



Universidad
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
Y MICROESTRUCTURALES DE CONCRETO
UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autores:

Bach. Delgado Idrogo Mario Elixer
<https://orcid.org/0000-0001-7948-7461>
Bach. Valdera Bances Carlos Eli
<https://orcid.org/0000-0001-6569-4013>

Asesor:

Mg. Sanchez Diaz Elver
<https://orcid.org/0000-0001-9499-1252>

Línea de Investigación:

**Tecnología E Innovación en el Desarrollo de la Construcción y la
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

Sublínea de Investigación:

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e
Infraestructura**

**Pimentel – Perú
2024**

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

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

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO

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

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Delgado Idrogo Mario Elixer	DNI: 73415238	
Valdera Bancos Carlos Eli	DNI: 75224953	

Pimentel, 05 de mayo del 2024.

REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

DELGADO-VALDERA.pdf

AUTOR

DELGADO-VALDERA

RECuento de palabras

9317 Words

RECuento de caracteres

46774 Characters

RECuento de páginas

34 Pages

Tamaño del archivo

365.9KB

Fecha de entrega

Jul 1, 2024 5:57 PM GMT-5

Fecha del informe

Jul 1, 2024 5:58 PM GMT-5

● 20% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

Resumen

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y
MICROESTRUCTURALES DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO**

Aprobación del jurado

MAG. IDROGO PÉREZ CÉSAR ANTONIO

Presidente del Jurado de Tesis

MAG. MEDRANO LIZARZABURU EITHEL YVAN

Secretario del Jurado de Tesis

MG. SANCHEZ DIAZ ELVER

Vocal del Jurado de Tesis

ÍNDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. MATERIAL Y MÉTODO	22
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1. Resultados	31
3.2. Discusión.....	40
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
4.1. Conclusiones	44
4.2. Recomendaciones	45
V. REFERENCIAS	46
VI. ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I. Operacionalización de la variable independiente.....	24
TABLA II. Operacionalización de la variable dependiente.....	25
TABLA III. Descripción de identificadores y tratamientos.....	26
TABLA IV. Descripción de combinaciones.....	27
TABLA V. Matriz de Consistencia	59
TABLA VI. Parámetros granulométricos del agregado fino	64
TABLA VII. Componentes químicos principales del cemento	64
TABLA VIII. Componentes químicos del Vidrio Sódico	65
TABLA IX. Cuantía de probetas en unidades para cada ensayo que se va a elaborar	65
TABLA X. Aplicación de las normativas aplicados en los ensayos físicos de los agregados.....	66
TABLA XI. Ensayos del concreto en estado fresco y su normativa.	67
TABLA XII. Ensayos del concreto en estado endurecido y su normativa.	67
TABLA XIII.. Análisis granulométrico del agregado grueso.....	67
TABLA XIV. Datos granulométricos del agregado grueso.....	68
TABLA XV. Análisis granulométrico del agregado fino.....	68
TABLA XVI. Datos granulométricos del agregado fino.....	69
TABLA XVII. Contenido de humedad del agregado grueso y fino	69
TABLA XVIII. P.U.S y P.U.C. del agregado grueso	69
TABLA XIX. P.U.S y P.U.C. del agregado fino	70
TABLA XX. Peso específico y absorción del A.G.....	70
TABLA XXI. Peso específico y absorción del A.F.....	70

TABLA XXII. Propiedades físicas del vidrio molido	71
TABLA XXIII. Diseño de mezclas del diseño patrón con un $f'c = 210$ kg/cm ²	71
TABLA XXIV. Proporciones en peso y volumen del diseño patrón con un $f'c = 210$ kg/cm ²	71
TABLA XXV. Diseño de mezcla utilizando vidrio molido en concreto con $f'c = 210$ kg/cm ²	72
TABLA XXVI. Análisis de los resultados de asentamiento del concreto – 210 kg/cm ²	72
TABLA XXVII. Cálculo del peso unitario del diseño patrón y tratado con vidrio molido. ...	73
TABLA XXVIII. Resultados de resistencia a compresión del diseño patrón y tratado de 210 kg/cm ²	73
TABLA XXIX. Resultados de resistencia a flexión del diseño patrón y tratado de 210 kg/cm ²	74
TABLA XXX. Resultados de resistencia a tracción del diseño patrón y tratado de 210 kg/cm ²	74
TABLA XXXI. Concentración de las fases cristalinas de la muestra CP obtenidas por el método de RIR.	75
TABLA XXXII. Concentración de las fases cristalinas de CP5VM obtenidas por el método RIR.....	75
TABLA XXXIII. Composición elemental del CP para las áreas indicados en la Figura 15.....	76
TABLA XXXIV. Composición elemental de CP5VM para los puntos indicados en la Figura 16.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Diagrama de flujo.....	30
Fig. 2. Curva granulométrica del agregado grueso.....	31
Fig. 3. Curva granulométrica del agregado fino.....	32
Fig. 4. Asentamiento del diseño patrón y tratado con vidrio molido.	33
Fig. 5. Contenido de aire del diseño patrón y tratado con vidrio molido.	34
Fig. 6. Temperatura del diseño patrón y tratado con vidrio molido.	35
Fig. 7. Peso unitario del diseño patrón y tratado con vidrio molido.....	35
Fig. 8. Resistencia a la compresión del diseño patrón y tratado con vidrio molido.	36
Fig. 9. Resistencia a flexión del diseño patrón y tratado con vidrio molido.....	37
Fig. 10. Resistencia a tracción del concreto patrón y tratado con vidrio molido.	37
Fig. 11. Módulo de elasticidad del diseño patrón y tratado con vidrio molido.....	38
Fig. 12. Difractograma de rayos X de ambas muestras.	39
Fig. 13. Micrografía de la muestra Concreto patrón a una magnificación 500x en dos diferentes áreas. Señal de electrones secundarios.....	78
Fig. 14. Espectro de EDS correspondiente al Área 1 de la Figura 13 mostrando las bandas de emisión características de los elementos correspondientes a la Muestra.....	78
Fig. 15. Micrografía de la muestra Concreto con 5% de vidrio molido a una magnificación de 500x. Señal de electrones secundarios. Los círculos indican la posición en la que se midió la composición química.	79
Fig. 16. Espectro de EDS correspondiente al Área 4 de la Figura 15 mostrando las bandas de emisión características de los elementos correspondientes a la muestra Concreto con 5% de vidrio molido.....	79
Fig. 17. Estudios de canteras: a) “La Victoria-Pátapo”, b) “Pacherres – Pucalá” y c) “Tres Tomas – Ferreñafe”	176
Fig. 18. Ensayo de granulometría – Agregado Fino.	177
Fig. 19. Ensayo de contenido de humedad – Agregado Fino.	177
Fig. 20. Ensayo de peso específico y absorción – Agregado Fino.....	178

Fig. 21. Ensayo de peso unitario agregado fino a) compactado, y b) suelto.	179
Fig. 22. Ensayo de granulometría – Agregado Grueso.	179
Fig. 23. Ensayo de contenido de humedad – Agregado grueso.	180
Fig. 24. Ensayo de peso específico y absorción – Agregado Grueso.....	180
Fig. 24 Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.....	181
Fig. 25. Vidrio molido: a) reciclaje, b) proceso, c) extracción de vidrio molido.	181
Fig. 26. Cemento Portland Tipo I – Pacasmayo.	182
Fig. 27. Concreto fresco, a) Ensayo de temperatura y b) asentamiento.....	182
Fig. 28. Concreto fresco, a) Ensayo de peso unitario y b) contenido de aire.	183
Fig. 29. Concreto endurecido, a) resistencia a la compresión, y b) módulo de elasticidad.	183
Fig. 30. Concreto endurecido, a) ensayo de resistencia a la flexión, y b) resistencia a la tracción.....	184

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO

RESUMEN

El cemento es un material empleado en las edificaciones a nivel mundial, sin embargo, su fabricación y empleo aportan en la contaminación ambiental debido a sus compuestos, además, el vidrio es un material que al ser desechado tarda miles de años en degradarse lo que incrementa la contaminación, por otro lado, se puede reciclar y rehusar en diversas maneras, en esta investigación se utilizó vidrio molido en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%, con el objetivo de evaluar las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto incorporando vidrio molido como sustituto parcial del cemento, mediante un enfoque cuantitativo y un diseño experimental puro, se utilizaron 180 probetas de concreto. Los resultados mostraron que en la resistencia a compresión el diseño CP5VM y CP10VM superaron al CP en 3.06% y 0.80%, en la resistencia a la flexión el diseño CP5VM y CP10VM superó ligeramente a la resistencia obtenida por el diseño de CP en 3.38% y 0.10% respectivamente, en la resistencia a la tracción los diseños modificados superan a la muestra CP en 17.44%, 15.20%, 12.63% y 6.45% respectivamente, y en el módulo de elasticidad el diseño CP5VM superó en 4.33% al CP, siendo el diseño CP5VM con un mejor desempeño, se analizó el diseño CP5VM mediante XRD y SEM-EDS donde se observó que la muestra contiene principalmente silicatos, calcio y óxidos de silicio, los cuales son parecidos a la muestra CP analizada. Se concluyó que el porcentaje óptimo para emplear este material es el 5%.

Palabras clave: vidrio molido, cemento, resistencia, microestructura, concreto.

ABSTRACT

Cement is a material used in buildings worldwide, however, its manufacturing and use contributes to environmental pollution due to its compounds. In addition, glass is a material that, when discarded, takes thousands of years to degrade, which increases Contamination, on the other hand, can be recycled and rejected in various ways. In this research, ground glass was used in percentages of 5%, 10%, 15% and 20%, with the objective of evaluating the mechanical and microstructural properties of concrete. incorporating ground glass as a partial substitute for cement, through a quantitative approach and a pure experimental design, 180 concrete specimens were used. The results showed that in the compressive strength the CP5VM and CP10VM design surpassed the CP in 3.06% and 0.80%, in the flexural strength the CP5VM and CP10VM design slightly exceeded the resistance obtained by the CP design in 3.38% and 0.10% respectively, in tensile strength the modified designs exceed the CP sample by 17.44%, 15.20%, 12.63% and 6.45% respectively, and in the elastic modulus the CP5VM design exceeded the CP by 4.33%, being the CP5VM design with better performance, the CP5VM design was analyzed using XRD and SEM-EDS where it was observed that the sample contains mainly silicates, calcium and silicon oxides, which are similar to the CP sample analyzed. It was concluded that the optimal percentage to use this material is 5%.

Keywords: ground glass, cement, resistance, microstructure, concrete.

I. INTRODUCCIÓN.

Hoy en día existe una alta demanda en la elaboración de concreto, con el avance tecnológico se busca optimizar las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto utilizando materiales alternativos, teniendo en cuenta la economía y el impacto al medio ambiente, por ello, se está buscando emplear materiales reciclables con el fin de disminuir la contaminación ambiental, dentro de estos se evalúa el uso del vidrio.

En USA, el factor que genera la contaminación ambiental es una mala gestión que se tiene a los residuos inorgánicos, acompañado de una sobreproducción debido a la alta demanda de estos, pues con el paso del tiempo va en aumento, y tras una mala gestión no se eliminan de forma correcta, debido a que el reciclado es bastante bajo con respecto a la producción. Sin embargo, esto se puede impulsar permitiendo la obtención de productos innovadores, siendo una opción eco amigable para el medio ambiente, reutilizar desechos de plástico, vidrio, cartón, aserrín, etc. [1], [2].

En Colombia, la explotación minera debido a la alta demanda de producción de concreto produce impactos negativos ambientales de sus materias primas, esto hace que se busque alternativas de solución para reemplazar a los componentes del concreto [3], uno de los materiales que se evalúa es el vidrio molido a través del reciclaje, como sustitución parcial del agregado o cemento [4]. En Argentina, Castañón y Bernal [5] nos dice que se desechan miles de toneladas de botellas de vidrio como residuo sólido a diario en Latinoamérica y en el mundo, aportando a la contaminación ambiental.

Además, debido al constante crecimiento poblacional se genera un aumento de consumo de recursos y por ende la contaminación. La producción de cemento y concreto origina una alta demanda de energía y elevadas emisiones de CO₂ [6], [7], [8]. Esto se debe a los procesos físicos y químicos para convertir la piedra caliza en cemento Portland [9], esto hace que se busque usar nuevas tecnologías a favor del medio ambiente, con una facilidad de ejecución, que sea viable y económico.

El aumento de las construcciones genera impactos adversos generando el calentamiento global, por lo cual se busca alternativas para poder reutilizar materiales en la

elaboración del concreto, y así comprobar que materiales pueden ser usados eficazmente [10], Un empleo que se evalúa es realizar concreto translúcido con el empleo del vidrio, Prado et al., [11] asegura que el vidrio se puede emplear para fabricar concreto translúcido hasta con un 40% de vidrio con respecto al agregado grueso para uso no estructural.

En los proyectos de Tesis, Torres [12] en el Callao, Castillo y Quispe[13] en Arequipa nos mencionan que, al paso de los años, la ingeniería busca ser eficiente ante la exigencia de demanda del mercado laboral, sobre todo buscar alternativas para lograr un sistema estructural óptimo. Por otro lado, el empleo del vidrio ha aumentado de forma significativa debido a sus cualidades causando que el medio ambiente se vea afectado. Una opción eficaz para reducir el empleo del cemento Portland [14], es usar materiales como sustituto parcial y así reducir el impacto energético y ambiental buscando mejorar sus propiedades mecánicas, pues su empleo aumenta la emisión de CO₂, sin embargo, a partir de estudios previos de diferentes investigadores, se ha descubierto que existen algunos efectos nocivos del vidrio al ser usado en el concreto [15].

Ramos y Seminario [16], en Piura, nos dicen que en la actualidad se generan diversos desechos debido a la actividad humana ocasionando contaminación al medio ambiente, los desechos que más se reciclan en nuestro país son los plásticos, metal, el cartón, el papel y el vidrio, siendo este último uno de los materiales que más tiempo se necesita para su degradación, pues se busca analizar los efectos que produce al ser utilizado en el concreto. El problema principal en nuestro país es la falta de contribución para el uso de otros materiales como un componente del concreto, García [17].

La contaminación no solo está limitado a las grandes ciudades, sino también en nuestra ciudad, a diario se puede observar grandes cúmulos de desechos sólidos en las calles, sumado a esto, se evidencia una carencia de avance tecnológico en cuanto a la utilización de nuevos materiales que ayuden al avance de la industria de la construcción.

En la región de Lambayeque, según La municipalidad provincial de Chiclayo, por medio de PIGARS, entre los residuos generados se destaca los residuos biodegradables con un 50.65%, los materiales reciclables con 18.28% siendo: plásticos, papel, cartón,

vidrio, etc.; residuos no peligrosos y otros alcanzan un 20.84%, y con 10.23% de residuos peligrosos, el reciclaje se realiza en gran mayoría por recicladores informales, los cuales los seleccionan para luego venderlas y llevar un salario a sus hogares, Castro [18].

Bastidas *et al.* [3], en su artículo “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto tratado con vidrio molido reciclado (VMR), utilizando un ajuste de proporciones por medio del Método ACI 211.1”, realizado en Colombia, su objetivo fue evaluar las modificaciones de una mezcla de concreto reemplazando el agregado fino por VMR, extraído de las industrias de ventanas. Su diseño experimental incluyó un análisis por microscopía de barrido, teniendo como resultado la confirmación de los análisis que se dieron a partir de los resultados obtenidos con respecto a la absorción capilar.

Wu *et al.* [19], mediante su artículo científico, empleando cenizas volantes, residuos y el humo de sílice que fueron seleccionados como aditivos para reemplazar parcialmente el cemento, alcanzándose un porcentaje del 85% más alto. Además, se utilizaron polipropileno y fibras de vidrio como material micro reforzado estableciéndose seis relaciones de agua/aglomerante. Se analizó su resistencia a compresión, a flexión, al desgaste, y la microestructura del concreto. Se concluyó que la relación óptima es de 0.40, con un reemplazo del 20% de cenizas volantes, 5% de humo de sílice y 30% de escoria, y con un contenido de 1.6% de fibra de vidrio y 0.4% de polipropileno.

Los autores Tahwia, Essam, Tayeh y Abd [20], y Íhsan *et al.*[21], estudiaron los efectos del vidrio molido y la optimización de partículas en el rendimiento del concreto. Obtuvieron una mezcla con 10% de polvo de desecho de vidrio reemplazando parcialmente al cemento y el reemplazo del 20% del agregado fino, logra mejorar las propiedades mecánicas en las diferentes edades del concreto, y según la evaluación ambiental, reduce los impactos ambientales sin disminuir el rendimiento mecánico, microestructural y de durabilidad, reduciendo costos de producción del concreto.

En Sudáfrica Steyn, Babafemi, Fataar y Combrinck [22], en su artículo “Concreto que contiene residuos de vidrio, plástico y caucho reciclados como sustituto de la arena”, con el objetivo de investigar propiedades frescas, propiedades mecánicas y de durabilidad, en lo

cual se utilizó plástico de polietileno, caucho de neumáticos, y vidrio plano transparente triturado como sustituto parcial del agregado fino, utilizando 15% y 30% de reemplazo. Se obtuvo que el caucho, el plástico y el vidrio disminuyen la trabajabilidad y aumentan el contenido de aire de la mezcla, en cambio, el vidrio mejora las propiedades de durabilidad y sus propiedades mecánicas. Además, Carlin *et al.* [23] obtuvo resultados positivos con la sustitución del 30% en reemplazo del cemento.

En Panamá, Matos, Villarreal y Lai Ng Puga [24], en su artículo evaluaron si obtener una mejora en el $f'c$ del concreto es posible utilizando el vidrio molido como sustituto parcial del agregado fino con 10% y 15%. Obtuvieron una mejora empleando el porcentaje del 10% con respecto de la resistencia a la compresión, pero no muy significativo para su resistencia a flexión, y para el porcentaje del 15% no se obtuvieron mejoras. Concluyéndose que el porcentaje para un desarrollo óptimo es del 10%.

En Colombia, Pinzón [25], en su artículo presento los resultados de su investigación al realizar ensayos al concreto tratado con vidrio molido reciclado reduciendo al cemento en porcentajes del 15%, 20%, 25% y 30% con el VM con un tamaño de $\frac{1}{4}$ " en reemplazo del cemento. Concluyó que el 15% mejora la resistencia a la compresión con el uso de gravilla de 1" y $\frac{3}{4}$ ".

En el Perú se producen 260 mil toneladas de vidrio diariamente de las cuales el 25% de este se pueden reciclar, además el 3.2% de residuos que se generan en los hogares son vidrio, El Comercio [26].

Linares [27], en su tesis, determinó la influencia del vidrio molido con un $f'c$ de 210 kg/cm². Con una metodología de investigación tipo aplicada con un diseño experimental. Utilizó 5%, 10% y 15% sustituyendo al cemento con respecto a su peso. Se obtuvo una mejora de su resistencia a compresión, el diseño patrón obtuvo un $f'c$ de 166.63 kg/cm², con 5%, 10% y 15% se obtuvo 168.58 kg/cm², 172.83 kg/cm² y 178.00 kg/cm² respectivamente. Concluyéndose que el vidrio molido influye positivamente en la resistencia a compresión y por ende se obtiene un menor costo en las edificaciones.

Herrera [28] realizó un estudio experimental con el vidrio molido y piedra pómez pulverizada, con el fin de obtener una alternativa de elaboración del concreto más económico. Utilizó porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respecto al peso del cemento en combinación con la piedra pómez y el vidrio molido, se obtuvo una mejora en la resistencia a la compresión con un porcentaje de 5% de VM y 10% de piedra pómez alcanzando un $f'c = 370.1 \text{ kg/cm}^2$ respecto al referencial de 369.4 kg/cm^2 , concluyendo que los materiales son una alternativa para ser utilizados sin alterar su resistencia.

Torres [12] en su investigación utilizó vidrio molido para mejorar las propiedades del concreto con un $f'c$ de 210 kg/cm^2 , utilizó adiciones de 3% y 5% y el diseño control para la comparación de los resultados. Se obtuvo una mejora significativa al adicionar 3% de vidrio molido, teniendo mejoras en las características mecánicas del concreto estructural a la edad de 28 días de curado, por lo cual recomiendo el empleo hasta 3% argumentando la efectividad para poder reemplazar al cemento. Por otro lado, García [17] en su investigación describe que al adicionar 5% de vidrio molido aumenta su resistencia a compresión en 6.26 kg/cm^2 respecto al control, en cambio para las muestras con 10% y 15% disminuyen su $f'c$.

Además, Gonzaga [29] en su artículo de investigación realizó probetas de concreto adicionando vidrio reciclado con la finalidad de analizar su resistencia expuestas a ácido sulfúrico adicionando vidrio reciclado en porcentajes de 5%, 10%, y 15%. Los resultados arrojaron que a medida que aumenten los días de curado también aumentarían las fisuras y grietas ante fallas debido al tiempo de exposición de ácido, en cambio aumenta su resistencia en función al porcentaje empleado.

Manayay [30], en Lambayeque, estudió las diferencias entre bloques de concreto convencional y mejorado con fibras de vidrio analizando propiedades físicas y mecánicas. Concluyendo que el diseño patrón convencional presentó un SLAMP de 10.04 cm siendo este más adaptable, en cambio el concreto tratado llega a disminuir la trabajabilidad debido a que su SLAMP es mucho menor, y en la resistencia a compresión, el concreto mejorado aumenta su resistencia y permeabilidad un 5% que cuenta con 245.00 kg/cm^2 y 10% con 254.00 kg/cm^2 , pero no para el de 15% que disminuye al 240.16 kg/cm^2 .

Farroñan [31] en su tesis sustituyó al agregado fino parcialmente por vidrio pulverizado (VP) con el fin de estudiar su comportamiento mecánico, para esto utilizó botellas recicladas pulverizadas para reemplazar al agregado fino en porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% de VP evaluándose a los 7, 14 y 28 días de edad, lo cual arrojaron resultados positivos en el porcentaje del 2% incrementando su $f'c$ en un 21%, en la resistencia a flexión se obtuvo un incremento de 1%, a tracción se produjo un incremento de 12% utilizando un 4% de reemplazo para los diseños de un $f'c$ de 210 kg/cm². Concluyó que el vidrio pulverizado tiene un efecto significativo en las propiedades del concreto.

Correa [32], en su investigación empleo fibra de vidrio para evaluar el comportamiento al adicionar en porcentajes de 0%, 0.5%, 1%, 2%, 3% realizando ensayos mecánicos como compresión, compresión, flexión, tracción y elasticidad con un diseño de 210 y 280 kg/cm². Se obtuvo resultados positivos con la adición de 1.0% para ambos diseños en los ensayos mencionados, sin embargo, en la resistencia a flexión fue la adición de 2.0% quien dio mejores resultados, concluyendo que la adición de FV mejora ligeramente el comportamiento del concreto.

Segura et al., [33] en su artículo de investigación, empleo el vidrio reciclado para reemplazar por el cemento y el agregado fino, siendo estos sometidos a un análisis mecánico, se emplearon los porcentajes de 25% y 50% en ambos casos. Los resultados mostraron mejoras en ambos casos, siendo el porcentaje de 25% quien mostró mejor comportamiento mecánico, siendo las resistencias alcanzadas de 266.50 kg/cm² y 235.60 kg/cm², utilizando diferentes tamaños de partículas para los casos. Se concluyó que el empleo del vidrio tiene un comportamiento óptimo para la resistencia del concreto.

Además, Saldaña [34] analizó el reemplazo parcial del agregado fino por vidrio reciclado para analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando reemplazos de 15%, 20% y 25%. Se encontró que la resistencia aumentó en 21% reemplazando por 20%, a flexión incrementó un 6.3% con 15% de reemplazo, a tracción aumentó un 12.9% con un 15% de reemplazo, concluyéndose que el vidrio reciclado puede

ser usado en porcentajes de 15% y 20% en reemplazo del agregado fino generando una influencia positiva en las características físicas y químicas del concreto.

Teorías relacionadas al tema

Concreto

Es un tipo de piedra artificial que se obtiene mezclando materiales pétreos y cemento, con agua, para producir una mezcla moldeable, es más resistente a medida que envejece, estudios de Washa y Wendt concluyeron que la resistencia a la compresión aumenta logarítmicamente durante aproximadamente 10 años. Puede hacerse impermeable, resistente a la lluvia o porosa [35]. Sus características son: resistente a la compresión, económico, moldeable, resistente al fuego y duradero [36].

Agregados

Según el R.N.E. [37], define el agregado como un material granular, que proviene de la naturaleza o artificialmente, que unido a un material cementante forman el concreto. Chávez [38], los agregados son utilizados en la producción del concreto actuando como un material de relleno haciendo que la mezcla sea económica, que junto con el material cementante se obtiene la resistencia a la compresión deseada.

Los agregados finos son los que pueden pasar por el tamiz de 9.5mm (3/8"). El agregado grueso es retenido en el tamiz N°4 del ensayo de granulometría. RNE [37]. La tabla VI mostrada en el anexo VI, muestra los parámetros permitidos en la NTP.

Cemento

El R.N.E [37], define al cemento como un material en polvo que al adicionarle agua origina una pasta aglomerante, con la capacidad de endurecer, ya sea bajo el agua o en el aire. Boyer, Salinas y Mirko [39], describen los componentes químicos principales del cemento y su procedencia en la tabla VII (anexo VI).

Resistencia a la compresión

Esta resistencia indica la capacidad que presenta un material de soportar cargas aplicadas verticalmente sobre su superficie, Ramos y Seminario [16].

Resistencia a tracción y flexión

Debido a la falta de resistencia a la tracción , este se refuerza con barras de refuerzo corrugadas, fibras o polímeros [40].

La resistencia a flexión mide la resistencia de una viga sometida a cargas por momento, esta carga oscila entre el 10% y 20% de la resistencia a compresión, y es influenciada por el tamaño de la expansión de la grieta en el concreto [41], [42], [43].

Módulo de elasticidad

Se determina mediante la relación entre la tensión y su unidad de deformación que tiene el material para soportar una carga, esto nos indica que tan rígido es un material antes de aplicarse la carga, el límite elástico y plástico después de una fluencia inicial, un elemento se alarga en el rango plástico sin ningún cambio apreciable en el nivel de tensión. Este alargamiento es una medida de ductilidad, el límite elástico y su carga aplicada es la capacidad de diseño de resistencia [44].

Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)

Este análisis microscópico aplicado permite evaluar los cambios microestructurales a través de micrografías permitiendo observar las características generales de la matriz cementante del concreto cuando este se encuentra en su estado rígido, ofreciendo información de cada fase de las muestras, Bastidas *et al.* [3].

La MEB emplea un haz de electrones con la finalidad de crear una imagen amplia de la superficie de cualquier objeto, permitiendo la observación de las características de la superficie ante sólidos inorgánicos y orgánicos [45].

Difracción de rayos X

El método de rayos x es utilizado para diagnosticar el estado de materiales policristalinos, y para establecer las características de las transformaciones de fase a nivel Microestructural [46]. Este método se utiliza generalmente con el fin de determinar el volumen de porosidad capilar en la muestra. Esto se origina mediante la interacción de un haz de rayos x con una longitud de onda, y por medio de una sustancia cristalina.

Relación entre las propiedades mecánicas y la microestructura del concreto

Quispe [47], nos dice que según Chandra y Bernston, las propiedades mecánicas y microestructurales se estudian por separado, y actualmente no hay argumentos ni estudios que nos demuestren que la resistencia del concreto no dependa de su microestructura. Por otro lado, encontraron estudios de Sarkar, donde correlacionaron la resistencia con su microestructura, este depende parcialmente de su microestructura. Además, la microestructura estudia los poros que presenta el concreto [48].

Vidrio

Se fabrican cuatro tipos: vidrio eléctrico, vidrio de plomo, vidrio sodocálcico y borosilicato. El tipo más utilizado en la fabricación de artículos como platos y recipientes es el vidrio sodocálcico. Los principales compuestos en las distintas variedades es la ceniza de sosa (Na_2CO_3), Sílice (SiO_2), cal (CaCO_3), etc. o el cemento de cenizas volantes [6]. Chávez [38], menciona que la sílice es su principal elemento.

Tipos de vidrio

- Vidrio Potásico: Conformado por silicato de potasio y calcio, elaborado mediante la sustitución de sodio por K, presenta mayor dureza y resistencia a la temperatura [49].
- Vidrio Plúmbico: Conformado de silicato de K y Pb. Es la sustitución del K mediante el Pb, presenta un elevado peso específico, transparente y refractante en la luz [49].
- Vidrio Sódico: Este tipo de vidrio es utilizado para la fabricación de vidrios de tipo plano, botellas, frascos y otros, de color verdusco debido al hierro. Aucca y Carbajal [49]. La tabla VIII, en el anexo VI, muestra los componentes químicos del Vidrio Sódico.

Propiedades del vidrio

La producción del vidrio se da por sus costos bajos, buena resistencia química y mecánica, por su transmisión de luz, y buena resistividad eléctrica [50]. El comportamiento mecánico depende de su unión molecular y superficie.

Efectos del CO₂ producidos por el vidrio en el concreto

Buriticá, Cataño y Arbeláez [51], en su investigación realizada, concluyeron que el vidrio como sustituto parcial de agregado fino, grueso o cemento aumentan la resistencia del concreto y disminuyen las emisiones de CO₂ en un 20%, el porcentaje es mayor si se

utiliza en un mayor porcentaje en la sustitución del cemento. Además, el artículo elaborado por Rúa, Carvajal, Lasso y Arbeláez [52], observaron que además de aumentar su resistencia a la compresión, también se reduce las emisiones de carbono.

Vidrio molido

El vidrio después de ser reciclado pasa a ser molido mediante un proceso de trituración, en el cual se puede utilizar diversas chancadoras, de apisonamiento, de engranajes o máquinas de bolas. Se le considera molido aquel que después de ser triturado pasa por la malla N°100, Cervantes y Pilco [53]. El tamaño del vidrio molido influye ampliamente en las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto [54].

El vidrio molido es un aditivo puzolánico, fuente de activo sílice, el cual contiene más del 16 % de álcalis, liberándose lenta pero continuamente en el proceso de hidratación, siendo una razón para ser utilizado en el concreto [55].

El vidrio puede ser recuperado y ser reutilizado debido a sus características, como el vidrio de sílice, cal y sosa presenta que dependen de su composición [56].

Formulación del problema

En la actualidad, ¿cómo influye el uso del vidrio molido como sustituto parcial del cemento en las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto?

Justificación e importancia del estudio

El incremento de la población origina el aumento del consumo de productos, aumentando la contaminación ambiental, en este proyecto de investigación se busca reutilizar el vidrio, e incentivar al reciclaje. Diversos investigadores buscan reutilizar materiales en la elaboración del concreto, sin embargo, el tema de vidrio molido es incierto en su comportamiento en la participación en el concreto. En este proyecto se busca incentivar a los estudiantes y profesionales a realizar nuevas investigaciones utilizando el vidrio molido en el concreto, con esto se puede lograr que se pueda utilizar en las construcciones. Al sustituir el cemento por vidrio molido se podrá observar los diferentes comportamientos del concreto sometidos a esfuerzos, se espera obtener resultados

positivos de investigación en sus propiedades mecánicas y microestructurales, los cuales nos servirán para determinar la influencia de este material en el concreto.

Hipótesis

Si se utiliza el vidrio molido, entonces mejora ligeramente las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto.

Objetivos

General

Evaluar las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto utilizando vidrio molido como sustituto parcial del cemento.

Específicos

- Determinar las características físicas que presentan los agregados utilizados para la elaboración del diseño de mezcla del concreto.
- Realizar el diseño de mezclas del concreto convencional y el concreto tratado con vidrio molido en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%.
- Comparar y analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional y tratado con vidrio molido en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%.
- Determinar el porcentaje óptimo de vidrio molido para reemplazar al cemento.
- Evaluar las propiedades microestructurales del concreto patrón y el óptimo obtenido.

II. MATERIAL Y MÉTODO

Tipo y diseño de investigación

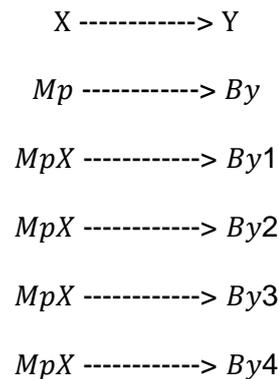
Tipo de investigación.

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo en el proceso de recolección de datos, análisis y validación de estos, en este proceso el vidrio molido se utilizó para evaluar las propiedades mecánicas y microestructurales, el tipo de investigación

es aplicada ya que proporciona un conocimiento nuevo basado en el efecto producido al sustituir un porcentaje del cemento con vidrio molido, Fresno [57].

Diseño de investigación

El siguiente estudio de tesis propone un diseño puramente experimental en el que el gestor causal encuentra un resultado que conduce a dos partes de validación, el experimento es la causa (variable independiente) y para el resultado el efecto (variable dependiente), Fresno [57].



Donde:

M_p = Muestra patrón.

M_{pX} = Muestra con vidrio molido al 5%, 10%, 15% y 20%.

B_y = Propiedades mecánicas y microestructurales de la muestra patrón.

$B_{y1}, B_{y2}, B_{y3}, B_{y4}$ = Propiedades mecánicas y microestructurales con 5%, 10%, 15% y 20% de vidrio molido en sustitución al cemento.

VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES

- VI = Vidrio molido.
- VD = Propiedades mecánicas y microestructurales.

OPERACIONALIZACIÓN

La Tabla I muestra la operacionalización de la variable independiente, y la tabla II muestra la operacionalización de la variable dependiente.

TABLA I.

Operacionalización de la variable independiente

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumento
VI: Vidrio molido	Análisis físicos	Ensayo de granulometría	kg	Observación y revisión documentaria	Ensayo de granulometría
		Contenido de humedad	%		Ensayo de contenido de humedad
		Absorción	%		Ensayo de absorción
		Peso específico	Kg/m ³		Ensayo de peso específico
		Peso unitario suelto	kg		Ensayo de peso unitario suelto
	Porcentajes	Peso unitario compactado	kg	Ensayo de peso unitario compactado	
		5	%	Observación y revisión documentaria	Formatos de laboratorio
		10	%		
		15	%		
		20	%		

Nota: se muestra la operacionalización de la variable independiente

TABLA II.

Operacionalización de la variable dependiente

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumento
VD: Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto.	Materiales pétreos	Absorción	%		Ensayo de absorción
		Peso específico	Kg/m ³	Observación y revisión documentaria	Ensayo de peso específico
		Granulometría	mm		Ensayo de granulometría
		Contenido de humedad	%	Ensayo del contenido de humedad	
	Diseño de mezclas	Relación en el peso	kg	Observación y revisión documentaria	Formatos ACI
		Relación en el volumen	m ³		
	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	Observación y revisión documentaria	Probetas de concreto
		Módulo de elasticidad			
		Resistencia a la flexión			
		Resistencia a la tracción			
	Análisis microestructurales	Microscopia electrónica de barrido	%	Observación y revisión documentaria	Ensayo de microscopia electrónica de barrido
		Difracción de rayos X	%		Ensayo de difracción de rayos X

Nota: se muestra la operacionalización de la variable independiente.

Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población

Esta investigación consiste en muestras de concreto mediante probetas cilíndricas y prismáticas con un diseño de 210 kg/cm², que serán sometidas a ensayos mecánicos y microestructurales en el laboratorio.

Muestra

Para el muestreo se realizaron la descripción de los Identificadores para el estudio de las probetas, además se realizó los tratamientos y las combinaciones aplicados con nuestra variable. En la tabla III se describe a los identificadores y tratamientos, en la tabla IV se describe las combinaciones de los materiales respecto a su peso (%).

TABLA III.

Descripción de identificadores y tratamientos

ID	Descripción	Tratamientos	%VM
PCP	Probetas de diseño patrón con un f'c de 210 kg/cm ²	Control	0
PC5VM	Probetas de concreto con 5% de Vidrio Molido con un f'c de 210 kg/cm ²	T1	5
PC10VM	Probetas de concreto con 10% de Vidrio Molido con un f'c de 210 kg/cm ²	T2	10
PC15VM	Probetas de concreto con 15% de Vidrio Molido con un f'c de 210 kg/cm ²	T3	15
PC20VM	Probetas de concreto con 20% de Vidrio Molido con un f'c de 210 kg/cm ²	T4	20

Nota: se describe los identificadores y tratamientos usados para el análisis de datos.

TABLA IV.

Descripción de combinaciones

Combinación	Tratamiento	Cemento	A. Grueso.	A. Fino.	VM
C1	Control	100 %	100 %	100 %	0.00 %
C2	T1	95 %	100 %	100 %	5.00 %
C3	T2	90 %	100 %	100 %	10.00 %
C4	T3	85 %	100 %	100 %	15.00 %
C5	T4	80 %	100 %	100 %	20.00 %

Nota: se detalla las combinaciones en porcentajes a usar en los materiales.

En este estudio, se utilizaron 180 probetas de concreto, para el tratamiento control 36 unidades, y 144 para las muestras tratadas (se muestra en la Tabla IX del anexo VI).

Criterios de selección

La NTP 339.183, aclara que se deben utilizar al menos 3 especímenes de muestras por edad a evaluar en los diferentes ensayos mecánicos del concreto, por lo que se empleó este criterio, y así se obtuvo resultados más confiables.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

- Observación: se evaluó el comportamiento de la mezcla de concreto durante la preparación, el vaciado, el curado y los ensayos para lograr la resistencia deseada.
- Análisis de los documentos: Se utilizaron diversas investigaciones confiables para recolectar datos relacionados con los argumentos de la investigación que ayudan a detallar las propiedades mecánicas y microestructurales.

Instrumentos de recolección de datos

- Guías de observación: Las pautas de monitoreo son preparadas por el laboratorio que realiza la prueba del material ya que la función completa es guardar todos los datos obtenidos mediante los análisis realizados a lo largo del estudio.

- Guías para análisis de los documentos: Se utilizarán las guías ASTM durante la revisión y mediante el apoyo de las NTP y RNE (E 0.50), proporcionados en el laboratorio especificados en la tabla X, XI y XII (anexo VI).

Validez y confiabilidad de datos

Los datos fueron obtenidos netamente del laboratorio, el cual brindan credibilidad y originalidad, los mismos firmados por personal responsable de laboratorio (Anexo VIII-XII). Además, los datos obtenidos fueron validados por 5 jueces expertos (Anexo XIV) y al mismo tiempo analizados estadísticamente (Anexo XV)

Recopilación de información

En esta etapa se llevó a cabo una revisión documentaria de información relacionada a nuestra problemática y a nuestros objetivos, en diversas fuentes confiables, con el fin de describir la información destacable a nuestra investigación.

Obtención de materiales

Se seleccionó los materiales pétreos para la respectiva experimentación para lograr lo anteriormente expuesto, siendo agregado fino y agregado grueso, el tipo de cemento, agua, y el material de nuestra variable en estudio, siendo netamente reciclado.

Ensayos de los agregados

Para determinar las propiedades físicas de los agregados y ser usados en el diseño de mezclas, se utilizó las normativas especificadas en la tabla X (Anexo VI).

Diseño de mezclas

Para la elaboración del diseño de mezclas es requisito indispensable contar con las características físicas de los agregados para una correcta dosificación. La proporción y la relación a/c permitieron conseguir la resistencia requerida. Se siguió las pautas establecidas por el ACI para nuestro diseño patrón y modificado con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos físicos y mecánicos del concreto

En esta etapa se realizaron los ensayos físicos y mecánicos, tanto para el diseño patrón como para el tratado, de los cuales serán indispensables para el posterior análisis de datos, los ensayos para el concreto a realizar se detallan en la tabla XI y XII (Anexo VI).

Procedimiento de análisis de datos

Análisis de datos a través de gráficos

Los resultados obtenidos de los ensayos físicos y mecánicos, se registran los datos en formatos de tablas y gráficos para su respectivo análisis.

Interpretación y redacción de resultados

Los gráficos y tablas organizadas nos ofrecerán la certeza y facilidad para una correcto análisis y redacción brindando facilidad a los lectores para su comprensión.

Descripción de procesos

La descripción de procesos se detalla en el anexo XIV, abarca la obtención de los materiales hasta los resultados.

Diagrama de flujo de procesos

En la figura 01 se muestra el proceso y orden que se ha realizado para poder concretar nuestra investigación producto de los resultados

Criterios Éticos

Principio de beneficencia y no maleficencia: evaluación de riesgos y beneficios, para valorar la metodología y el diseño de los estudios en la investigación [58].

Principio de autonomía: comunicación justa y oportuna entre colaboradores e investigadores, promoviendo la participación responsable [58].

Así mismo, se usó los diversos principios éticos y de integridad científica que promueve la Universidad Señor de Sipán [59] para la culminación y aprovechamiento de los estudios, tales como:

- Principios generales: cuidado sostenible, consentimiento, transparencia y la difusión de los resultados.
- Principios específicos: Respeto a la propiedad intelectual de los investigadores, se usó las citas y referencias acorde con las normas vigentes exigidas por la Universidad, la información adquirida es utilizada netamente para desarrollar los objetivos propuestos.
- Se usó los principios de integridad científica como la Honestidad intelectual, Objetividad, Veracidad, Transparencia y otros en todos los aspectos de esta investigación.

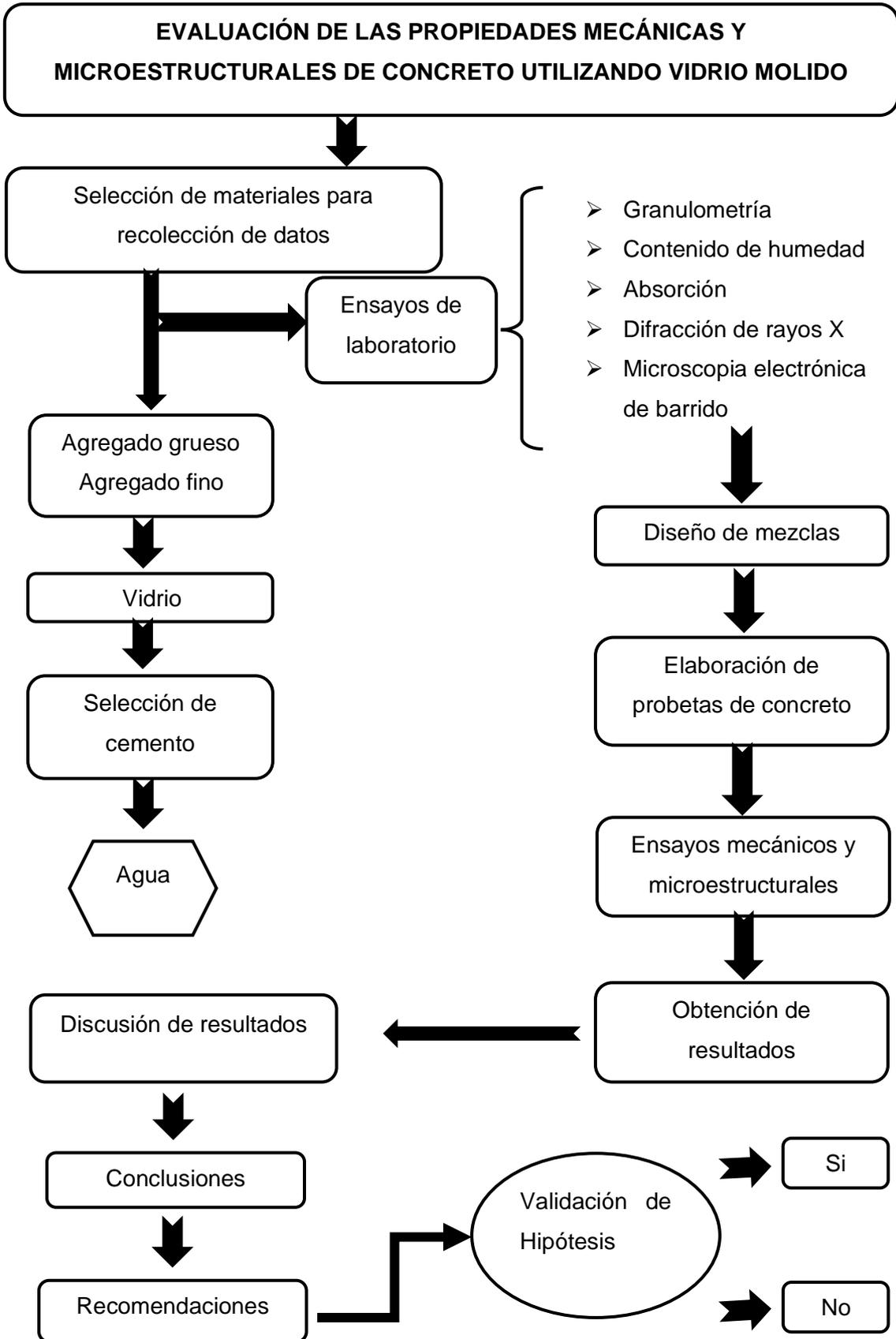


Fig. 1. Diagrama de flujo.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Resultados de acuerdo con el O.E. 1: Determinar las características físicas de los agregados.

Análisis granulométrico del agregado grueso

En esta sección se muestra el gráfico de la curva granulométrica del agregado grueso obtenido de la cantera Pacherras, se observa un tamaño máximo nominal de 3/4", cumpliendo con lo establecido en la NTP 400.037. En las tablas XIII y XIV (anexo VI), se detalla el análisis granulométrico.

En la Fig. 02, muestra la gráfica de la curva granulométrica del agregado grueso, y comparándose con los parámetros establecidos en la NTP 400.037., esta se encuentra dentro de lo establecido.

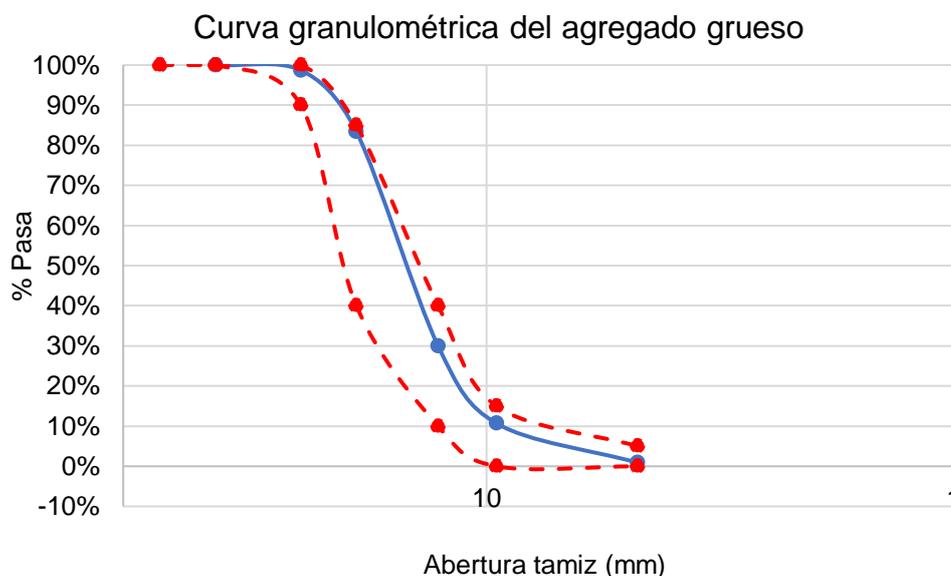


Fig. 2. Curva granulométrica del agregado grueso.

Análisis granulométrico del agregado fino

En la gráfica se muestra la curva granulométrica del agregado fino extraído de la cantera La Victoria (Pátapo).

En la tabla XV y XVI (anexo VI) se detalla el análisis granulométrico.

En la Fig. 03, se muestra la curva granulométrica del agregado fino, el cual se realizó con los datos de la tabla XV, comparándose con los parámetros establecido en la NTP 400.037., donde se observa que se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

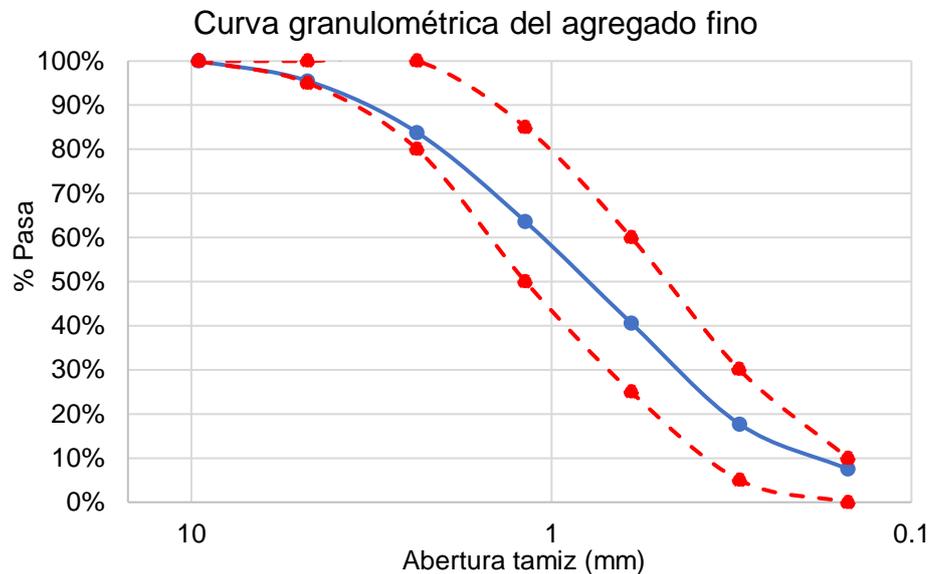


Fig. 3. Curva granulométrica del agregado fino.

Contenido de humedad

En la tabla XVII ubicada en el anexo VI, se muestra un porcentaje de 1.01% para el agregado grueso y 1.60% para el agregado fino en contenido de humedad.

Peso unitario suelto (PUS) y compactado (PUC) del agregado grueso

En la tabla XVIII (anexo VI), muestra los resultados obtenidos, en el cual se obtuvo un P.U.S. Húmedo de 1414.28 kg/m³ y un P.U.C. Húmedo de 1549.27kg/m³.

Peso unitario suelto (PUS) y compactado (PUC) del agregado fino

En la tabla XIX, ubicada en el anexo VI, se muestran los resultados, en el cual se obtuvo un P.U.S. Húmedo de 1547.58 kg/m³ y un P.U.C. Húmedo de 1641.91 kg/m³.

Peso específico y absorción del agregado grueso y fino

Las tablas XX y XXI, muestran los resultados obtenidos. La tabla XX muestra el peso específico y absorción del agregado grueso, resultando un peso específico de 2.623 gr/cm³ y con un 1.46 % de absorción, la tabla XXI contiene los resultados del ensayo al agregado

fino, el cual resultó de 2.528 gr/cm³ en peso específico y un 1.608 % en absorción (las tablas se ubican en el anexo VI).

Propiedades físicas del vidrio molido

Se detallan en la tabla XXII en el anexo VI, con un peso específico de 2.452 gr/cm³, porcentaje de absorción de 3.40 % y contenido de humedad de 0.01%.

Resultado de acuerdo con el O.E. 2: Diseño de mezclas por el método ACI 211

Para el diseño del concreto patrón con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se emplearon los datos mencionados anteriormente, con una relación a/c de 0.63. La tabla XXIII y XXIV (anexo VI), muestran el diseño de mezclas en peso por m³ de concreto, las proporciones en peso y volumen, y la tabla XXV muestra la cantidad de materiales para los tratamientos empleados.

Resultado de acuerdo con el O.E. 3: Propiedades físicas y mecánicas del concreto patrón y tratado con vidrio molido.

Asentamiento del concreto

Se muestran las gráficas con los datos obtenidos de los ensayos realizados.

La figura 04, muestra el comportamiento del asentamiento del diseño patrón y tratado con 4 porcentajes del 5% al 20% en sustitución en peso del cemento por VM, la gráfica muestra la disminución del asentamiento a medida que el porcentaje aumenta.

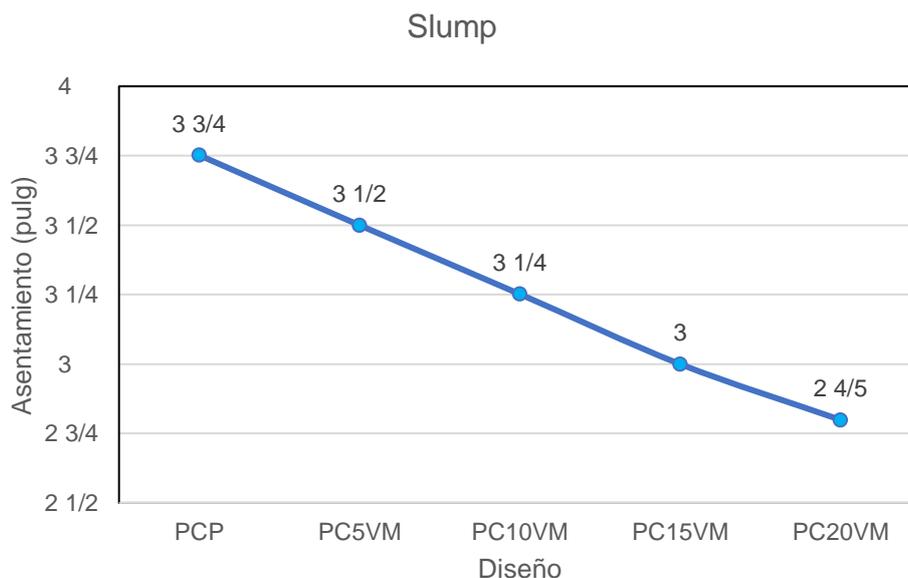


Fig. 4. Asentamiento del diseño patrón y tratado con vidrio molido.

En la Fig. 4 podemos observar que los resultados mostraron que, al incrementar el porcentaje de vidrio molido, el asentamiento disminuye, la tabla XXVI en el anexo VI, muestra el asentamiento, trabajabilidad y consistencia, siendo el diseño patrón y los 3 primeros porcentajes en cumplir con lo diseñado, sin embargo, con un 20% de VM es poco trabajable y de consistencia seca.

Contenido de aire atrapado

La figura 05 muestra los resultados obtenidos de aire atrapado en el concreto patrón y tratado, del cual se observa que a medida que aumenta el porcentaje de VM el porcentaje de aire atrapado también aumenta.

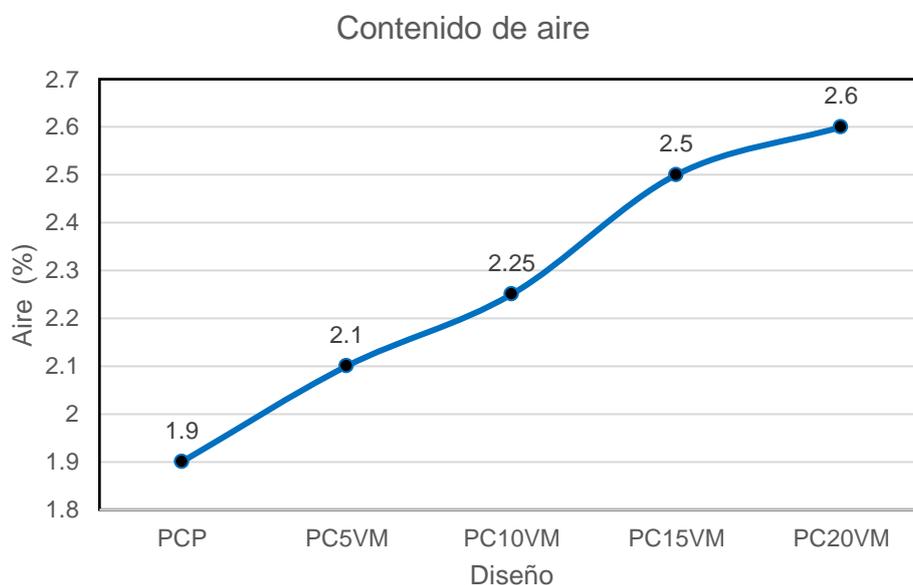


Fig. 5. Contenido de aire del diseño patrón y tratado con vidrio molido.

Temperatura del concreto

En la gráfica se presenta el análisis de los resultados de la temperatura referente al diseño patrón y tratado con VM.

En la figura 06 se muestra los resultados de la temperatura del diseño patrón y tratado, del cual se observa que el diseño patrón y el tratado cumplen los parámetros establecidos, en cambio, el concreto tratado con el 20% es mayor que 30°C, por lo que puede generarse grietas en su estado endurecido.

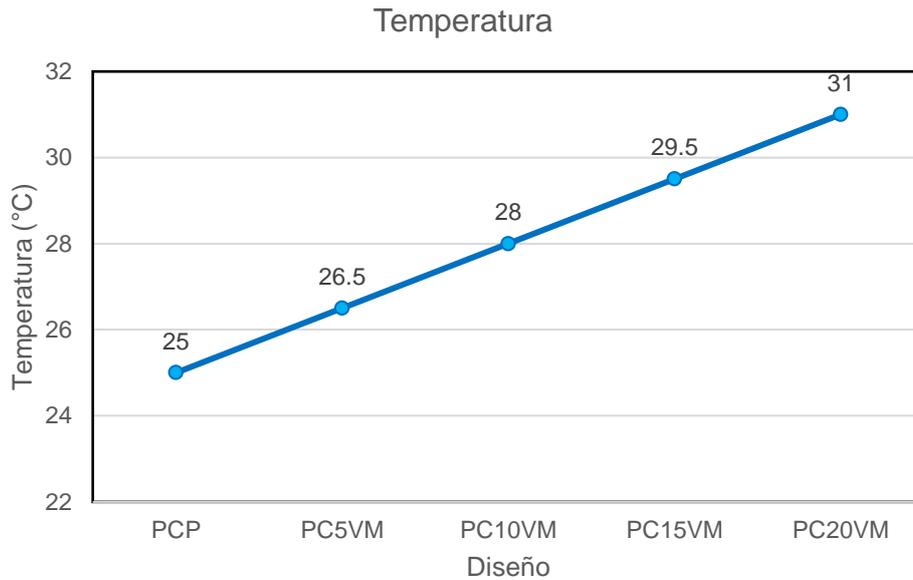


Fig. 6. Temperatura del diseño patrón y tratado con vidrio molido.

Peso Unitario del concreto

Para determinar el peso unitario del concreto se empleó la tabla XXVII del anexo VI, donde se detalla el peso unitario del diseño patrón y tratado con vidrio molido.

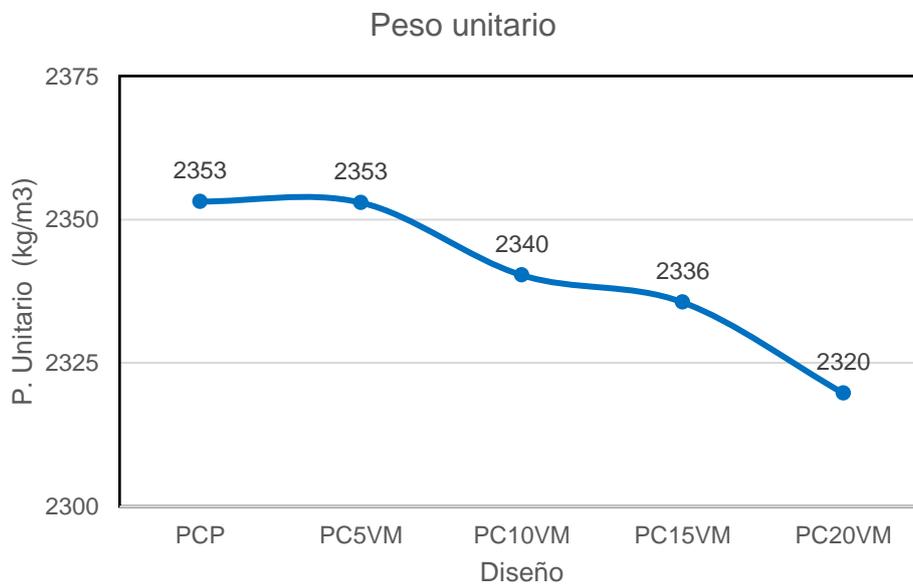


Fig. 7. Peso unitario del diseño patrón y tratado con vidrio molido.

En la figura 07 se puede apreciar que a medida que el porcentaje de VM aumenta, el peso unitario del concreto disminuye, este se debe a la baja densidad de este material.

Resistencia a compresión

Los resultados obtenidos del diseño patrón y tratado con vidrio molido con un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, se encuentran en la tabla XXVIII en el anexo VI, muestra el promedio a la edad de 7, 14 y 28 días. En la figura 08 se observa que el diseño patrón y tratado alcanzan su resistencia esperada, el CP alcanzó un 118%, el 5% al 20 % con VM.

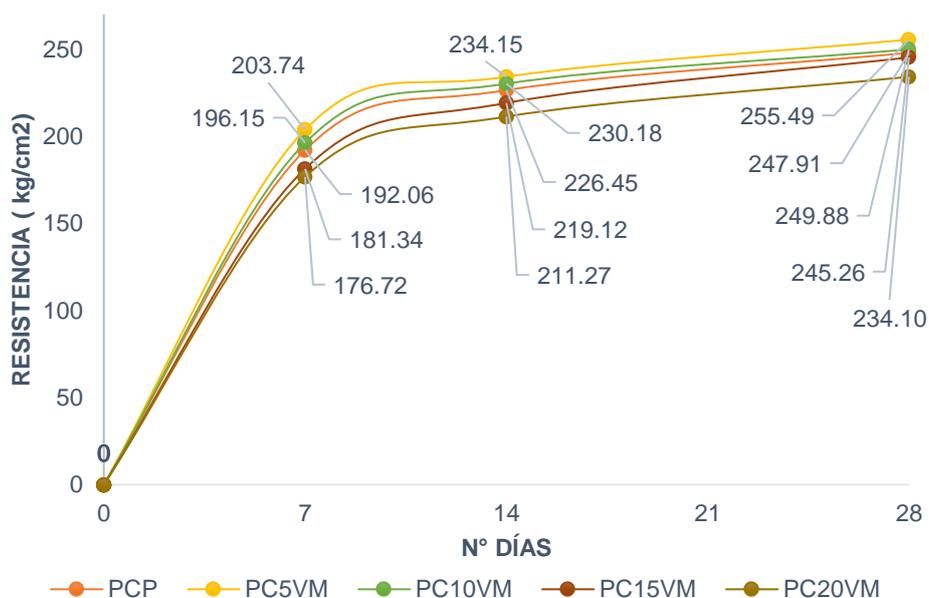


Fig. 8. Resistencia a la compresión del diseño patrón y tratado con vidrio molido.

Resistencia a flexión

La tabla XXIX (anexo VI) muestra los resultados promedios a la edad de 7, 14 y 28 días del diseño patrón y modificado con VM, el diseño con 5% y 10% de VM sobrepasa al diseño patrón y los modificados con 15% y 20%.

En la figura 09, se muestra las resistencias comparadas con los diferentes diseños, del cual se observa que todos los diseños se asemejan a la resistencia del diseño patrón, además el tratado con 5% y 10% de VM sobrepasa al diseño patrón.

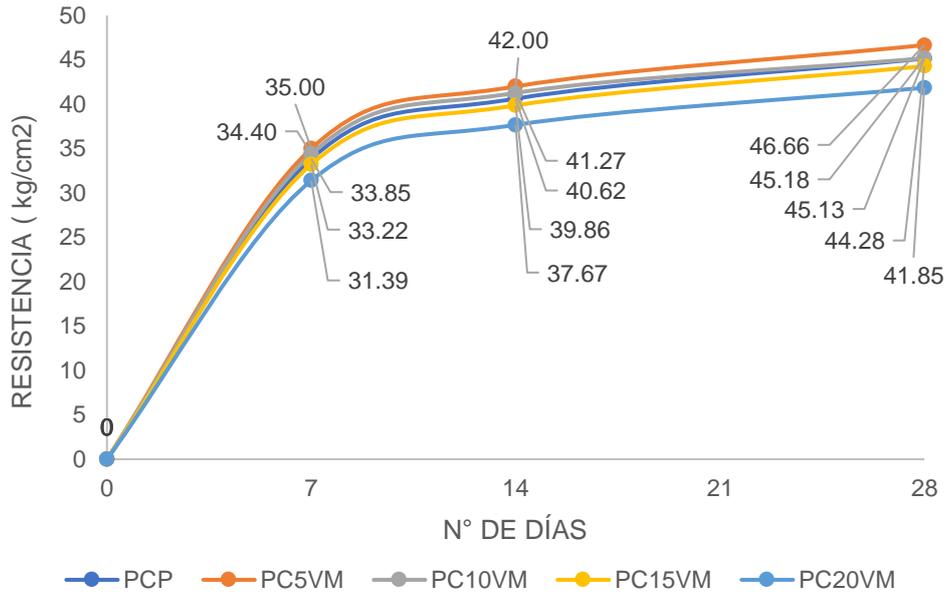


Fig. 9. Resistencia a flexión del diseño patrón y tratado con vidrio molido.

Resistencia a tracción

La tabla XXX (anexo VI) presenta los resultados obtenidos de la resistencia a tracción del diseño patrón y tratado con VM con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el diseño tratado con 5% logró una mejor resistencia respecto al diseño patrón y tratado con 10% - 20% con VM. En la figura 10 se verifica que la mayor resistencia alcanzada es el diseño con el 5% de VM con 25.66 kg/cm^2 a los 28 días de curado.

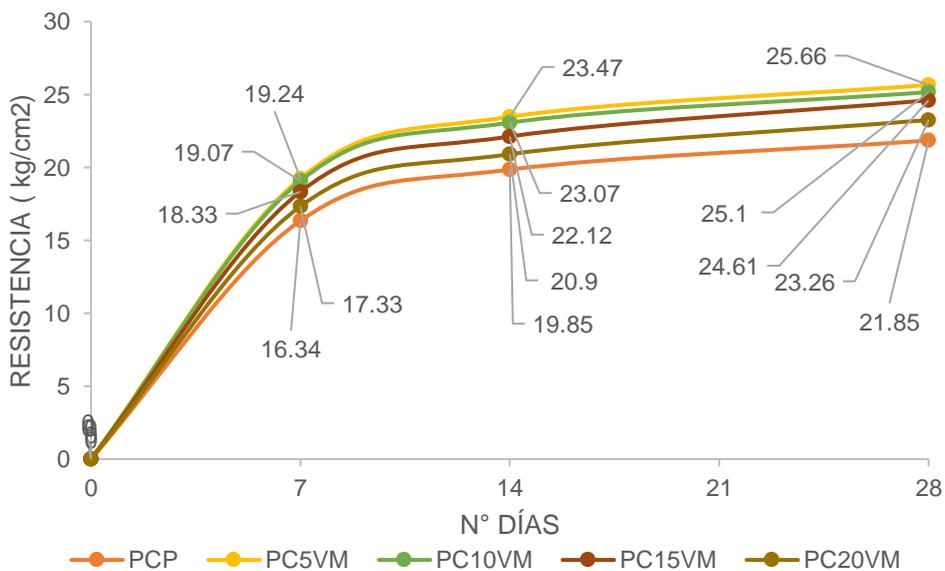


Fig. 10. Resistencia a tracción del concreto patrón y tratado con vidrio molido.

Módulo de elasticidad

En la figura 11 se detalla los resultados del módulo de elasticidad del diseño patrón y tratado con VM, donde se observa que el diseño con 5% de VM sobrepasa al diseño patrón y a los otros diseños tratados con VM.

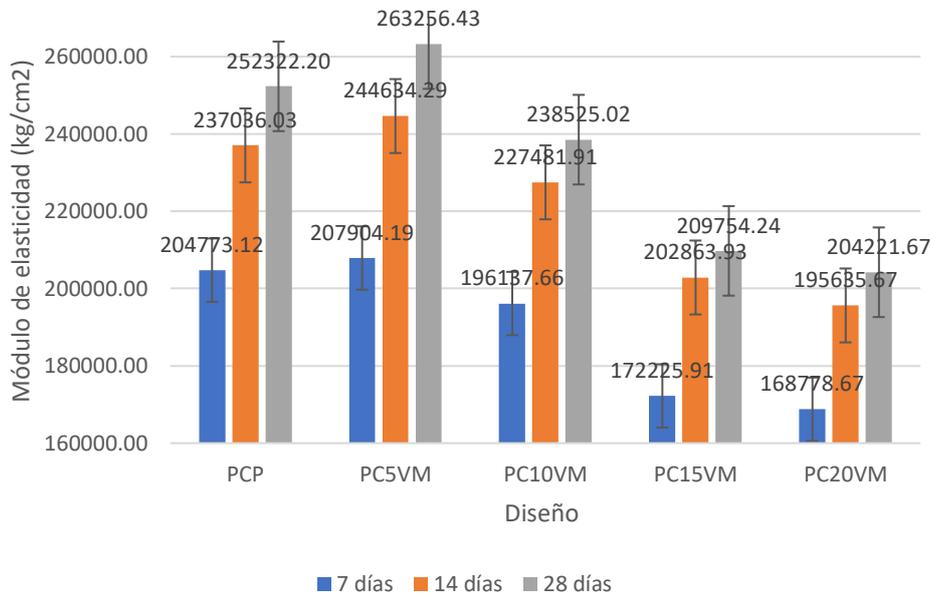


Fig. 11. Módulo de elasticidad del diseño patrón y tratado con vidrio molido.

Resultado de acuerdo con el O.E. 4: Determinación del porcentaje óptimo del concreto.

De acuerdo con los resultados de las propiedades mecánicas obtenidas se analizaron estadísticamente para resistencia a compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad, arrojando estadísticamente niveles de confiabilidad de 0.994, 0.995, 0.995 y 0.981 respectivamente, afirmando que los resultados son válidos y confiables por presentar un alfa de Cronbach mayor a 0.80. Además, se obtuvo V. de Aiken de 0.90, 0.90, 0.90, y 0.85 con respecto a claridad, contexto, congruencia y dominio del constructo (el análisis se encuentra en el anexo XV).

Respecto al análisis estadístico y validez de los datos, se afirma que el porcentaje óptimo a aplicar es del 5%, los cuales, de acuerdo con los resultados, se observan mejoras en las características mecánicas del concreto.

Resultado de acuerdo con el O.E. 5: evaluar las propiedades microestructurales del diseño patrón y tratado con vidrio molido.

Difracción por Rayos X (DRX)

La Figura 12 presenta el difractograma de diseño patrón y el diseño CP5VM, así como los resultados de la identificación de las fases cristalinas. La Tabla XXXI y Tabla XXXII (anexo VI) presentan las concentraciones de las fases cristalinas observadas, así como de la fase amorfa de ambas muestras, determinadas por el método RIR.

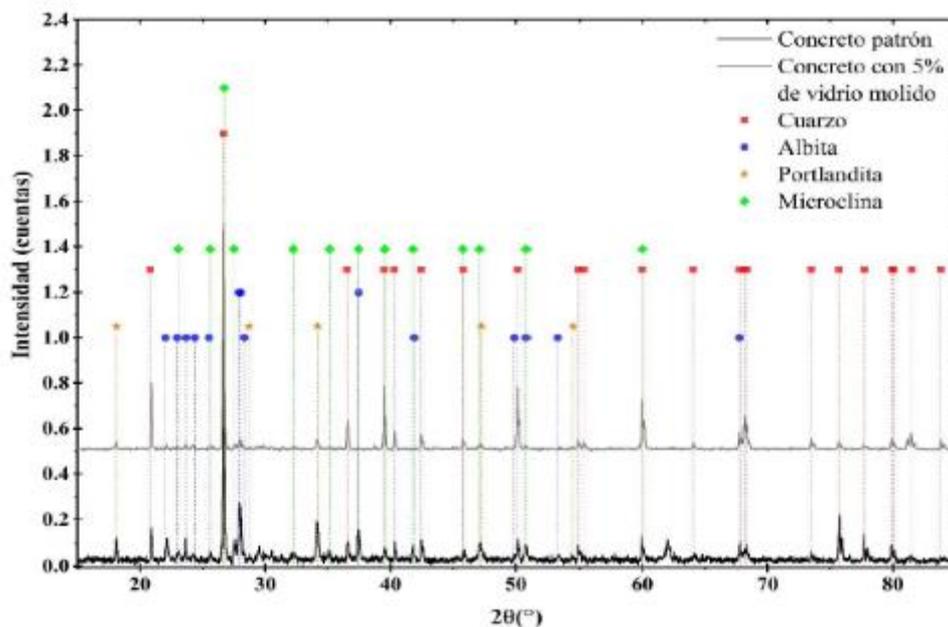


Fig. 12. Difractograma de rayos X de ambas muestras.

Microscopia electrónica de barrido

En las Figuras 13 y 15 (anexo VII) se muestran imágenes micrográficas de diferentes regiones de la muestra, a 500X de magnificación, con regiones de interés señaladas mediante círculos rojos. La composición elemental se puede apreciar en la Tabla XXXIII y XXXIV. Los resultados son cualitativos para los elementos con concentraciones muy bajas (≤ 1 at%). En las Figuras 14 y 16 (anexo VII) se muestran algunos espectros de EDS para cada una de las regiones señaladas, a fin de verificar la calidad del ajuste.

En la Figura 15 (anexo III) puede apreciarse una vista de dos áreas de la muestra CP5VM, siendo visibles regiones de material de origen mineral (Punto 1 y 2). Las medidas

de EDS del Área 1 de CP y Área 4 para CP5VM revelan composiciones algo similares, con altos contenidos de oxígeno, silicio, y calcio. Además, los Puntos 1 y 2 presentan una mayor cantidad de silicio dentro de su composición. Esto se debe a la presencia de vidrio molido distribuidos en diversas partes de la muestra concreto.

Para la comprobación de la composición de ambas muestras, se midió con EDS en diferentes puntos coincidiendo con los resultados de XRD

3.2. Discusión

Características físicas de los agregados.

Los agregados extraídos de las canteras especificadas en los resultados, cumplen los parámetros establecidos por la norma NTP 400.037, con un MF de 2.913 y un TMN de 3/4", el cual guardan relación con los resultados de Manayay [30] con un MF de 2.99 y un TMN de 3/4", al igual que Castro [18] con un MF de 2.50 y un TMN de 1", este último se diferencia por haber utilizado material del AG de la misma cantera que el AF.

Diseño de mezclas de concreto.

Para el diseño de mezclas con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para el diseño patrón y el modificado con VM, se empleó una relación a/c de 0.63, el cual guarda relación con el diseño utilizado por Castro [18] con un a/c de 0.606 y Manayay [30] con un a/c de 0.617.

Propiedades físicas del concreto patrón y tratado

Asentamiento del concreto

El asentamiento obtenido fue de 3 3/4" para el diseño patrón y 3 1/2", 3 1/4", 3" y 2 4/5" para el modificado con 5% - 20% de VM respectivamente, clasificando al 20% de VM una mezcla poco trabajable y de consistencia seca, los otros diseños son trabajables. Estos guardan relación con la investigación de Castro [18] el cual obtuvo asentamientos de 3", 5", 4" y 3.7" para el diseño de mezclas patrón y para el modificado con vidrio sódico cálcico con 10%, 20% y 30% respectivamente, el cual se evidencia que cuando el porcentaje de reemplazo aumenta el asentamiento disminuye, sin embargo, el asentamiento del diseño patrón es menor, ya que se utilizó el reemplazo por A.F.

Por otro lado, Castro *et al.*, [3] en su investigación utilizando vidrio triturado en reemplazo por el agregado fino y grueso conjuntamente, obtuvo variaciones de asentamiento en $\pm 0.25''$ por reemplazo en porcentajes de 0%, 17%, 20% 23% y 26% por V.T., asegurando que estos valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos y no alteran la trabajabilidad y consistencia de la mezcla, siendo un recurso viable.

Contenido de aire atrapado

La figura 05 mostrada en la sección de resultados, muestra un aumento de contenido de aire a mientras se aumenta el contenido de VM al diseño del concreto mostrando un porcentaje de 1.9% para el diseño patrón y 2.1%, 2.25%, 2.5% y 2.6% para los diseños de concreto tratado con 5%, 10%, 15 y 20% con VM. Estos valores concuerdan en su análisis con los obtenidos del autor Steyn [22], el cual empleo residuos de vidrio como reemplazo de la arena en porcentajes de 15% y 30%, obteniendo un aumento del contenido de aire atrapado en el diseño experimental con valores de 1.75% para el diseño patrón, 2.0% y 2.4% para los porcentajes de 15% y 30%.

Por otro lado, Castro Cardona [3] obtuvo resultados adversos, a medida que el porcentaje de vidrio aumenta en el diseño experimental el asentamiento disminuye, sin embargo, es aceptable por la morfología del material empleado.

Temperatura

Los resultados obtenidos arrojan valores de 25°C para el diseño patrón, 26.5°C, 28°C, 29.5°C, y 31°C para el diseño tratado con VM en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente, citando a la Norma E 060. en el capítulo 5.11 del Reglamento Nacional de Edificaciones, establece que el concreto debe estar entre 20°C y 30°C de temperatura para ser usado, de lo contrario se perderá la resistencia para lo cual fue diseñada. En consecuencia, los resultados obtenidos arrojan que el diseño patrón y tratado con VM en porcentajes de 5%, 10% y 15% cumplen con lo establecido, sin embargo, el diseño tratado con 20% no cumple con lo establecido, siendo este no viable.

Peso unitario

Los pesos unitarios obtenidos se encuentran en la figura 07, del cual se obtuvo 2353 kg/cm³ para el diseño patrón, 2353 kg/cm³, 2340 kg/cm³, 2336 kg/cm³ y 2320 kg/cm³ para los diseños tratados con 5% - 20% de VM respectivamente. Estos resultados se relacionan con los obtenidos por Aucca Cruz y Carbajal Arriola [49], que obtuvieron 2341 kg/cm³ para el diseño patrón, 2310 kg/cm³, 2295 kg/cm³ y 2232 kg/cm³ para los diseños experimentales con 50%, 75% y 100% de vidrio en reemplazo del agregado fino.

Por otro lado existe una diferencia de pesos con los obtenidos por Linares Guevara [27], el cual obtuvo PU de 2247 kg/cm³ para el diseño patrón, 2252 kg/cm³, 2271 kg/cm³, 2289 kg/cm³ para los diseños experimentales con VM en porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente, del cual se evidencia que se incrementa el peso unitario a medida que el porcentaje aumenta, estos resultados se debe a la morfología y tipo del vidrio molido empleado.

Propiedades mecánicas del concreto patrón y tratado con vidrio molido

Resistencia a compresión

En esta investigación se analizó la resistencia a compresión obtenida en las diferentes edades de curado, de las cuales a los 28 días de curado el diseño patrón alcanzó una resistencia de 247.91 kg/cm² y para el diseño tratado con VM de 5%, 10%, 15% y 20% se obtuvieron 255.49 kg/cm², 249.88 kg/cm², 245.26 kg/cm² y 234.10 kg/cm² respectivamente, del cual se evidencia que el diseño tratado con 5% y 10% de VM superan a la resistencia obtenida del diseño patrón, del cual se deduce que el diseño tratado con 5% y 10 % de VM es un 3.06% y 0.80% mayor al diseño patrón, en cambio el diseño tratado con 15% y 20% de VM disminuye en 1.07% y 5.57 %.

Los resultados expuestos se relacionan con los obtenidos por Celik [21], el cual obtuvo incrementos de 1% con un diseño de 10% de vidrio comparado con el concreto de referencia, para el concreto experimental con 20% de vidrio se obtuvo un incremento de 9% con respecto al diseño de 10%, para el diseño con 40% de vidrio se obtuvo un incremento de 6.2% con respecto al anterior y un incremento de 5.2% con respecto al anterior, el cual

fueron aplicados al reemplazo del agregado fino y en un menor tamaño por lo que justifica sus resultados obtenidos.

Por otro lado, la investigación de [22] obtuvo resultados similares al reemplazar el agregado fino por vidrio molido en porcentajes de 15% y 30%, del cual obtuvo incrementos de resistencia mayores al de referencia, siendo el de 15% el que más resistencia alcanzó, el 30% alcanzó un valor similar al referencial.

Resistencia a flexión del concreto

Se obtuvo una resistencia de 45.13 kg/cm² en el diseño patrón, 46.66 13 kg/cm², 45.18 kg/cm², 44.28 kg/cm², y 41.85 kg/cm² para el diseño tratado de 5% - 20% respectivamente, del que se evidencia que el diseño con 5% y 10% de VM superan al diseño patrón, en cambio los diseños con 15% y 20% se encuentran con una resistencia menor al diseño patrón.

Zeibek [2] en su investigación utilizó VM en reemplazo parcial del cemento en 10% - 40%, obtuvo 6.3 Mpa para el diseño de referencia, el cual obtuvo disminución en 6.7 %, 12.5 %, 21.1 %, 46.5 % y 61.5 % respectivamente comparado con el diseño de referencia. Manzoor [15] obtuvo resultados similares al reemplazar con VM el cemento en 5% al 30%, el cual obtuvo una resistencia a flexión de 45.79 kg/cm² para el diseño patrón, 43.44 kg/cm², 45.58 kg/cm², 47.42 kg/cm², 46.09 kg/cm², 41.41 kg/cm², 43.54 kg/cm² respectivamente para el diseño modificado, el cual se evidencia una similitud debido a la misma metodología empleada, siendo el 15% con VM el más favorable.

Resistencia a tracción del concreto

En la figura 10 ubicada en resultados se comparan los resultados obtenidos, del cual se obtuvo 21.85 kg/cm² para el diseño patrón, 25.66 kg/cm², 25.17 kg/cm², 24.61 kg/cm² y 23.26 kg/cm² para los diseños tratados con 5% - 20% de VM, se evidencia que los diseños tratados superan a la resistencia alcanzada por el diseño patrón. Steyn [22], obtuvo valores similares en su investigación empleando vidrio en reemplazo por el agregado fino, el cual obtuvo 4.55 Mpa para el diseño de referencia, 4.6 Mpa y 4.45 Mpa para los porcentajes de 15% y 30%, del cual se evidencia la concordancia con los resultados a los 28 días de

curado. En cambio, Torres [12], en su investigación con porcentajes de 3% y 5% de vidrio molido, obtuvo 24.8 kg/cm² al diseño patrón, 25.8 kg/cm² y 23.2 kg/cm² para los porcentajes tratados respectivamente, debido al uso del vidrio como aditivo en el diseño de mezclas.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Las propiedades de los agregados para el diseño de mezclas tienen un tamaño máximo nominal de 3/4" y módulo de fineza de 2.913, con un 1.46 % y 1.608% de absorción, 2.623 gr/cm³ y 2.528 gr/cm³, con un peso unitario suelto seco de 1400.14 kg/m³ y 1523.25 kg/m³ del agregado grueso y fino respectivamente.

Para el diseño de mezclas con un $f'c = 210$ kg/cm² patrón y tratado con 5%, 10%, 15% y 20% de VM en reemplazo del cemento, se utilizó una relación a/c de 0.63 con una proporción en peso de 1 en cemento, 1.79 en arena gruesa, 2.02 en agregado grueso y 26.8 Lts/Bls de agua, siendo la proporción en cemento la sustituida por vidrio molido, sin alterar las proporciones restantes.

El diseño patrón en estado fresco cumple con los requerimientos establecidos por las diferentes normas establecidas para el asentamiento, contenido de aire, temperatura, y peso unitario al igual que el diseño con 5%, 10% y 15 % de VM, en cambio el diseño con el 20% de VM no cumple con los parámetros establecidos en asentamiento y temperatura.

Los ensayos realizados al concreto endurecido, arrojaron que la resistencia alcanzada por el diseño patrón superó a la resistencia esperada al igual que el diseño tratado con 5%, 10%, 15% y 20%, siendo el diseño tratado con 5% y 10% de VM los diseños que superaron al diseño patrón en 3.06% y 0.80% respectivamente, en la resistencia a flexión el diseño tratado con 5% y 10% superaron al diseño patrón en 0.73% y 0.02%, en la resistencia a tracción los diseño tratados superaron ligeramente al diseño patrón en 1.81%, 1.58%, 1.31% y 0.67% respectivamente, para el módulo de elasticidad el diseño tratado con 5% de VM obtiene un mejor comportamiento con respecto al diseño patrón frente a deformaciones expuestas, mostrando que la incorporación de VM tiene

diferentes comportamientos, de acuerdo con ello se obtiene que es factible emplear hasta un 10% para concretos estructurales, y el tratado con 15% de VM para no estructurales.

De acuerdo con el análisis estadístico de acuerdo con los resultados mecánicos del concreto se determina que el porcentaje óptimo a emplear es del 5% en reemplazo parcial del cemento para diseños de mezclas con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

En el análisis microestructural se concluye que las muestras analizadas mediante XRD y SEM-EDS, contienen principalmente silicatos, calcio y óxidos de silicio. Con el análisis de EDS se encontró un elevado contenido de oxígeno, calcio, aluminio y silicio, los compuestos encontrados forman parte del material cementante empleado, el cual los compuestos encontrados en ambas muestras tienen una alta semejanza, dejando en evidencia que el empleo del vidrio molido es apto para ser utilizado como reemplazo del material cementante.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda tener en cuenta lo especificado por la normativa peruana y la ASTM para la realización de los ensayos físicos de los agregados y evaluar minuciosamente el tipo de material seleccionado, para obtener datos confiables al ser realizados por el autor.

Se recomienda seguir la normativa de ACI 211 para realizar el diseño de mezcla, para garantizar el resultado esperado.

Para lograr tener un análisis más confiable con respecto al comportamiento mecánico del concreto con vidrio molido se recomienda que se evalúe siendo expuesto a diversas condiciones medioambientales y garantizar la efectividad de su desempeño.

Mediante los resultados, análisis y antecedentes, se evidencia que el vidrio molido actúa mejor al emplearlo en reemplazo del 5% por el cemento, sin embargo, se recomienda realizar un análisis más exhaustivo que confirme el empleo de este, ya que si se emplea este material en un porcentaje mayor podría afectar su desempeño mecánico del concreto y por ende estar expuestos a pérdidas económicas.

V. REFERENCIAS

- [1] F. Huarhua, F. Veliz, y M. Velásquez, «Properties and Manufacturing Processes of Ecological bricks, in the last ten years: A review of the Scientific literature», *Proc. 20th LACCEI Int. Multi-Conf. Eng. Educ. Technol. "Education Res. Leadersh. Post-Pandemic Eng. Resilient Incl. Sustain. Actions"*, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.212>.
- [2] Ö. Zeybek *et al.*, «Influence of Replacing Cement with Waste Glass on Mechanical Properties of Concrete», *Materials*, vol. 15, n.º 21, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/ma15217513>.
- [3] C. Castro-Cardona, S. Bastidas-Vallejo, S. Romero-Bustos, J. C. Moreno-Piraján, Y. S. Murillo-Acevedo, y R. O. Serrano-Romero, «Evaluation of the physical and mechanical properties of modified concrete with recycled crushed glass, using a proportion adjustment with the method ACI 211.1», *Constr. Build. Mater.*, vol. 313, n.º 125378, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125378>.
- [4] P. Guo, W. Meng, H. Nassif, H. Gou, y Y. Bao, «New perspectives on recycling waste glass in manufacturing concrete for sustainable civil infrastructure», *Constr. Build. Mater.*, vol. 257, p. 119579, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119579>.
- [5] J. Castañón-Flores y J. Bernal-Pacheco, «The Economic And Social Impact Of Production Management In Companies Related To The Recycle Of Glass Bottles In Latin America: A Systematic Literature Review.», *Proc. 19th LACCEI Int. Multi-Conf. Eng. Educ. Technol. "Prospective Trends Technol. Ski. Sustain. Soc. Dev. "Leveraging Emerg. Technol. Constr. Futur.*, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.143>.
- [6] N. Maurya *et al.*, «Reinforcing civil infrastructure with waste glass-enhanced concrete: A comprehensive review of properties, performance and applications», *Mater. Today Proc.*, vol. 93, pp. 239-248, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.177>.

- [7] M. O. Yusuf *et al.*, «Microstructural Characteristics, Modeling of Mechanical Strength and Thermal Performance of Industrial Waste Glass Blended Concrete», *Appl. Sci.*, vol. 12, n.º 17, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/app12178600>.
- [8] S. Saify *et al.*, «Impact of waste materials (glass powder and silica fume) on features of high-strength concrete», *Open Eng.*, vol. 13, n.º 1, 2023, doi: 10.1515/eng-2022-0479.
- [9] M. Schneider, «The cement industry on the way to a low-carbon future», *Cem. Concr. Res.*, vol. 124, n.º 105792, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.105792>.
- [10] R. Bahadur y A. Kumar Parashar, «An investigation of waste glass powder with the substitution of sand on concrete mix», *Mater. Today Proc.*, feb. 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.02.123.
- [11] D. Prado Ñaupá, A. Velasquez Linares, N. Campos Vasquez, y R. Manturano Chipana, «Translucent concrete mix design applying aggregates that allow the passage of light, LIMA-2021», 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.171>.
- [12] T. L. Rosa y L. Milagros, «Adición del vidrio molido reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto estructural $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - 2020», Universidad César Vallejo, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56047>
- [13] W. Castillo Rodríguez y J. A. Quispe Charca, «Propiedades mecánicas del concreto elaborado con adición de vidrio molido y cuarcita», Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8851>
- [14] N. Makul, *Recycled Aggregate Concrete: Technology and Properties*. Boca Raton: CRC Press, 2023. doi: 10.1201/9781003257097.
- [15] A. Manzoor, E. Yashpal kumar, y L. Sharma, «Comparison of partially replaced concrete by waste glass with control concrete», *Mater. Today Proc.*, vol. 68, pp. 1129-1134, ene. 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.09.092.
- [16] J. C. Ramos Purizaca y J. C. Seminario Morales, «Diseño de adoquines de concreto con vidrio molido para la pavimentación en el AA. HH. 18 de mayo pasaje 1, 2 y 3 de la

- provincia de Piura, 2019», Universidad César Vallejo, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42561>
- [17] M. A. García Ruiz, «INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN COMPARACION DEL CONCRETO CONVENCIONAL, TARAPOTO - 2020», Universidad Científica del Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1208>
- [18] D. V. Castro Montoya, «COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO A ALTAS TEMPERATURAS CON MATERIAL RECICLADO: POLVO DE CAUCHO Y VIDRIO SÓDICO CÁLCICO», Universidad Señor de Sipán, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/6091>
- [19] H. Wu, Y. Jia, Z. Yuan, Z. Li, T. Sun, y J. Zhang, «Study on the Mechanical Properties, Wear Resistance and Microstructure of Hybrid Fiber-Reinforced Mortar Containing High Volume of Industrial Solid Waste Mineral Admixture», *Materials*, vol. 15, n.º 11, p. 3964, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/ma15113964>.
- [20] A. M. Tahwia, A. Essam, B. A. Tayeh, y M. A. Elrahman, «Enhancing sustainability of ultra-high performance concrete utilizing high-volume waste glass powder», *Case Stud. Constr. Mater.*, vol. 17, n.º e01648, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01648>.
- [21] A. İ. Çelik *et al.*, «Mechanical Behavior of Crushed Waste Glass as Replacement of Aggregates», *Materials*, vol. 15, n.º 22, ene. 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/ma15228093>.
- [22] Z. C. Steyn, A. J. Babafemi, H. Fataar, y R. Combrinck, «Concrete containing waste recycled glass, plastic and rubber as sand replacement», *Constr. Build. Mater.*, vol. 269, n.º 121242, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121242>.
- [23] B. C. Cadore, F. R. C. Ribeiro, R. C. E. Modolo, y F. Pacheco, «Performance analysis of concrete with repurposed industrial glass waste», *J. Build. Pathol. Rehabil.*, vol. 8, n.º 1, 2022, doi: <https://doi.org/10.1007/s41024-022-00230-w>.

- [24] R. Matos, R. Villarreal, y K. L. N. Puga, «Evaluación del concreto con vidrio reciclado molido como reemplazo parcial del agregado fino», *ID Tecnológico*, vol. 19, n.º 1, 2023, doi: <https://doi.org/10.33412/idt.v19.1.3782>.
- [25] S. P. Galvis, «CONCRETO MODIFICADO CON VIDRIO MOLIDO RECICLADO», *Actas Congr. Investig. Desarro. E Innov.*, pp. 346-351, 2022, doi: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2022-51>.
- [26] Redacción EC, «En el Perú el 25% de las 260 mil toneladas de vidrio producidas contienen vidrio reciclado», *El Comercio*, Lima, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/en-el-peru-el-25-de-las-260-mil-toneladas-de-vidrio-producidas-contienen-vidrio-reciclado-noticia/>
- [27] D. K. Linares Guevara, «Influencia del Vidrio Molido en el Diseño de Mezcla para un Concreto $F'c=210\text{kg/Cm}^2$ por el Metodo del ACI en Huancayo», Universidad Peruana Los Andes, 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4831>
- [28] D. H. Herrera Rodriguez, «Resistencia a la compresión del concreto elaborado con piedra pómez pulverizada y vidrio molido como reemplazo parcial del cemento», Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12773/15992>
- [29] J. Gonzaga Toribio y H. Villanueva Bazán, «Concrete of 210 kg/cm² with Addition of Recycled Glass before Pathogenic Agents», *Proc. LACCEI Int. Multi-Conf. Eng. Educ. Technol.*, vol. 2023, pp. 1-9, 2023, doi: <https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.770>.
- [30] H. Manayay Cieza, «Caracterización física y mecánica del bloque de concreto convencional vs bloque de concreto mejorado con fibras de vidrio, Lambayeque», Universidad César Vallejo, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88717>
- [31] M. del C. Farroñan Santamaria, «Estudio del comportamiento mecánico del concreto usando vidrio pulverizado como sustituto parcial del agregado fino», Universidad Señor

- de Sipán, 2023. [En línea]. Disponible en:
<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10673>
- [32] E. Correa Calle, «La fibra de vidrio y su efecto en el comportamiento mecánico del concreto», Universidad Señor de Sipán, 2023. [En línea]. Disponible en:
<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11863>
- [33] L. Segura Terrones, R. Sigüenza Abanto, M. Zamora Mondragón, y J. Mondragón, «Effect of the use of recycled glass on concrete design», *Rev. Univ. Soc.*, vol. 14, n.º 1, pp. 179-192, feb. 2022.
- [34] N. J. Saldaña Davila, «Influencia del reemplazo del agregado fino por vidrio reciclado en propiedades físico - mecánico del concreto 210 kg/cm², 2022», *Repos. Inst. - UCV*, 2023, Accedido: 30 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110644>
- [35] S. M. Ashraf, *Practical Design of Reinforced Concrete Buildings*, 1.^a ed. Boca Raton: CRC Press, 2017. doi: 10.1201/b22298.
- [36] P. Chess, *Electrochemical Processes and Corrosion in Reinforced Concrete*. London: CRC Press, 2023. doi: 10.1201/9781003348979.
- [37] R.N.E, *Reglamento Nacional de Edificaciones*, 13.^a ed. Lima: Megabyte s.a.c, 2019.
- [38] A. F. Chávez Silva, «Influencia del tamaño de vidrio molido en la resistencia a compresión del concreto, Trujillo 2019», Universidad Privada del Norte, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21164>
- [39] M. A. Boyer Ruiz y M. Salinas Vega, «Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo al cemento por vidrio molido y ceniza de conchas de abanico – 2021», Universidad César Vallejo, 2021. [En línea]. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79508>
- [40] M. Karalar *et al.*, «Improvement in Bending Performance of Reinforced Concrete Beams Produced with Waste Lathe Scraps», *Sustainability*, vol. 14, n.º 19, 2022, doi:
<https://doi.org/10.3390/su141912660>.

- [41] B. Zeng, F. Yin, Y. Yang, Y. Wu, y C. Mao, «Application of the novel-structured multivariable grey model with various orders to forecast the bending strength of concrete», *Chaos Solitons Fractals*, vol. 168, p. 113200, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2023.113200>.
- [42] M. Orlova y A. Ibragimov, «Method for assessment of the condition of reinforced concrete bending structures with defects», *AIP Conf. Proc.*, vol. 2497, n.º 1, 2023, doi: <https://doi.org/10.1063/5.0103654>.
- [43] M. U. Abdukhalimjohnovna, «Failure Mechanism Of Bending Reinforced Concrete Elements Under The Action Of Transverse Forces», *Am. J. Appl. Sci.*, vol. 2, n.º 12, Art. n.º 12, dic. 2020, doi: 10.37547/tajas/Volume02Issue12-07.
- [44] R. S. Gupta, *Principles of Structural Design: Wood, Steel, and Concrete, Third Edition*, 3.ª ed. Boca Raton: CRC Press, 2019. doi: 10.1201/9781351027700.
- [45] R. Shiloh, T. Chlouba, y P. Hommelhoff, «Quantum-Coherent Light-Electron Interaction in a Scanning Electron Microscope», *Phys. Rev. Lett.*, vol. 128, n.º 23, p. 235301, 2022, doi: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.128.235301>.
- [46] O. Sumariuk, I. Fodchuk, y V. Romankevych, «X-ray diffraction of concrete composites of high structural strength and density», *Phys. Chem. Solid State*, vol. 22, n.º 4, pp. 746-749, 2021, doi: <https://doi.org/10.15330/pcss.22.4.746-749>.
- [47] E. S. J. Quispe Meza, «Evaluación del desempeño de concreto estructural ligero utilizando puzolana natural como agregado fino de la cantera Raqchi, Cuzco - 2018», Universidad Nacional Federico Villarreal, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/3593>
- [48] C. Zhang, J. Wang, W. Song, y J. Fu, «Effect of waste glass powder on pore structure, mechanical properties and microstructure of cemented tailings backfill», *Constr. Build. Mater.*, vol. 365, n.º 130062, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.130062>.
- [49] B. Aucca Cruz y D. E. Carbajal Arriola, «Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto tradicional, con respecto a un concreto traslucido,

- reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes», Universidad Andina del Cusco, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4432>
- [50] R. Kurtulus y T. Kavas, «Investigation on the physical properties, shielding parameters, glass formation ability, and cost analysis for waste soda-lime-silica (SLS) glass containing SrO», *Radiat. Phys. Chem.*, vol. 176, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.109090>.
- [51] Y. Buriticá-Cardona, W. A. Cataño-Ramos, y O. F. Arbeláez-Perez, «Estimacion De Las Emisiones De Co2 De Concretos Modificados Con Residuos De Vidrio», *Rev. Politécnica*, vol. 18, n.º 35, pp. 52-70, 2022, doi: <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n35a3>.
- [52] O. F. A. Pérez, A. F. R. Suárez, J. C. Jaramillo, y C. A. L. Cerón, «Producción de hormigón verde a partir de ceniza de cascarilla de arroz y residuos de vidrio como sustitutos del cemento», *Rev. ION*, vol. 35, n.º 2, pp. 101-109, 2022, doi: <https://doi.org/10.18273/revion.v35n2-2022008>.
- [53] S. A. Cervantes Pacori y V. G. Pilco Soto, «Determinar la influencia de la adición de vidrio tipo Sodo Calcico molido y triturado en las propiedades mecanicas del adoquin de concreto tipo I y II para pavimentos en la Ciudad de Arequipa», Universidad Católica de Santa María, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9904>
- [54] B. Luo, C. Deng, y Y. Luo, «Mechanical properties and microstructure of UHPC with recycled glasses after exposure to elevated temperatures», *J. Build. Eng.*, vol. 62, n.º 105369, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105369>.
- [55] Ł. Golek, «New insights into the use of glass cullet in cement composites - Long term examinations», *Cem. Concr. Compos.*, vol. 133, n.º 104673, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2022.104673>.
- [56] S. M. Alvarado Mera, A. G. Vélez Soledispa, W. E. Ruiz Párraga, E. H. Ortiz Hernández, y C. M. Jarre Castro, «Estudio de la resistencia a compresión del hormigón

- utilizando el vidrio finamente molido en reemplazo parcial del cemento», *Rev. Investig. En Energ. Medio Ambiente Tecnol. RIEMAT ISSN 2588-0721*, vol. 4, n.º 2, pp. 1-7, 2019, doi: <https://doi.org/10.33936/riemat.v4i2.2187>.
- [57] C. Fresno Chávez, *Metodología de la investigación: así de fácil /*. en Ciudad Educativa. Ciencias de la información. Córdoba: El Cid Editor, 2019. [En línea]. Disponible en: https://cat.biblioteca.ua.es/permalink/34CVA_UA/1u7uo4p/alma991005975010706257
- [58] G. Solís Sánchez, G. Alcalde Bezhoid, y I. Alfonso Farnós, «Ética en investigación: de los principios a los aspectos prácticos», *An. Pediatria*, vol. 99, n.º 3, pp. 195-202, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2023.06.005>.
- [59] Universidad Señor de Sipan, *RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N° 053-2023/PD-USS*. 2023.
- [60] NTP 400.037:2021, *AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición*, 5.^a ed. INACAL, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [61] NTP 400.012, *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo. 4a Edición*, 4.^a ed. INACAL, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [62] NTP 339.185:2021, *AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo. 3a Edición*, 3.^a ed. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [63] NTP 400.022:2021, *AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Edición*, 4.^a ed. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [64] NTP 400.017:2020, *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*, 4.^a ed.

- INACAL, 2020. [En línea]. Disponible en:
<https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [65] NTP 339.184:2021, *CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a Edición*, 3.^a ed. INACAL, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [66] NTP 339.035:2022, *CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo. 5ª Edición*, 5.^a ed. INACAL, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [67] NTP 339.046:2019, *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 3a Edición*, 3.^a ed. INACAL, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [68] NTP 339.080:2017, *CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión. 3ª Edición*, 3.^a ed. INACAL, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [69] NTP 339.034:2021, *CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5ª Edición*, 5.^a ed. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [70] NTP 339.078:2022, *CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. 4ª Edición*, 4.^a ed. INACAL, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>

VI. ANEXOS

ANEXO I. Acta de revisión de similitud de la investigación.....	56
ANEXO II. Acta de aprobación de asesor.	57
ANEXO III. Carta de recepción remitido por la revista.	58
ANEXO IV. Matriz de Consistencia	59
ANEXO V. Tabla de operacionalización de variables.....	62
ANEXO VI. Tablas, cuadros y figuras.....	64
ANEXO VII. Figuras.	78
ANEXO VIII. Informe de los ensayos realizados a los agregados.....	80
ANEXO IX. Informe de los ensayos físicos aplicados al concreto fresco.....	88
ANEXO X. Informe de los ensayos físicos realizados al vidrio molido.....	95
ANEXO XI. Informe de los ensayos mecánicos aplicados al concreto endurecido	99
ANEXO XII. Informe de las características microestructurales del concreto patrón y modificado con 5% de VM	119
ANEXO XIII. Informe de Calibración de los Equipos.....	129
ANEXO XIV. Informe de los juicios de expertos.....	163
ANEXO XV. Informe estadístico.....	168
ANEXO XVI. Informe de autorización para recolección de información	174
ANEXO XVII. Descripción de Procesos	176

ANEXO I. Acta de revisión de similitud de la investigación.

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

DELGADO-VALDERA.pdf

AUTOR

DELGADO-VALDERA

RECuento de palabras

9317 Words

RECuento de caracteres

46774 Characters

RECuento de páginas

34 Pages

Tamaño del archivo

365.9KB

Fecha de entrega

Jul 1, 2024 5:57 PM GMT-5

Fecha del informe

Jul 1, 2024 5:58 PM GMT-5

● 20% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

ANEXO II. Acta de aprobación de asesor.



ACTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR

Yo **Mg. Sanchez Diaz Elver**, quien suscribe como asesor designado mediante Resolución de Facultad N°0385-2024/FIAU-USS, del proyecto de investigación titulado **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO**, desarrollado por los estudiantes: **Delgado Idrogo Mario Elixer, Valdera Bances Carlos Eli**, del programa de estudios de la **Escuela profesional de Ingeniería Civil**, acredito haber revisado, y declaro expedito para que continúe con el trámite pertinentes.

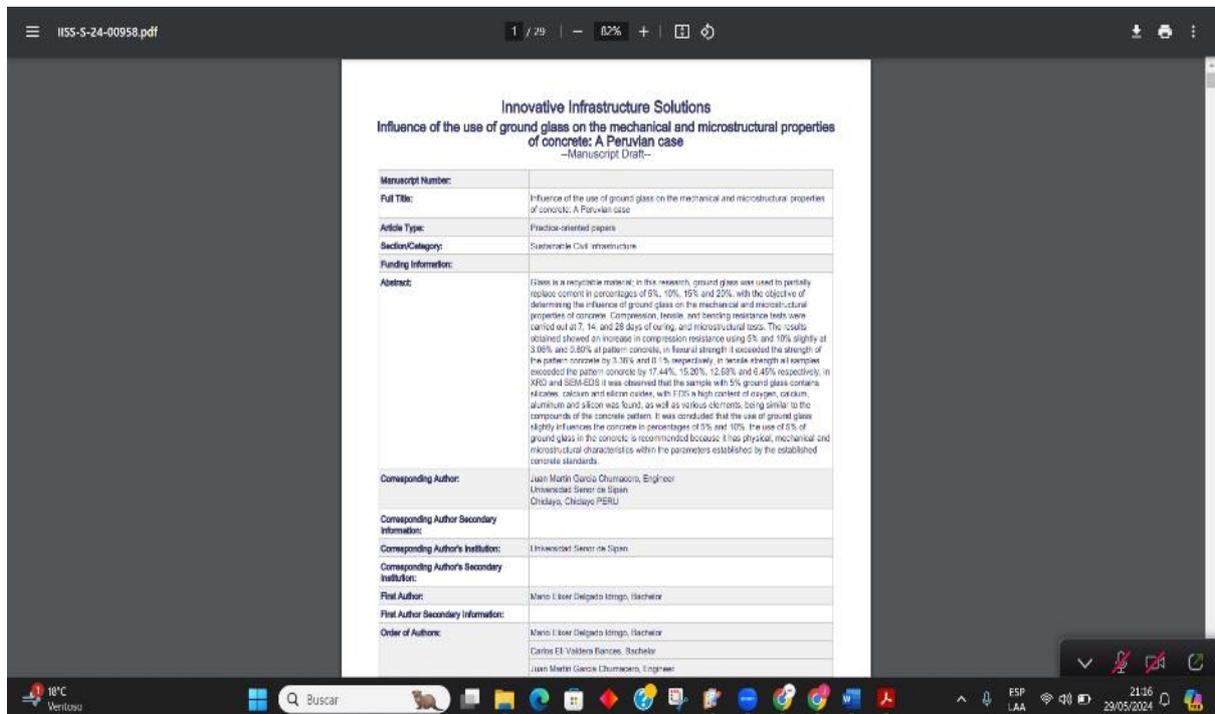
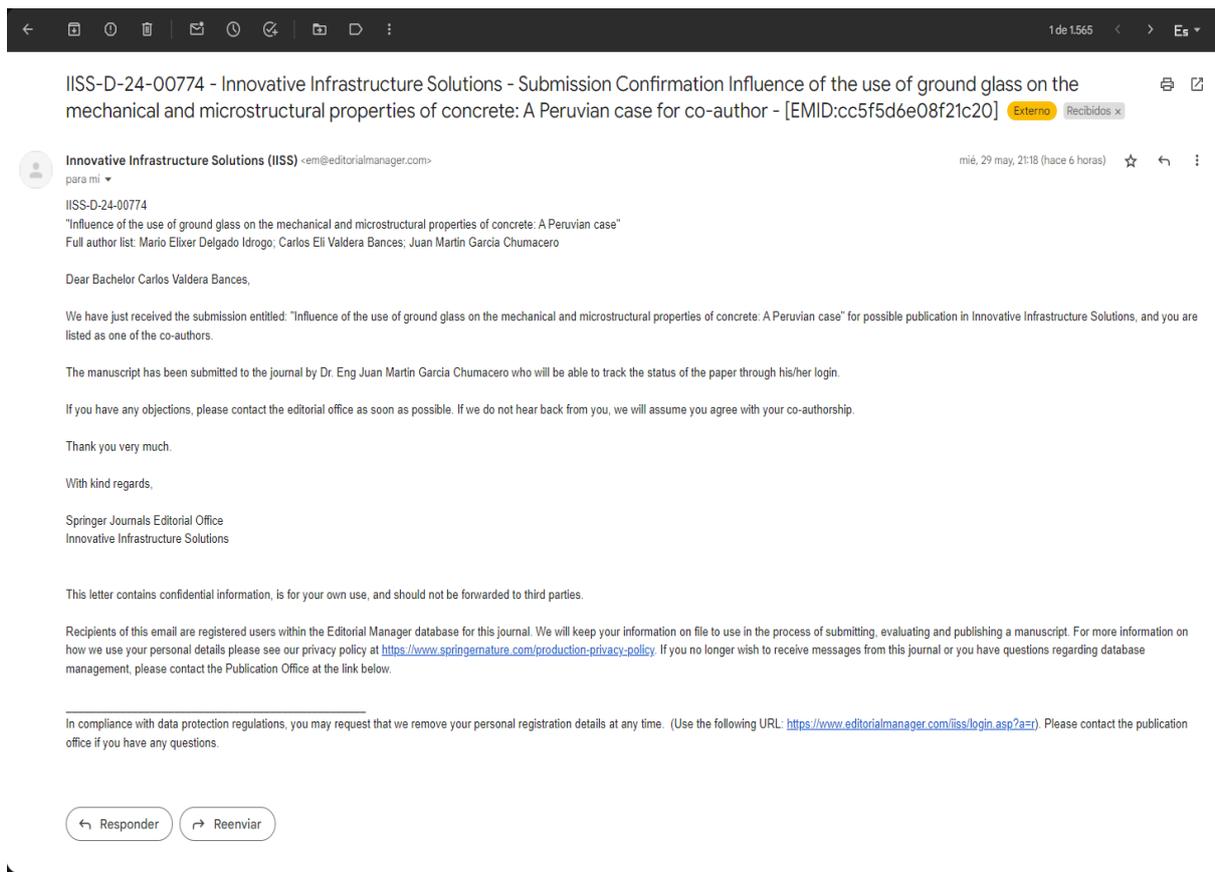
En virtud de lo antes mencionado, firman:

Sanchez Dias Elver (Asesor)	DNI: 71940770	
-----------------------------	------------------	--

Pimentel, 24 de mayo del 2024

Elver Sanchez Diaz
DIRECTOR DE ESCUELA
CIP: 21470 - INGENIERO CIVIL

ANEXO III. Carta de recepción remitido por la revista.



ANEXO IV. Matriz de Consistencia

Título: “Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido”

TABLA V.

Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA	ENFOQUE /TIPO/ DISEÑO	TÉCNICAS/ INSTRUMENTOS
Problema general	Objetivo General			Unidad de análisis:	Enfoque:	
¿Cómo afecta utilizar vidrio molido como sustituto parcial del cemento en las propiedades mecánicas y	Evaluar las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto incorporando vidrio molido como sustituto parcial del cemento.	El vidrio molido mejora ligeramente las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto como sustituto parcial del cemento.	V.I.: Elaboración del concreto utilizando el vidrio molido.	Colaboradores del laboratorio empleado.	Cuantitativo Tipo: Aplicada Diseño	Observación / las fichas de observación, fichas técnicas del Laboratorio, y ensayo de materiales
				Población:		
				Probetas de		

microestructurales del concreto?	Objetivos específicos	concreto, sometidos a ensayos de laboratorio.	Experimental
	<ul style="list-style-type: none"> Determinar las características físicas que presentan los agregados utilizados para la elaboración del diseño de mezcla del concreto. 	<p>V.D.1:</p> <p>Propiedades mecánicas del concreto.</p>	<p>Muestra:</p> <p>La muestra está sujeta a</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar el diseño de mezclas del concreto convencional y el concreto tratado con vidrio molido en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%. 	<p>V.D.2:</p> <p>Propiedades microestructurales del concreto.</p>	<p>probetas de concreto, lo cual nos da un total de 180 unidades de probetas de concreto.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Comparar y analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto 		

convencional y tratado con
vidrio molido en
porcentajes de 5%, 10%,
15% y 20%.

- Determinar el
porcentaje óptimo de vidrio
molido para reemplazar al
cemento.
- Evaluar las
propiedades
microestructurales del
concreto patrón y el óptimo
obtenido.

Nota: se describe la matriz de consistencia detallada en la realización de la investigación.

ANEXO V. Tabla de operacionalización de variables

TABLA I

Operacionalización de la variable independiente

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumento	
VI: Vidrio molido		Ensayo de granulometría	kg	Observación y revisión documentaria	Ensayo de granulometría	
		Contenido de humedad	%		Ensayo de contenido de humedad	
		Absorción	%		Ensayo de absorción	
		Peso específico	Kg/m ³		Ensayo de peso específico	
		Peso unitario suelto	kg		Ensayo de peso unitario suelto	
		Peso unitario compactado	kg		Ensayo de peso unitario compactado	
		5	%		Observación y revisión documentaria	Formatos de laboratorio
		10	%			
		15	%			
		20	%			

Nota: se muestra la operacionalización de la variable independiente.

TABLA II

Operacionalización de la variable dependiente

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumento
VD: Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto.	Materiales pétreos	Absorción	%		Ensayo de absorción
		Peso específico	Kg/m ³	Observación y revisión documentaria	Ensayo de peso específico
		Granulometría	mm		Ensayo de granulometría
		Contenido de humedad	%		Ensayo del contenido de humedad
	Diseño de mezclas	Relación en el peso	kg	Observación y revisión documentaria	Formatos ACI
		Relación en el volumen	m ³		
	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	Observación y revisión documentaria	Probetas de concreto
		Módulo de elasticidad			
		Resistencia a la flexión			
		Resistencia a la tracción			
	Análisis microestructurales	Microscopia electrónica de barrido	%	Observación y revisión documentaria	Ensayo de microscopia electrónica de barrido
Difracción de rayos X		%	Ensayo de difracción de rayos X		

Nota: se muestra la operacionalización de la variable independiente.

ANEXO VI. Tablas, cuadros y figuras

TABLA VI.

Parámetros granulométricos del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8"	100
No. 4	95 a 100
No. 8	80 a 100
No. 16	50 a 85
No. 30	25 a 60
No. 50	05 a 30
No. 100	0 a 10

Nota: Los porcentajes que debe pasar en los diferentes tamices que se usan para el ensayo de granulometría del agregado fino. NTP 400.037 [60].

TABLA VII.

Componentes químicos principales del cemento

%	Componente Químico	Procedencia usual
95%<	Cao	Rocas calizas
95%<	SiO ₂	Areniscas
95%<	Al ₂ O ₂	Arcillas
95%<	Fe ₂ O ₂	Mineral de hierro, pirita
5%<	Óxido de magnesio, sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo, y magnesio.	Varios minerales

Nota: Principales componentes químicos en el cemento especificando el porcentaje estimado y su procedencia del material. Boyer, Salinas y Mirko [39].

TABLA VIII.

Componentes químicos del Vidrio Sódico

Elemento	Composición
Sílice	75% - 75%
Sodio	12% - 18%
Potasio	0% - 1%
Calcio	5% - 14%
Aluminio	0.5% - 3%
Magnesio	0% - 4%

Nota: se detalla la composición química del vidrio sódico en porcentajes por los elementos que lo conforman, Aucca y Carbajal [49].

TABLA IX.

Cuantía de probetas en unidades para cada ensayo que se va a elaborar

N	Elementos que se van a ensayar	Relación de los ensayos	Probetas en unidades			Total, de unidades
			7 días	14 días	28 días	
°		Resistencia a la tracción.	3	3	3	9
	Probetas de concreto - Patrón	Resistencia a la flexión	3	3	3	9
		Resistencia a la compresión (f'c)	3	3	3	9
		Módulo de Elasticidad	3	3	3	9
		Total				36

N°	Elementos que se van a ensayar	Relación de los ensayos	Probetas en unidades			Total
			7 días	14 días	28 días	
	Probetas de concreto incorporando el (5%, 10%, 15%, 20%) del vidrio molido respecto al cemento	Resistencia a la tracción Resistencia a la flexión Resistencia a la comprensión (f'c) Módulo de Elasticidad	3 3 3 3	3 3 3 3	3 3 3 3	9 9 9 9
Total (4 dosificaciones)						144
Total, probetas para elaborar de concreto						180

Nota: se describe las unidades de probetas utilizados para cada ensayo y tratamiento en la investigación.

TABLA X.

Aplicación de las normativas aplicados en los ensayos físicos de los agregados

Ensayo	Norma	
Análisis granulométrico (agregado fino y agregado grueso)	NTP 400.037	ASTM C 33
Contenido de humedad (agregado fino y agregado grueso)	NTP 339.185	ASTM C 566
Absorción y peso específico (agregado fino)	NTP 400.022	ASTM C128
Absorción y peso específico (agregado grueso)	NTP 400.021	ASTM C 127
Peso unitario	NTP 400.017	ASTM C 29

Nota: ensayos a aplicar con su normativa a desarrollar en la investigación.

TABLA XI.

Ensayos del concreto en estado fresco y su normativa.

Ensayo	Norma	
Slump	NTP 339.035	ASTM C 143
Temperatura	NTP 339.184	ASTM C 1064
Contenido de aire	NTP 339.080	ASTM C 231
Peso unitario	NTP 339.046	ASTM C 138

Nota: ensayos y su normativa empleada en la ejecución de la investigación.

TABLA XII.

Ensayos del concreto en estado endurecido y su normativa.

Ensayo	Norma	
Resistencia a la compresión	NTP 339.034	ASTM C 39
Resistencia a la flexión	NTP 339.078	ASTM C 78
Resistencia a la tracción	NTP 339.084	ASTM C 496
Módulo de elasticidad	NTP 339.034	ASTM C 469

Nota: ensayos y su normativa empleada en la ejecución de la investigación.

TABLA XIII.

Análisis granulométrico del agregado grueso

Tamiz	Diámetro	Masa retenida	%	% retenido	%
#	(mm)	(g)	retenido	acumulado	pasa
2	50	0	0	0.00	100.00
1 1/2	38	0	0.00	0.00	100.00
1	25	39	1.30	1.30	98.70
3/4	19	459	15.30	16.60	83.40
1/2	12.7	1602	53.40	70.00	30.00
3/8	9.52	579	19.30	89.30	10.70

4	4.75	294	9.80	99.10	0.90
Fondo		27	0.90	100.00	0.00

Nota: se detalla los datos obtenidos del agregado grueso de acuerdo con el tamiz.

TABLA XIV.

Datos granulométricos del agregado grueso

Datos de la muestra	
Identificación	Huso 56
Procedencia	Pacherres – Pucalá
Masa inicial	3007 g
Masa final	3000 g
Diferencia	0.23%
Resultados de análisis	
TMN	3/4"

Nota: se detalla los datos obtenidos del análisis granulométrico del agregado grueso.

TABLA XV.

Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz	Diámetro	Masa retenida	%	% retenido	%
#	(mm)	(g)	retenido	acumulado	pasa
3/8	9.52	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	45	4.50	4.50	95.50
N° 8	2.36	117	11.70	16.20	83.80
N° 16	1.18	202	20.20	36.40	63.60
N° 30	0.6	230	23.00	59.40	40.60
N° 50	0.3	229	22.90	82.30	17.70
N° 100	0.15	102	10.20	92.50	7.50
Fondo	0	75	7.50	100.00	0.00

Nota: se detallan los datos obtenidos del análisis granulométrico del agregado fino.

TABLA XVI.

Datos granulométricos del agregado fino

Datos de la muestra	
Identificación	Arena gruesa
Procedencia	La victoria - Pátapo
Masa inicial	1001.33 g
Masa final	1000 g
Diferencia	0.13%
Resultado de análisis	
módulo de fineza	2.913

Nota: se detalla el análisis de los datos granulométricos del agregado fino.

TABLA XVII.

Contenido de humedad del agregado grueso y fino

Agregado grueso	Agregado fino
1.01 %	1.60 %

Nota: se muestra el contenido de humedad en los agregados.

TABLA XVIII.

P.U.S y P.U.C. del agregado grueso

Muestra	PUS	PUC
Húmedo	1414.28 kg/m ³	1549.27 kg/m ³
Seco	1400.14 kg/m ³	1533.78 kg/m ³

Nota: se muestran los pesos unitarios del agregado grueso.

TABLA XIX.

P.U.S y P.U.C. del agregado fino

Muestra	PUS	PUC
Húmedo	1547.58 kg/m ³	1641.91 kg/m ³
Seco	1523.25 kg/m ³	1616.09 kg/m ³

Nota: se detalla los pesos unitarios del agregado fino.

TABLA XX.

Peso específico y absorción del A.G.

Descripción	peso	unidad
P. específico	2.623	gr/cm ³
P. específico saturado y superficialmente seco	2.661	gr/cm ³
P. específico aparente	2.727	gr/cm ³
Porcentaje de absorción	1.460	%

Nota: se muestra los datos del peso específico y absorción del agregado grueso.

TABLA XXI.

Peso específico y absorción del A.F.

Descripción	peso	unidad
P. específico	2.528	gr/cm ³
P. específico Saturado	2.612	gr/cm ³
P. específico Aparente	2.515	gr/cm ³
Porcentaje de absorción	1.608	%

Nota: se muestra los datos de peso específico y absorción del agregado fino.

TABLA XXII.

Propiedades físicas del vidrio molido

PROPIEDADES FISICAS DEL VIDRIO MOLIDO		
Contenido de humedad	0.010	%
Densidad de consolidación Húmedo	1517.20	kg/m ³
Densidad de consolidación seca	1517.09	kg/m ³
Densidad suelta húmedo	1138.33	kg/m ³
Densidad unitario suelto seco	1138.25	kg/m ³
Peso específico	2.452	gr/cm
Porcentaje de absorción	3.400	%

Nota: se detalla las propiedades físicas del vidrio molido obtenidos en el laboratorio.

TABLA XXIII.Diseño de mezclas del diseño patrón con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Insumo	Peso	Unidad	Procedencia
Cemento	424	Kg/m ³	Tipo I - Pacasmayo
Agua	267	L	Agua potable de Chiclayo
Agregado fino	761	Kg/m ³	La Victoria – Pátapo
Agregado grueso	856	Kg/m ³	Pacherres – Pucalá

Nota: se detalla la cantidad de materiales para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

TABLA XXIV.Proporciones en peso y volumen del diseño patrón con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	
Proporción en peso	1.00	1.79	2.02	26.8	Lts/Bls
Proporción en volumen	1.00	1.77	2.17	26.8	Lts/Bls
Cemento por m³				10.0	Bls/m ³
Relación a/c				0.63	

Nota: se describe las proporciones en peso y volumen de los materiales empleados.

TABLA XXV.Diseño de mezcla utilizando vidrio molido en concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Mezcla	Cemento	VM	A. Fino	A. Grueso	Agua	a/c
	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(L/m ³)	
PC5VM	402.80	21.20	761	856	267	0.63
PC10VM	381.60	42.40	761	856	267	0.63
PC15VM	360.40	63.60	761	856	267	0.63
PC20VM	339.20	84.80	761	856	267	0.63

Nota: se detallan la cantidad de materiales en peso para cada tratamiento empleado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

TABLA XXVI.Análisis de los resultados de asentamiento del concreto – 210 kg/cm^2

Diseño	% de	% de	Asentamiento		% variación	Trabajabilidad	Consistencia
	insumos	VM	cm	Pulg.			
PCP	100%	0%	9.53	3 3/4	0	Trabajable	Plástica
PC5VM	95%	5%	8.89	3 1/2	6.72	Trabajable	Plástica
PC10VM	90%	10%	8.26	3 1/4	13.33	Trabajable	Plástica
PC15VM	85%	15%	7.62	3	20.04	Trabajable	Plástica
PC20VM	80%	20%	7.11	2 4/5	25.39	Poco trabajable	Seca

Nota: Se describe los análisis para los asentamientos en cada diseño empleado.

TABLA XXVII.

Cálculo del peso unitario del diseño patrón y tratado con vidrio molido.

Diseño	Masa del concreto + masa del recipiente (kg)	Masa del recipiente (kg)	Volumen del recipiente (m3)	Peso unitario (kg/m3)
PCP	18.822	2.35	0.007	2353
PC5VM	18.818	2.35	0.007	2353
PC10VM	18.732	2.35	0.007	2340
PC15VM	18.701	2.35	0.007	2336
PC20VM	18.591	2.35	0.007	2320

Nota: Se detalla el cálculo del peso unitario para cada diseño patrón y tratamientos empleados.

TABLA XXVIII.Resultados de resistencia a compresión del diseño patrón y tratado de 210 kg/cm²

DISEÑO	PROMEDIO RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm²)			DESEMPEÑO DE RESISTENCIA (%)		
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
CP	192.06	226.45	247.91	91.46%	107.83%	118.05%
CP5VM	203.74	234.15	255.49	97.02%	111.50%	121.66%
CP10VM	196.15	230.18	249.88	93.40%	109.61%	118.99%
CP15VM	181.34	219.12	245.26	86.35%	104.34%	116.79%
CP20VM	176.72	211.27	234.10	84.15%	100.61%	111.48%

Nota: Se muestran los resultados obtenidos de resistencia a compresión en cada diseño empleado en la edad de 7, 14 y 28 días de fraguado para una resistencia de 210 kg/cm².

TABLA XXIX.Resultados de resistencia a flexión del diseño patrón y tratado de 210 kg/cm²

DISEÑO	PROMEDIO RESISTENCIA A			DESEMPEÑO DE RESISTENCIA		
	FLEXIÓN (kg/cm ²)			(%)		
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
CP	33.85	40.62	45.13	16.12%	19.34%	21.49%
CP5VM	35.00	42.00	46.66	16.67%	20.00%	22.22%
CP10VM	34.40	41.27	45.18	16.38%	19.65%	21.51%
CP15VM	33.22	39.86	44.28	15.82%	18.98%	21.09%
CP20VM	31.39	37.67	41.85	14.95%	17.94%	19.93%

Nota: Se muestran los resultados obtenidos de resistencia a flexión en cada diseño empleado en la edad de 7, 14 y 28 días de fraguado para una resistencia de 210 kg/cm².

TABLA XXX.Resultados de resistencia a tracción del diseño patrón y tratado de 210 kg/cm²

DISEÑO	PROMEDIO RESISTENCIA A			DESEMPEÑO DE RESISTENCIA		
	TRACCIÓN (kg/cm ²)			(%)		
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
CP	16.34	19.85	21.85	7.78%	9.45%	10.40%
CP5VM	19.24	23.47	25.66	9.16%	11.18%	12.22%
CP10VM	19.07	23.07	25.17	9.08%	10.99%	11.98%
CP15VM	18.33	22.12	24.61	8.73%	10.53%	11.72%
CP20VM	17.33	20.91	23.26	8.25%	9.96%	11.07%

Nota: Se muestran los resultados obtenidos de resistencia a tracción en cada diseño empleado en la edad de 7, 14 y 28 días de fraguado para una resistencia de 210 kg/cm².

TABLA XXXI.

Concentración de las fases cristalinas de la muestra CP obtenidas por el método de RIR.

Fase	Fórmula	Según # de la base de datos	Concentración (wt%)
Albita	(Na, Ca)Al(Si,Al)3O8	41-1480	24.7
Microclina	K(Si0.75Al0.25)4O8	77-0135	21.5
Cuarzo	SiO2	05-0490	18.9
Portlandita	Ca(OH)2	72-0156	4.5
Amorfo	--	--	30.4

Nota: Se detallan la concentración de fases en porcentaje del concreto patrón.

TABLA XXXII.

Concentración de las fases cristalinas de CP5VM obtenidas por el método RIR.

Fase	Fórmula	Según # de la base de datos	Concentración (wt%)
Albita	(Na,Ca)Al(Si,Al)3O8	41-1480	7.4
Microclina	K(Si0.75Al0.25)4O8	77-0135	23.4
Cuarzo	SiO2	05-0490	47.3
Portlandita	Ca(OH)2	72-0156	2.2
Amorfo	--	--	19.7

Nota: Se detallan la concentración de fases en porcentaje del concreto modificado con 5% de vidrio molido.

TABLA XXXIII.

Composición elemental del CP para las áreas indicados en la Figura 15

Elemento químico	Área 1		Área 2	
	wt%	at%	wt%	at%
C (K)	13.4	21.05	15.4	23.41
O (K)	46.9	55.33	48.27	55.08
Na (K)	0.89	0.73	1.55	1.23
Mg (K)	0.43	0.33	0.32	0.24
Al (K)	12.45	8.71	4.99	3.38
Si (K)	8.77	5.89	17.05	11.08
S (K)	0.19	0.11	0.26	0.15
K (K)	0.98	0.47	1.78	0.83
Ca (K)	14.75	6.94	9.42	4.29
Fe (K)	1.25	0.42	0.95	0.31

Nota: Resultados de la composición elemental de la muestra CP después de un ajuste por el método de corrección sin estándar eZAF de los espectros EDS.

TABLA XXXIV.

Composición elemental de CP5VM para los puntos indicados en la Figura 16

Elemento químico	Punto 1		Punto 2		Área 3		Área 4	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C (K)	-	-	-	-	4.62	7.54	15.22	24.09
O (K)	51.31	65.3	51.46	65.46	49.94	61.23	45.12	53.61
Al (K)	-	-	-	-	0.34	0.24	3.54	2.5
Si (K)	47.6	34.51	47.4	34.34	44.13	30.82	9.09	6.15
Sn (L)	1.09	0.19	1.14	0.19	0.98	0.16	-	-
Na (K)	-	-	-	-	-	-	2.39	1.98

Mg (K)	-	-	-	-	-	-	0.34	0.27
S (K)	-	-	-	-	-	-	0.25	0.15
Cl (K)	-	-	-	-	-	-	0.13	0.07
K (K)	-	-	-	-	-	-	0.72	0.35
Ca (K)	-	-	-	-	-	-	22	10.44
Fe (K)	-	-	-	-	-	-	1.2	0.41

Nota: Resultados de la composición elemental de la muestra CP5VM para diferentes puntos indicados en la Figura 16 después de un ajuste por el método de corrección sin estándar eZAF de los espectros EDS.

ANEXO VII. Figuras.

Fig. 13. Micrografía de concreto patrón

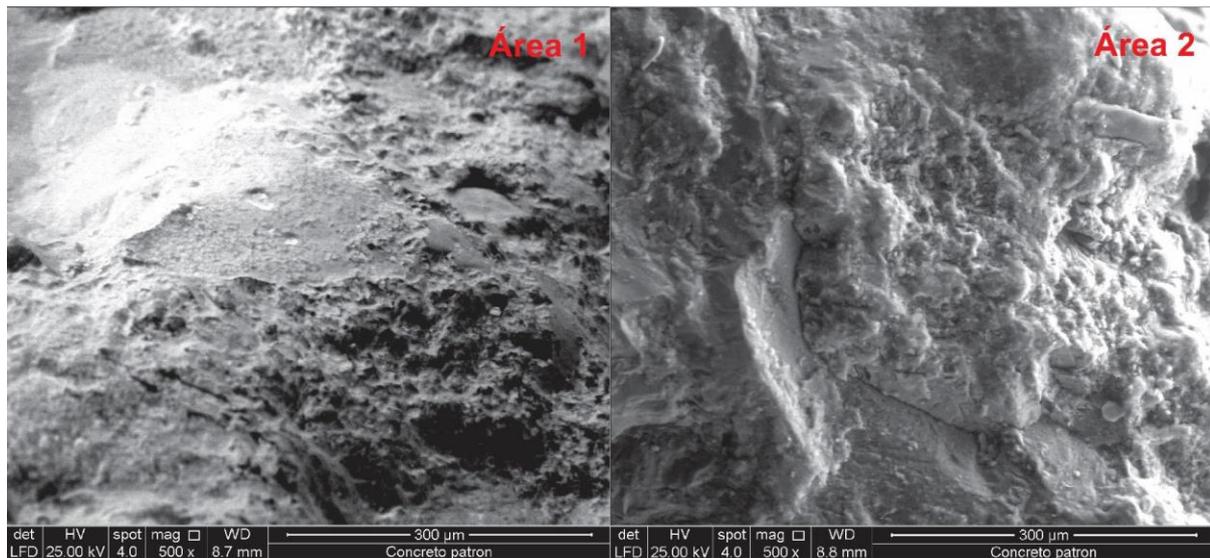


Fig. 13. Micrografía de la muestra Concreto patrón a una magnificación 500x en dos diferentes áreas. Señal de electrones secundarios.

Fig. 14. Espectro de EDS del área 1

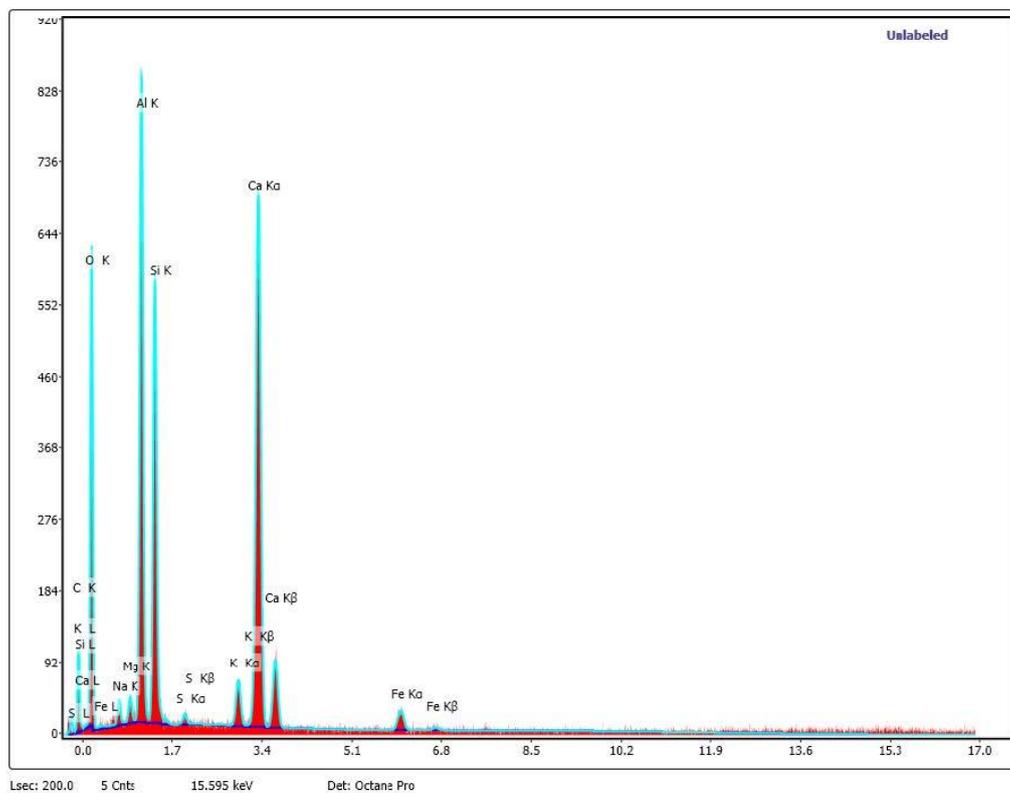


Fig. 14. Espectro de EDS correspondiente al Área 1 de la Figura 13 mostrando las bandas de emisión características de los elementos correspondientes a la Muestra.

Fig. 15. Micrografía de concreto con 5% de VM

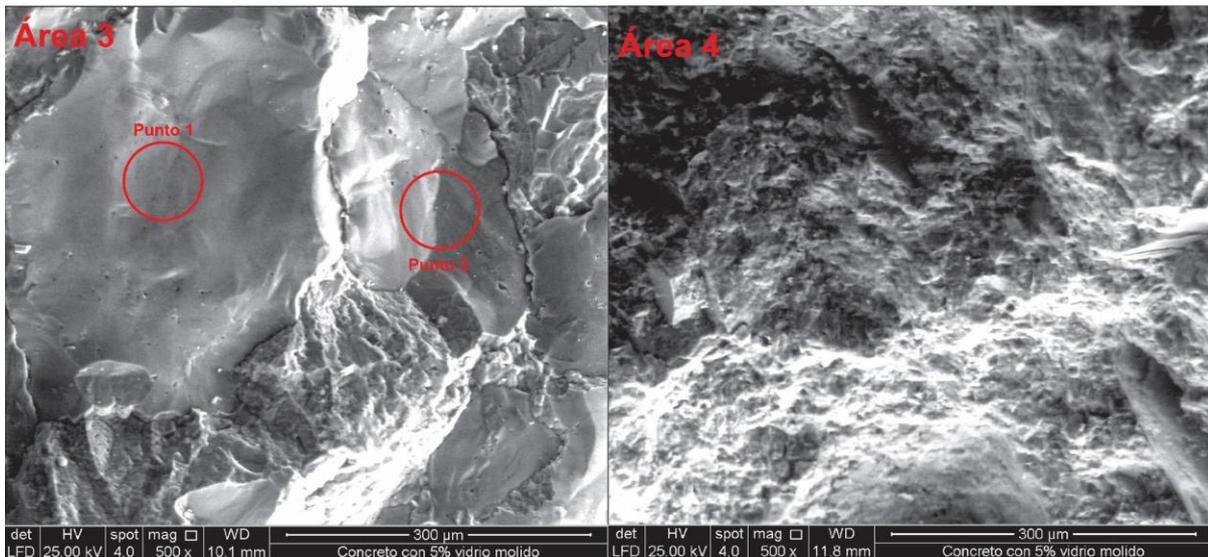


Fig. 15. Micrografía de la muestra Concreto con 5% de vidrio molido a una magnificación de 500x. Señal de electrones secundarios. Los círculos indican la posición en la que se midió la composición química.

Fig. 16. Espectro de EDS del área 4

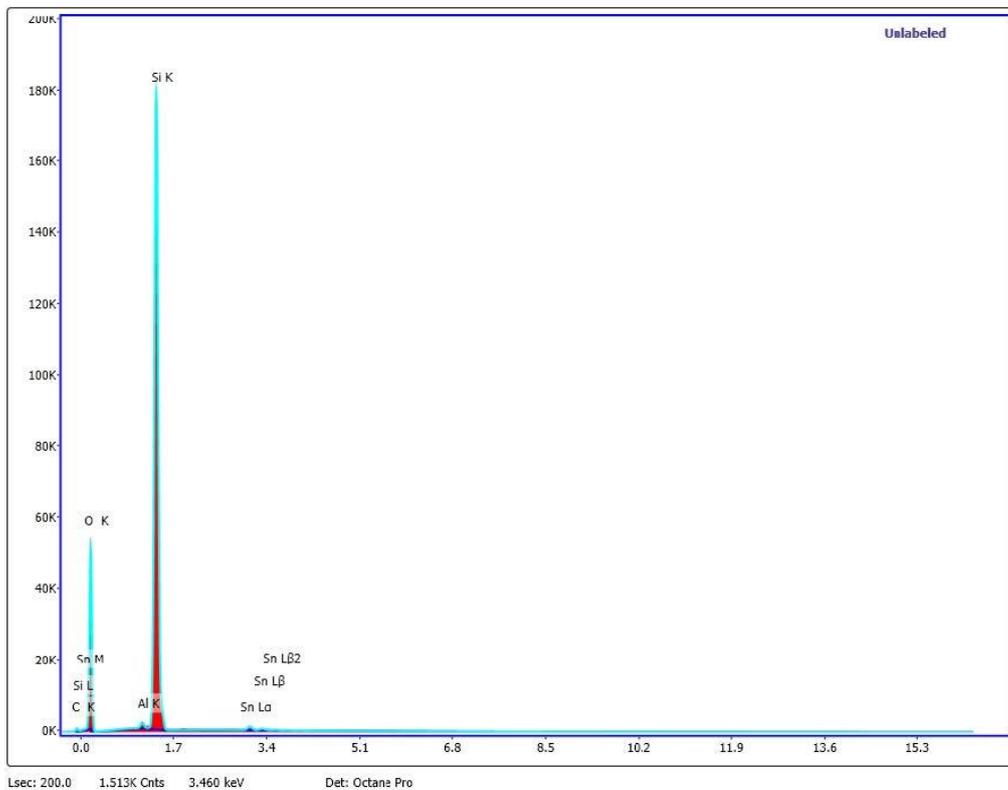


Fig. 16. Espectro de EDS correspondiente al Área 4 de la Figura 15 mostrando las bandas de emisión características de los elementos correspondientes a la muestra CP5VM.

ANEXO VIII. Informe de los ensayos realizados a los agregados.



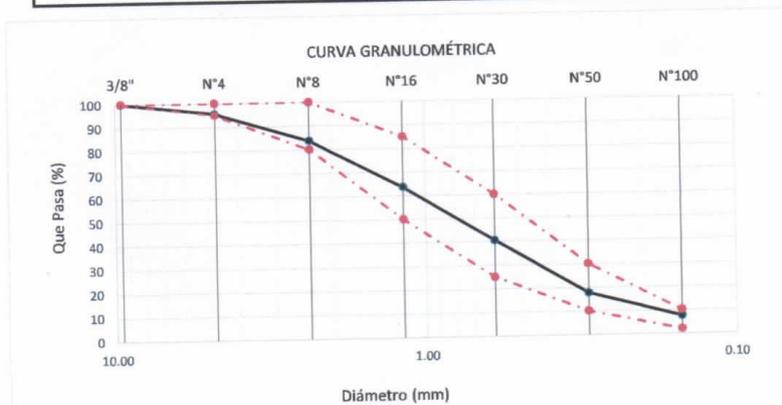
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
 Pimentel – Lambayeque
 R.U.C. 20480781334
 Email: lemswyc@eirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1110A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bances Carlos Eli
Proyecto : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
Inicio de Ensayo : Miércoles, 11 de octubre del 2023
Fin de Ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria-Pátapo

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado	
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	4.5	4.5	95.5	95 - 100
Nº 8	2.360	11.7	16.2	83.8	80 - 100
Nº 16	1.180	20.2	36.4	63.6	50 - 85
Nº 30	0.600	23.0	59.4	40.6	25 - 60
Nº 50	0.300	22.9	82.3	17.7	10 - 30
Nº 100	0.150	10.2	92.4	7.6	2 - 10
MÓDULO DE FINEZA					2.91



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancos Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto
 utilizando vidrio molido

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por
 unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total
 evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

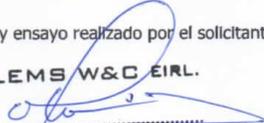
Muestra : Arena Gruesa

Cantera: La Victoria- Pátapo

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1547.58
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1523.25
Contenido de Humedad	(%)	1.60
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1641.91
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1616.09
Contenido de Humedad	(%)	1.60

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

INFORME

Solicitud de Ensayo : : **1110A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
Valdera Bancos Carlos Eli
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : : Miércoles, 11 de octubre del 2023
Inicio de ensayo : : Jueves, 12 de octubre del 2023
Fin de Ensayo : : Sábado, 14 de octubre del 2023

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

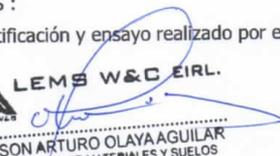
Muestra: Piedra Chancada

Muestra: Cantera Pacherras - Pacherras

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.623
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.460

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 **LEMS W&C** EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **LEMS W&C** EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246984

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
Valdera Bancos Carlos Eli
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
Inicio de Ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023
Fin de Ensayo : Sábado, 14 de octubre del 2023

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

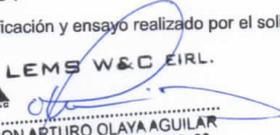
Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria-Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.528
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.608

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 **LEMS W&C** EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **LEMS W&C** EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 2469#4

Anexo V. Informe de diseño de mezclas del concreto



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20548865974
Email: servicios@lemswycair.com

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
Valdera Bancos Carlos Eli
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de vaciado : Sábado, 21 de octubre del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I-PACASMAYO
2.- Peso específico : 3120 kg/cm²

AGREGADOS :

Agregado fino :

- : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
- | | | |
|------------------------------------|---------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.534 | gr/cm ³ |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.575 | gr/cm ³ |
| 3.- Peso unitario suelto | 1523.25 | Kg/m ³ |
| 4.- Peso unitario compactado | 1616.09 | Kg/m ³ |
| 5.- % de absorción | 1.59 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 1.60 | % |
| 7.- Módulo de fineza | 2.91 | |

Agregado grueso :

- : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
- | | | |
|------------------------------------|---------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.665 | gr/cm ³ |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.704 | gr/cm ³ |
| 3.- Peso unitario suelto | 1400.14 | Kg/m ³ |
| 4.- Peso unitario compactado | 1533.78 | Kg/m ³ |
| 5.- % de absorción | 1.46 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 1.01 | % |
| 7.- Tamaño máximo | 1" | Pulg. |
| 8.- Tamaño máximo nominal | 3/4" | Pulg. |

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	4.5	95.5
Nº 08	11.7	83.8
Nº 16	20.2	63.6
Nº 30	23.0	40.6
Nº 50	22.9	17.7
Nº 100	10.2	7.6
Fondo	7.6	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	1.3	98.7
3/4"	15.3	83.3
1/2"	53.4	29.9
3/8"	19.9	10.0
Nº 04	9.8	0.1
Fondo	0.1	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246984

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancos Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Sábado, 21 de octubre del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 3/4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : Kg/m^3
 Resistencia promedio a los 7 días : Kg/cm^2
 Porcentaje promedio a los 7 días : %
 Factor cemento por M^3 de concreto : 10.0 bolsas/ m^3
 Relación agua cemento de diseño : 0.630

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	424	Kg/m^3	: Tipo I-PACASMAYO
Agua	267	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	761	Kg/m^3	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	856	Kg/m^3	: Piedra Chancada - Cantera Pacherres - Pacherres

Proporción en peso :

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.79	2.02	26.8	Lts/ pie^3

Proporción en volumen :

1.0	1.77	2.17	26.8	Lts/ pie^3
-----	------	------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 245904

ANEXO IX. Informe de los ensayos físicos aplicados al concreto fresco



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswycseirl.com

Solicitud de Ensayo : 1110A-23/ LEMS W&C
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancos Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	PATRON- f'c= 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	25.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

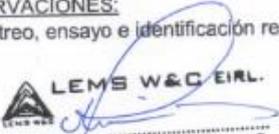
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancos Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto
 utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la
 temperatura de mezcla de hormigón.
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	M.P - f'c= 210 kg/cm2 + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	26.5
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm2 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28.0
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm2 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	29.5
DM-04	M.P - f'c= 210 kg/cm2 + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	31.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



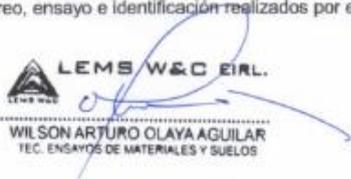
LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP- 246504

Solicitud de Ensayo : 1110A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
Valdera Bancas Carlos Eli
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
Fin de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaclado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	3 1/2	8.89
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	3 1/4	8.26
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	3	7.62
DM-04	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	2 4/5	7.11

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



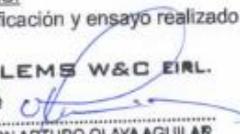
LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 244904

Solicitud de Ensayo : 1110A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bances Carlos Eli
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
Fin de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición
Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m³)
01	PATRÓN- f'c= 210 kg/cm2	210	21/10/2023	2353

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246964

Solicitud de Ensayo : 1110A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bances Carlos Eli
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
Fin de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
DM-01	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	2353
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	2349
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	2340
DM-04	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	2320

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246984

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bances Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.
 Referencia : NTP 339.080
 Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	PATRÓN- f'c= 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	1.9

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246904

Solicitud de Ensayo : 1110A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
Valdera Bancos Carlos Eli

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
Fin de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023

Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.
Referencia : NTP 339.080
Tipo de Medidor : Medidor "B"

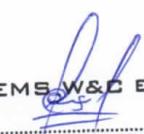
Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaclado (Días)	Contenido de aire (%)		
				Medido "B"	Medido "B"	Medido "B"
DM-01	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	12:00 p.m	Medido "B"	2.10
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	13:00 p.m	Medido "B"	2.25
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	14:00 p.m	Medido "B"	2.50
DM-04	M.P - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	14:00 p.m	Medido "B"	2.60

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246904

ANEXO X. Informe de los ensayos físicos realizados al vidrio molido



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycairl.com

Solicitud de Ensayo: 1110A-23/ LEMS W&C

Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
Valdera Bances Carlos Eli

Proyecto Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque

Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023

Inicio de ensayo : Miércoles, 11 de octubre del 2023

Fin de ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023

TÍTULO AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

ENSAYO ABSORCIÓN

NORMA DE REFERENCIA: N.T.P. 400.021

Muestra : Vidrio Molido

Proveniencia : Provincia de Chiclayo

I. DATOS

		F-2	F-3
1.- Masa del material superficialmente seco	(gr)	304.00	305.00
2.- Masa del material secado al horno	(gr)	295.00	294.00

II .- RESULTADOS

				PROMEDIO
1.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	3.05	3.74	3.40

Observaciones :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246954

INFORME

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancos Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de ensayo : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Fin de ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023

NORMA : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA : N.T.P. 334.005-2011

INSTRUMENTOS : Botella de Le Chatelier
 Termómetro digital
 Balanza digital

MATERIAL : Vidrio Molido

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.452
-----------------------------	-----------------------	-------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- El líquido utilizado es Kerosene.
- Se realizó ciclos de baño maría con agua regulada a temperatura de 20°C .
- La lectura inicial se tomó luego de estabilizar el volumen del líquido .



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
C/P: 246984

Solicitud de ensayo : **1706A-23/ LEMS W&C**

Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
Valdera Bances Carlos Eli

Proyecto : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023

Inicio de ensayo : Miércoles, 11 de octubre del 2023

Fin de ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023

Título : Método de ensayo. Ensayos físicos de la cal viva, cal hidratada y piedra caliza.

Ensayo : Densidad suelta aparente de la cal hidratada, cal viva pulverizada y piedra caliza.

Referencia : ASTM C 110-15
ASTM C-535 /N.T.P. 339.185

Material : Vidrio Molido

Densidad Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1138.33
Densidad Suelto Seco	(Kg/m ³)	1138.25
Contenido de Humedad	(%)	0.01

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicita



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANSEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 24894-1

Solicitud de ensayo : **1706A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
Valdera Bances Carlos Eli
Proyecto : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto
utilizando vidrio molido
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
Inicio de ensayo : Miércoles, 11 de octubre del 2023
Fin de ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023
Título : Método de ensayo. Ensayos físicos de la cal viva, cal hidratada y piedra caliza.
Ensayo : Densidad compactada aparente de la cal hidrata, cal viva pulverizada y piedra
caliza.
Referencia : ASTM C 110-15
ASTM C-535 /N.T.P. 339.185
Material : Vidrio Molido

Densidad de Consolidación Humedo	(Kg/m ³)	1517.20
Densidad de Consolidación Seca	(Kg/m ³)	1517.09
Contenido de Humedad	(%)	0.01

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 **LEMS W&C EIRL.**
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **LEMS W&C EIRL.**
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 246904

ANEXO XI. Informe de los ensayos mecánicos aplicados al concreto endurecido



Certificado INDECOPÍ N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
Valdera Bancos Carlos Eli
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.
Referencia : N.T.P. 339.034:2021

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f _c (Kg/Cm ²)
01	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	28/10/2023	7	34709	15.23	182	190.65
02	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	28/10/2023	7	34010	15.34	185	184.02
03	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	28/10/2023	7	32829	15.28	183	178.97
04	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	04/11/2023	14	41651	15.11	179	232.28
05	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	04/11/2023	14	40811	15.12	179	227.44
06	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	04/11/2023	14	39395	15.11	179	219.62
07	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	18/11/2023	28	46278	15.23	182	254.20
08	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	18/11/2023	28	45346	15.23	182	249.08
09	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	18/11/2023	28	43773	15.23	182	240.44

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246984

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancos Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2021

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	35139	15.23	182	193.01
02	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	33653	15.17	181	186.19
03	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	34397	15.20	181	189.62
04	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	42167	15.12	179	235.00
05	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	40384	15.11	179	225.36
06	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	41275	15.11	179	230.18
07	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	46852	15.22	182	257.52
08	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	44871	15.13	180	249.74
09	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	43822	15.17	181	242.38

D,P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

Certificado INDECOPIN°00137704 RNP Servicios 50608589

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Blancas Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2021

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f _c (Kg/Cm ²)
01	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	33250	15.22	182	182.76
02	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	32407	15.23	182	178.01
03	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	33975	15.22	182	186.68
04	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	39900	15.22	182	219.45
05	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	38888	15.22	182	213.75
06	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	40771	15.22	182	224.17
07	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	44333	15.10	179	247.56
08	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	43209	15.23	182	237.34
09	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	45301	15.16	181	250.88

 D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm²
OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 244584

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bances Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	28/10/2023	7	119130	152	303	1.85	16.79
02	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	28/10/2023	7	116740	153	302	1.81	16.39
03	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	28/10/2023	7	112680	153	302	1.55	15.85
04	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	04/11/2023	14	142960	151	301	2.00	20.41
05	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	04/11/2023	14	140080	151	302	1.95	19.92
06	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	04/11/2023	14	135220	151	302	1.89	19.23
07	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	18/11/2023	28	158840	152	303	2.19	22.35
08	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	18/11/2023	28	155650	152	302	2.16	21.98
09	Testigo - 210 kg/cm ²	210	21/10/2023	18/11/2023	28	150240	152	302	2.08	21.21

Donde:

D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm²
 P: Carga
 d: Diámetro
 l: Longitud
 T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancos Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido

Ubicación : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
01	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	138970	153	303	1.90	19.42
02	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	135620	153	303	1.87	19.02
03	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	137290	153	302	1.88	19.29
04	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	166770	151	301	2.33	23.80
05	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	162740	151	302	2.27	23.14
06	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	164750	151	302	2.30	23.47
07	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	185300	154	302	2.54	25.95
08	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	180820	153	303	2.49	25.36
09	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	183060	153	302	2.52	25.66

Donde:

D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm²
 P: Carga
 d: Diámetro
 l: Longitud
 T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elber
 Valdera Bances Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	137840	152	303	1.91	19.43
02	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	132010	152	302	1.83	18.71
03	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	134930	152	302	1.87	19.07
04	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	165410	151	302	2.31	23.52
05	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	158420	151	301	2.22	22.62
06	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	161910	151	302	2.26	23.07
07	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	183790	153	302	2.54	25.95
08	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	176020	151	301	2.47	25.14
09	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	171900	152	301	2.39	24.41

Donde:
 D,P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm²
 P: Carga
 d: Diámetro
 l: Longitud
 T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904

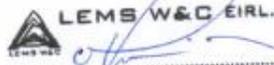
Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancas Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	130430	153	302	1.79	18.29
02	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	127120	152	302	1.76	17.95
03	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	133280	153	302	1.84	18.75
04	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	158520	152	302	2.17	22.11
05	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	152550	152	301	2.12	21.82
06	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	159830	152	302	2.22	22.63
07	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	173910	151	302	2.43	24.76
08	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	169500	153	301	2.34	23.89
09	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	177700	152	302	2.47	25.17

Donde:
 D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm²
 P: Carga
 d: Diámetro
 l: Longitud
 T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



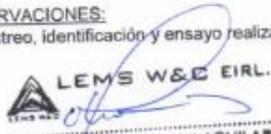
LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246504

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elíxer
 Valdera Bancas Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	121710	153	302	1.67	17.07
02	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	124560	152	302	1.72	17.59
03	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	28/10/2023	7	123140	153	302	1.70	17.33
04	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	146050	152	302	2.02	20.63
05	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	149480	152	301	2.08	21.18
06	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	04/11/2023	14	147760	152	302	2.05	20.91
07	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	162280	151	302	2.27	23.10
08	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	166080	153	301	2.30	23.41
09	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	210	21/10/2023	18/11/2023	28	164180	152	302	2.28	23.26

Donde:
 D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm²
 P: Carga
 d: Diámetro
 l: Longitud
 T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246964

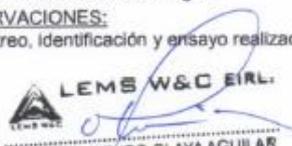
Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bances Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M ₁ (Mpa)	M ₂ (Kg/cm ²)
01	Testigo - 210 kg/cm ²	21/10/2023	28/10/2023	7	25530	450	150	150	0	3.40	34.71
02	Testigo - 210 kg/cm ²	21/10/2023	28/10/2023	7	25010	450	150	150	0	3.33	34.00
03	Testigo - 210 kg/cm ²	21/10/2023	28/10/2023	7	24150	450	150	150	0	3.22	32.83
04	Testigo - 210 kg/cm ²	21/10/2023	04/11/2023	14	30630	450	150	150	0	4.08	41.65
05	Testigo - 210 kg/cm ²	21/10/2023	04/11/2023	14	30020	450	150	150	0	4.00	40.82
06	Testigo - 210 kg/cm ²	21/10/2023	04/11/2023	14	28980	450	150	150	0	3.86	39.40
07	Testigo - 210 kg/cm ²	21/10/2023	18/11/2023	28	34040	450	150	150	0	4.54	46.28
08	Testigo - 210 kg/cm ²	21/10/2023	18/11/2023	28	33350	450	150	150	0	4.45	45.34
09	Testigo - 210 kg/cm ²	21/10/2023	18/11/2023	28	32200	450	150	150	0	4.29	43.78

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

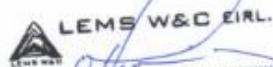
Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancas Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M. (Mpa)	M. (Kg/cm ²)
01	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	26060	450	150	150	0	3.47	35.43
02	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	25430	450	150	150	0	3.39	34.58
03	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	25740	450	150	150	0	3.43	35.00
04	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	31270	450	150	150	0	4.17	42.52
05	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	30510	450	150	150	0	4.07	41.48
06	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	30890	450	150	150	0	4.12	42.00
07	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	34740	450	150	150	0	4.63	47.23
08	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	33900	450	150	150	0	4.52	46.09
09	Testigo - 210 + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	34320	450	150	150	0	4.58	46.66

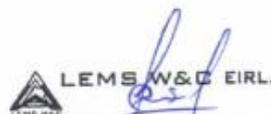
D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904

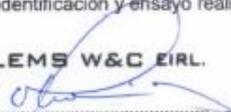
Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elíxer
 Valdera Bancos Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _c (Mpa)	M _f (Kg/cm ²)
01	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	25850	450	150	150	0	3.45	35.15
02	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	24750	450	150	150	0	3.30	33.65
03	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	25300	450	150	150	0	3.37	34.40
04	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	31010	450	150	150	0	4.13	42.16
05	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	29700	450	150	150	0	3.96	40.38
06	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	30360	450	150	150	0	4.05	41.28
07	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	34460	450	150	150	0	4.59	46.85
08	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	33000	450	150	150	0	4.40	44.87
09	Testigo - 210 + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	32230	450	150	150	0	4.30	43.82

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancas Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M ₁ (Mpa)	M ₂ (Kg/cm ²)
01	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	24460	450	150	150	0	3.26	33.26
02	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	23840	450	150	150	0	3.18	32.41
03	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	24990	450	150	150	0	3.33	33.98
04	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	29350	450	150	150	0	3.91	39.91
05	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	28600	450	150	150	0	3.81	38.89
06	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	29990	450	150	150	0	4.00	40.78
07	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	32610	450	150	150	0	4.35	44.34
08	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	31780	450	150	150	0	4.24	43.21
09	Testigo - 210 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	33320	450	150	150	0	4.44	45.30

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancos Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido

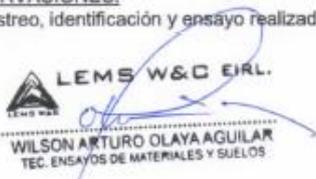
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M (Mpa)	M (Kg/cm ²)
01	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	22820	450	150	150	0	3.04	31.03
02	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	23360	450	150	150	0	3.11	31.76
03	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	23090	450	150	150	0	3.08	31.39
04	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	27380	450	150	150	0	3.65	37.23
05	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	28030	450	150	150	0	3.74	38.11
06	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	27710	450	150	150	0	3.69	37.68
07	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	30430	450	150	150	0	4.06	41.37
08	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	31140	450	150	150	0	4.15	42.34
09	Testigo - 210 + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	30780	450	150	150	0	4.10	41.85

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

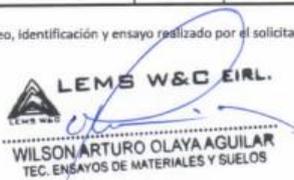



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 246964

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bances Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
PC - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	28/10/2023	7	190.58	76	13.23212	0.000356	206085.34	204773.12
PC - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	28/10/2023	7	186.25	75	12.92921	0.000347	207049.67	
PC - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	28/10/2023	7	180.97	72	12.56302	0.000347	201184.36	
PC - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	04/11/2023	14	228.10	91	15.67782	0.000366	239205.58	237036.03
PC - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	04/11/2023	14	223.50	89	15.36244	0.000357	240793.99	
PC - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	04/11/2023	14	215.74	86	14.83127	0.000359	231108.53	
PC - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	18/11/2023	28	253.44	101	17.40919	0.000368	264143.68	252322.20
PC - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	18/11/2023	28	247.68	99	15.16151	0.000388	248113.89	
PC - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	18/11/2023	28	239.72	96	16.46782	0.000375	244709.02	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancos Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469
 Diseño : Concreto f'c 210 kg/cm² + 5% de VIDRIO MOLIDO
 Material : Vidrio Molido_Reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_2 unitaria (ϵ_2 (S ₂))	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	194.53	78	13.50525	0.000356	210346.87	207904.19
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	189.33	76	13.14295	0.000356	204741.72	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	192.93	77	13.39408	0.000356	208623.98	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	232.82	93	16.00566	0.000366	244137.29	244634.29
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	227.20	91	15.61558	0.000359	243376.11	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	230.01	92	15.81062	0.000359	246389.48	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	258.69	103	17.76998	0.000375	264063.71	263256.43
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	251.78	101	17.33869	0.000365	264825.62	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 5% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	255.57	102	17.55434	0.000375	260879.96	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancos Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469
 Diseño : Concreto f'c 210 kg/cm² +10% de VIDRIO MOLIDO
 Material : Vidrio Molido_ Reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_c unitaria (ϵ_c (S ₂))	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	192.94	77	13.39599	0.000371	198914.86	196137.66
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	184.30	74	12.79510	0.000364	194001.93	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	189.61	76	13.16206	0.000371	195496.20	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	230.92	92	15.87286	0.000374	235869.63	227481.91
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	221.16	88	13.51165	0.000389	220853.76	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	226.04	90	13.81043	0.000389	225722.33	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	256.58	103	15.66652	0.000391	254743.85	238525.02
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	245.09	98	15.00300	0.000407	232640.72	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 10% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	239.99	96	14.65280	0.000406	228190.49	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bances Carlos Eli
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido
 Ubicación : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469
 Diseño : Concreto f'c 210 kg/cm2 + 15% de VIDRIO MOLIDO
 Material : Vidrio Molido_Reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_2 unitaria (ϵ_2 (S ₂))	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	182.57	73	11.26511	0.000411	171314.46	172225.91
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	177.48	71	10.95246	0.000404	169625.15	
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	187.29	75	11.55711	0.000411	175738.11	
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	218.51	87	13.34934	0.000415	203103.47	202863.93
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	212.97	85	13.01367	0.000415	197951.23	
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	223.28	89	13.64075	0.000415	207537.09	
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	242.79	97	13.34345	0.000455	206737.57	209754.18
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	236.01	94	14.45006	0.000428	211275.39	
PC - f'c= 210 kg/cm2 + 15% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	248.09	99	13.63208	0.000455	211249.58	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Delgado Idrogo Mario Elixer
 Valdera Bancos Carlos Eli

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Miércoles, 11 de octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : Sábado, 21 de octubre del 2023
 Fin de Ensayo : Sábado, 18 de noviembre del 2023

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469
 Diseño : Concreto f'c 210 kg/cm² + 20% de VIDRIO MOLIDO
 Material : Vidrio Molido_ Reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Dias)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_z unitaria (S_2)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	170.37	68	10.51435	0.000396	166750	168778.56
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	173.90	70	10.73266	0.000396	170208	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	28/10/2023	7	173.04	69	10.67964	0.000396	169378	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	203.90	82	12.45668	0.000408	193054	195635.83
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	208.68	83	12.75178	0.000406	198546	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	04/11/2023	14	206.29	83	12.60423	0.000408	195307	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	226.56	91	13.83446	0.000432	201171	204221.64
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	231.26	93	14.15885	0.000428	207030	
PC - f'c= 210 kg/cm ² + 20% VIDRIO MOLIDO	21/10/2023	18/11/2023	28	229.21	92	13.99665	0.000430	204464	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

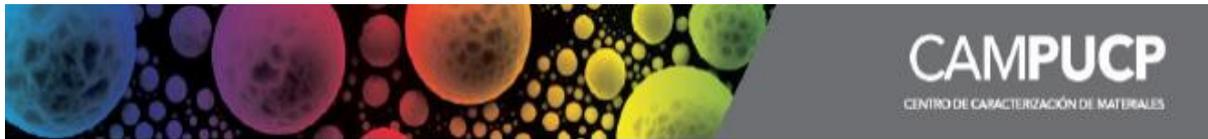


LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

ANEXO XII. Informe de las características microestructurales del concreto patrón y modificado con 5% de VM



CAM-NOV-058/2023

INFORME TÉCNICO

Número Total de Páginas: 10

SOLICITADO POR : CARLOS ELI VALDERA BANCES.
MUESTRAS : 02 Muestras.
REALIZADO POR : MSc. Miguel Piñeiro.
FECHA DE EMISIÓN: 18.12.2023.



I. INTRODUCCIÓN

A pedido del solicitante se realizó el análisis de las fases cristalinas mediante difracción de rayos X (XRD), así como el análisis morfológico y composicional mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) en conjunción con espectroscopía de rayos X dispersiva en energía (EDS). Las muestras son identificadas como:

- Concreto patrón
- Concreto con 5% de vidrio molido

Se brindaron dos lotes para cada muestra: una para XRD y otra para SEM-EDS (fragmento sólido). Según indicación del solicitante, ambas muestras están hechas a base de concreto. El presente informe contiene el procedimiento empleado para los análisis, así como los resultados correspondientes.

II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

DRX:

A partir de las muestras suministradas, el análisis de difracción de rayos X se realizó con el equipo DRX de marca Bruker modelo D8 Discover, con radiación de cobre ($\text{Cu}_{K\alpha} = 0.15418 \text{ nm}$), corriente de 40 mA y voltaje de aceleración de 40 kV, con un detector Lynxeye con selectividad de energías. Los difractogramas fueron obtenidos en un rango de ángulos (2θ) desde 15° hasta 85° en pasos de 0.02° . El tiempo por paso fue de 3 s.

Para calcular la composición de las fases cristalinas y la parte amorfa, se aplicó el método de Reference Intensity Ratio (RIR). La concentración mínima para este método es de 0.1 wt% (porcentaje por masa). La Figura 1 presenta una fotografía

del material utilizado para la medida dentro del portamuestras respectivo después de realizar un proceso de molienda de las mismas.



Figura 1. Muestras preparadas para el análisis de difracción de rayos x sobre el respectivo portamuestras.

SEM:

Las medidas fueron realizadas con un microscopio electrónico de barrido (SEM) de marca FEI modelo Quanta 650, para lo cual se utilizó un voltaje de aceleración de 20 kV y un tamaño de punto de 4 para las imágenes. Mientras que para la composición se utilizó 20 kV y un tamaño de punto de 7. Se midió un área con una magnificación de 500x. Las medidas de espectroscopía de rayos X dispersiva en energía (EDS) fueron realizadas con un detector de marca EDAX, montado en el microscopio electrónico. El procesamiento de los datos y la determinación de la composición elemental se realizó con el software EDAX TEAM.

Con respecto a la preparación de la muestra, se tomó una fracción del material brindado a un poste de aluminio para microscopía electrónica con cinta adhesiva conductiva de carbono y asegurándolo con cinta de cobre en el borde. Con la finalidad de evitar acumulación de carga superficial en la muestra y permitir medidas sin necesidad de recubrir la muestra con oro. Las medidas fueron hechas en un régimen de bajo vacío. Esto fue realizado para prevenir sesgos innecesarios en las medidas de EDS.

III. RESULTADOS

DRX:

La **Figura 2** presenta el difractograma de ambas muestras, así como los resultados de la identificación de las fases cristalinas. La **Tabla 1** y **Tabla 2** presentan las concentraciones de las fases cristalinas observadas, así como de la fase amorfa de ambas muestras, determinadas por el método RIR.

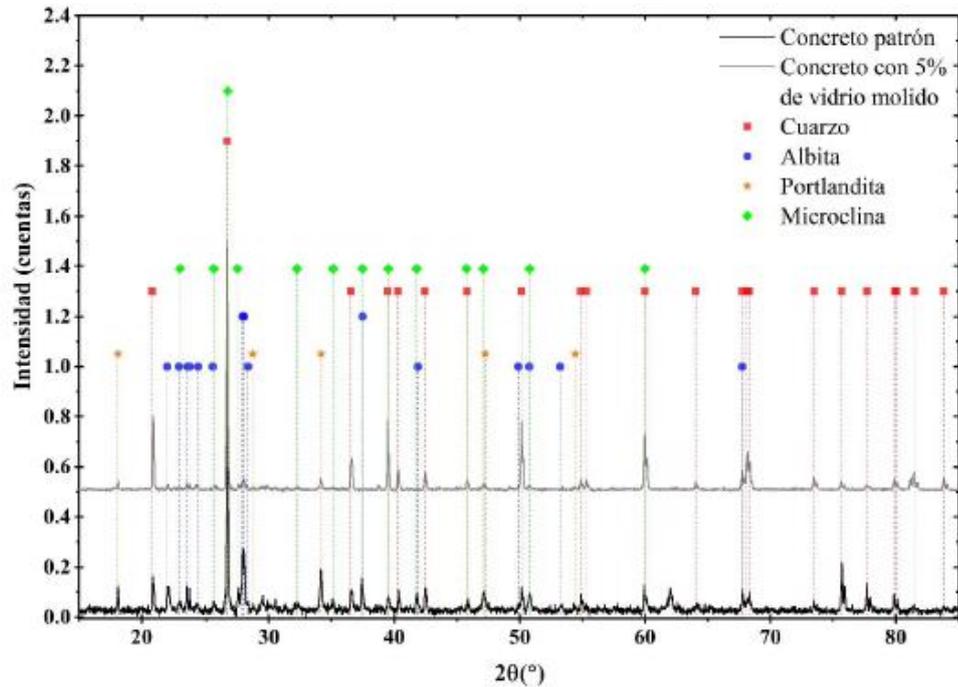


Figura 2. Difractograma de rayos X de ambas muestras. Las fases cristalinas observadas son indicadas en la leyenda.

Tabla 1. Concentración de las fases cristalinas de la muestra Concreto patrón obtenidas por el método de RIR.

Fase	Fórmula	Según # de la base de datos	Concentración (wt%)
Albita	$(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})_3\text{O}_8$	41-1480	24.7
Microclina	$\text{K}(\text{Si}_{0.75}\text{Al}_{0.25})_4\text{O}_8$	77-0135	21.5
Cuarzo	SiO_2	05-0490	18.9
Portlandita	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	72-0156	4.5
Amorfo	--	--	30.4

Tabla 2. Concentración de las fases cristalinas de la muestra Concreto con 5% de vidrio molido obtenidas por el método de RIR.

Fase	Fórmula	Según # de la base de datos	Concentración (wt%)
Albita	(Na,Ca)Al(Si,Al)3O8	41-1480	7.4
Microclina	K(Si0.75Al0.25)4O8	77-0135	23.4
Cuarzo	SiO2	05-0490	47.3
Portlandita	Ca(OH)2	72-0156	2.2
Amorfo	--	--	19.7

SEM:

En las **Figuras 3 y 5** se muestran imágenes micrográficas de diferentes regiones de la muestra, a 500X de magnificación, con regiones de interés señaladas mediante círculos rojos. La composición elemental fue medida para las diferentes regiones señaladas mediante EDS, y los resultados se pueden apreciar en la **Tabla 3 y 4**. Las concentraciones de cada elemento se expresan en porcentaje por masa (wt%) y porcentaje atómico (at%). El margen de error para EDS es típicamente del orden de ± 1 at% aproximadamente, por lo cual los resultados son mayormente cualitativos para los elementos con concentraciones muy bajas (≤ 1 at%). En las **Figuras 4 y 6** se muestran algunos espectros de EDS para cada una de las regiones señaladas, a fin de verificar la calidad del ajuste.

En la **Figura 5** puede apreciarse una vista de dos áreas de la muestra Concreto con 5% de vidrio molido, siendo visibles regiones de material de origen mineral (**Punto 1 y Punto 2**). Esto es consistente con la descripción brindada de la muestra, de Concreto con 5% de vidrio. Las medidas de EDS del **Área 1** de la muestra Concreto patrón y **Área 4** para la muestra Concreto con 5% de vidrio molido revelan composiciones algo similares, con altos contenidos de oxígeno, silicio, y calcio. Además, los **Puntos 1 y 2** presentan una mayor cantidad de silicio dentro de su composición. Esto puede deberse a la presencia de vidrio molido distribuidos en diversas partes de la muestra, y no sólo debido al mismo concreto. Esto es consistente con la descripción brindada por el solicitante.

Con la finalidad de determinar con mejor exactitud la composición de ambas muestras, se optó por medir EDS en diferentes puntos. Los elementos observados son consistentes con los resultados de XRD.

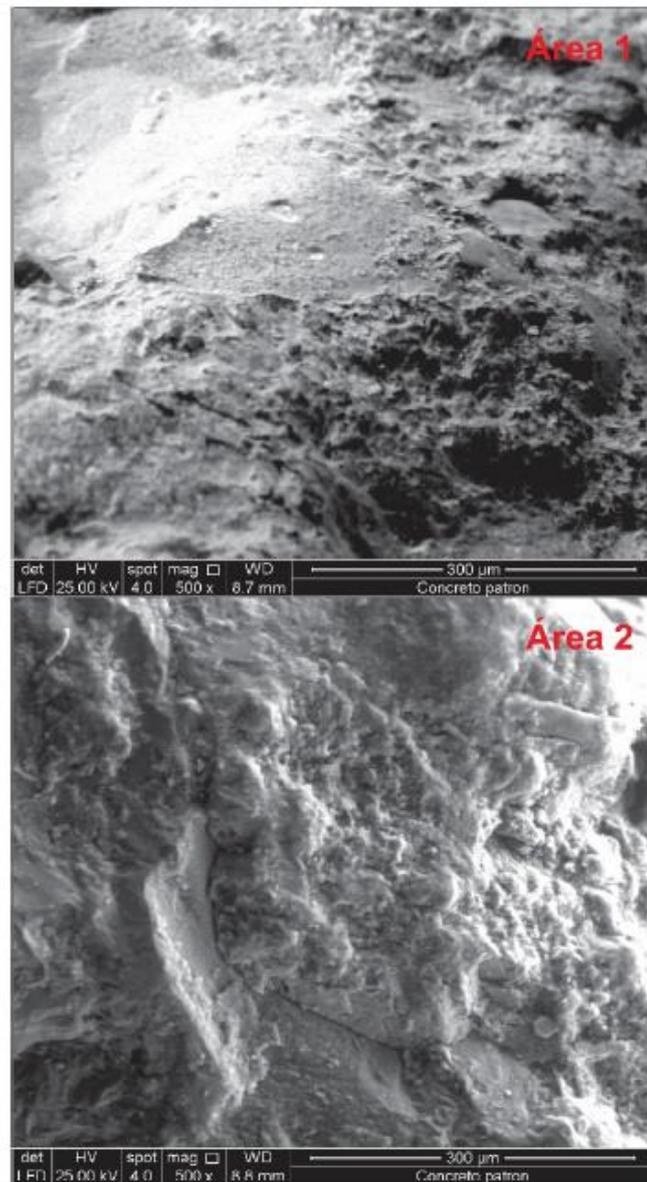


Figura 3. Micrografía de la muestra Concreto patrón a una magnificación 500x en dos diferentes áreas. Señal de electrones secundarios.

Tabla 3. Resultados de la composición elemental de la muestra Concreto patrón para diferentes áreas indicados en la Figura 3 después de un ajuste por el método de corrección sin estándar eZAF de los espectros EDS.

Elemento químico	Área 1		Área 2	
	wt%	at%	wt%	at%
C (K)	13.4	21.05	15.4	23.41
O (K)	46.9	55.33	48.27	55.08
Na (K)	0.89	0.73	1.55	1.23
Mg (K)	0.43	0.33	0.32	0.24
Al (K)	12.45	8.71	4.99	3.38
Si (K)	8.77	5.89	17.05	11.08
S (K)	0.19	0.11	0.26	0.15
K (K)	0.98	0.47	1.78	0.83
Ca (K)	14.75	6.94	9.42	4.29
Fe (K)	1.25	0.42	0.95	0.31

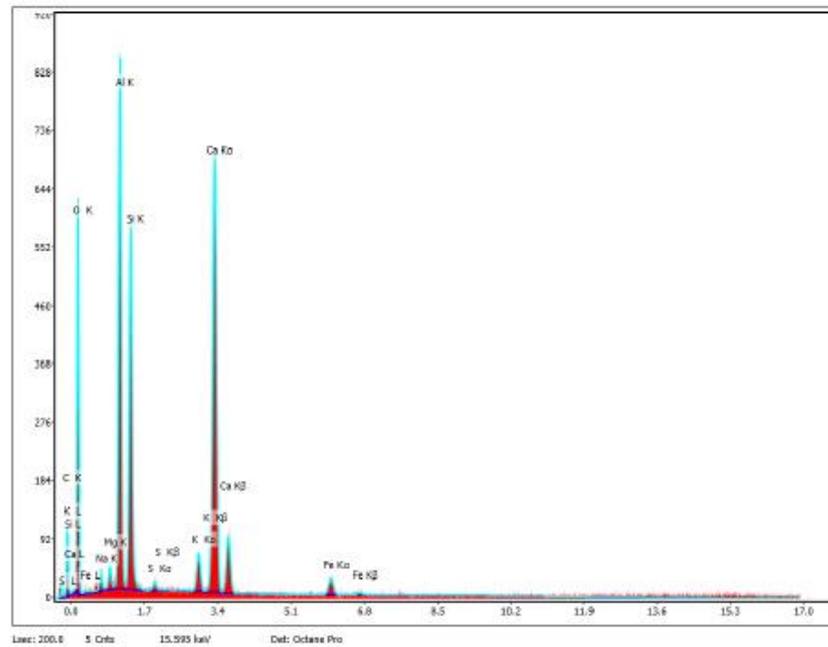


Figura 4. Espectro de EDS correspondiente al Área 1 de la Figura 3 mostrando las bandas de emisión características de los elementos correspondientes a la Muestra.

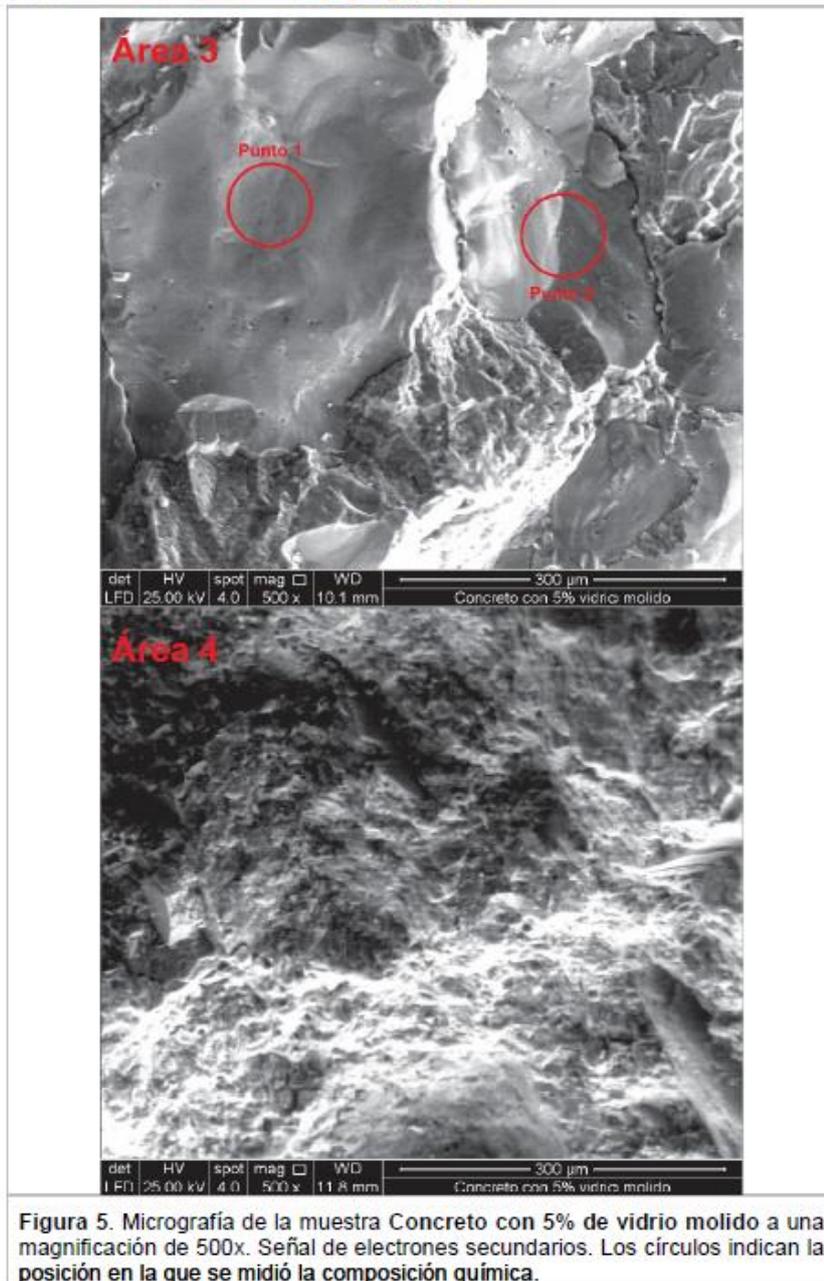


Tabla 4. Resultados de la composición elemental de la muestra Concreto con 5% de fibra de vidrio para diferentes puntos indicados en la Figura 5 después de un ajuste por el método de corrección sin estándar eZAF de los espectros EDS.

Elemento químico	Punto 1		Punto 2		Área 3		Área 4	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C (K)	-	-	-	-	4.62	7.54	15.22	24.09
O (K)	51.31	65.3	51.46	65.46	49.94	61.23	45.12	53.61
Al (K)	-	-	-	-	0.34	0.24	3.54	2.5
Si (K)	47.6	34.51	47.4	34.34	44.13	30.82	9.09	6.15
Sn (L)	1.09	0.19	1.14	0.19	0.98	0.16	-	-
Na (K)	-	-	-	-	-	-	2.39	1.98
Mg (K)	-	-	-	-	-	-	0.34	0.27
S (K)	-	-	-	-	-	-	0.25	0.15
Cl (K)	-	-	-	-	-	-	0.13	0.07
K (K)	-	-	-	-	-	-	0.72	0.35
Ca (K)	-	-	-	-	-	-	22	10.44
Fe (K)	-	-	-	-	-	-	1.2	0.41

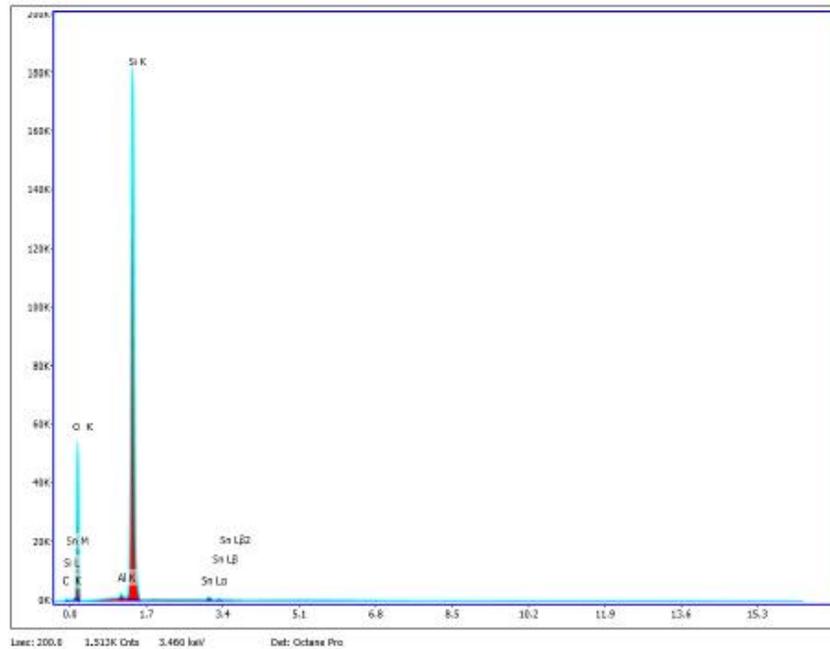


Figura 6. Espectro de EDS correspondiente al Área 4 de la Figura 5 mostrando las bandas de emisión características de los elementos correspondientes a la muestra Concreto con 5% de vidrio molido.

IV. CONCLUSIONES

Las muestras se analizaron mediante XRD y SEM-EDS. Como resultado de los análisis se observó que la muestra contiene principalmente silicatos, calcio y óxidos de silicio, además de una fase amorfa que no es posible identificar con XRD. Con el análisis de EDS se encontró un elevado contenido de oxígeno, calcio, aluminio y silicio, así como diversos elementos en menor cantidad.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Centro de Caracterización de Materiales

Jorge Andrés Guerra Torres
Dr. Jorge Andrés Guerra Torres
Jefe



ANEXO XIII. Informe de Calibración de los Equipos



PERUTEST S.A.C.

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	PRENSA MULTIUSOS	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	FORNEY	
Modelo	7691F	
Número de Serie	2491	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	OHAUS	
Modelo	DEFENDER 300	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0.1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofé 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perufest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27.8 °C	27.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_I (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	500.6	499.3	499.3	499.7
20	1000	1002.0	1000.2	1000.6	1000.8
30	1500	1501.6	1499.9	1500.7	1500.6
40	2000	2003.1	2001.9	2004.8	2003.3
50	2500	2501.4	2499.5	2500.4	2500.5
60	3000	3001.9	2999.4	3000.4	3000.4
70	3500	3502.1	3499.7	3501.7	3500.8
80	4000	4002.3	4000.0	4001.0	4000.8
90	4500	4502.8	4500.2	4501.2	4501.1
100	5000	5003.7	5000.4	5001.4	5001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
500	0.07	0.26	-0.02	0.02	0.36
1000	-0.08	0.18	-0.03	0.01	0.35
1500	-0.04	0.11	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.17	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.02	0.08	-0.04	0.00	0.34
3000	-0.01	0.08	-0.01	0.00	0.34
3500	-0.02	0.07	0.01	0.00	0.34
4000	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
4500	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
5000	-0.03	0.07	0.02	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC





PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	4686-2023	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p>
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.	
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	2000 kN	
Marca	A Y A INSTRUMENT	<p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
Modelo	STYE-2000B	
Número de Serie	131214	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	MC	
Modelo	STYLE-2000B	
Número de Serie	131214	
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-09-02	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-09-02


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 de INACAL - DM

7. Lugar de calibración

En el laboratorio del cliente
Laboratorio de Materiales de LEMS W & C E.I.R.L.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,0 °C	26,0 °C
Humedad Relativa	58 % HR	58 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 093-23 (B)
ELICROM	TERMÖHIGROMETRO DIGITAL BOECO	CCP-0102-001-23

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📱 PERUTEST SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	F_i (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100	100.8	101.1	100.9	101.0
20	200	201.0	201.4	201.1	201.3
30	300	301.6	301.6	301.5	301.5
40	400	400.8	400.8	400.7	400.8
50	500	501.7	500.7	501.6	501.2
60	600	600.5	600.0	600.4	600.2
70	700	700.7	700.7	700.5	700.7
80	800	799.6	790.9	799.3	795.2
90	900	899.8	900.5	899.6	900.1
100	1000	1001.6	1000.3	1001.3	1000.8
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	-0.97	0.29	0.00	0.10	0.60
200	-0.62	0.19	0.00	0.05	0.58
300	-0.51	0.03	0.00	0.03	0.58
400	-0.20	0.04	0.00	0.03	0.58
500	-0.23	0.21	0.00	0.02	0.59
600	-0.04	0.07	0.00	0.02	0.58
700	-0.09	0.03	0.00	0.01	0.57
800	0.60	1.10	0.00	0.01	0.85
900	-0.01	0.11	0.00	0.01	0.58
1000	-0.08	0.13	0.00	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 015 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	2605-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Alcance de indicación	0 mm a 12.70 mm	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de Escaia / Resolución	0.001 mm	
Marca	SHAHE	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2023-05-16	

Fecha de Emisión

2023-05-16

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 015 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones de laboratorio de longitud de PERUTEST S.A.C.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN	LLA-029-2023
ELICROM	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	CCP-0102-001-23

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Serie grabado en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.
- El instrumento se utiliza en el equipo COMPRESOMETRO-EXTENSOMETRO



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 015 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μ m)
1.00	1.001	-0.001
2.00	2.009	-0.009
3.00	3.001	-0.001
4.00	4.008	-0.008
5.00	5.008	-0.008
6.00	6.007	-0.007
7.00	7.004	-0.004
8.00	8.003	-0.003
9.00	9.005	-0.005
10.00	10.010	-0.010

Alcance del error de indicación (f_e) : 0 mm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 2 \mu$ m para (k=2)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μ m)
10.00	10.005	-0.005
	10.004	-0.004
	10.004	-0.004
	10.006	-0.006
	10.005	-0.005

Error de Repetibilidad (f_w) : 0 mm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 2 \mu$ m para (k=2)

Nota 1.- 1 mils es equivalente a 25,4 μ m.



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad Máxima	30000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336460679	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



913 028 621 / 913 028 622
913 028 623 / 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
PESATEC	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	1159-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (***) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

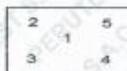
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA.	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	15,000	600	-100	30,000	200	300	
2	15,000	500	0	30,000	500	0	
3	15,001	700	800	30,000	500	0	
4	15,000	500	0	29,999	200	-700	
5	15,000	600	-100	30,000	500	0	
6	15,000	500	0	30,001	700	800	
7	15,000	500	0	30,000	500	0	
8	15,000	200	300	30,000	800	-300	
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800	
10	15,000	500	0	30,000	500	0	
Diferencia Máxima			1,600	Diferencia Máxima			1,600
Error Máximo Permissible			± 3,000	Error Máximo Permissible			± 3,000

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	10 g	10	500	0	10,000	10,001	800	700	700
2		10	400	100		10,000	500	0	-100
3		10	500	0		10,000	400	100	100
4		10	400	100		9,999	200	-700	-800
5		10	500	0		10,000	500	0	0
Error máximo permisible									± 3,000

* Valor entre 0 y 10e



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
 Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
 I: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.0000000237 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 \text{ R}$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	2000 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	AMPUT
Modelo	457
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA

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

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

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

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

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

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



913 028 621 / 913 028 622
913 028 623 / 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lofé 50B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0	
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7	
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2	
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3	
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0	
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1	
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7	
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1	
Diferencia Máxima			8	Diferencia Máxima			8
Error Máximo Permissible			200	Error Máximo Permissible			300

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0.10	0.10	5	0	1000.00	1000.00	5	0	0	
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6	
3		0.10	6	-1		1000.00	6	-1	0	
4		0.10	5	0		1000.00	5	0	0	
5		0.10	6	-1		1000.01	8	7	8	
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible					200

- 913 028 621 / 913 028 622
- 913 028 623 / 913 028 624
- www.perutest.com.pe

- Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
- ventas@perutest.com.pe
- PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{ (0.000028 \text{ g}^2 + 0.00000000001 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

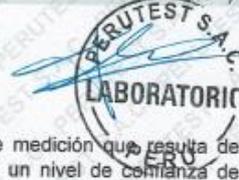
$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.000026 R$$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	200 kg
División de escala (d)	0.05 kg
Div. de verificación (e)	0.05 kg
Clase de exactitud	III
Marca	OPALUX
Modelo	N.I
Número de Serie	N.I
Capacidad mínima	1.0 kg
Procedencia	CHINA
Identificación	LM-0112
5. Fecha de Calibración	2023-03-01

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutesi.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4	26.4
Humedad Relativa	51%	51%

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
TOTAL WEIGHT	JUEGO DE PESAS DE 20 KG (Clase de Exactitud: M2)	CM-4187-2022
PESATEC	PESA 10 KG (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	26.4	26.4

Medición N°	Carga L1 = 100.00 kg			Carga L2 = 200.00 kg		
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	100.00	20	5	200.05	30	45
2	100.05	10	65	200.05	35	40
3	100.05	10	65	200.05	30	45
4	100.00	20	5	200.05	20	55
5	100.00	25	0	200.00	15	10
6	100.05	15	60	200.00	20	5
7	100.05	20	55	200.05	30	45
8	100.00	15	10	200.05	35	40
9	100.00	30	-5	200.05	35	40
10	100.00	30	-5	200.05	35	40
	Diferencia Máxima		70	Diferencia Máxima		50
	Error Máximo Permisible		150.0	Error Máximo Permisible		150.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
3	4
1	

Posición de
las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.1	21.2

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0.50	0.50	20	5	70.00	70.00	30	-5	-10
2		0.50	20	5		70.00	25	0	-5
3		0.50	25	0		70.00	30	-5	-5
4		0.50	20	5		70.00	30	-5	-10
5		0.50	25	0		70.00	25	0	0
	Error máximo permisible								100.0

* Valor entre 0 y 10e



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
 Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.7 °C	26.7 °C

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± g)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.50	0.50	20	5						
1.00	1.00	25	0	-5	1.00	20	5	0	50
5.00	5.00	20	5	0	5.00	25	0	-5	50
10.00	10.00	20	5	0	10.00	30	-5	-10	50
20.00	20.00	30	-5	-10	20.00	20	5	0	50
50.00	50.00	35	-10	-15	50.00	15	10	5	100
80.00	80.00	30	-5	-10	80.00	20	5	0	100
100.00	100.00	30	-5	-10	100.05	35	40	35	150
140.00	140.00	20	5	0	140.05	40	35	30	150
160.00	160.05	40	35	30	160.05	35	40	35	150
200.00	200.05	35	40	35	200.05	35	40	35	150

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
 I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
 E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
 E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.001560 \text{ kg}^2 + 0.00000000458 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

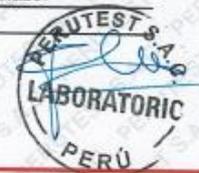
$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0001233 R$$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 ⓘ PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT- LP - 061 - 2023

Página 1 de 3

1. Expediente	2605-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento de Medición	OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Volumen	7,1 l	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	34-3265	
Número de Serie	H190611	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de Indicación	Análogo	
Alcance de indicación	100% a 0% (Contenido de aire) 0 a 15 psi	
5. Fecha de Calibración	2023-05-16	

Fecha de Emisión

2023-05-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSÉ ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📌 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT- LP - 061 - 2023

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en la norma ASTM C 231-04 "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method" y el documento INDECOPI/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros de deformación elástica".

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Presión de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23 °C	23 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	Manómetro Digital con Incertidumbre 0.15	LFP-018-2023
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT- LP - 061 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 3 de 3

10. Resultados de Medición

Medidor de Aire tipo Bourdon					
Indicación A Calibrar (psi)	Indicación Manómetro Patrón		Error		
	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	de Indicación		de Histeresis (psi)
			Ascendente (psi)	Descendente (psi)	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	5.1	5.1	-0.1	0.0	0.0
10	10.1	10.1	-0.1	-0.3	-0.2
15	15.1	14.8	-0.2	-0.3	-0.1

Ensayo de Contenido de Aire (%)					
% De Aire	Indicación del Manómetro			Promedio	Error (%)
5.0	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00
10.0	10.20	10.00	10.00	10.07	0.07
15.0	15.20	15.20	15.20	15.20	0.20
20.0	20.30	20.20	20.20	20.23	0.23
30.0	30.30	30.30	30.30	30.30	0.30
50.0	50.35	50.35	50.35	50.35	0.35
100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
Error Máximo Permitido (EMP)					1.0 (%)

Nota 1.- El punto inicial se determinó en 100%, para obtener el cero.

11. Observaciones

- (*) Serie grabado en el instrumento.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La densidad en el lugar de calibración es de 1.184 kg/m³



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL. LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H76
Número de Serie	0176
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

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

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

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

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

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión 2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT	Termometro de Indicacion digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022

10. Observaciones

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



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

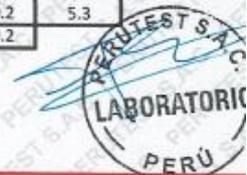
Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.9	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	22.0
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	24.3
Estabilidad Medida (±)	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	24.3

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

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

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

Incetidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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

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

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

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

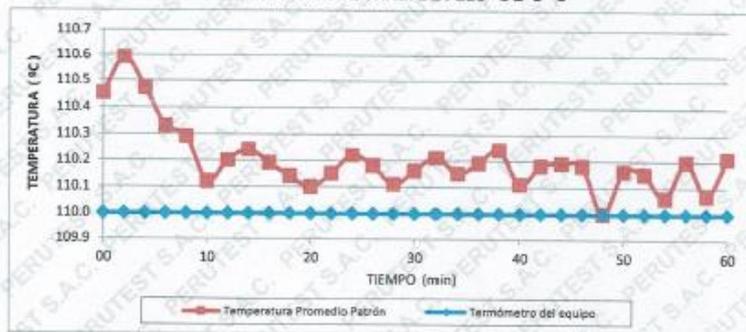
📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

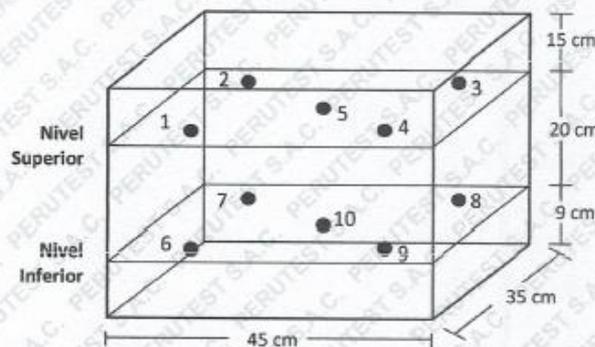
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

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

Fin del documento





PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	HORNO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Alcance Máximo	300 °C	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H225	
Número de Serie	0120	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

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

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

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3 °C	26.3 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT	Termometro de indicacion digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perufest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	112.4	109.7	112.3	111.0	109.0	109.7	109.2	6.6
02	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	113.0	109.7	111.9	109.7	108.6	109.7	109.1	7.2
04	110.0	105.8	106.9	105.8	109.6	112.6	109.6	112.4	111.3	108.6	109.6	109.2	6.8
06	110.0	105.5	107.0	105.5	109.7	112.6	109.7	112.5	110.5	108.6	109.7	109.1	7.1
08	110.0	105.7	107.1	105.7	109.7	112.4	109.7	112.4	111.0	109.0	109.7	109.2	6.7
10	110.0	105.6	107.0	105.7	109.6	113.0	109.6	112.3	109.7	108.6	109.6	109.1	7.4
12	110.0	105.5	107.1	105.5	109.7	112.6	109.7	112.4	111.0	108.6	109.7	109.2	7.1
14	110.0	105.5	106.9	105.5	109.7	112.6	109.7	112.7	109.7	109.0	109.7	109.1	7.2
16	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.4	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.3	6.4
18	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.6	110.5	109.0	109.7	109.4	6.7
20	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	109.7	109.3	6.4
22	110.0	106.1	107.1	106.1	109.6	112.6	109.6	112.7	110.5	108.6	109.6	109.2	6.6
24	110.0	106.2	106.9	106.2	109.7	112.6	109.7	112.6	111.0	108.6	109.7	109.3	6.4
26	110.0	106.5	107.0	106.5	109.7	112.4	109.7	112.3	109.7	108.6	109.7	109.2	5.9
28	110.0	106.3	106.9	106.3	109.6	113.0	109.6	112.6	111.3	108.6	109.6	109.4	6.7
30	110.0	106.4	107.0	106.4	109.7	112.4	109.7	112.5	110.5	109.0	109.7	109.3	6.1
32	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	108.6	109.7	109.4	6.5
34	110.0	106.3	107.0	106.3	109.6	112.6	109.6	112.6	109.7	109.0	109.6	109.2	6.3
36	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	109.7	109.3	6.4
38	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.3	6.7
40	110.0	106.4	106.9	106.4	109.6	112.6	109.6	112.4	111.0	109.0	109.6	109.3	6.2
42	110.0	105.9	107.0	105.9	109.7	112.4	109.7	112.8	109.7	108.6	109.7	109.1	6.9
44	110.0	106.7	107.0	106.7	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	108.6	109.7	109.5	6.3
46	110.0	106.7	107.1	106.7	109.6	112.6	109.6	112.7	109.7	108.6	109.6	109.3	6.0
48	110.0	106.6	107.1	106.6	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	109.0	109.7	109.5	6.0
50	110.0	106.3	106.9	106.3	109.7	112.4	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.2	6.1
52	110.0	106.4	107.0	106.4	109.6	113.0	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.4	6.6
54	110.0	106.2	107.1	106.2	109.6	112.6	109.6	112.7	111.0	108.6	109.6	109.3	6.5
56	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	112.6	109.7	112.6	109.7	108.6	109.7	109.2	6.2
58	110.0	106.3	106.9	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	111.3	109.0	109.7	109.4	6.7
60	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.6	109.6	112.4	110.5	108.6	109.6	109.2	6.7
T.PROM	110.0	106.1	107.0	106.1	109.7	112.7	109.7	112.5	110.6	108.7	109.7	109.3	
T.MAX	110.0	106.7	107.1	106.7	109.7	113.0	109.7	112.8	111.3	109.0	109.7		
T.MIN	110.0	105.5	106.9	105.5	109.6	112.4	109.6	111.9	109.7	108.6	109.6		
DTT	0.0	1.2	0.2	1.2	0.1	0.6	0.1	0.9	1.6	0.4	0.1		



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.0	22.0
Mínima Temperatura Medida	105.5	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6.5	23.4
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	7.4	23.4

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

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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

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

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

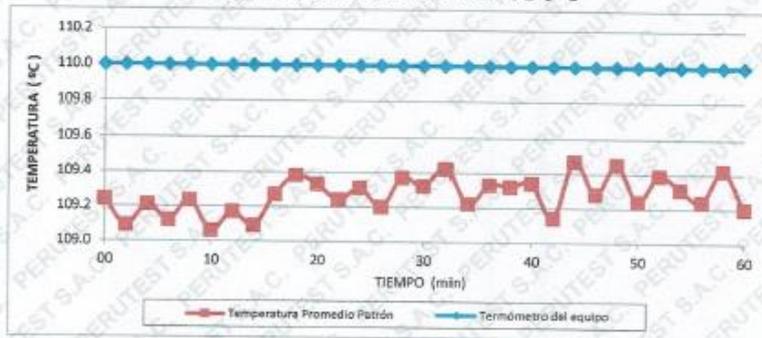
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



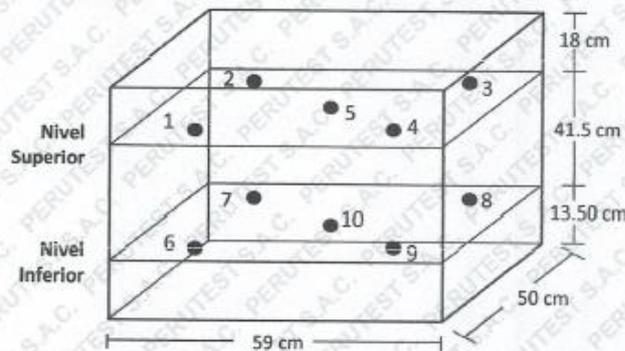
☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.



12. Incertidumbre

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

Fin del documento

ANEXO XIV. Informe de los juicios de expertos

JUEZ 01: Colegiatura N° 286214

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos Generales

Apellidos y Nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
VILLENA VILLANUEVA JAMES ANTHONY	INGENIERO CIVIL INDEPENDIENTE	ENSAYOS DE: COMPRESIÓN, FLEXIÓN, TRACCIÓN Y MÓDULO ELÁSTICO	DELGADO IDROGO MARIO ELIXER VALDERA BANCES CARLOS ELI
Título de la Investigación:			
Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Concreto Utilizando Vidrio Molido			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Módulo Elástico	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	F'c=210kg/cm²								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción		X	X		X		X	
4	Módulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Concreto Utilizando Vidrio Molido"

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable (X)
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y Nombres del Juez validador: **VILLENA VILLANUEVA JAMES ANTHONY**

Especialidad: **Ingeniero Civil – REG. CIP N° 286214**


 VILLENA VILLANUEVA JAMES ANTHONY
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 286214
 Juez Experto

JUEZ 02: Colegiatura N° 44434

Ficha de validación según AIKEN

IV. Datos Generales

Apellidos y Nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
ARIAS PAREDES ZOILA CARMELA DE LOURDES	INGENIERO CIVIL PERITO JUDICIAL	ENSAYOS DE: COMPRESIÓN, FLEXIÓN, TRACCIÓN Y MÓDULO ELÁSTICO	DELGADO IDROGO MARIO ELIXER VALDERA BANCES CARLOS ELI
Título de la Investigación:			
Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Concreto Utilizando Vidrio Molido			

V. Aspectos de validación de cada Item

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Módulo Elástico	A	CONFORME

VI. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	F'c=210kg/cm²								
1	Compresión	X			X	X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X			X
4	Módulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones:

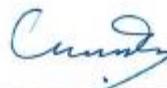
Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Concreto Utilizando Vidrio Molido"

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable (X)
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y Nombres del Juez validador: **ARIAS PAREDES ZOILA CARMELA DE LOURDES**

Especialidad: **Ingeniero Civil – REG. CIP N° 44434**



Juez Experto

Zoila Carmela Arias Paredes
INGENIERA CIVIL Reg. CIP 44434
PERITO SBS-REPEV N° 440-95
PERITO JUDICIAL PERITO ADSCRITA A LA OJC

JUEZ 03: Colegiatura N° 84247

Ficha de validación según AIKEN

VII. Datos Generales

Apellidos y Nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
VEGA FIGUEROA PERCY	INGENIERO CIVIL VERIFICADOR SUNARP	ENSAYOS DE: COMPRESIÓN, FLEXIÓN, TRACCIÓN Y MÓDULO ELÁSTICO	DELGADO IDROGO MARIO ELIXER VALDERA BANCES CARLOS ELI
Título de la Investigación: Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Concreto Utilizando Vidrio Molido			

VIII. Aspectos de validación de cada Item

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Módulo Elástico	A	CONFORME

IX. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	F'c=210kg/cm²								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X			X
3	Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la **"Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Concreto Utilizando Vidrio Molido"**

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable (X)
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y Nombres del Juez validador: **VEGA FIGUEROA PERCY**

Especialidad: **Ingeniero Civil – REG. CIP N° 84247**



Juez Experto

JUEZ 04: Colegiatura N° 246900

Ficha de validación según AIKEN

X. Datos Generales

Apellidos y Nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
QUENAYA UCEDA XENIA XYOMARA	INGENIERO CIVIL INDEPENDIENTE	ENSAYOS DE: COMPRESIÓN, FLEXIÓN, TRACCIÓN Y MÓDULO ELÁSTICO	DELGADO IDROGO MARIO ELIXER VALDERA BANCES CARLOS ELI
Título de la Investigación:			
Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Concreto Utilizando Vidrio Molido			

XI. Aspectos de validación de cada Item

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Módulo Elástico	A	CONFORME

XII. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	F'c=210kg/cm²								
1	Compresión	X		X			X	X	
2	Flexión	X		X		X			X
3	Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la **“Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Concreto Utilizando Vidrio Molido”**

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable (X)
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y Nombres del Juez validador: **QUENAYA UCEDA XENIA XYOMARA**

Especialidad: **Ingeniero Civil – REG. CIP N° 246900**





Juez Experto

JUEZ 05: Colegiatura N° 284149

Ficha de validación según AIKEN

XIII. Datos Generales

Apellidos y Nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
ANGELES DIAZ JAIME ROSINALDO	INGENIERO CIVIL INDEPENDIENTE	ENSAYOS DE: COMPRESIÓN, FLEXIÓN, TRACCIÓN Y MÓDULO ELÁSTICO	DELGADO IDROGO MARIO ELIXER VALDERA BANCES CARLOS ELI
Título de la Investigación:			
Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Concreto Utilizando Vidrio Molido			

XIV. Aspectos de validación de cada Item

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Módulo Elástico	A	CONFORME

XV. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	F'c=210kg/cm²								
1	Compresión		X	X		X			X
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones:

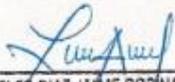
Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la **"Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Concreto Utilizando Vidrio Molido"**

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable (X)
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y Nombres del Juez validador: **ANGELES DIAZ JAIME ROSINALDO**

Especialidad: **Ingeniero Civil – REG. CIP N° 284149**



ANGELES DIAZ JAIME ROSINALDO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 284149

 Juez Experto

ANEXO XV. Informe estadístico



VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

**INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA
"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y
MICROESTRUCTURALES DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO"**

CLARIDAD				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto f'c 210 + 5% VM			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	0	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	0	1	1	1
s	4	5	4	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	0.80	1.00	1.00	0.80
V de Alken por preg=	0.90			

CONTEXTO				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto f'c 210 + 5% VM			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	0	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	0	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	4	5	4	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	0.80	1.00	0.80	1.00
V de Alken por preg=	0.90			


Mag. Edwin F. Querevalú Poma
MINISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO

CONGRUENCIA				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto f'c 210 + 5% VM			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	0	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	0
JUEZ 5	1	1	1	1
s	4	5	5	4
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	0.80	1.00	1.00	0.80
V de Alken por preg=	0.90			

DOMINIO DEL CONSTRUCTO				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto f'c 210 + 5% VM			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	0	1
JUEZ 3	1	0	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	0	1	1	1
s	4	4	4	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	0.80	0.80	0.80	1
V de Alken por preg=	0.85			

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

0.88


 Mag. Edwin F. Querevici Paiva
 MAESTRO EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y
MICROESTRUCTURALES DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO**

Ensayo a la Compresión f'c 210 + % VM

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.994	5

Estadísticas de total de elemento					
		Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
CONCRETO PATRÓN F'C 210		869.3022	11889.106	0.985	0.993
CP + 5% VM	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'C 210 + %VM	861.6622	11929.944	0.997	0.991
CP + 10% VM		869.3022	11889.106	0.985	0.993
CP + 15% VM		873.3133	12121.017	0.969	0.995
CP + 20% VM		882.1622	12450.994	0.982	0.994

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		30098,192	8	3762,274		
Intra sujetos	Entre elementos	2005,160	4	501,290	23,933	217,7871
	Residuo	670,261	32	20,946		
	Total	2675,420	36	74,317		
Total		32773,613	44	744,855		

Media global = 217,7871


 Mag. Edwin F. Querevalá Paños
 MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO

Ensayo a la Flexión f'c 210 + % VM

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.995	5

Estadísticas de total de elemento

		Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
CONCRETO PATRÓN F'C 210		157.5989	370.078	0.980	0.994
CP + 5% VM	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN F'C 210 + %VM	156.2456	364.000	0.999	0.992
CP + 10% VM		157.1822	376.566	0.986	0.993
CP + 15% VM		158.3467	375.146	0.978	0.994
CP + 20% VM		160.4933	386.713	0.982	0.994

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos	935,047	8	116,881		
Intra sujetos					
Entre elementos	92,170	4	23,042	38,258	39,4933
Residuo	19,273	32	,602		
Total	111,443	36	3,096		
Total	1046,490	44	23,784		

Media global = 39,4933



Mag. Edwin P. Querevalú Peña
 MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO

Ensayo a la Tracción f'c 210 + % VM

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.995	5

Estadísticas de total de elemento

		Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
CONCRETO PATRÓN F'c 210		117.667	0.980	0.993	0.995
CP + 5% VM	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN F'c 210 + %VM	108.936	0.998	0.998	0.992
CP + 10% VM		111.644	0.989	0.991	0.993
CP + 15% VM		111.062	0.979	0.994	0.994
CP + 20% VM		114.670	0.984	0.980	0.994

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos	281,624	8	35,203		
Intra sujetos					
Entre elementos	72,898	4	18,225	99,595	21,3513
Residuo	5,856	32	,183		
Total	78,754	36	2,188		
Total	360,378	44	8,190		

Media global = 21,3513



Mag. Edwin F. Querevich Páez
MAESTRO EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO

Ensayo de Módulo Elástico f'c 210 + % VM

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.981	5

Estadísticas de total de elemento					
		Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
CONCRETO PATRÓN F'C 210		5925018713.724	0.965	0.998	0.974
CP + 5% VM	ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO F'C 210 + %VM	5479493742.786	0.986	0.988	0.974
CP + 10% VM		6186299321.679	0.931	0.996	0.978
CP + 15% VM		6617236586.236	0.952	0.997	0.977
CP + 20% VM		6823440608.085	0.961	0.998	0.979

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		7214347974,0	8	901793496,751		
	Inter-elementos	1133559319,8	4	283389829,957	117,191	215036,7249
Intra-personas	Residual	597378385,31	32	18668074,541		
	Total	1730937705,1	36	48081602,921		
Total		8945285679,1	44	203301947,253		

Media global = 215036,7249

En las tablas se observa que, el instrumento sobre la tesis titulada "Evaluación de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Concreto Utilizando Vidrio Molido" es Válido y Confiable (el valor de consistencia alfa de Cronbach es mayor a 0.80).



Mag. Edwin F. Querecoba Paiva
MINISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO

ANEXO XVI. Informe de autorización para recolección de información



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycceirl@gmail.com

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 15 de diciembre del 2023

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

**Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado "Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido".



Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** a los estudiantes Mario Elixer Delgado Idrogo identificado con DNI N° 73415238 y Carlos Eli Valdera Bancos identificado con DNI 75224953 estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN y autores del trabajo de investigación denominado "Evaluación de las propiedades mecánicas y microestructurales de concreto utilizando vidrio molido" para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:

- AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global - N.T.P. 400.012. (2)
- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición NTP 400.017:2011 (revisada el 2016). (2)
- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado - NTP 339.185:2013. (2)
- AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso - N.T.P. 400.021. (1).
- AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa



- (peso específico) y absorción del agregado fino - N.T.P. 400.022. (1)
- Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento portland N.T.P. 334.005-2011. (1)
 - GEOSINTÉTICOS. Método normalizado para propiedades de tensión de tela delgada de plástico. NTP 339.517:2003 (revisada el 2019). (1)
 - HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland - N.T.P. 339.035:2009. (15)
 - HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón - N.T.P. 339.184. (15)
 - CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición - N.T.P. 339.046: 2008 (revisada el 2018). (15)
 - HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas - NTP 339.080. (15)
 - CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo - N.T.P. 339.034:2021. (45)
 - Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión. ASTM C-469. (45)
 - CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. N.T.P. 339.078:2022. (45)
 - CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. N.T.P 339.084: 2022 (45)

Atentamente.



ANEXO XVII. Descripción de Procesos

Estudio de canteras para selección de materiales

Para la selección de los agregados pétreos se realizó una visita a 3 canteras: “La Victoria – Pátapo”, “Pacherres – Pucalá” y “Tres Tomas – Ferreñafe”.



Fig. 17. Estudios de canteras: a) “La Victoria-Pátapo”, b) “Pacherres – Pucalá” y c) “Tres Tomas – Ferreñafe”

Ensayos de laboratorio de los agregados.

A. Análisis granulométrico del agregado fino (NTP 400.012) [61]

El análisis granulométrico se realiza tomando una muestra en seco conociendo su masa, el cual se procede a la separación por medio de tamices ordenados de mayor a una menor abertura, determinando así la distribución por tamaño de las partículas que componen al agregado.

La Fig. 18, muestra el ensayo de granulometría realizado al agregado fino con el material retenido en cada tamiz.



Fig. 18. Ensayo de granulometría – Agregado Fino.

B. Contenido de humedad del agregado fino (NTP.339.185) [62].

Este ensayo nos proporcionará el contenido de humedad del agregado por medio de la evaporación de una muestra utilizando un horno eléctrico de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La Fig. 19, muestra el ensayo de contenido de humedad realizado al agregado fino.



Fig. 19. Ensayo de contenido de humedad – Agregado Fino.

C. Peso específico y absorción (N.T.P. 400.022) [63].

Este ensayo nos proporciona los valores de peso específico representando su peso por unidad de volumen, y la capacidad de absorción del agregado sumergido en agua durante 24 horas.

La Fig. 20, muestra el ensayo de peso específico y absorción del agregado fino



Fig. 20. Ensayo de peso específico y absorción – Agregado Fino.

D. Peso unitario del agregado fino (N.T.P. 400.017) [64]

El peso unitario nos permite conocer como la masa por unidad de volumen varía según la cantidad de agua del suelo, de los cuales en esta investigación se realizarán los ensayos de peso unitario suelto y compactado.

La Fig. 21, muestra el ensayo de peso unitario suelto del agregado fino.



Fig. 21. Ensayo de peso unitario agregado fino a) compactado, y b) suelto.

E. Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP 400.012) [61]

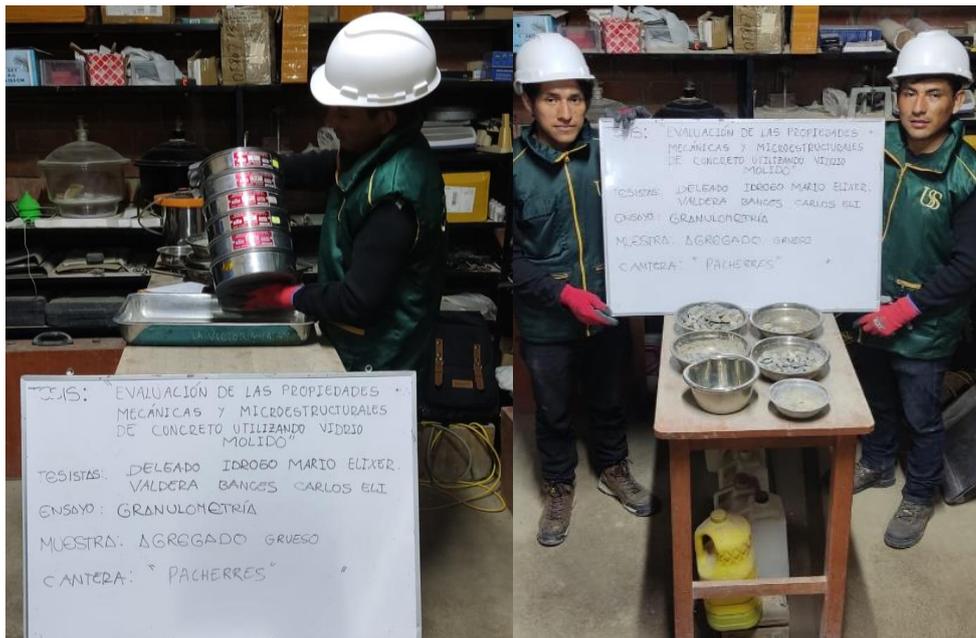


Fig. 22. Ensayo de granulometría – Agregado Grueso.

F. Contenido de humedad del agregado grueso (NTP.339.185) [62].

Los agregados tienden a absorber pequeñas cantidades de agua durante la exposición de esta en el contacto con el suelo.

La fig. 23, muestra el ensayo de contenido de humedad realizado al agregado.



Fig. 23. Ensayo de contenido de humedad – Agregado grueso.

G. Peso específico y absorción (N.T.P. 400.021) [41]

La fig. 24, muestra el ensayo realizado de peso específico y absorción del agregado grueso.



Fig. 24. Ensayo de peso específico y absorción – Agregado Grueso.

H. Peso unitario del agregado Grueso (N.T.P. 400.017) [64]

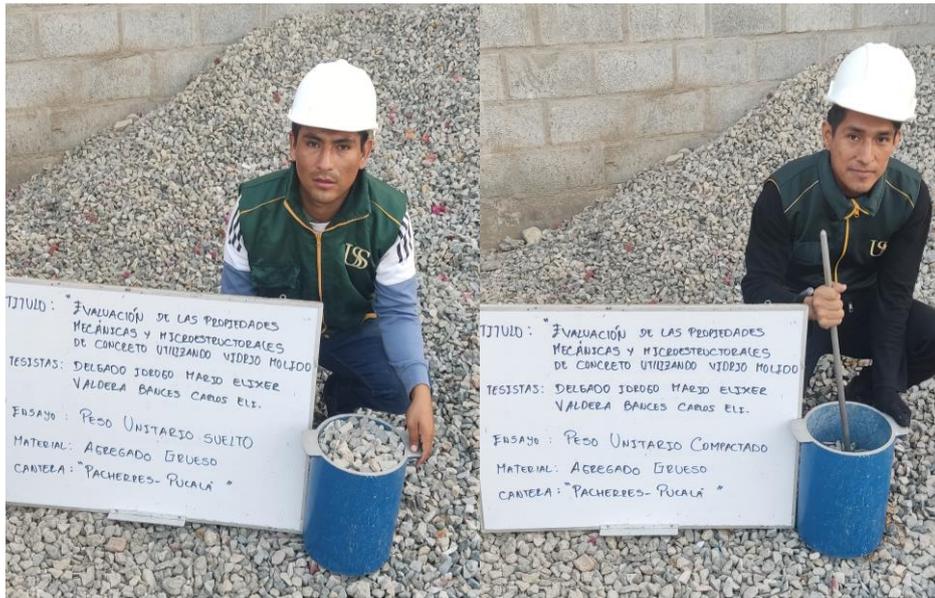


Fig. 25 Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.

Obtención del vidrio molido

El material se obtuvo del reciclaje de botellas de vidrio durante 02 meses en lugares de Tumán y Mórrope, se logró recolectar aproximadamente 50 kg en botellas de vidrio. Posteriormente, la molienda fue mediante la máquina de los ángeles, se introdujo el material con un peso aproximado de 5kg durante 5 minutos por tanda. Finalmente se extrajo el material para ser pasado por el tamiz N° 200.



Fig. 26. Vidrio molido: a) reciclaje, b) proceso, c) extracción de vidrio molido.

Selección del cemento

El cemento se seleccionó por sus características y disponibilidad en la zona.



Fig. 27. Cemento Portland Tipo I – Pacasmayo.

Ensayos de laboratorio del concreto en estado fresco.

A. Temperatura (NTP. 339.184) [65] y asentamiento (NTP. 339.035) [66]



Fig. 28. Concreto fresco, a) Ensayo de temperatura y b) asentamiento.

B. Peso unitario (NTP. 339.046) [67] y contenido de aire (NTP. 339.080) [68]

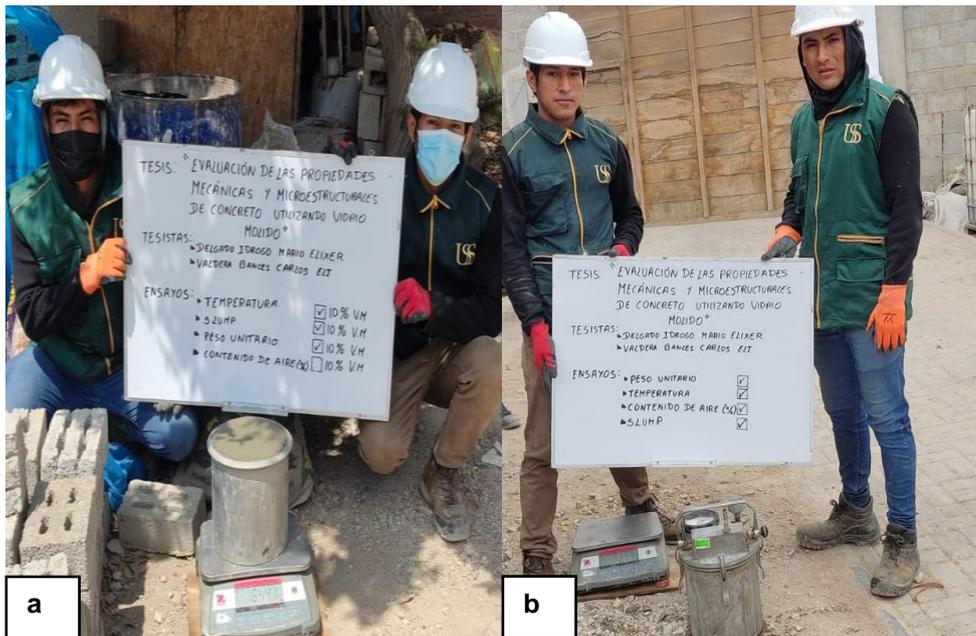


Fig. 29. Concreto fresco, a) Ensayo de peso unitario y b) contenido de aire.

Ensayos de laboratorio del concreto en estado endurecido.

A. Resistencia a la compresión y módulo de elasticidad (NTP 339.034) [69]



Fig. 30. Concreto endurecido, a) resistencia a la compresión, y b) módulo de elasticidad.

B. Resistencia a la flexión del concreto en vigas (NTP. 339.078) [70] y tracción del concreto (NTP. 339.084) [65].



Fig. 31. Concreto endurecido, a) ensayo de resistencia a la flexión, y b) resistencia a la tracción.