámico incorporado es de 309.74 Kg/cm<sup>2</sup> y para las que tienen un 5% de cerámico incorporado es de 317.84 Kg/cm<sup>2</sup>. Llegando a la conclusión que con al adicionar cerámico triturado al agregado grueso en un 3% y 5%; la resistencia a la compresión aumenta.

Coincide también con Do Santos, et al, 2021, p. 12, quién determinó los resultados obtenidos con adición de cerámica a los siguientes porcentajes C10% W/C 0.54 a los 14 días 27.2 MPa y 28 días 31.42 MPa y C20% W/C 0.61 a los 14 días 24.5 MPa y 28 días 27.82 MPa. Llegó a la conclusión que la cerámica tiene un potencial puzolánico y la resistencia a la compresión llega a su pico más alto a los 28 días a un 10 % de aditivo con una relación W/C menor.

Coincidimos también con Gopinath, 2019, p. 4. La resistencia a la compresión se evaluó obteniendo como resultado CW1 (w/c 0.58) 36.63 MPa, CW2 (w/c 0.50) 40.48 MPa, CW3 (w/c 0.44) 44.72 MPa, CW4 (w/c 0.39) 50.14 MPa, CW5 (w/c 0.35) 53.95 MPa y CW6 (w/c 0.32) 59.63 MPa; y CW1 (w/c 0.58) 39.84 MPa, CW2 (w/c 0.50) 42.25 MPa, CW3 (w/c 0.44) 45.79 MPa, CW4 (w/c 0.39) 51.61 MPa, CW5 (w/c 0.35) 56.69 MPa y CW6 (w/c 0.32) 62.57 MPa a los 28 y 56 días, respectivamente. Los resultados indican que el hormigón que contienen agregados de cerámica gana más resistencia después de 28 días.

El resultado también es contrastable con Pacheco, et al, 2011, p. 164. Se preparó una mezcla de hormigón con arena natural y agregados cerámicos gruesos (W / C = 0.5) con el 20% de reemplazo de cerámica triturada, obteniendo los siguientes resultados: 38 MPa, 45 MPa y 43 MPa, a los 14, 28 y 56 días, respectivamente. Los

resultados muestran que la mezcla de hormigón con áridos cerámicos aumenta su resistencia a compresión y alcanza su nivel máximo a la edad de 28 días.

Y finalmente tenemos a Castillo, 2018, p. 65. El valor de la resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días tuvo una resistencia promedio de 148.47 kg/cm, a los 14 días tuvo un promedio de 190.06 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días tuvo un promedio de 241.23 kg/cm<sup>2</sup>. El valor de  $f_c$  del concreto experimental de 50%, a los 7 días tuvo un promedio de 110.49 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días tuvo un promedio de 145.22 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días tuvo un promedio de 237.77 kg/cm<sup>2</sup>. El valor de  $f_c$  del concreto experimental de 75%, a los 7 días tuvo un promedio de 104.16 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días tuvo un promedio de 138.92 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días tuvo un promedio de 219.62 kg/cm<sup>2</sup>. Observamos que la resistencia a la compresión con reemplazo de cerámica no supera al concreto patrón al adicionar al 50 y 75%.



## VI. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el estudio correspondiente de los objetivos planteados, se puede concluir lo siguiente:

1. La dosificación para diseñar la mezcla de concreto patrón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  fue lo siguiente: cemento:  $366.07\text{ kg/m}^3$ , agua:  $186.41\text{ lts}$ , relación a/c:  $0.56$ , agregados finos:  $655\text{ kg/m}^3$  y agregado grueso:  $1157\text{ kg/m}^3$ .
2. La resistencia a compresión promedio del concreto sin uso de aditivos a los 7, 14 y 28 días es de  $175.11\text{ kg/cm}^2$ ,  $186.96\text{ kg/cm}^2$  y  $210.61\text{ kg/cm}^2$ .
3. La máxima resistencia se logra a los 28 días con un porcentaje de adición del 15% de vidrio molido.
4. La máxima resistencia se logra a los 28 días con un porcentaje de adición del 15% de cerámica triturada.
5. Se concluye que la hipótesis planteada se cumple, pues se obtiene un incremento de la resistencia a la compresión con el remplazo de agregado fino por vidrio molido y agregado grueso por cerámica triturada.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se evalúe la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con agregado de vidrio molido al 25% con una edad de 28 días.
- Se evalúe la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con agregado de cerámica triturada al 25% con una edad de 28 días.
- Se evalúe la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la combinación de vidrio molido y cerámica triturada.
- Se evalúe la resistencia a la compresión con menor relación de a/c a la de 0.56.

## REFERENCIAS

NASDAQ OMX'S (2020), en su artículo "Insights into the Worldwide Recycled Glass Market to 2028 - Featuring Coloured Aggregates, Gallo Glass & Glass Recycled Surfaces Among Others". Disponible en: <https://www.proquest.com/wire-feeds/insights-into-worldwide-recycled-glass-market/docview/2392339805/se-2?accountid=37408>

TORRES, F G y CORNEJO, Héctor (2016), en su artículo "The Need for Technical Improvement in the Plastics Recycling Industry in Middle-income Countries: The Peruvian Case". Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/need-technical-improvement-plastics-recycling/docview/1824189683/se-2?accountid=37408>

CASTILLO, Jhonatan (2018), en su tesis "Sustitución de 50% y 75% de agregado grueso por desperdicio de baldosas cerámicas en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>". Disponible en: <https://www.basesearch.net/Search/Results?lookfor=Sustituci%C3%B3n+de+50%25+y+75%25+de+agregado+grueso+por+desperdicio+de+baldosas+cer%C3%A1micas+en+la+resistencia+a+la+compresi%C3%B3n+de+un+concreto+f%E2%80%99c%3D210+kg%2Fcm2&name=&oaboost=1&newsearch=1&refid=dcbases>

BASEL (2021), en su artículo "Effect of Ground Waste Glass Addition on the Strength and Durability of Low Strength Concrete Mixes". Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/effect-ground-waste-glass-addition-on-strength/docview/2476047268/se-2?accountid=37408>

POMA, Julio (2020), en su tesis "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". Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/23469>

- HISYAM, Mohd; AHMAD, Osman y FADHLUHARTINI, Muftah (2015), en su artículo "Investigation on Compressive Strength of Special Concrete made with Crushed Waste Glass". Disponible en: <https://www.proquest.com/conference-papers-proceedings/investigation-on-compressive-strength-special/docview/1762732425/se-2?accountid=37408>
- CODINA, Rita (2018), en su tesis "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". Disponible en: [http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5474/Tesis\\_57429.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5474/Tesis_57429.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- RACHIT, Sharma (2017), en su artículo "Compressive Strength of Concrete Using Construction Demolition Waste, Glass Waste, Superplasticizer and Fiber". Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/compressive-strength-concrete-using-construction/docview/1925209969/se-2?accountid=37408>
- PAREDES, Alexis (2019), en su tesis "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio reciclado molido". Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3339/CIVIL%20-%20Alexis%20Paredes%20Bendez%20c3%ba.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SHAKEEL, Ahmad; REHAN, Khan y MD, Daniyal (2015), en su artículo "Solid waste (ceramic tiles) As A replacement for concrete aggregate". Disponible en: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=36deaedc-e8b1-48da-b62b-aa2045ce5cb0%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=115751129&db=eih>
- RODRIGUEZ, Castro (2018), en su tesis "Resistencia de un concreto con sustitución del agregado pétreo en 25% y 50% por material cerámico reciclado - Huaraz – 2016". Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5463>

- DO SANTOS, Everton; VAZ, Karina y TEIXEIRA, Markssuel (2021), en su artículo "Clay Ceramic Waste as Pozzolan Constituent in Cement for Structural Concrete". Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/clay-ceramic-waste-as-pozzolan-constituent-cement/docview/2539938291/se-2?accountid=37408>
- HEREDIA, Carlos (2019), en su tesis "Resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>; incorporando cerámico en 3% y 5% en remplazo de agregado grueso". Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/22271>
- D, Gopinath (2019), en su artículo "A Study on the Mechanical Properties of Ceramic Waste Aggregate Concrete". Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/study-on-mechanical-properties-ceramic-waste/docview/2229574389/se-2?accountid=37408>
- TORGAL, Pacheco y JALALI, Fernando (2011), en su artículo "Compressive strength and durability properties of ceramic wastes based concrete". Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/compressive-strength-durability-properties/docview/856428880/se-2?accountid=37408>
- FAYEZ, Moutassem (2016), en su artículo "Assessment of concrete compressive strength prediction models". Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/assessment-concrete-compressive-strength/docview/1750935421/se-2?accountid=37408>
- MEDEIROS, Junior; DE LIMA, Maryangela y BALESTRA, Carlos (2018), en su artículo "Influence of Distinct Curing Environments on the Compressive Strength of Concrete". Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=8ef70f8a-509f-43ab-a7e8-e38bc31d01ec%40sessionmgr102>

BASHIR, Wani; TAHIR, Muntazari y NUSRAT, Rafique (2021), en su artículo "Study on concrete proportioning methods: a qualitative and economical perspective". Disponible en:

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=972dfc91-8c90-4265-87e5-88fd5ede6fb4%40sessionmgr4006&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc210ZT1lZHMtbGI2ZQ%3d%3d#AN=149460230&db=egs>

K, Agyekum (2018), en su artículo "State-of-the-art review of current literature and development studies on recycled aggregate concrete. Disponible en:

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/state-art-review-current-literature-development/docview/2102832614/se-2?accountid=37408>

HANG, Thi; HUNG, Duc; MAI, Hong y DUY, Nguyen (2020), en su artículo "Investigation on Compressive Characteristics of Steel-Slag Concrete". Disponible en:

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/investigation-on-compressive-characteristics/docview/2394444350/se-2?accountid=37408>

M, Aswin; E S, Maranatha y L, Nola (2021), en su artículo "Effect of use of corn leaf ash on concrete compressive strength". Disponible en:

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/effect-use-corn-leaf-ash-on-concrete-compressive/docview/2515174977/se-2?accountid=37408>

VAHID, Afroughasabet; LUIGI, Biolzi y TOGAY, Ozbakkaloglu (2016), en su artículo "High-performance fiber-reinforced concrete: a review". Disponible en:

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/high-performance-fiber-reinforced-concrete-review/docview/2259619292/se-2?accountid=37408>

SCHALKWYK, Van y Kearsley, E (2018), en su artículo "The influence of concrete compressive strength and specimen size on the compression stress block parameters of reinforced concrete". Disponible en:

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/influence-concrete-compressive-strength-specimen/docview/2187009325/se-2?accountid=37408>

LOMESH, Mahajan y SARIPUTT, Bhagat (2021), en su artículo “Effect of fly ash and bottom ash on the ratio of splitting tensile strength to compressive strength of concrete”. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/effect-fly-ash-bottom-on-ratio-splitting-tensile/docview/2513054037/se-2?accountid=37408>

ROJAS, José (2015), en su tesis “Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico”. Disponible en: [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2040/1/REP\\_ING.CIVIL\\_JOS%C3%89.ROJAS\\_ESTUDIO.EXPERIMENTAL.INCREMENTAR.RESISTENCIA.CONCRETO.FC%3D210KG/CM2.ADICIONANDO.PORCENTAJE.VIDRIO.S%C3%92DICO.C%C3%81LCICO.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2040/1/REP_ING.CIVIL_JOS%C3%89.ROJAS_ESTUDIO.EXPERIMENTAL.INCREMENTAR.RESISTENCIA.CONCRETO.FC%3D210KG/CM2.ADICIONANDO.PORCENTAJE.VIDRIO.S%C3%92DICO.C%C3%81LCICO.pdf)

DAEGEON, Kim (2018), en su artículo “Effect of Adjusting for Particle-Size Distribution of Cement on Strength Development of Concrete”. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/effect-adjusting-particle-size-distribution/docview/2032395639/se-2?accountid=37408>

QIANG, Wang; GENG, Yao; XIANGNAN, Zhu; JUNXIANG, Wang; Peng, Wu y XIANJUN, Lyu (2019), en su artículo “Preparation of Portland Cement with Gold Ore Tailings”. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/preparation-portland-cement-with-gold-ore/docview/2227358658/se-2?accountid=37408>

T, Hemalatha; ARJUN, S y B S, Sindu (2020), en su artículo “Experimental Studies to Investigate Efficacies of Slag as Fine Aggregate Substitute”. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/experimental-studies-investigate-efficacies-slag/docview/2455566213/se-2?accountid=37408>

PALACIO, Oscar; CHÁVEZ, Alvaro (2017), en su artículo “Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados”. Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2017000300096&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2017000300096&lng=en&tlng=en)

LAMORÚ, De los Ángeles; CRESPO, Raida; RODRIGUEZ, Leonardo y GONZALES, Yadira (2020), en su artículo “Evaluación del uso de vidrio reciclado en la producción de hormigones cubanos”. Disponible en:

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=5&sid=fc438051-a255-47be-ab98-9addbfa5b1f6%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=144740791&db=fua>

JUNAK, Jozef y SICAKOVA, Alena (2018), en su artículo “Effect of Surface Modifications of Recycled Concrete Aggregate on Concrete Properties”. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/effect-surface-modifications-recycled-concrete/docview/2002910717/se-2?accountid=37408>

BASEL (2021), en su artículo “Sustainable Development of Concrete through Aggregates and Innovative Materials: A Review”. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/sustainable-development-concrete-through/docview/2478284240/se-2?accountid=37408>

SINA, Salamatpoor y SIAVASH, Salamatpoor (2017), en su artículo “Evaluation of adding crushed glass to different combinations of cement-stabilized sand”. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/evaluation-adding-crushed-glass-different/docview/1984472997/se-2?accountid=37408>

OGRODNIK, Pawel y SZULEJ, Jacek (2018), en su artículo “The Assessment of Possibility of Using Sanitary Ceramic Waste as Concrete Aggregate—Determination of the Basic Material Characteristics”. Disponible



en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/assessment-possibility-using-sanitary-ceramic/docview/2321885781/se-2?accountid=37408>

DERRICK, Anderson y SCOTT, Smith (2016), en su artículo “Mechanical properties of concrete utilising waste ceramic as coarse aggregate”. Disponible en: <link.gale.com/apps/doc/A458550593/AONE?u=anon~4588c242&sid=book-mark-AONE&xid=8df770a4>

CORREDOR, Diego y ARIAS, Victoria (2016), en su artículo “Evaluación del desempeño de una mezcla de concreto muestra patrón, muestra mezclada con sal al 3.5% y muestra sumergida en agua con sal al 3.5%”. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/14155>

MORENO, Luis; OSPINA, Miguel y RODRIGUEZ, Kelly (2019), en su artículo “Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso”. Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=16&sid=fc438051-a255-47be-ab98-9addbfa5b1f6%40sessionmgr102>

ZENG, Yusheng; ZHOU, Xianyu; TANG, Aiping y SUN, Peng (2020), en su artículo “Mechanical Properties of Chopped Basalt Fiber-Reinforced Lightweight Aggregate Concrete and Chopped Polyacrylonitrile Fiber Reinforced Lightweight Aggregate Concrete”. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/mechanical-properties-chopped-basalt-fiber/docview/2388359203/se-2?accountid=37408>

MUSTAFA, AI; NORAZIAN, M N; MOHAMED, M; KAMARUDIN, H y RUZAIDI C M (2013), en su artículo: “Strength of Concrete with Ceramic Waste and Quarry Dust as Aggregates”. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/strength-concrete-with-ceramic-waste-quarry-dust/docview/1441869667/se-2?accountid=37408>

IKHANE, P. R.; OLADIPO, O. P. y OYEBOLU, O. O. (2019), en su artículo “Predicting the depositional environments and transportation mechanisms of sediments using granulometric parameters, bivariate and multivariate analyses”. Disponible en: <http://gse.vsb.cz/GSE/index.php/GSE/article/view/185>

## ANEXOS

**TABLA 61:** Formato para el ensayo a la compresión concreto patrón

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN (F' C=210 KG/CM2)				
COMPONENTES	PROPORCIÓN POR M3 DE CONCRETO	PROPORCIÓN	PROPORCIÓN POR CADA BOLSA DE CEMENTO	A/C
CEMENTO				
AGREGADO FINO				
AGREGADO GRUESO				
AGUA				

*Fuente: Elaboración propia de autores, resultados de laboratorio.*

**TABLA 62:** Formato del ensayo a la compresión agregando vidrio molido en 5%

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% VIDRIO MOLIDO	FUERZA A LA COMPRESION Kg	AREA (Cm2)	Kg/cm2	PROMEDIO
GRUPO PATRON I							
GRUPO PATRON II							
GRUPO PATRON III							

*Fuente: Laboratorio*

**TABLA 63:** Formato del ensayo a la compresión agregando vidrio molido en 10%

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% VIDRIO MOLIDO	FUERZA A LA COMPRESION Kg	AREA (Cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO
GRUPO PATRON I							
GRUPO PATRON II							
GRUPO PATRON III							

*Fuente: Laboratorio***TABLA 64:** Formato del ensayo a la compresión agregando vidrio molido en 15%

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% VIDRIO MOLIDO	FUERZA A LA COMPRESION Kg	AREA (Cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO
GRUPO PATRON I							
GRUPO PATRON II							
GRUPO PATRON III							

*Fuente: Laboratorio*

**TABLA 65:** Formato del ensayo a la compresión agregando cerámica triturada en 5%

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% CERÁMICA TRITURADA	FUERZA A LA COMPRESION Kg	AREA (Cm2)	Kg/cm2	PROMEDIO
GRUPO PATRON I							
GRUPO PATRON II							
GRUPO PATRON III							

*Fuente: Laboratorio*

**TABLA 66:** Formato del ensayo a la compresión agregando cerámica triturada en 10%

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% CERÁMICA TRITURADA	FUERZA A LA COMPRESION Kg	AREA (Cm2)	Kg/cm2	PROMEDIO
GRUPO PATRON I							
GRUPO PATRON II							
GRUPO PATRON III							

*Fuente: Laboratorio*

**TABLA 67:** Resultado del ensayo a la compresión agregando cerámica triturada en 15%

AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% CERÁMICA TRITURADA	FUERZA A LA COMPRESION Kg	AREA (Cm2)	Kg/cm2	PROMEDIO
GRUPO PATRON I							
GRUPO PATRON II							
GRUPO PATRON III							

*Fuente: Laboratorio*

**TABLA 68:** Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
INDEPENDIENTE Vidrio molido	Un material generalmente transparente o translúcido que consiste típicamente en una mezcla de silicatos (Merriam-Webster, 2020)	El vidrio se hace en un reactor de fusión, en donde se calienta una mezcla que casi siempre consiste en arena silíceo (arcillas) y óxidos metálicos secos pulverizados o granulados (LÓPEZ, y otros, 2020)	Cantidad de vidrio (% peso)	5%; 10% y 15% de vidrio molido para adicionar al cemento	Escala de razón
INDEPENDIENTE Cerámica triturada	La cerámica es un elemento que se utiliza con fines decorativos y utilitarios. No ser	Se obtiene de un material llamado arcilla, el cual se amasa y moldea para darle la forma	Cantidad de cerámica (% peso)	5%; 10% y 15% De cerámica triturada Para adicionar al cemento	Escala de razón

	un material combustible, y es mucho más fiable para la construcción (YIRDA, 2020)	deseada, luego es expuesta al calor para que alcance rigidez (YIRDA, 2020)			
DEPENDIENTE Resistencia a la compresión	Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento (Instron, 2020)	La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión (Instron, 2020)	Kg / cm <sup>2</sup>	7 días 14 días 28 días	Escala de razón

**Fuente:** Elaboración propia de autores.

## INFORME TÉCNICO

### ESTUDIO DE EXPERIMENTAL ADICIONANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.

OBRA:

"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A  
COMPRESION DEL CONCRETO FC 210  
AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA  
TRITURADA"

SOLICITANTE:

- EDUAR CHEN VARGAS GARCIA-
- HECTOR JAIME ANAYA ARCE

UBICACIÓN:

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

PROVINCIA : TRUJILLO

DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD

MAYO DEL 2021



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 45519



## INFORME GEOTECNICO

### 1.0 GENERALIDADES:

#### 1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente Informe Técnico, es realizar un estudio experimental para así evaluar la influencia de distintas dosificaciones de vidrio molido y distintas dosificaciones de cerámica triturada para así mejorar las propiedades mecánicas y determinar así realizar la comparación de las propiedades del concreto convencional y concreto reforzado con vidrio molido y cerámica triturada.

El estudio es efectuado por medio de trabajos de exploración, ensayos de Laboratorio, necesarios para definir los ensayos de laboratorio de agregados a utilizar conforme a Normas vigentes, así como determinar los parámetros más importantes de los agregados.

El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Inspección y evaluación visual del agregado de la cantera.
- Ensayos de laboratorio.
- Determinación de los parámetros físico-mecánicos.
- Análisis de cimentación.
- Conclusiones y recomendaciones.

#### 1.2 NORMATIVIDAD:

Los trabajos de investigación se han realizado según Norma Peruana EMS E 050, la cual se basa en la aplicación de la Mecánica de Suelos que indica ensayo. Fundamentales y necesarios para predecir el comportamiento de un material a la acción de sistemas de carga y que, con la ayuda del análisis matemático, ensayos de laboratorio, ensayos de campo y de datos experimentales recogidos en obras anteriores, permite proyectar y ejecutar trabajos de fundaciones de toda índole.



**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
**GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES**  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

### 1.3 Normatividad

Los trabajos de investigación se han realizado según Norma Peruana EMS E 050, la cual se basa en la aplicación de la Mecánica de Suelos que indica ensayos fundamentales y necesarios para predecir el comportamiento de un suelo bajo la acción de sistemas de carga y que, con la ayuda del análisis matemático, ensayos de laboratorio, ensayos de campo y de datos experimentales recogidos en estudios anteriores, permite proyectar y calcular resultados de trabajos de fundaciones de toda índole.



---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
**GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES**  
**ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL**  
**ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.**  
**RUC: 20600810295**

---

**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION**  
**RISING SUN EIRL**

# **ENSAYOS DE LABORATORIO**



**ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL**

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.  
INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.

## ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO (NTP 339.128)



ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



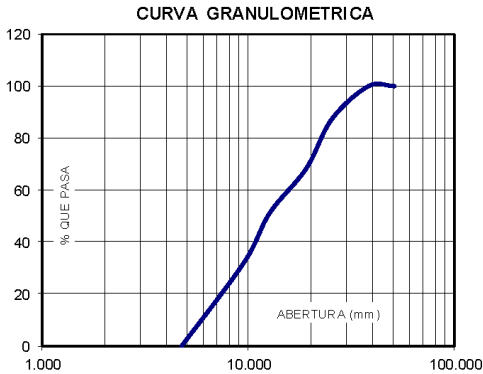
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

OBRA:	"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"	
SOLICITANTE:	EDUAR CHEN VARGAS GARCIA- HECTOR JAIME ANAYA ARCE	
RESPONSABLE:	ING SANTOS ALEJANDRO HERMENEGILDO MANTILLA	
CANTERA:	EL MLAGRO	
UBICACIÓN:	TRUJILLO	PROVINCIA TRUJILLO DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
FECHA:	ABRIL DEL 2021	

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO**

PESO SECO INICIAL	5000.00
PESO SECO LAVADO	5000.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ			M - 1		
STANDARD Nº	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50.800	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	625	12.56	12.56	87.44
3/4"	19.050	950	19.10	31.66	68.34
1/2"	12.700	850	17.09	48.74	51.26
3/8"	9.525	950	19.10	67.84	32.16
Nº4	4.750	1600	32.16	100.00	0.00
PLATO		0	0.00		100.00
TOTAL		4975			



MUESTRAS	M - 1
GRAVAS	100.00
ARENAS	0.00
LIMOS - ARCILLAS	0.00
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (pulg)	0.75
PESO ESPECIFICO gr/cm3	2.81
PESO UNITARIO SECO SUELTO gr/cm3	1.54
PESO UNITARIO SECO VARILLADO gr/cm3	1.75
% DE HUMEDAD	1.92
% DE ABSORCION	0.33
HUMEDAD SUPERFICIAL	1.58

**OBSERVACIONES**  
GRAVA DE BUENA GRADUACION Y HUMEDAD REGULAR LO CUAL HACE QUE EL AGREGADO APORTE AGUA A LA MEZCLA

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 45516



**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION**  
**RISING SUN EIRL**

# **ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO (NTP 339.128)**



ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL



---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

OBRA:	*COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 A GREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA*	
SOLICITANTE:	EDUAR CHEN VARGAS GARCIA- HECTOR JAIME ANAYA ARCE	
RESPONSABLE:	ING SANTOS ALEJANDRO HERMENEGILDO MANTILLA	
CANTERA:	EL MILAGRO	
UBICACIÓN:	TRUJILLO	PROVINCIA TRUJILLO DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
FECHA:	ABRIL DEL 2021	

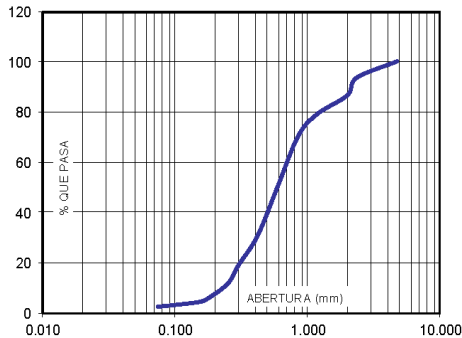
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO**

PESO SECO INICIAL	1000.00
PESO SECO LAVADO	975.10
PESO PERDIDO POR LAVADO	24.90

TAMIZ		M - 1			
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N° 4	4.750	0	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	65	6.50	6.50	93.50
N° 10	2.000	70	7.00	13.50	86.50
N° 16	1.180	75	7.50	21.00	79.00
N° 20	0.850	87	8.70	29.70	70.30
N° 30	0.600	195	19.50	49.20	50.80
N° 40	0.420	200	20.00	69.20	30.80
N° 50	0.300	118.6	11.86	81.06	18.94
N° 60	0.250	71.7	7.17	88.23	11.77
N° 80	0.180	56.9	5.69	93.92	6.08
N° 100	0.150	17.3	1.73	95.65	4.35
N° 200	0.074	18.6	1.86	97.51	2.49
PLATO		24.90	2.49	100.00	0.00
TOTAL		1000.00			

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 45518

**CURVA GRANULOMETRICA**



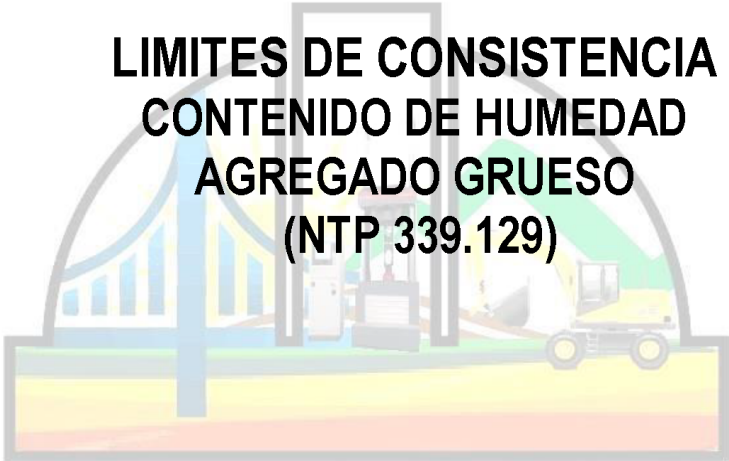
MUESTRAS	M - 1
GRAVAS	0.00
ARENAS	97.51
LIMOS - ARCILLAS	2.49
MODULO DE FINEZA EN mm.	2.53
PESO ESPECIFICO gr/cm <sup>3</sup>	2.62
PESO UNITARIO SECO SUELTO gr/cm <sup>3</sup>	1.45
PESO UNITARIO SECO VARILLADO gr/cm <sup>3</sup>	1.59
% DE HUMEDAD	1.21
% DE ABSORCION	1.18
HUMEDAD SUPERFICIAL %	0.03
<b>OBSERVACIONES</b>	
ARENA BIEN GRADUADA CON UN REGULAR CONTENIDO DE HUMEDAD LO CUAL SIGNIFICA QUE NO QUITARA MUCHO AGUA A LA MEZCLA	



**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION**  
**RISING SUN EIRL**



**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
**AGREGADO GRUESO**  
**(NTP 339.129)**

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

OBRA:	"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"		
SOLICITANTE:	EDUAR CHEN VARGAS GARCIA- HECTOR JAIME ANAYA ARCE		
RESPONSABLE:	ING SANTOS ALEJANDRO HERMENEGILDO MANTILLA		
UBICACIÓN:	EL MILAGRO	PROV. TRUJILLO	DPTO. LA LIBERTAD
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANTERA EL MILAGRO	Diseño de Mezcla	Piedra
FECHA:	30/04/2021		

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

DESCRIPCIÓN	S - 072
PESO DE LA MUESTRA	872.6
PESO DE TARRO	168.9
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	1041.5
PESO DE TARRO + SUELO SECO	1025.1
PESO DE SUELO SECO	856.2
PESO DE AGUA	16.4
% DE HUMEDAD	1.92

**PESO ESPECÍFICO**

A	5072
B	3280
Pe	2.83

A = PESO DE MUESTRA
B = PESO DE MUESTRA SUMERGIDA
Pe = PESO ESPECIFICO

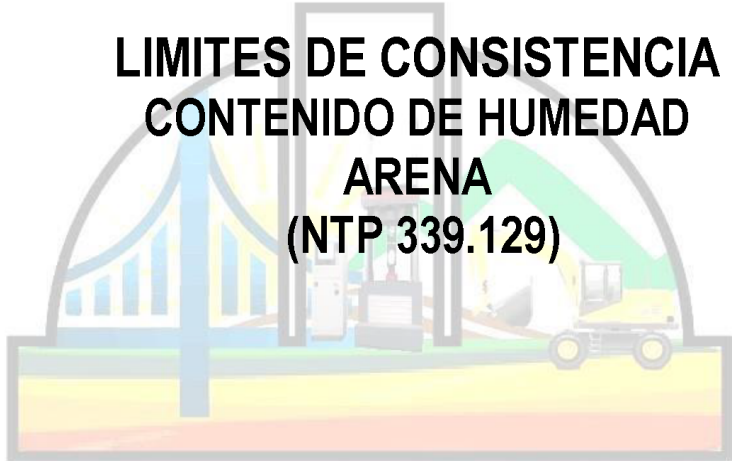
MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 45518



**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION**  
**RISING SUN E.I.R.L**



**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
**ARENA**  
**(NTP 339.129)**

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

OBRA:	"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"		
SOLICITANTE:	EDUAR CHEN VARGAS GARCIA- HECTOR JAIME ANAYA ARCE		
RESPONSABLE:	ING SANTOS ALEJANDRO HERMENEGILDO MANTILLA		
UBICACIÓN:	EL MILAGRO	PROV. TRUJILLO	DPTO. LA LIBERTAD
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANTERA EL MILAGRO	Diseño de Mezcla	ARENA
FECHA:	30/04/2021		

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARENA**

DESCRIPCIÓN	S - 100
PESO DE LA MUESTRA	586.9
PESO DE TARRO	40.5
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	627.4
PESO DE TARRO + SUELO SECO	620.4
PESO DE SUELO SECO	579.9
PESO DE AGUA	7
% DE HUMEDAD	1.21

**PESO ESPECÍFICO**

MUESTRA SECA	M - 1
PESO DE MUESTRA(gr.)	80
PESO DE PICNÓMETRO(gr.)	49.5
PESO PICNÓMETRO + MUESTRA(gr.)	129.6
P. PICNÓMETRO + MUESTRA+ AGUA	197
P. PICNÓMETRO + AGUA(gr.)	147.5
VOLUMEN(cm <sup>3</sup> )	30.50
PESO ESPECÍFICO(gr/cm <sup>3</sup> )	2.62

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 43516



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L  
INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN EIRL



ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b>	
OBRA:	AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"
SO LICITANTE:	EDUAR CHEN VARGAS GARCIA- HECTOR JAIME ANAYA ARCE
RESPONSABLE:	ING SANTOS ALEJANDRO HERMENEGILDO MANTILLA
UBICACIÓN:	DISTRITO EL MILAGRO-TRUJILLO- DPTO. LA LIBERTAD MATERIAL: PIEDRA DE 3/4"
CANTERA:	CANTERA EL MILAGRO
FECHA:	ABRIL DEL 2021
<b>PORCENTAJE DE ABSORCION</b>	
DESCRIPCIÓN	S - 187
PESO DE LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECA	6015
PESO DE TARRO	825
PESO DE TARRO + MATERIAL SUPERFICIALMENTE SECO	6840
PESO DE TARRO + MATERIAL SECO	6820
PESO DEL MATERIAL SECO	5995
PESO DE AGUA	20.00
% DE ABSORCION	0.33



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 45516

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.  
INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.

## ABSORCION AGREGADO FINO (NTP 400.022)



ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

OBRA:	"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"	
SOLICITANTE:	EDUAR CHEN VARGAS GARCIA- HECTOR JAIME ANAYA ARCE	
RESPONSABLE:	ING SANTOS ALEJANDRO HERMENEGILDO MANTILLA	
UBICACIÓN:	DISTRITO EL MILAGRO-TRUJILLO- DPTO. LA LIBERTAD	MATERIAL: ARENA
CANTERA:	CANTERA EL MILAGRO	
FECHA:	ABRIL DEL 2021	

**PORCENTAJE DE ABSORCION**

DESCRIPCIÓN	S - 072
PESO DE LA MUESTRA	540.5
PESO DE TARRO	132
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	672.5
PESO DE TARRO + SUELO SECO	666.2
PESO DE SUELO SECO	534.2
PESO DE AGUA	6.3
% DE ABSORCION	1.18



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 45518

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L  
INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN EIRL

**PESO UNITARIO AGREGADO  
FINO  
(NTP 400.017)**

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI





**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

OBRA:	"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"	
SOLICITANTE:	EDUAR CHEN VARGAS GARCIA- HECTOR JAIME ANAYA ARCE	
RESPONSABLE:	ING SANTOS ALEJANDRO HERMENEGILDO MANTILLA	
CANTERA:	EL MILAGRO	MATERIAL: ARENA
UBICACIÓN:	EL MILAGRO	PROVINCIA DE TRUJILLO.
FECHA:	ABRIL DEL 2021	
<b>ANALISIS DE PESOS UNITARIOS</b>		

**PESO UNITARIO SECO SUELTO (P.U.S.S) ARENA**

Peso Molde + Plataforma + Muestra Suelta (gr.)	12588
Peso Molde + Plataforma	7991
Peso Muestra Suelta (gr.)	4597
Volumen del Molde (cm3)	3180.86
Peso Unitario Seco Suelto (gr./cm3)	1.45



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 45516

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L  
INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN EIRL

**PESO UNITARIO VARILLADO  
(NTP 400.017)**

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI

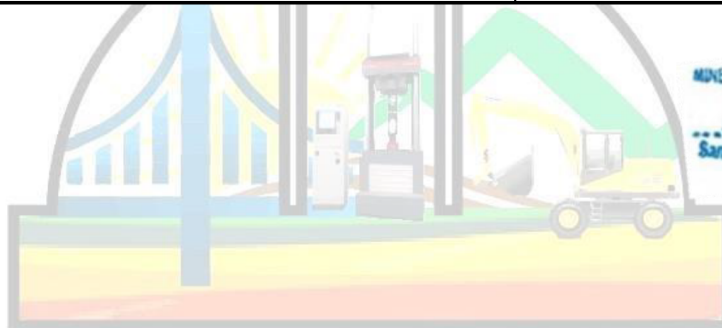


**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

OBRA:	"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"	
SOLICITANTE:	EDUAR CHEN VARGAS GARCIA- HECTOR JAIME ANAYA ARCE	
RESPONSABLE:	ING SANTOS ALEJANDRO HERMENEGILDO MANTILLA	
CANTERA:	EL MILAGRO	MATERIAL: ARENA
UBICACIÓN:	EL MILAGRO	PROVINCIA DE TRUJILLO.
FECHA:	ABRIL DEL 2021	
<b>ANALISIS DE PESOS UNITARIOS</b>		

**PESO UNITARIO SECO VARILLADO (P.U.S.V) ARENA**

Peso Molde + Plataforma + Muestra Suelta (gr.)	13060
Peso Molde + Plataforma	7991
Peso Muestra Suelta (gr.)	5069
Volumen del Molde (cm3)	3180.86
Peso Unitario Seco Suelto (gr./cm3)	1.59



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L  
*Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla*  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 45518

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.  
INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.



ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

OBRA:	"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"	
SO LICITANTE:	EDUAR CHEN VARGAS GARCIA- HECTOR JAIME ANAYA ARCE	
RESPONSABLE:	ING SANTOS ALEJANDRO HERMENEGILDO MANTILLA	
CANTERA:	EL MILAGRO	MATERIAL: PIEDRA
UBICACIÓN:	EL MILAGRO	PROVINCIA DE TRUJILLO.
FECHA:	ABRIL DEL 2021	

**ANALISIS DE PESOS UNITARIOS**

<b>PESO UNITARIO SECO SUELTO (P.U.S.S) PIEDRA</b>	
Peso Molde + Plataforma + Muestra Suelta (gr.)	12885
Peso Molde + Plataforma	7991
Peso Muestra Suelta (gr.)	4894
Volumen del Molde (cm3)	3180.86
Peso Unitario Seco Suelto (gr./cm3)	1.54



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 45518

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L  
INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN EIRL



ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

OBRA:	"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"	
SO LICITANTE:	EDUAR CHEN VARGAS GARCIA- HECTOR JAIME ANAYA ARCE	
RESPONSABLE:	ING SANTOS ALEJANDRO HERMENEGILDO MANTILLA	
CANTERA:	EL MILAGRO	MATERIAL: PIEDRA
UBICACIÓN:	EL MILAGRO	PROVINCIA DE TRUJILLO.
FECHA:	ABRIL DEL 2021	
<b>ANALISIS DE PESOS UNITARIOS</b>		

**PESO UNITARIO SECO VARILLADO (P.U.S.V) PIEDRA**

Peso Molde + Plataforma + Muestra Suelta (gr.)	13658
Peso Molde + Plataforma	7991
Peso Muestra Suelta (gr.)	5667
Volumen del Molde (cm3)	3180.86
Peso Unitario Seco Suelto (gr./cm3)	1.78



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 4551F

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.  
INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.



ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**DISEÑO DE MEZCLAS POR EL METODO DEL ACI - CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO  
"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210  
AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"**

El material utilizado para estediseño es procedente de la cantera EL MILAGRO la cual esta ubicada en el departamento de la libertad al norte de la ciudad de Trujillo, los cuales tienen las siguientes características, y el cemento a utilizarse es el CEMENTO ROJO TIPO I MEJORADO.

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE**

MATERIALES	CEMENTO	A. GRUESO	A. FINO
TAMAÑO MAXIMO		3/4"	
MODULO DE FINEZA			2.53
% DE HUMEDAD		1.92	1.21
% DE ABSORCION		0.33	1.18
PESO ESPECIFICO	3.15	2.83	2.62
PESO UNITARIO SECO SUELTO		1.54	1.45
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO		1.78	1.59

**ELABORACION DEL DISEÑO**

**PASO N° 1**

Slump de 3" - 4"

**PASO N° 2:** Eleccion del tamaño máximo nominal del agregado grueso

El tamaño máximo del agregado es de 3/4"

**PASO N° 3:** Elección del agua de mezclado

como no setiene concreto expuesto a intemperismo severo se opta por diseñar la mezcla sin aire incorporado y por lo tanto el agua de mezclado será la siguiente.



200 lt/m<sup>3</sup>  
aire atrapado 2 %

**PASO N° 4:** Eleccion de la relación agua cemento:

Para un concreto de resistencia de 210 Kg./cm<sup>2</sup>  
le corresponde una relacion agua cemento de 0,68.

**PASO N° 5 :** La cantidad de cemento a emplearse en la mezcla es de

294.12 Kg. Que equivale a 7 sacos de cemento.

**PASO N° 6:** Volumen seco y compactado del agregado grueso es

0.65

Por lo tanto el peso del agregado grueso es igual a  
1137,5 Kg.

**PASO N° 7:** Volumen absoluto de los materiales por m<sup>3</sup> de concreto.

Cemento	=	0.0934
Agua	=	0.2
Aire atrapado	=	0.02
A. Grueso	=	0.405
Total	=	0.72
Agregado fino	=	0.28

**PASO N° 8:** Ajuste por humedad

despues de hacer el ajuste por humedad se han obtenido  
el siguiente volumen de agua efectiva para la mezcla.

Agua efectiva = 238,041 lts.

esto dignifica que por la baja humedad del agregado  
el porcentaje de absorción es más alto por lo tanto significa  
que el agregado quita agua a la mezcla.





**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
**GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES**  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

PROPORCIONES FINALES EN OBRA POR CADA m<sup>3</sup> DE CONCRETO

Cemento	=	295 Kg.
A. Fino	=	740 Kg.
A. Grueso	=	1141Kg.
Agua Efectiva	=	238 lts.

Esto indica que las proporciones serán.

1 : 2,51 : 3,87 / 0,81

Entonces por cada saco de cemento se emplearán las siguientes cantidades de materiales.

Cemento	=	42,5 Kg.
A. Fino	=	106,68 Kg.
A. Grueso	=	164,48 Kg.
Agua Efectiva	=	34,43 lts.



ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.  
INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.


**ROPTURA DE PROBETAS  
ASTM C39/NTP 339.034  
CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO  
GRUPO I-II-III-IV**

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



 <p>MINERAL TECHNOLOGY &amp; CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS. RUC: 20600810295</p>							
<b>PROYECTO:</b>		"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"					
<b>ENSAYO:</b>		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO M-1					
<b>FECHA:</b>		MAYO DEL 2021					
<b>AUTORES:</b>		Eduar Chen Vargas Garcia- Hector Jaime Anaya Arce					
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION - NTP 399.601 Y NTP 399.604</b>							
AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% VIDRIO MOLIDO	FUERZA ALA COMPRESIO N Kg	AREA (Cm2)	(kg/cm2)	PROMEDIO
GRUPO PATRON I	T 1	7	0%	52924.57	303.77	174.23	190.53
	T 2	14	0%	56840.07	303.77	187.12	
	T 3	28	0%	63860.03	303.77	210.23	
GRUPO PATRON II	T 1	7	5%	53526.02	303.77	176.21	192.15
	T 2	14	5%	57450.64	303.77	189.13	
	T 3	28	5%	64130.38	303.77	211.12	
GRUPO PATRON III	T 1	7	10%	57474.94	303.77	189.21	198.44
	T 2	14	10%	58689.99	303.77	193.21	
	T 3	28	10%	64671.08	303.77	212.90	
GRUPO PATRON IV	T 1	7	15%	58322.44	303.77	192.00	204.52
	T 2	14	15%	62979.12	303.77	207.33	
	T 3	28	15%	65075.08	303.77	214.23	

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L  
Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
CIP 45518




MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L		MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS. RUC: 20600810295					
<b>PROYECTO:</b>		"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"					
<b>ENSAYO:</b>		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO M-2					
<b>FECHA:</b>		MAYO DEL 2021					
<b>AUTORES:</b>		Eduar Chen Vargas Garcia- Hector Jaime Anaya Arce					
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION -NTP 399.601 Y NTP 399.604</b>							
AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% VIDRIO MOLIDO	FUERZA A LA COMPRESION	AREA (Cm2)	(kg/cm2)	PROMEDIO
GRUPO PATRON I	T 1	7	0%	53255.67	303.77	175.32	190.70
	T 2	14	0%	56597.06	303.77	186.32	
	T 3	28	0%	63926.86	303.77	210.45	
GRUPO PATRON II	T 1	7	5%	53796.37	303.77	177.10	192.51
	T 2	14	5%	57204.59	303.77	188.32	
	T 3	28	5%	64434.14	303.77	212.12	
GRUPO PATRON III	T 1	7	10%	57238.00	303.77	188.43	198.62
	T 2	14	10%	59027.16	303.77	194.32	
	T 3	28	10%	64737.90	303.77	213.12	
GRUPO PATRON IV	T 1	7	15%	57714.91	303.77	190.00	204.70
	T 2	14	15%	63522.85	303.77	209.12	
	T 3	28	15%	65305.94	303.77	214.99	

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L  
Santos Alejandro Harmanegildo Mantilla  
CIP 45518



**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
**GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES**  
 ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
 ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
 RUC: 20600810295

		<p><b>MINERAL TECHNOLOGY &amp; CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.</b>  <b>INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION</b>  <b>GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES</b>          ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL          ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.          RUC: 20600810295</p>					
<b>PROYECTO:</b>		"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"					
<b>ENSAYO:</b>		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ADICION DE VIDRIO MOLIDO M-3					
<b>FECHA:</b>		MAYO DEL 2021					
<b>AUTORES:</b>		Eduar Chen Vargas Garcia- Hector Jaime Anaya Arce					
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION -NTP 399.601 Y NTP 399.604</b>							
AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% VIDRIO MOLIDO	FUERZA A LA COMPRESION	AREA (Cm2)	(kg/cm2)	PROMEDIO
GRUPO PATRON I	T 1	7	0%	53395.40	303.77	175.78	191.45
	T 2	14	0%	56934.24	303.77	187.43	
	T 3	28	0%	64136.45	303.77	211.14	
GRUPO PATRON II	T 1	7	5%	53835.86	303.77	177.23	192.56
	T 2	14	5%	57474.94	303.77	189.21	
	T 3	28	5%	64166.83	303.77	211.24	
GRUPO PATRON III	T 1	7	10%	55989.54	303.77	184.32	197.69
	T 2	14	10%	59397.76	303.77	195.54	
	T 3	28	10%	64765.24	303.77	213.21	
GRUPO PATRON IV	T 1	7	15%	58322.44	303.77	192.00	204.97
	T 2	14	15%	63334.52	303.77	208.50	
	T 3	28	15%	65132.79	303.77	214.42	

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
 ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
 RISING SUN E.I.R.L.  
 Santos Alejandro Harmanegildo Mantilla  
 CIP 45512

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
 CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
 RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
**GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES**  
**ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL**  
**ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.**  
**RUC: 20600810295**

---

**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION**  
**RISING SUN EIRL**

**ROPTURA DE PROBETAS**  
**ASTM C39/NTP 339.034**  
**CON ADICION DE CERAMICA**  
**TRITURADA**  
**GRUPO I-II-III-IV**



**ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,**  
**ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL**


---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI





**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
 GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
 ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
 ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
 RUC: 20600810295

		<p><b>MINERAL TECHNOLOGY &amp; CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L</b>  <b>INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION</b>          GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES          ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL          ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.          RUC: 20600810295</p>					
<b>PROYECTO:</b>		"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"					
<b>ENSAYO:</b>		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ADICION DECERAMICO TRITURADO M-1					
<b>FECHA:</b>		MAYO DEL 2021					
<b>AUTORES:</b>		Eduar Chen Vargas Garcia- Hector Jaime Anaya Arce					
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION -NTP 399.601 Y NTP 399.604</b>							
AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% CERAMICO TRITURADO	FUERZA ALA COMPRESION Kg	AREA (Cm2)	(kg/cm2)	PROMEDIO
GRUPO PATRON I	T 1	7	0%	52484.12	303.77	172.78	189.10
	T 2	14	0%	56265.96	303.77	185.23	
	T 3	28	0%	63574.49	303.77	209.29	
GRUPO PATRON II	T 1	7	5%	52891.16	303.77	174.12	190.63
	T 2	14	5%	56906.90	303.77	187.34	
	T 3	28	5%	63920.78	303.77	210.43	
GRUPO PATRON III	T 1	7	10%	54646.91	303.77	179.90	193.15
	T 2	14	10%	57204.59	303.77	188.32	
	T 3	28	10%	64163.79	303.77	211.23	
GRUPO PATRON IV	T 1	7	15%	55078.25	303.77	181.32	196.59
	T 2	14	15%	59573.94	303.77	196.12	
	T 3	28	15%	64494.89	303.77	212.32	

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
 ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
 RISING SUN E.I.R.L  
 Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
 CIP 45516

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
 CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
 RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
**GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES**  
 ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
 ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
**RUC: 20600810295**

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.		MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.					
ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL.		INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION					
		GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES					
		ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL					
		ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.					
		RUC: 20600810295					
<b>PROYECTO:</b>		"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"					
<b>ENSAYO:</b>		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ADICION DE CERAMICO TRITURADO M-2					
<b>FECHA:</b>		MAYO DEL 2021					
<b>AUTORES:</b>		Eduar Chen Vargas Garcia- Hector Jaime Anaya Arce					
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION -NTP 399.601 Y NTP 399.604</b>							
AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% CERAMICO TRITURADO	FUERZA A LA COMPRESION	AREA (Cm2)	(kg/cm2)	PROMEDIO
GRUPO PATRON I	T 1	7	0%	52180.35	303.77	171.78	188.18
	T 2	14	0%	56056.37	303.77	184.54	
	T 3	28	0%	63246.43	303.77	208.21	
GRUPO PATRON II	T 1	7	5%	53261.75	303.77	175.34	191.33
	T 2	14	5%	57244.08	303.77	188.45	
	T 3	28	5%	63853.95	303.77	210.21	
GRUPO PATRON III	T 1	7	10%	54713.73	303.77	180.12	194.22
	T 2	14	10%	58115.88	303.77	191.32	
	T 3	28	10%	64163.79	303.77	211.23	
GRUPO PATRON IV	T 1	7	15%	55415.43	303.77	182.43	197.84
	T 2	14	15%	60138.94	303.77	197.98	
	T 3	28	15%	64731.83	303.77	213.10	


ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
 ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
 RISING SUN E.I.R.L.  
 Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
 CIP 45516

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
 CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyseirl@hotmail.com  
 RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
**GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES**  
 ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
 ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
**RUC: 20600810295**

		<p><b>MINERAL TECHNOLOGY &amp; CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L</b>  <b>INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION</b>  <b>GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES</b>          ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL          ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  <b>RUC: 20600810295</b></p>					
<b>PROYECTO:</b>		"COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO FC 210 AGREGANDO VIDRIO MOLIDO Y CERAMICA TRITURADA"					
<b>ENSAYO:</b>		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ADICION DE CERAMICO TRITURADO M-3					
<b>FECHA:</b>		MAYO DEL 2021					
<b>AUTORES:</b>		Eduar Chen Vargas Garcia- Hector Jaime Anaya Arce					
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION - NTP 399.601 Y NTP 399.604</b>							
AGRUPACION DE TESTIGOS	MUESTRA	EDAD EN DIAS	% CERAMICO TRITURADO	FUERZA ALA COMPRESION	AREA (Cm2)	(kg/cm2)	PROMEDIO
GRUPO PATRON I	T 1	7	0%	52787.88	303.77	173.78	190.15
	T 2	14	0%	56326.71	303.77	185.43	
	T 3	28	0%	64163.79	303.77	211.23	
GRUPO PATRON II	T 1	7	5%	53896.61	303.77	177.43	193.29
	T 2	14	5%	58082.46	303.77	191.21	
	T 3	28	5%	64163.79	303.77	211.23	
GRUPO PATRON III	T 1	7	10%	55078.25	303.77	181.32	195.48
	T 2	14	10%	58696.06	303.77	193.23	
	T 3	28	10%	64367.31	303.77	211.90	
GRUPO PATRON IV	T 1	7	15%	55078.25	303.77	181.32	198.18
	T 2	14	15%	60415.36	303.77	198.89	
	T 3	28	15%	65102.42	303.77	214.32	

ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
 ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
 RISING SUN E.I.R.L  
 Santos Alejandro Hermenegildo Mantilla  
 CIP 45516

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
 CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
 RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI

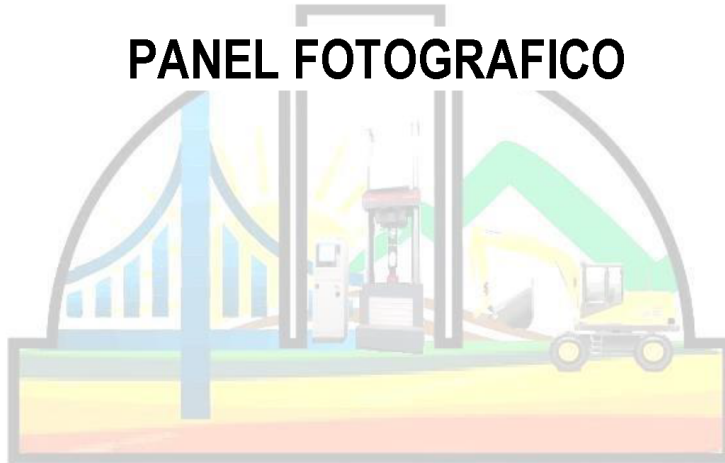


MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L  
INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTEREOLÓGICOS.  
RUC: 20600810295

---

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN EIRL

## PANEL FOTOGRAFICO



ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS,  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI

## VISITA A CANTERA



---

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



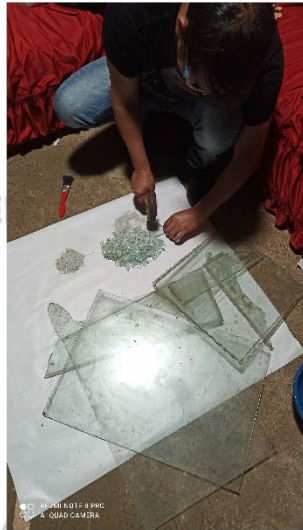
AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
 CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
 RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI

## RECOLECCIÓN DE VIDRIO Y CERÁMICA



AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI

## MOLIENDA DE AGREGADOS



AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
 CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
 RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI





## TRABAJOS DE ENSAYO EN LABORATORIO



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.  
Santos Alejandro Hamanegado Morales  
CIP 49518



**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.**  
**INGENIERIA EN MINERIA-CONSTRUCCION**  
GEOTECNIA Y GAMA DE MATERIALES  
ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL  
ENSAYOS - FISICOS QUIMICOS, BACTERIOLOGICOS.  
RUC: 20600810295



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN



ENSAYO DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.  
*Santos Alejandro Hermenegildo Morillo*  
Santos Alejandro Hermenegildo Morillo  
CIP 43518

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI





AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyrseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI





MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
RISING SUN E.I.R.L.  
Santos Alejandro Humariego Morales  
CIP 49518

AVENIDA GRAN CHIMU N°852 -2DO PISO-LA ESPERANZA-TRUJILLO  
CELULAR: 914783263-967078912 CORREO: mineraltechonologyseirl@hotmail.com  
RESOLUCION N°003959-2019/DSD INDECOPI



## Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Leopoldo Marcos Gutiérrez Vargas, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional / Programa académico de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Trujillo, asesor (a) de la Tesis titulada:

“Comportamiento de la Resistencia a Compresión del Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  Agregando Vidrio Molido y Cerámica Triturada”,

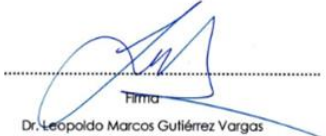
del (los) autor (autores) Anaya Arce, Héctor Jaime y Vargas García, Eduar Chen, constato que la investigación

tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Trujillo, 24 de julio de 2021

Leopoldo Marcos Gutiérrez Vargas	
DNI: 17816499	Firma:  Firma Dr. Leopoldo Marcos Gutiérrez Vargas
ORCID: 0000-0003-2630-6190	