



Universidad
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO
SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA
MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y
MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO**

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

Autor (es)

Bach. Tapia Salazar Yahir Alejandro
<http://orcid.org/0000-0002-5314-6957>

Bach. Zurita Cruz Frank Dennys
<https://orcid.org/0000-0003-1061-2775>

Asesor(a)

Mg. Noe Humberto Marín Bardales
<https://orcid.org/0000-0003-3423-1731>

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

**INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL
AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y
MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO**

Aprobación del jurado

MG. BALLENA DEL RIO PEDRO MANUEL

Presidente del Jurado de Tesis

MG. CHAVEZ COTRINA CARLOS OVIDIO

Secretario del Jurado de Tesis

MG. SALINAS VASQUEZ NESTOR PAUL

Vocal del Jurado de Tesis

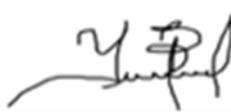
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, soy(somos) egresado (s) del Programa de Estudios de **la Escuela Profesional de Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento somos autores del trabajo titulado:

INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO

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:

Tapia Salazar Yahir Alejandro	75063155	
Zurita Cruz Frank Dennys	74415104	

Pimentel, 25 de febrero de 2024.

REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS CORTA - Incorporación del Vidrio Granular como Sustituto del Agregado Fino para Mejorar las Propiedades

RECuento de palabras

9290 Words

RECuento de caracteres

45045 Characters

RECuento de páginas

39 Pages

Tamaño del archivo

877.4KB

Fecha de entrega

Jun 19, 2024 9:51 AM GMT-5

Fecha del informe

Jun 19, 2024 9:52 AM GMT-5

● 16% de similitud general

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

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% 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

Dedicatoria

Dedicamos esta tesis, a nuestros familiares por ser siempre nuestro soporte y acompañarnos en cada momento de nuestras vidas, así también a cada docente cuya formación fue importante para lograr esta meta académica y lograr ser grandes profesionales.

Yahir Alejandro Tapia Salazar.

Frank Dennys Zurita Cruz.

Agradecimientos

En primer lugar, siempre agradecido con Dios por sobre todas las cosas, por permitirme seguir adelante frente a las adversidades y ser mi guía para seguir logrando mis metas propuestas. A toda mi familia por siempre estar conmigo, y en especial a mi madre, por su apoyo incondicional y sus sabios consejos de no rendirme en el camino, y que, con sacrificio y esfuerzo, se puede lograr alcanzar grandes cosas.

Yahir Alejandro Tapia Salazar.

Agradezco a Dios por haberme conducido con sabiduría a lo largo de este importante trayecto, iluminando mi camino y brindándome la fuerza necesaria para superar los desafíos. A mis padres, quienes han sido mi fortaleza y un ejemplo inquebrantable de esfuerzo, trabajo y honradez. Su dedicación y valores han sido mi inspiración constante, cuya dirección y orientación han sido fundamentales para la realización de esta investigación.

Frank Dennys Zurita Cruz.

Índice

Dedicatoria	5
Agradecimientos	6
Índice de tablas.....	8
Índice de figuras.....	9
Resumen.....	11
Abstract.....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema.....	19
1.3. Hipótesis.....	19
1.4. Objetivos	19
1.5. Teorías relacionadas al tema	20
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	23
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	23
2.2. Variables, Operacionalización.....	24
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	27
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	28
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	29
2.6. Criterios éticos.....	39
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
3.1. Resultados	40
3.2. Discusión.....	47
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
4.1. Conclusiones.....	50
4.2. Recomendaciones.....	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS.....	62

Índice de tablas

Tabla 1: Operacionalización de variable dependiente	25
Tabla 2: Operacionalización de variable independiente	26
Tabla 3: Muestras del concreto patrón $f'c$ 210	27
Tabla 4: Muestras de concreto incorporando vidrio granular.....	27
Tabla 5: <i>Peso unitario suelto y compactado de los agregados (fino y grueso)</i>	33
Tabla 6: <i>Peso específico (P.E.) y absorción del AF</i>	34
Tabla 7: <i>Peso específico y absorción del AG</i>	34
Tabla 8: <i>Contenido de humedad (C.H.) del AF y AG</i>	34
Tabla 9: <i>Diseño de mezcla de un concreto $f'c$ 210 kg/cm²</i>	35
Tabla 10: <i>Diseño de mezcla con VG para un concreto $f'c$ 210 kg/cm²</i>	35
Tabla 11: <i>Características físicas del VG</i>	40
Tabla 12: <i>Microestructura del VG</i>	40
Tabla 13: <i>Análisis SEM - CP</i>	45
Tabla 14: <i>Análisis SEM - Concreto experimental, 18 % VG</i>	46

Índice de figuras

Fig. 1: Proceso de recolección de VG.....	30
Fig. 2: Diagrama de flujo de las propiedades mecánicas y microestructura del concreto	31
Fig. 3. Curva granulométrica del AF.....	32
Fig. 4. Curva Granulométrica del AG	33
Fig. 5. Asentamiento del CP y experimental $f'c$ 210 kg/cm ²	36
Fig. 6. Peso unitario del CP y experimental $f'c$ 210 kg/cm ²	36
Fig. 7. Temperatura del CP y experimental $f'c$ 210 kg/cm ²	37
Fig. 8. Contenido de aire del CP y experimental $f'c$ 210 kg/cm ²	37
Fig. 9. Difractograma de la muestra (DRX) - VG.....	41
Fig. 10. Curva de resistencia a la compresión: $f'c$ 210 kg/cm ²	42
Fig. 11. Resistencia a la tracción: $f'c$ 210 kg/cm ²	42
Fig. 12. Resistencia a la flexión: $f'c$ 210 kg/cm ²	43
Fig. 13. Módulo elástico del CP y experimental $f'c$ 210 kg/cm ²	44
Fig. 14. Variación entre las sustituciones del concreto experimental y del CP.	44
Fig. 15. Micrografías (SEM) – CP	45
Fig. 16. Micrografías (SEM) - Concreto experimental.....	46
Fig. 17. Adquisición de agregados Cantera “La Victoria” – Pátapo.	157
Fig. 18. Cemento Pacasmayo – Tipo I.....	157
Fig. 19. Vidrio Granular	158
Fig. 20. Ensayo de granulometría de agregado fino y grueso	158
Fig. 21. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso	159
Fig. 22. Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino y grueso.	159
Fig. 23. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino y grueso.	160
Fig. 24. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del vidrio granular	160
Fig. 25. Ensayo de contenido de humedad del vidrio granular	161
Fig. 26. Realización de la mezcla de concreto.....	161

Fig. 27. Vaciado de probetas y vigas	162
Fig. 28. Desmoldado de los cilindros y vigas de concreto	162
Fig. 29. Ensayo de resistencia a la compresión y módulo de elasticidad	163
Fig. 30. Ensayo de resistencia a la flexión	163
Fig. 31. Ensayo de resistencia a la tracción.....	164

Resumen

Actualmente la contaminación ambiental y la explotación de recursos para la elaboración del concreto es un problema global, por eso se busca obtener un nuevo material con el fin de favorecer tanto la sostenibilidad del medio ambiente como la resistencia del concreto. El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² con la incorporación de vidrio granular (VG) como sustituto parcial del agregado fino (AF). La metodología utilizada fue de tipo aplicada con orientación experimental donde se realizó un análisis entre un grupo control y un experimental, además se varió el porcentaje de VG en 6%, 12%, 18% y 24% en reemplazo parcial del AF. Así mismo, se llevaron a cabo un total de 100 probetas cilíndricas y 50 vigas para todos los diseños requeridos, los cuales fueron evaluados en intervalos de 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados alcanzados corroboran un incremento sustancial en las propiedades mecánicas con la incorporación de VG en reemplazo del AF, determinando que el porcentaje óptimo de incorporación es del 18% aumentando el $f'c$, $f't$, M_r y E_c en 23.28%, 10.29%, 14.41% y 12.74%, respectivamente. A su vez en el ensayo microestructural SEM-EDS al diseño óptimo de concreto con 18% de VG se evidenció la presencia de hierro y conforme se le incorpore porcentajes mayores de vidrio comenzarán aparecer fisuras y vacíos al concreto. Finalmente, el VG como material reciclable tiene una influencia positiva en las propiedades mecánicas del concreto.

Palabras Clave: vidrio granular, agregado fino, propiedades mecánicas, microestructura, concreto.

Abstract

Currently, environmental pollution and the exploitation of resources for the production of concrete is a global problem, which is why we are seeking to obtain a new material in order to promote both environmental sustainability and the resistance of concrete. The objective of this research was to determine the influence of concrete $f'c$ 210 kg/cm² with the incorporation of granular glass (VG) as a partial substitute for fine aggregate (AF). The methodology used was applied with an experimental orientation where an analysis was carried out between a control and an experimental group, in addition the percentage of VG was varied in 6%, 12%, 18% and 24% in partial replacement of the AF. Likewise, a total of 100 cylindrical specimens and 50 beams were carried out for all the required designs, which were evaluated at intervals of 7, 14 and 28 days of curing. The results achieved corroborate a substantial increase in the mechanical properties with the incorporation of VG in replacement of AF, determining that the optimal percentage of incorporation is 18%, increasing the $f'c$, $f't$, M_r and E_c by 23.28%, 10.29%, 14.41% and 12.74%, respectively. At the same time, in the SEM-EDS microstructural test of the optimal design of concrete with 18% VG, the presence of iron was evident and as higher percentages of glass are incorporated, cracks and voids will begin to appear in the concrete. Finally, VG as a recyclable material has a positive influence on the mechanical properties of concrete.

Keywords: granular glass, fine aggregate, mechanical properties, microstructure, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Hoy en día, la humanidad afronta el problema de las cantidades cada vez mayores de residuos, que provocan contaminación y suponen un peligro crítico para la salud [1]. En tal caso, el vidrio se utiliza en exceso y produce residuos en cantidades de millones de Toneladas (Tn)/año, siendo de preocupación la comparación entre su reciclaje y su fabricado; eso es sólo $\frac{1}{4}$ del vidrio total producido [2]. Además, la contaminación por residuos es un problema ambiental desafiante, para reducir la contaminación, necesitamos reciclar estos residuos [3]. Es por ello que, en Europa los académicos señalaron que las grandes Tn de vidrio de desecho que se obtienen anualmente en todo el mundo podrían causar niveles elevados de contaminación del agua y del aire debido a su acumulación en los vertederos [4]. Así mismo, con cada 10% de vidrio residual reciclado se puede disminuir la dispersión de CO₂ en un 5%, lo que contribuirá significativamente al desarrollo sostenible [5].

Como resultado del crecimiento socioeconómico, se está produciendo un aumento en la generación de desechos, lo que causa el agotamiento de recursos y preocupaciones ambientales [6]. Por ende, con el aumento del consumo y el agotamiento de los agregados naturales, se torna más una cuestión ambiental que en una cuestión comercial, debido a ello se busca el material que puede reducir el coste de construcción sin comprometer los parámetros de durabilidad y resistencia [7]. Es por ello que, la grave destrucción ambiental está siendo impulsada por el consumo excesivo de recursos, lo que se torna en una discusión la sustentabilidad en la producción de vidrio en la sustitución como materiales reciclados [8]. Por consiguiente, el uso de vidrio granular (VG) como alternativa a la arena ofrece potencialmente un doble beneficio al abordar los desafíos geo ambientales del agotamiento de los agregados y la eliminación de un volumen significativo de vidrio [9]. Así mismo, el empleo de vidrio permite la fabricación de concreto verde y ayuda al logro de las aspiraciones de sostenibilidad; el reciclaje de residuos y la preocupación por los vertederos, es

increíblemente beneficioso para el crecimiento a largo plazo de cualquier país, ya que se evita y minimiza los problemas de eliminación de residuos en vertederos [10].

Por otra parte, en Trujillo se dedujo que el 70.6% de los desechos sólidos son materia orgánica, 6% no servibles, 4% papel, 6.5% cartón, 3% vidrio, 8.9% plástico y el 1% metales [11]. De igual manera, en Lima la creciente generación de residuos, como vidrios, plásticos y papeles, exige el reúso de materiales reciclados en la fabricación de concreto [12]. Así mismo, en Cusco los residuos producidos anualmente impactan de manera significativa en la ciudad; siendo el más habitual el vidrio de quien se busca prevenir su liberación al entorno [13]. Por tal motivo, el vidrio reciclado es una alternativa visible en la búsqueda de encontrar agregados sustitutorios y satisfacer en términos físicos, mecánicos y químicos del concreto. [14]

La República indicó que diariamente se generan 600Tn de desechos en Reque, causando polución y peligros para la salud. [15]. Del mismo modo, en la Av. Chiclayo, se arrojan alrededor de 70Tn de residuos cada día [16]. En consecuencia, la Av. Chiclayo está inoperativa por las más de 80 Tn de residuos depositados diariamente [17]. Siendo el vidrio uno de los más contaminantes, presentes en botellas y envases de comida [18].

Mokhtar & Atikah [19] tuvieron como objetivo examinar el rendimiento de los desechos de vidrio como árido fino, cuyos intervalos de sustitución de VG son 10%, 20% y 30%. También se ha evaluado la implicancia de los residuos de vidrio en la microestructura del hormigón. Dónde en el análisis SEM del concreto patrón (CP) se muestra un límite entre el cemento y los agregados, mientras que, en el concreto con vidrio (VR), comenzaron a aparecer vacíos en las imágenes del a partir del 20% de sustitución, lo que afecta al $f'c$ y $f't$ del concreto, resultando que su porcentaje óptimo viene siendo del 20%.

Yahami et. al [20] tuvieron como objetivo examinar la producción de concreto de elevada resistencia y económico reemplazando parcialmente los agregados finos (AF) con arena de vidrio residual, cuya composición química por medio de un estudio de DRX el vidrio tiene un porcentaje de 71.1% de dióxido de sílice y 0.51 % de óxido de hierro; así mismo se analizaron cuatro combinaciones de concreto que incorporaban distintos porcentajes de WGS

(0 %, 25 %, 50 % y 75 %) en lugar del AF. Donde en los resultados de las propiedades mecánicas, se observó que el E_c , f'_c y f'_t dividida y el M_r para una mezcla que sustituía el 50 % del AF por WGS aumentaron en un 7 %, 30.49 %, 9 % y 50 %, respectivamente.

Arbelaez et. al [21] tuvieron como objetivo utilizar VR como reemplazo parcial del AF para la producción de concreto con el propósito de economizar de manera eficiente los recursos naturales y abordar los problemas relacionados con la contaminación. Se crearon varias combinaciones modificando los AF con 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 50% en peso de VR. Los resultados de los experimentos mostraron que, si aumentaba el % de vidrio, el asentamiento disminuía. Además, se observó que la muestra óptima (con un reemplazo del 20%) experimentó un aumento del 5,5% en su f'_c respecto del CP. Los resultados evidencian la posibilidad de sustituir el AF por VR en la producción de concreto.

Devaraj et. al [22] tuvieron como objetivo reemplazar la arena vidrio triturado (VT) en una mezcla de concreto para alcanzar un f'_c de 32 MPa, cuyo f'_c del CP fue de 31 MPa, M_r de 2,85 MPa y f'_t de 4,15 MPa; y los resultados que contenía un 15% de VT alcanzó su punto máximo en 34,54 MPa en f'_c , además el M_r y f'_t por división de las mezclas de concreto con VT mostraron un máximo de 3,2 y 4,9 MPa, en ese orden, cuando el % de VT era del 15 %. Además, mediante el análisis SEM muestran que los bordes aciculares y afilados que se encuentran en las partículas de vidrio son fuentes potenciales de concentración de tensiones que podrían causar fallas y debilidades prematuras en el concreto.

Dadouch et. al [23] tuvieron como objetivo reciclar y valorar al vidrio, como un nuevo material de construcción. En este contexto, se realizó un estudio experimental para determinar las propiedades mecánicas del concreto en diferentes tiempos de curado de 3, 7 y 28 días utilizando arena de vidrio (AV) como sustituto parcial de arena natural (AN) al 10%, 20% y 30% y determinar la composición óptima de la AV como reemplazo parcial de la AN. Los resultados del f'_c con un 20% de contenido de vidrio de desecho (VD) y las muestras del M_r con un 10% de contenido de VD alcanzaron una mejora de 96% y el 86% respectivamente que la de la muestra de control a los 28 días.

Arivalagan & Sethuraman [24] tuvieron como objetivo emplear vidrio como una alternativa parcial a la arena, con proporciones del 10%, 20% y 30%. Se evaluaron el $f'c$, $f't$ dividida y Mr de concretos en intervalos de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto producido únicamente con AF naturales. Los resultados destacaron un incremento significativo al sustituir el 20%, donde el $f'c$ alcanzó los 27,11 MPa; el $f't$, 3,46 MPa; y el Mr , 4,60 MPa, en contraste con los valores del CP de 23,57 MPa, 3,45 MPa y 4 MPa, respectivamente. Este experimento determinó un aumento en la resistencia al reemplazar parte de la arena natural con polvo de residuos de vidrio.

Tamanna et. al [25] tuvieron como objetivo aprovechar de manera eficiente el VR como una alternativa parcial a la arena en el concreto. Se desarrolló pruebas para evaluar las propiedades. Se produjo concreto reemplazando la AN por un 20%, 40% y 60% de arena de VR. Los resultados aumentaron considerablemente en la resistencia, donde el CP alcanzó una resistencia de 38,75 MPa a 28 días, mientras que el concreto con un 20% de vidrio mostró la resistencia más alta, con 41,40 MPa, un 7% superior al hormigón de control. Además, el análisis SEM indicó que la incorporación de vidrio redujo considerablemente la expansión causada por la reacción álcali-sílice.

Hernández & Rojas [26] tuvieron como objetivo realizar un estudio de la resistencia a la compresión del concreto con VM como alternativa parcial del AF, con reemplazos de 0%, 4%, 5% y 6%, así mismo se llevaron a cabo pruebas para determinar las propiedades físicas de los agregados y vidrio, donde la granulometría del VM no cumple con los requisitos fijados en la NTC 174. Por otro lado, los resultados indicaron el mejor desempeño fue la que contiene un porcentaje en peso de 6% de VM en alternativa del AF, alcanzando una resistencia de 23,07 MPa, superando en 6.5% la resistencia límite del CP de 21,66 MPa, después de un período de curado de 28 días.

Anco & Sarmiento [27] tuvieron como objetivo examinar cómo el VM reciclado influye en el concreto como sustituto el AF, recopilando información de múltiples estudios a escala nacional e internacional, para la mejora de las características físico-mecánicas del concreto;

se evaluó la resistencia utilizando diversos tipos de vidrio bajo distintas pruebas de $f'c$. En los resultados obtenidos al $f'c$, se llegó a 351 kg/cm^2 reflejando el punto ideal de reemplazo de 20%, lo que significa un ascenso del 26% en comparación al CP.

Bautista & Leyva [28] tuvieron como objetivo determinar el impacto de VM en los agregados para un diseño de 210 kg/cm^2 en componentes estructurales, donde se desarrolló 4 pruebas de resistencia con un CP y adicionando el 5%, 10% y 15% de VM en los agregados, cuyos resultados en 28 días para el CP es de $f'c$ de 222 kg/cm^2 en comparación al sustituir VM con 5%, 10% y 15% su resistencia fluctúa entre $f'c$ de 238, 244 y 211 kg/cm^2 ; afirmando la existencia una variación favorable en el concreto con sustitución de 5% y 10 % de VM, y una desfavorable al usar 15% de VM.

Catunta & Andía [29] tuvieron como objetivo determinar el impacto del VR como AF en la resistencia del concreto, correspondiendo a una investigación con diseño experimental, donde se elaboraron vigas y testigos de concreto para examinarlos en intervalos de 7, 14 y 28 días, así mismo propusieron llevar a cabo pruebas de $f'c$ y Mr. del concreto, utilizando mezclas que contenían 0%, 10% y 20% de VT combinado con el AF. Los resultados mostraron que, $f'c$ fue de 335, 377.8 y 405.7 kg/cm^2 , respectivamente. Además, el Mr., se obtuvieron valores de 3.9, 4.2 y 4.5 MPa, respectivamente, donde el % óptimo se encontró al sustituir 20% de VR y VT en el AF.

Paredes [30] tuvo como objetivo analizar el $f'c$ 210 Kg/cm^2 con sustitución de VR molido, mediante la sustitución parcial en peso del AF en 15%, 20% y 25%, con el fin de comparar un CP contra otro sustituido por VR molido, donde los resultados después de 28 días de curado, el CP mostró una resistencia promedio de 213.34 kg/cm^2 , con la de adición de VR molido al 15%, 20% y 25% alcanzó los 252.42, 228.20 y 217.60 kg/cm^2 de forma respectiva, donde se concluyó que al 15% de VR molido como sustituto en peso del AF, se logró un $f'c$ superior al concreto habitual y otros % de inclusión examinados.

Rivera & Sandivar [31] tuvieron como objetivo optar por VM como AF en 20%,30% y 40%, con el propósito de aumentar la resistencia, utilizando pruebas de $f'c$ evaluados a los 7,

14 y 28 días, donde se logra mejorar la resistencia en comparación con el $f'c$ 210 kg/cm²; al sustituir el 20%, 30% y 40% la resistencia alcanzó 248, 264 y 291 kg/cm². Por consiguiente, se aprecia que a mayor % de VM en sustitución del AF mayor será la resistencia. Los resultados muestran un valor de sostenibilidad ambiental al concreto como material de construcción al reemplazar un componente extraído con materiales de desecho que normalmente habrían terminado en un vertedero.

Saldaña [32] tuvo como objetivo determinar el impacto del reemplazo de AF por VR en las propiedades del concreto, adoptando un enfoque cuantitativo, diseño experimental, de tipo aplicada y nivel explicativo, donde a través de un análisis de las propiedades del concreto con la inclusión de VR en lugar del AF, se observó que el $f'c$ a los 28 días aumentó en un 21% con un reemplazo del 20%; el Mr. a los 28 días aumentó a 6.3% con sustitución del 15%; y finalmente, $f't$ a los 28 días aumentó a 12.9% con sustitución del 15%. Concluyendo que, la sustitución del AF por VR en 15% y 20% ejercen una relevancia física y química en el concreto.

Farroñan [33] tuvo como objetivo evaluar el desempeño mecánico del concreto con un diseño de 210 kg/cm² usando VP proveniente de envases de vidrio, utilizado como incorporación parcial del AF, donde en las pruebas experimentales, se observó que el $f'c$ con un contenido de vidrio del 2%, alcanzó un aumento del 21% respecto al diseño inicial. Asimismo, el $M'r$ aumentó un 1% con un contenido de vidrio del 1%, el $f't$ incremento en 12% con 4% de vidrio, y el E_c aumentó a 6% con 1% de vidrio, en comparación con las especificaciones iniciales. Donde se concluye que el VP aporta de manera beneficiosa a las características físicas y mecánicas del concreto.

En esta investigación, se propone emplear VG como sustituto parcial del AF en el diseño de concreto, este enfoque se justifica en base al uso de materiales reciclados, lo que permite mejorar las propiedades del concreto al sustituir parte del agregado convencional; se realizó pruebas para analizar cómo estos materiales refuerzan el $f'c$, $f't$, Mr, y E_c requiriendo para ello equipos y materiales específicos. La importancia radica en el impacto del vidrio

granular en el concreto y su efecto medio ambiental, promoviendo la concientización sobre el reciclaje y brindando una alternativa viable para la construcción sostenible. Este proyecto de investigación busca generar conocimiento, aplicar nuevas perspectivas y fomentar el implemento de materiales sostenibles para mitigar la contaminación, todo ello en conformidad con los marcos regulatorios existentes. Además del mejoramiento de las propiedades mecánicas el concreto mediante la utilización de VG que representa una contribución valiosa hacia la construcción sostenible y la preservación del entorno.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de un concreto de $f'c$ 210 kg/cm² con la incorporación de vidrio granular en reemplazo parcial del agregado fino respecto a la mejora de sus propiedades mecánicas y características microestructurales?

1.3. Hipótesis

La incorporación de vidrio granular influye de manera positiva en las propiedades mecánicas y características microestructurales del concreto.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Evaluar las propiedades mecánicas para un concreto $f'c$ 210kg/cm² incorporando vidrio granular como sustituto parcial del agregado fino y su microestructura en su estado óptimo.

Objetivos específicos

Describir las características físicas y químicas del vidrio granular.

Determinar el porcentaje óptimo del concreto $f'c$ 210kg/cm² a partir de los resultados de las propiedades mecánicas a la edad de 7, 14 y 28 días, incorporando VG al 6%, 12%, 18% y 24% que sustituye parcialmente al AF.

Analizar las características microestructurales del concreto de $f'c$ 210 kg/cm², con el concreto experimental en su porcentaje óptimo, a la edad de 28 días.

1.5. Teorías relacionadas al tema

a. Concreto

El concreto se considera como un material compuesto que consiste principalmente de un aglomerante en el que se combinan partículas con fragmentos de agregados, entre estos agregados encontramos gruesos y finos. En concreto armado, el aglutinante consiste en una mezcla de concreto acuoso y agua [34].

Composición del concreto

Cemento portland

Es un material que tiene por composición principal un polvo fino que no es un aglutinante, pero desarrolla propiedades de unión debido a la hidratación (es decir, a través de respuestas químicas entre los componentes mineralógicos del cemento y el agua), además es considerado un cemento hidráulico ya que los productos humectantes son estables en un medio acuoso [35].

Agua para concreto

Es uno de los elementos principales del concreto simple y armado ya que logra que el cemento alcance esa propiedad característica de unión. El agua utilizada es preferentemente potable [36].

Agregado grueso AG

Es el material atrapado en el tamiz estándar N° 4, pudiendo ser clasificada como piedra chancada, proviene por descomposición nativa o mecánica de las zonas de presencia de roca [37].

Agregado fino AF

En la norma se especifica que este agregado, es el resultante de la descomposición nativa o artificioso de la roca, que pasa por el tamiz 3/8" y se retiene en el tamiz N° 200 [37].

b. Variable independiente

Vidrio

Es un material de gran dureza a simple vista, pero también es una sustancia quebradiza, y suele presentarse como transparente, aunque en ocasiones existe una gran cantidad de vidrios transparentes diseñados para aplicaciones específicas, indicando un carácter natural y color debido al contenido de impurezas en su red de vidrio. [38]

Concreto reforzado con vidrio granular

El refuerzo de VG en el concreto viene a ser una mezcla de CP con su incorporación de VG en porciones relativamente cambiante y de esto dependerá mucho la resistencia y fuerza que uno esperaría de la combinación a ser diseñada. El vidrio produce un aumento significativo a corto plazo en el $f'c$ en estado endurecido. [39]

c. Variables dependientes

1. Propiedades mecánicas del concreto

Resistencia a la compresión

Esta propiedad del concreto tiende a alcanzar una resistencia estipulada, pero esto no sucede muy a menudo, por distintos factores (la manera de preparación, porciones de componentes, condición del agregado, etc.) siendo estos factores los que afectaran de manera positiva o negativa esta propiedad [40]. Este tipo de resistencia del concreto está determinado por las normas ASTM C39 y NTP 339.034 que señalan en colocar cargas de presión axial a especímenes cilíndricos fundidos o núcleos de diamante a una aceleración uniforme dentro de un límite especificado durante que se pueda apreciar esta falla. [41, 42]

Resistencia a la tracción

Este tipo de propiedad depende también de la tensión de la mezcla de concreto, los agregados y de la unión de partículas resultantes, cuyas pruebas se realizan mediante probetas cilíndricas [43]. Este procedimiento de prueba viene a ser la aplicación de un esfuerzo de compresión radial longitudinalmente al testigo, con una aceleración especificada, hasta que la rotura sea producida [44].

Resistencia a la flexión

Esta propiedad, es considerada una regla indirecta del $f't$, este módulo de carga se denomina módulo de rotura, que se obtiene bajo pruebas en vigas de secciones cuadradas esquinas de 6" X 6" en cada lado y 20" de largo [45]. Las vigas se ensayarán de acuerdo con las normas ASTM C293 y NTP 339.078 donde el módulo de rotura será calculado justo en la colocación de la falla: en 1/3 de la longitud de la viga o no más del 5% del rango libre del mismo [46, 47].

Módulo de elasticidad

Este enfoque de análisis ofrece un resultado que representa la relación entre la resistencia y la deformación, además de una relación entre la deformación en dirección lateral y longitudinal, adecuada para el concreto que ha alcanzado su estado endurecido en cualquier punto temporal sea cual sea la condición de curado, este procedimiento abarca la determinación del E_c o Módulo de Young en probetas cilíndricas y núcleos de concreto sometidos a esfuerzos de compresión [48].

2. Características microestructurales

Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDS)

Es un método de imagen frecuentemente utilizado por su elevada resolución y capacidad de sintetizar las características estructurales, químicas y morfológicas de los materiales en análisis, facilita la obtención de una representación visual de la muestra, ya que lo que detecta es la contestación de la muestra al impacto de un haz de electrones, a diferencia de la microscopía óptica que apunta fotones. [49]

Difracción de Rayos X – DRX

Se emplea para examinar la composición de una amplia gama de materiales, que incluyen aleaciones, materiales catalíticos, minerales, etc. Este método se ha integrado en la investigación de materiales en el ámbito de las nanociencias, ya que la difusión obtenida de un difractograma permite establecer tanto la estructura y composición de la muestra, es factible establecer las dimensiones de grano a partir de un difractograma. [50]

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación

Este estudio se clasifica como investigación aplicada, ya que emplea conocimientos previos para potenciar las propiedades mecánicas y microestructura del concreto, lo que resultaría en un nuevo campo de investigación. Además, se distingue por considerar los objetivos prácticos del conocimiento, ya que, a partir de los resultados teóricos, se posibilita el progreso en las aplicaciones prácticas, toda investigación aplicada incluye una base teórica vinculada a la investigación básica; en este contexto, la relevancia para el investigador reside en las implicaciones prácticas de su estudio [51].

Diseño de investigación

El diseño es experimental al buscar rigurosamente la causalidad entre variables mediante la manipulación cuantitativa de una sobre otra, lo que implica la cuidadosa manipulación de la variable independiente a través de un programa de intervención, donde se establecen parámetros de rango específicos, en este diseño, la variable independiente actúa como el factor controlado por el investigador, cuyos efectos se ponen a prueba en relación con la variable dependiente. [52]. Por lo tanto, la estructura de la investigación será la siguiente:

G1 → -- → O1

G2 → X2 → O2

G3 → X3 → O3

G4 → X4 → O4

G5 → X5 → O5

Donde:

G1= Grupo control (GC) para un diseño de 210kg/cm².

-- = Sin incorporación de VG.

O1= Observaciones de resultados sin sustitución parcial.

G2 = Grupo experimental (GE) para un diseño de 210kg/cm².

X2 = Sustitución parcial de VG al 6% en el AF.

O2= Observaciones de resultados sustituyendo VG.

G3 = GE para un diseño de 210kg/cm².

X3 = Sustitución parcial de VG al 12% en el AF.

O3= Observaciones de resultados sustituyendo VG.

G4 = GE para un diseño de 210kg/cm².

X4 = Sustitución de VG al 18% en el AF.

O4= Observaciones de resultados sustituyendo VG.

G5 = GE para un diseño de 210kg/cm².

X5 = Sustitución de VG al 24% en el AF.

O5= Observaciones de resultados sustituyendo VG.

2.2. Variables, Operacionalización

Variables

Variable dependiente

Propiedades mecánicas del concreto y características microestructurales

Variable independiente

Material reciclable como: vidrio granular

Operacionalización

Tabla 1: Operacionalización de variable dependiente

Variable de estudio	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Propiedades mecánicas del concreto	Las propiedades mecánicas del concreto son las que someten a esfuerzos de f_c , f_t y M_r . Con base en los resultados experimentales, se presentan correlaciones numéricas para la estimación de estas propiedades mecánicas [53].	Se realizó el análisis correspondiente a las propiedades mecánicas mediante ensayos con el diseño de mezcla de f_c 210 kg/cm ² .	Concreto en estado endurecido	Resistencia a la compresión, f_c	Kg/cm ²	Observación, análisis de documentos, fichas y formatos, y ensayos en laboratorio.	%	Variable numérica	De razón
				Resistencia a la tracción, f_t					
				Resistencia a la flexión, M_r					
				Módulo de elasticidad, E_c					
Características microestructurales del concreto	Las características microestructurales permiten la obtención de las características físico-químicas de dicho material que funcione como punto de referencia para establecer correlaciones con otras metodologías [54]	Se realizó el análisis microestructural del concreto con porcentaje óptimo con VG.	Concreto en estado endurecido	Microscopio electrónico de barrido SEM					

Tabla 2: Operacionalización de variable independiente

Variable de estudio	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Vidrio granular	Es un insumo liviano, poroso, reciclado derivado del vidrio reciclable, normalmente duro, quebradizo y claro, presente en el entorno, que puede ser fabricado por el hombre [55].	Se analizó la incorporación de VG en reemplazo parcial del AF en un diseño de mezcla de f'c 210 kg/cm ²	Propiedades físicas	Granulometría	mm	Observación , análisis de documentos , fichas y formatos, y ensayos en laboratorio.	%	Variable numérica	De razón
				Peso específico	gr/cm ³				
				Absorción y Humedad	%				
				Peso unitario	kg/m ³				
			Caracterización química	Difracción de rayos X (XRD)					
Porcentajes de sustitución	6% 12% 18% 24%	Kg							

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población

Se define como sucesión de conceptos englobados de una diversidad de definiciones generales dentro de un tema específico, dado que si se realiza un análisis a la población resulta impracticable debido a restricciones temporales y de recursos, por eso es importante seleccionar una porción más específica de la población para su estudio, la población en el presente proyecto viene a estar dada por el grupo de testigos de concreto incorporando VG que serán ensayadas a f'c, f't, Mr y Ec [52].

Muestra

Refleja una porción de la población que se utilizará en el proyecto, donde se desarrollaran los ensayos necesarios para recopilar la información requerida, la muestra seleccionada debe ser significativa, en general para respaldar los resultados encontrados. [56]. De tal forma que las muestras quedan definidas de la manera siguiente:

Tabla 3: Muestras del concreto patrón f'c 210

CONCRETO PATRÓN	F'c y Ec			F't			Mr		
	Días								
	7d	14d	28d	7d	14d	28d	7d	14d	28d
	3 t	3 t	4 t	3 t	3 t	4 t	3 t	3 t	4 t
TOTAL	10 MUESTRAS			10 MUESTRAS			10 MUESTRAS		

Tabla 4: Muestras de concreto incorporando vidrio granular

% de VG incorporado	F'c y Ec			F't			Mr		
	Días								
	7d	14d	28d	7d	14d	28d	7d	14d	28d
6%	3 t	3 t	4 t	3 t	3 t	4 t	3 t	3 t	4 t
12%	3 t	3 t	4 t	3 t	3 t	4 t	3 t	3 t	4 t
18%	3 t	3 t	4 t	3 t	3 t	4 t	3 t	3 t	4 t
24%	3 t	3 t	4 t	3 t	3 t	4 t	3 t	3 t	4 t
TOTAL	40 MUESTRAS			40 MUESTRAS			40 MUESTRAS		

Muestreo

El concepto de muestreo hace referencia a la elección de elementos a ser estudiadas dentro de una población previamente definida, este aspecto se torna importante en la metodología y estructura de diversos estudios, dividiéndose en muestreo probabilístico y no probabilístico, esta investigación hace uso de un muestreo probabilístico mediante un enfoque indeterminado simple, ya que este método de selección posibilita que los elementos que constituyen la población sean incluidos en la muestra [57].

Criterios de selección

Criterios de inclusión: Se examinó exclusivamente muestras de VG reciclado que actúen como sustituto del AF, originarios a la zona de investigación, asegurando que los materiales sean provenientes de Chiclayo - Lambayeque.

Criterios de exclusión: Se excluyen las muestras que no contengan VG como sustituto del AF y las no pertenecientes a la zona de estudio.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

La obtención de información bajo técnicas e instrumentos son elementos fundamentales en el proceso de investigación, una vez que se han definido, es esencial someterlas a evaluaciones de confiabilidad y validez para luego contrastar los datos recabados con los antecedentes, donde la recolección de datos se logra mediante la utilización de técnicas e instrumentos apropiados, los cuales se emplean para cumplir con los objetivos establecidos. [52]

A. Técnicas de recolección

Análisis de documentos

Este procedimiento implica examinar investigaciones previas con el objetivo de comprender la conexión entre el estudio actual y las fuentes existentes, en este marco, la revisión debe ser cuidadosa y enfocarse específicamente en el asunto de interés [58].

Observación

Gracias a la recopilación de información realizada por el investigador, se facilita la observación de datos para interpretar comportamientos esta técnica es aplicable tanto en investigaciones cualitativas como cuantitativas, este proyecto de investigación se realizará un anotado cuantitativo a los resultados en los correspondientes ensayos [52].

B. Instrumentos de recolección de datos

Fichas de observación

Está compuesto por las fichas técnicas específicas del laboratorio LEMS W&C, los cuales serán utilizados para cada tipo de ensayo realizado.

C. Validez y confiabilidad de datos

La validez, refiere al nivel en que los datos recopilados por un instrumento reflejan con precisión lo que el indagador busca describir, dicho de otra manera, se trata de la correspondencia de se está midiendo y la intención original de la medición, en lo concerniente a la confiabilidad, se alude a la seguridad, consistencia y exactitud depositadas en los resultados [58].

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Al concluir la investigación, es crucial asegurarse de que se hayan alcanzado los objetivos establecidos, en este sentido, el análisis de los datos en estudio no solo respalda los resultados finales, sino que también verifica su validez [59].

a. Reciclaje de vidrio granular

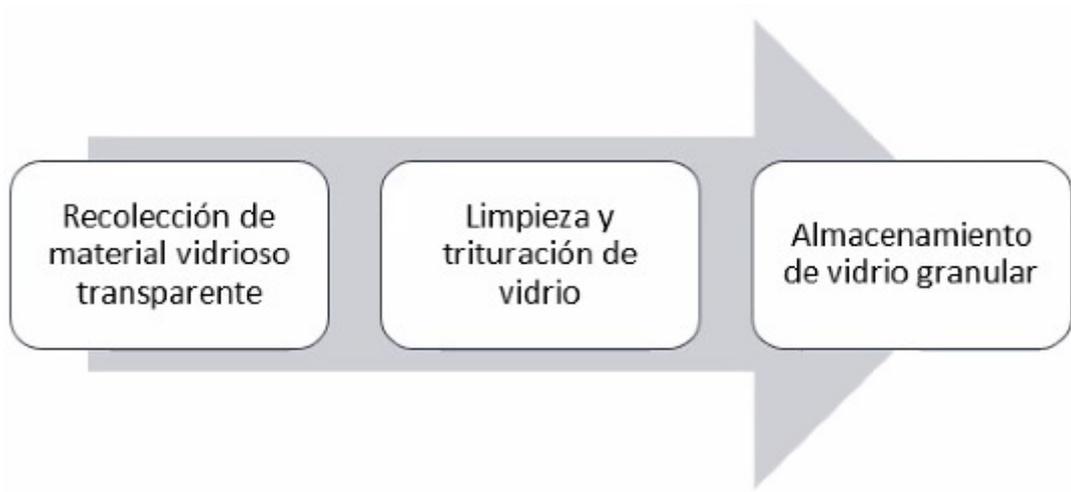


Fig. 1: Proceso de recolección de VG

b. Procesos para la recolección de datos

Diagrama de flujo de procesos

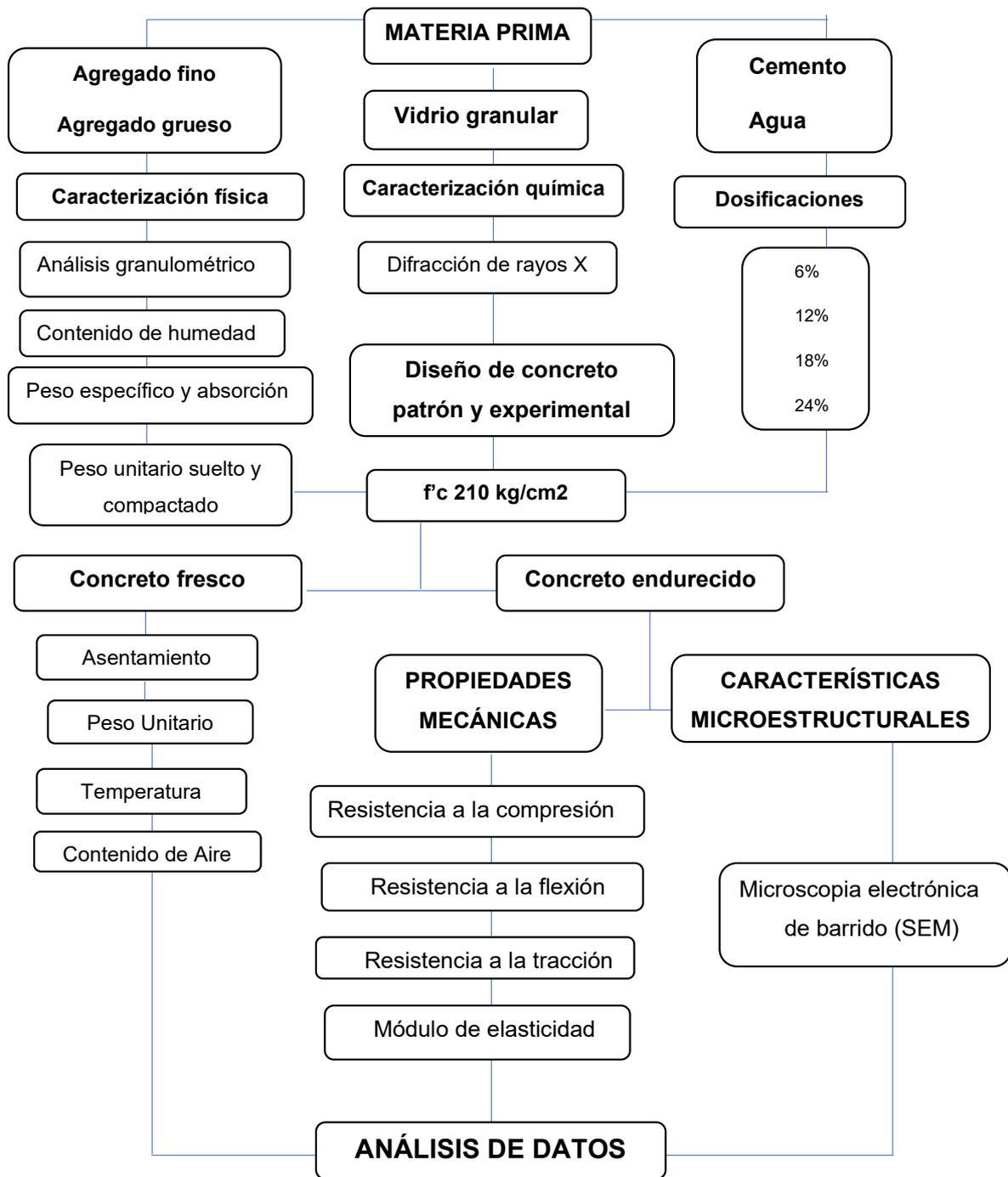


Fig. 2: Diagrama de flujo de las propiedades mecánicas y microestructura del concreto

c. Descripción de procesos

1. Selección y obtención de materiales

AF y AG: Cantera La Victoria, Pátapo.

El cemento utilizado fue Pacasmayo Tipo I.

Agua potable

Vidrio reciclado triturado hasta tenerlo granular. Dicho material se obtuvo de la vidriería “Vidrios y Aluminios Robert’s Accesorios SAC” ubicado en Juan Cuglievan N°1249 – Chiclayo – Lambayeque.

2. Ensayos realizados a los agregado y materiales

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de la empresa LEMS W&C EIRL, siguiendo las pautas establecidas por las normativas NTP y ASTM.

i. Análisis granulométrico de los agregados

Durante los análisis granulométricos, las muestras de AF y AG fueron sometidas a una secuencia de tamices para encontrar con precisión las cantidades retenidas en función del tamaño de las partículas, permitiendo así establecer su gradación, que se determina según la NTP 400.012. [60]

Agregado fino

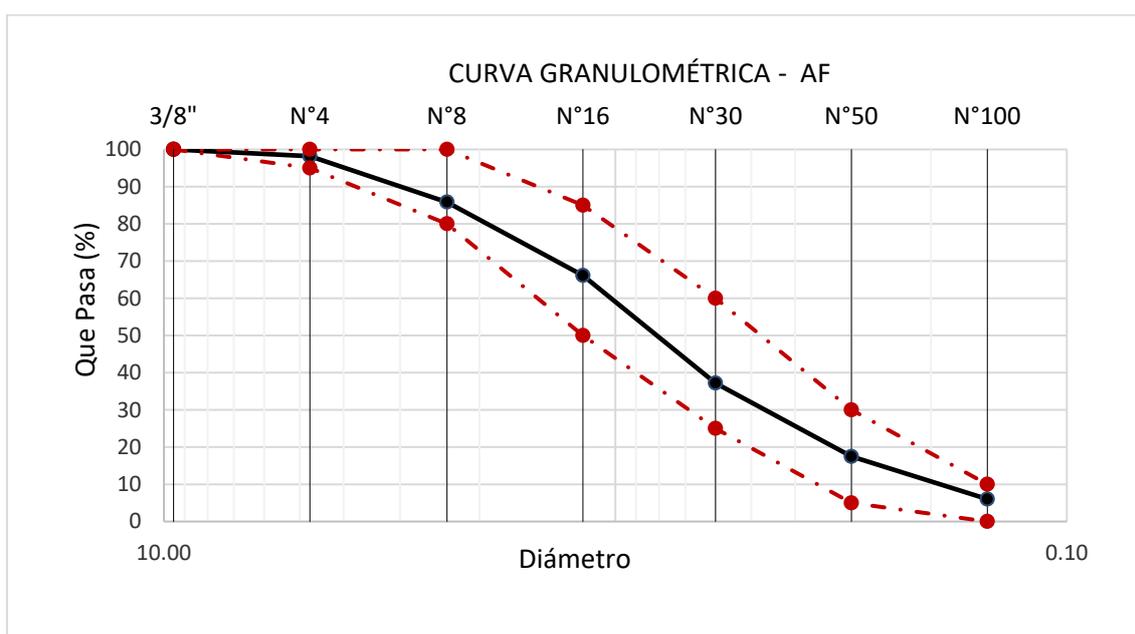


Fig. 3. Curva granulométrica del AF

Agregado grueso

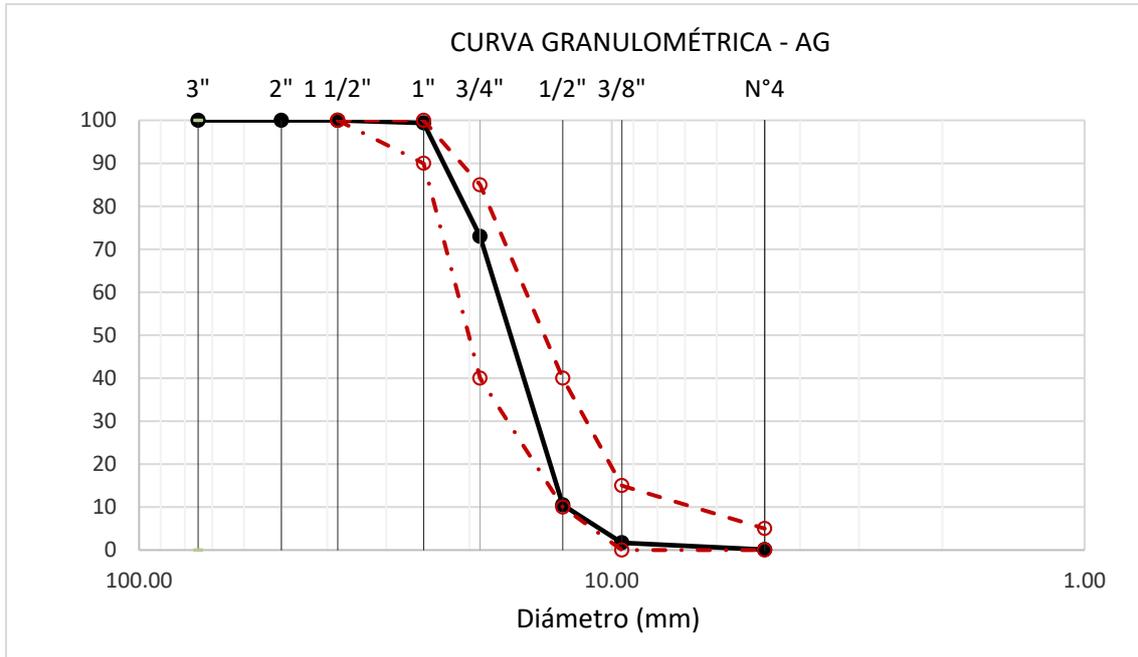


Fig. 4. Curva Granulométrica del AG

ii. Peso unitario suelto y compactado

Para el peso unitario suelto se realizó el ensayo llenando completamente un recipiente cuyas dimensiones fueron de 7.5 cm de radio y 15.5 cm de altura, pesando 8480 gr. y un volumen de 0.003027 m³, y para el compactado el llenado correspondiente se llevó a cabo en 3 capas, y en cada nivel se compactó con 25 golpes utilizando una varilla, según la NTP 400.017. [61, 62]

Tabla 5: Peso unitario suelto y compactado de los agregados (fino y grueso)

Ensayos	Unidades	AF	AG
P.U.S.S	(kg/m ³)	1346.63	1399.31
P.U.C.S	(kg/m ³)	1407.94	1513.07

iii. Peso específico (P.E.) y absorción

Se llevó a cabo bajo las pautas regidas en la NTP 400.022, esta norma detalla la metodología adecuada para calcular tanto el P.E. real como el simulado, también la cantidad de agua contraída en los agregados [63, 64] .

Agregado fino

Tabla 6: Peso específico (P.E.) y absorción del AF

P.E. del AF g/cm³	2.56
Absorción del AF %	1.523%

Agregado grueso

Tabla 7: Peso específico y absorción del AG

P.E. del AG g/cm³	2.72
Absorción del AG %	1.035%

iv. Contenido de humedad de los agregados

Se llevó a cabo bajo la norma NTP 339.185 con el objetivo de obtener el porcentaje de humedad del AF y el AG [65].

Tabla 8: Contenido de humedad (C.H.) del AF y AG

Agregados	C.H. (%)
AF	0.54
AG	0.34

3. Diseño de mezcla

Diseño de mezcla de concreto patrón

Se elaboró el diseño del concreto para una resistencia compresiva de 210 kg/cm² de acuerdo con los parámetros del Método ACI 211 [66].

Tabla 9: Diseño de mezcla de un concreto f'c 210 kg/cm2

Cantidad de materiales por m3					
Cemento	399.15	Kg/m3	Tipo 1 – Pacasmayo		
Agua	219.37	L	Agua potable de laboratorio		
AF	820.35	Kg/m3	Arena gruesa de la cantera “La Victoria” – Pátapo		
AG	907.31	Kg/m3	Arena gruesa de la cantera “La Victoria” – Pátapo		
Dosificación					
	Cemento	AF	AG	Agua	Und.
Proporción en peso	1	2.06	2.27	23.6	Lts/pie3
Proporción en volumen	1	2.29	2.44	23.6	Lts/pie3
Factor de cemento por m3 de concreto				9.39	bolsas/m3
Relación a/c				0.55	

Diseño de mezcla con material sustitutorio al AF

Una vez completados los diseños de mezcla para el CP, se preparó las mezclas adicionales que incluían el material sustituto Este material incluía VG en porcentajes del 6%, 12%, 18% y 24%. Este sustituto fue utilizado parcialmente en el AF. Cabe destacar que estas mezclas fueron preparadas considerando el nivel de resistencia: 210 kg/cm2.

Tabla 10: Diseño de mezcla con VG para un concreto f'c 210 kg/cm2

Descripción	Diseño f'c 210 kg/cm2			
	6%	12%	18%	24%
Relación a/c	0.55	0.55	0.55	0.55
Cemento (Kg/m3)	399.15	399.15	399.15	399.15
Agua (L)	219.37	219.37	219.37	219.37
AF (Kg/m3)	771.13	721.91	672.69	623.47
AG (Kg/m3)	907.831	907.831	907.831	907.831
VG (Kg/m3)	49.22	98.44	147.66	196.88

4. Ensayos de concreto en estado fresco

i. Asentamiento del concreto

Se realizó esta prueba con el fin de determinar y evaluar la trabajabilidad de las diferentes mezclas de concreto. Para esto, se siguieron las normas ASTM C143 y NTP 339.035 [67, 68]

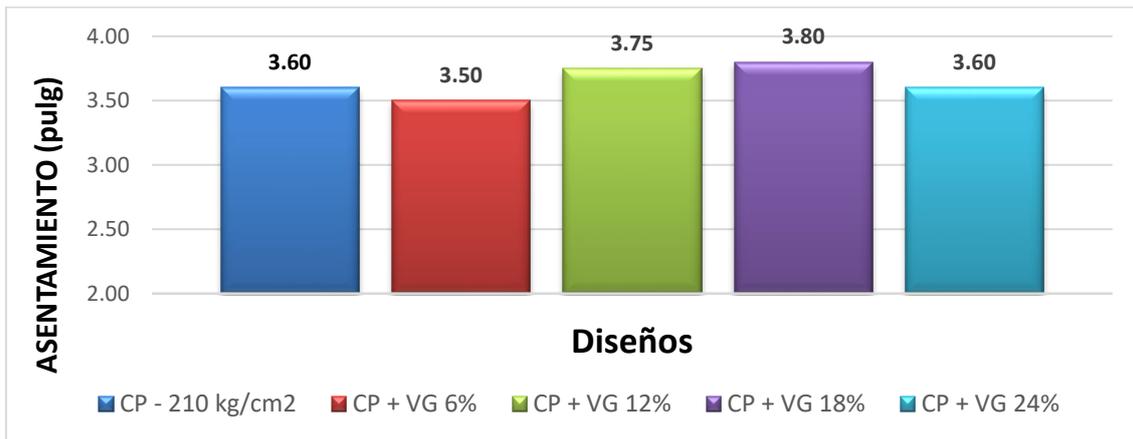


Fig. 5. Asentamiento del CP y experimental f_c 210 kg/cm²

ii. Peso Unitario

Los ensayos se llevaron a cabo siguiendo las regulaciones establecidas por las normas ASTM C138 y NTP 339.046 [62, 69]

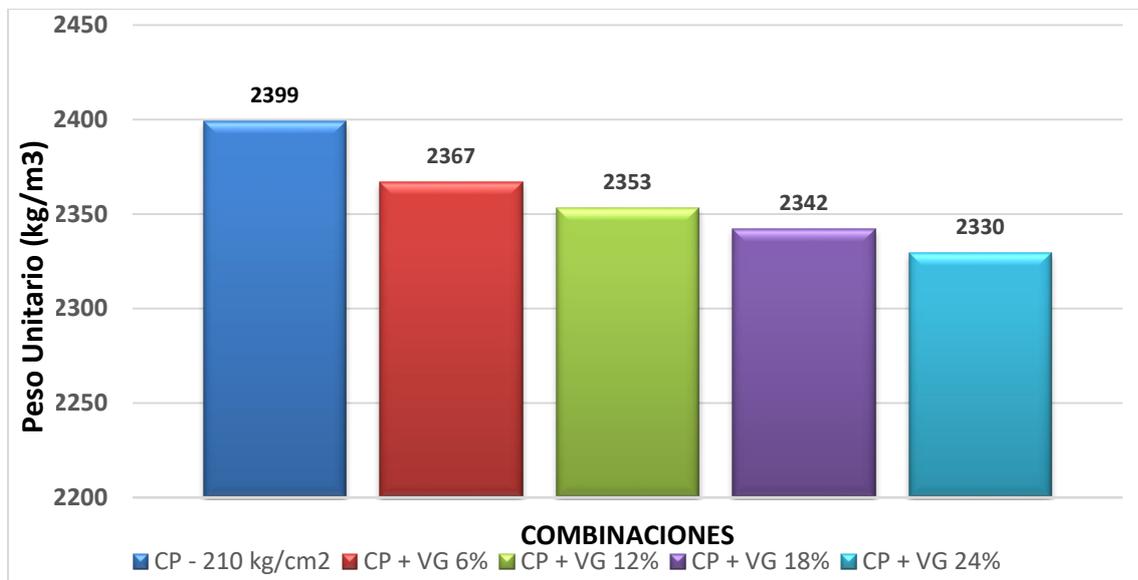


Fig. 6. Peso unitario del CP y experimental f_c 210 kg/cm²

iii. Temperatura

Se llevó a cabo el ensayo de temperatura siguiendo las normativas pertinentes ASTM C1064 y NTP 339.184 [70, 71].

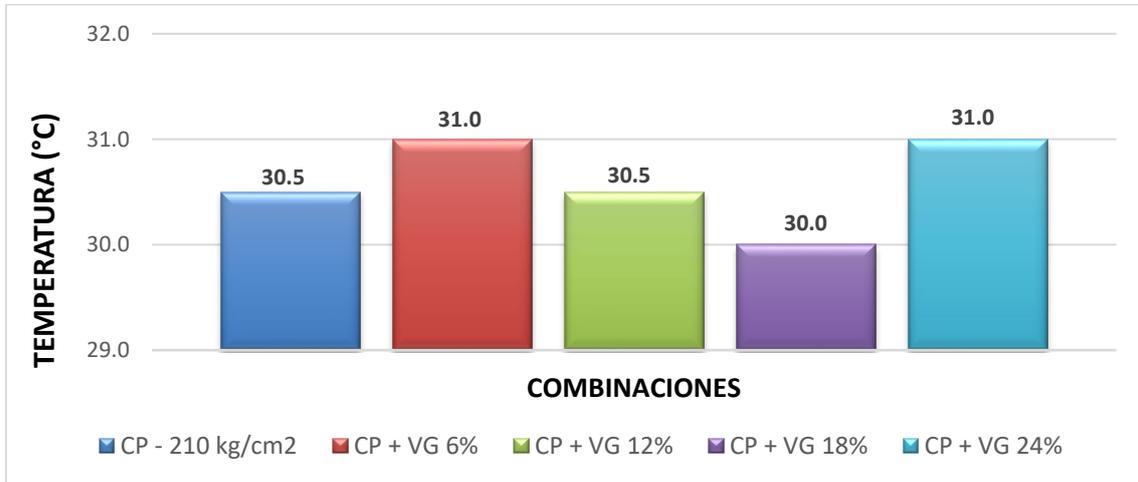


Fig. 7. Temperatura del CP y experimental f'c 210 kg/cm2

iv. Contenido de Aire

En este experimento, se utilizó el conocido medidor "Washington" siguiendo el método "B" de la cámara horizontal, se esta manera, se pudo identificar la cantidad de aire atrapado en el concreto con una resistencia de 210 kg/cm² teniendo en cuenta la normativa NTP 339.081 [72].

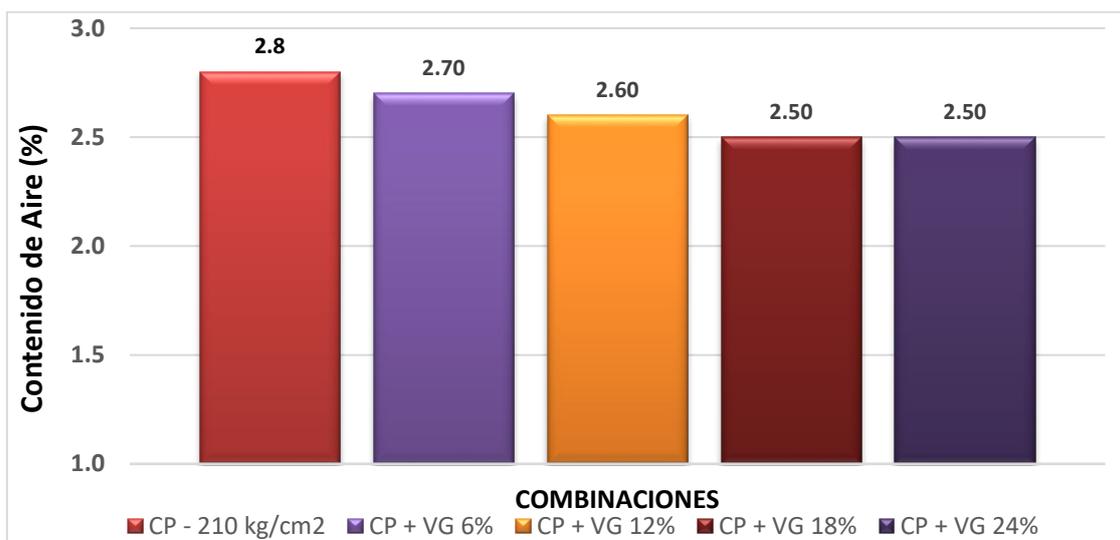


Fig. 8. Contenido de aire del CP y experimental f'c 210 kg/cm2

5. Ensayos de concreto en estado endurecido

i. Resistencia a la compresión

Se realizó de acuerdo con las normativas ASTM C39, ASTM C192 y NTP 339.034, en total, se fabricaron 50 probetas cilíndricas, conforme a los requisitos establecidos, las pruebas de rotura se llevaron a cabo a los 7, 14 y 28 días de curado para analizar el progreso de las resistencias [42, 41, 73].

ii. Resistencia a la tracción

Se realizó tomando en cuenta las normas ASTM C496 y NTP 339.084, de manera similar a la prueba de fuerza compresiva, se realizaron 50 testigos, estas se colocaron en posición horizontal en la prensa hidráulica. Se analizó para el mismo intervalo de edades de curado que la propiedad anterior [44, 74]

iii. Resistencia a la flexión

Se realizó siguiendo las normas ASTM C293 y NTP 339.078, en consecuencia, se evaluaron 50 probetas prismáticas, asimismo, se realizaron pruebas de rotura en una prensa hidráulica a los 7 y 28 días de curado [46, 47].

iv. Módulo de elasticidad

En este ensayo, se utilizó un dispositivo llamado compresómetro, que se colocó junto a los cojines en cada una de las muestras de concreto que iban a ser evaluadas, siendo evaluados bajo la normativa ASTM C469 [48].

ii. Características microestructurales

i. Difracción de rayos X (DRX) para VG

Para el análisis del VG se realizó mediante la técnica DRX, teniendo en consideración la norma UNE-EN 13925-3: Ensayos No Destructivos aplicada a materiales policristalinos y amorfos; y el instrumento utilizado fue el Bruker. [50]

ii. **Microscopía electrónica de barrido (SEM) para el CP f'c 210kg/cm² y concreto experimental**

Los análisis del CP y Concreto Experimental se realizaron mediante SEM-EDS, teniendo en consideración la Norma ASTM F1877-16; y el instrumento utilizado para esta medición fue el Prisma E ThermoFisher [49].

2.6. Criterios éticos

La ética desempeña un papel crucial al posibilitar contribuciones científicas que se alinean con las necesidades de la población, su importancia radica en la necesidad de una aplicación adecuada en diversos proyectos, abarcando aspectos fundamentales como la confidencialidad, legalidad y profesionalismo [75]. En este escenario, se seguirán los protocolos éticos fijados por el comité de ética de investigación, bajo la supervisión de la USS. Estos lineamientos abarcarán la adecuada citación del estudio completo, empleando fuentes de confianza y siendo respetuoso con la autoría de otras investigaciones. Igualmente, se fomentará un trato ético entre los tesisistas y todas las personas vinculadas al proyecto, promoviendo principios como el respeto, la sinceridad y solidaridad. Además, se adherirá a procedimientos meticulosos basados en normativas vigentes para garantizar la obtención de datos veraces y fiables.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Según el objetivo específico 1

Tabla 11: Características físicas del VG

Descripción	Normativa Peruana	Resultados	Unidad
Módulo de Fineza	400.037	2.82	-
P. específico de masa	400.022	2.265	g/cm ³
Porcentaje de absorción	400.022	1.523	%
Peso U. suelto húmedo	400.017	1408.68	kg/m ³
Peso U. suelto seco	400.017	1398.88	kg/m ³
Peso U. compactado húmedo	400.017	1577.63	kg/m ³
Peso U. compactado seco	400.017	1566.65	kg/m ³
Porcentaje de Humedad	339.185	0.70	%

La Tabla 11 exhibe los resultados más relevantes de las propiedades físicas del VG, donde se aprecia que el índice de finura está en conformidad según los rangos establecidos por la NTP400.037 ya que se encuentra comprendido entre 2.3 y 3.1; su peso específico es de 2.27 g/cm³, además, su porcentaje de absorción y humedad es de 1.52 y 0.7 respectivamente, por último, se obtuvieron resultados satisfactorios de las demás características físicas que se asemejan a un agregado fino.

Tabla 12: Microestructura del VG

Difracción de rayos X (resultados obtenidos de la muestra)			
Nombre del componente indicado	Fórmula química	Unidad	Resultado
9006621	Fe _{1.82} SiO _{1.18}	%	100,00

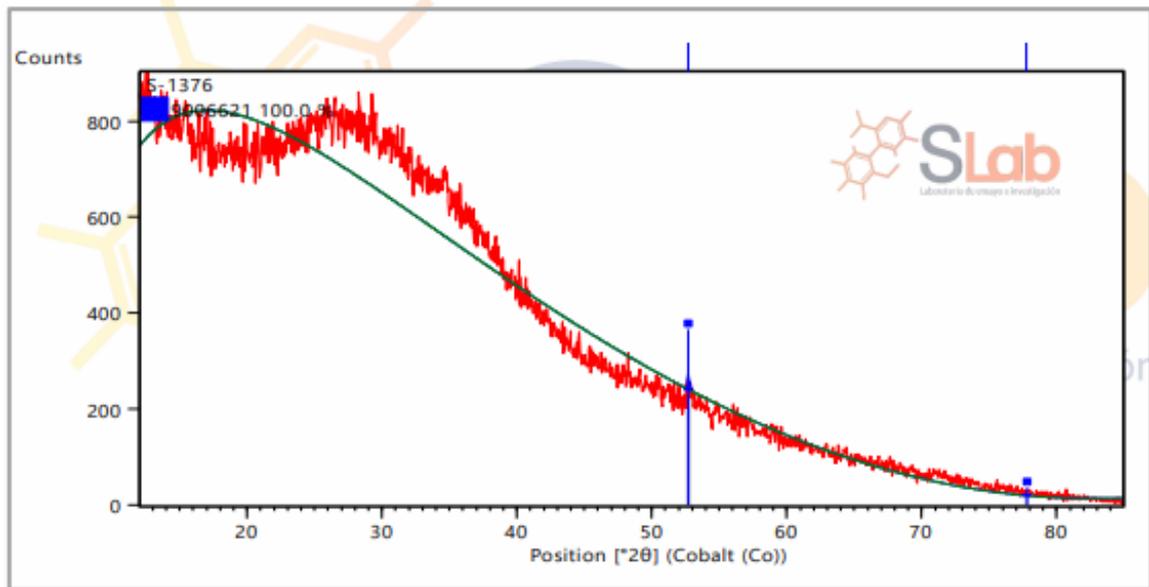


Fig. 9. Difractograma de la muestra (DRX) – VG

Según la Tabla 12 los resultados del VG luego del análisis de Difracción de Rayos X, indican que la muestra presenta en su composición Hierro (Fe) y Silicio (Si), cuya formula química es $\text{Fe}_{1.82}\text{SiO}_{1.18}$ (hierro silicato) para lo cual el elemento mayoritario es el Hierro (Fe). Además, de acuerdo a la región del espectro electromagnético visto en el difractograma Fig. 9, se observa la presencia de un pico evidenciando una estructura cristalina, es decir que entre el ángulo 0 y 53 hacen el efecto espejo y la radiación rebota, formando dicho pico.

Según el objetivo específico 2

Se realizaron pruebas con el fin de lograr los valores óptimos de las propiedades mecánicas al concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm² y al concreto experimental (CE) que incorpora VG para sustituir parcialmente al AF, donde se establecieron las resistencias para períodos de curado de 7, 14 y 28 días.

a. Resistencia a la compresión

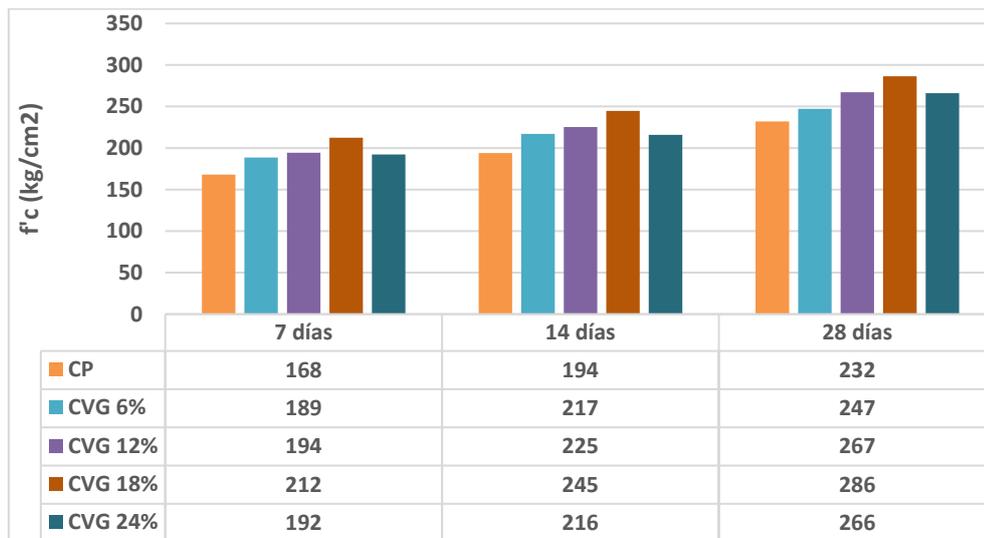


Fig. 10. Curva de resistencia a la compresión: $f'c$ 210 kg/cm²

En la Fig. 10, se muestran los resultados de la resistencia a la compresión del CP cuyo valor alcanza 232 kg/cm², a 28 días de curado; así mismo el concreto con reemplazo de 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio granular por agregado fino, alcanzan un $f'c$ de 247, 267, 286 y 266 kg/cm² respectivamente, llegando a superar a la resistencia que fue diseñada inicialmente. Siendo, 18 % el porcentaje óptimo, que representa un 23,28% de aumento respecto al concreto patrón.

b. Resistencia a la tracción

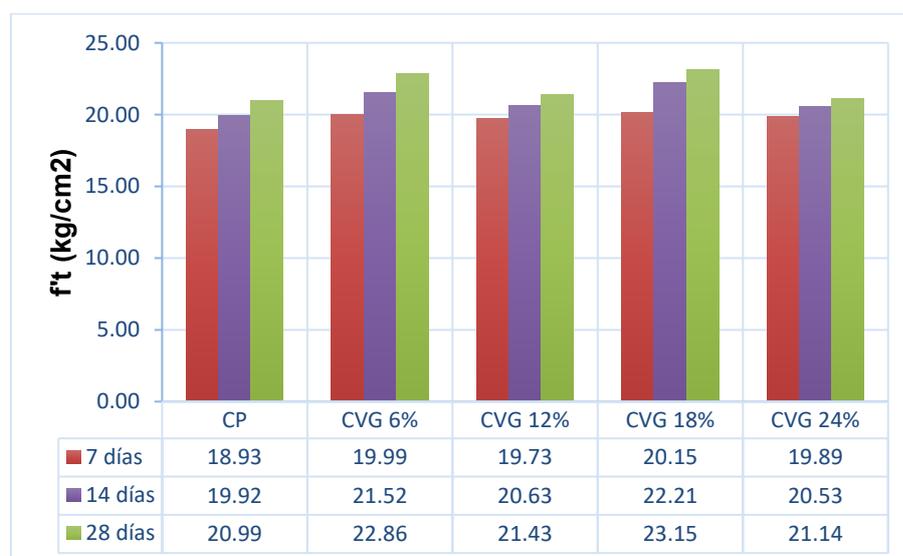


Fig. 11. Resistencia a la tracción: $f'c$ 210 kg/cm²

Los resultados mostrados en la Fig. 11, detallan que el concreto patrón (CP) logró alcanzar un $f't$ de 20.99 kg/cm², a 28 días de curado; así mismo el concreto con reemplazo de 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio granular por agregado fino (AF), alcanzan una resistencia a la tracción de 22.86, 21.43, 23.15 y 21.14 kg/cm² respectivamente. Siendo, el porcentaje óptimo de 18 % de vidrio en reemplazo parcial del AF, que representa una variación de aumento de 10.29 % respecto al CP.

c. Resistencia a la flexión

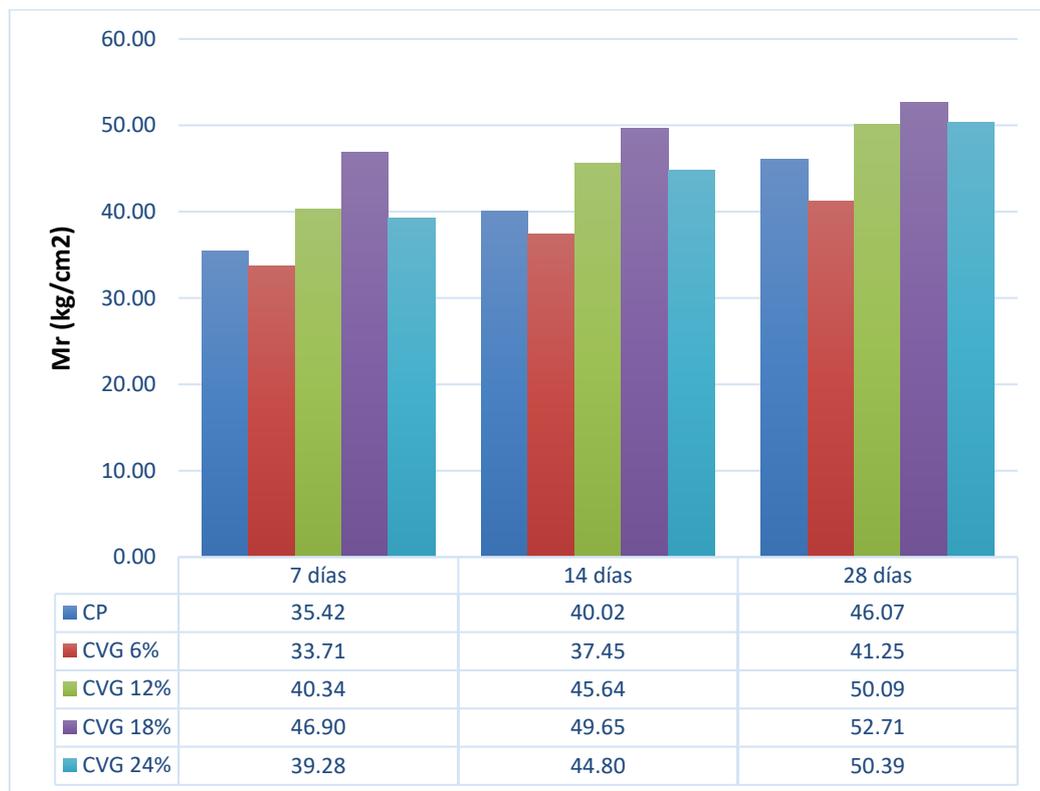


Fig. 12. Resistencia a la flexión: $f'c$ 210 kg/cm²

Los resultados mostrados en la Fig. 12, detallan que el concreto patrón (CP) logró alcanzar un M_r de 46.07 kg/cm², a 28 días de curado; así mismo el concreto con reemplazo de 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio granular (VG) por agregado fino (AF), alcanzan una resistencia M_r de 41.25, 50.09, 52.71 y 50.39 kg/cm² respectivamente. Siendo, el porcentaje óptimo de 18 % de VG en reemplazo parcial del AF, que representa una variación de aumento de 14.41% en referencia al CP.

d. **Módulo de elasticidad**

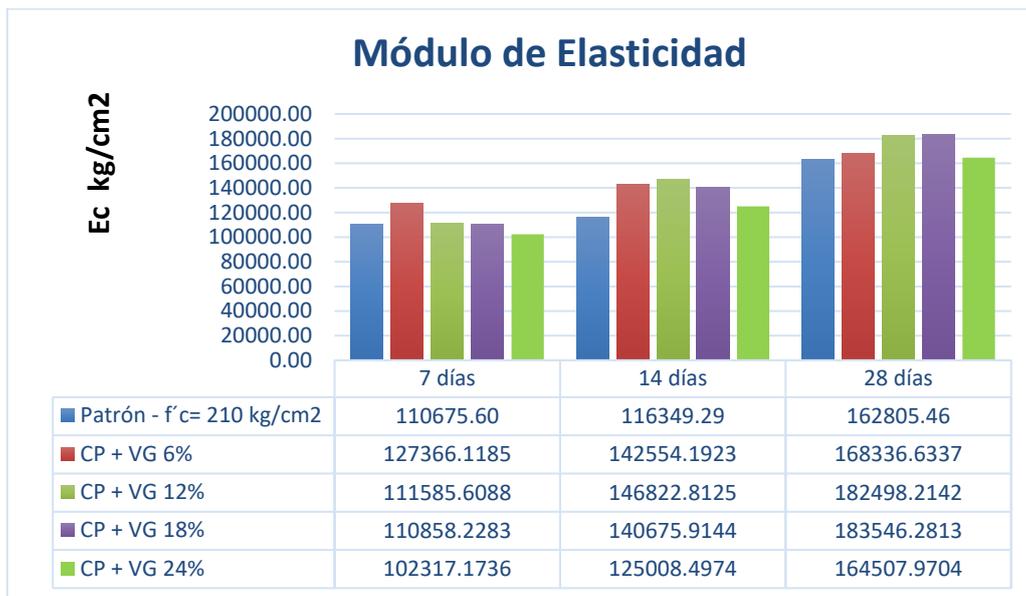


Fig. 13. Módulo elástico del CP y experimental f'c 210 kg/cm2

Los resultados mostrados en la Fig. 13, detallan que el CP alcanzó un Ec de 162805.46 kg/cm², a 28 días de curado; así mismo el concreto con reemplazo de 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio granular por AF, alcanzan una resistencia de módulo elástico de 168336.63, 182498.21, 183546.28 y 164507.97 kg/cm² respectivamente. Siendo, el porcentaje óptimo de 18 % de vidrio en reemplazo del AF, que representa una variación de aumento de 12.74 % respecto al CP.

e. **Variaciones de resistencias en porcentajes**

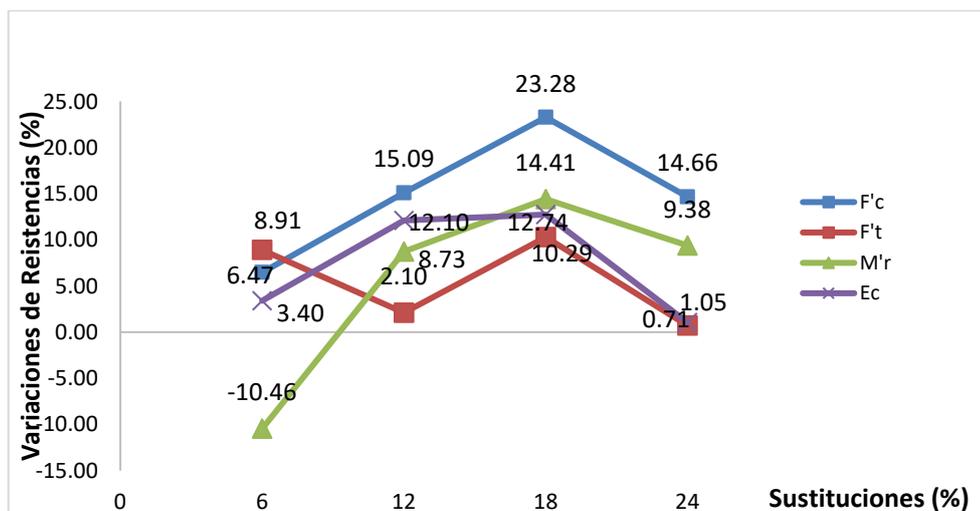


Fig. 14. Variación entre las sustituciones del concreto experimental y del CP.

La Fig. 14 muestra los porcentajes de variación del concreto experimental respecto al patrón, después de 28 días de curado. También se pudo demostrar al sustituir 24% de vidrio, la variación entre los resultados de f_c , f_t , M_r y E_c disminuyó en comparación al 18%. La muestra que contiene 18% de VG exhibe un incremento en su f_c de 23.28 %, así como en la tracción, flexión y módulo elástico en 10.29%, 14.41% y 12.74%, respectivamente, que se representan en las figuras 10, 11, 12 y 13.

Según el objetivo específico 3

i. Microscopía electrónica de barrido (SEM) del CP

De los resultados adquiridos para el concreto patrón expuestos en la Tabla 13 se evidencia que están acorde a las características propias de la muestra que consiste en una combinación de cemento, agregados y agua. Es por ello el contenido alto de Calcio y Silicio. Correspondiente a la Fig. 15 se puede observar una mayor cohesión en este caso brindado por el cemento como material aglutinante siendo el componente principal para la unión de áridos en la mezcla.

Tabla 13: Análisis SEM - CP

Código de laboratorio	RESULTADOS OBTENIDOS		
	Elemento	Unidad	Resultados
S-1374	Calcio, Ca	%	52.41
	Silicio, Si		44.09
	Potasio, K		3.5

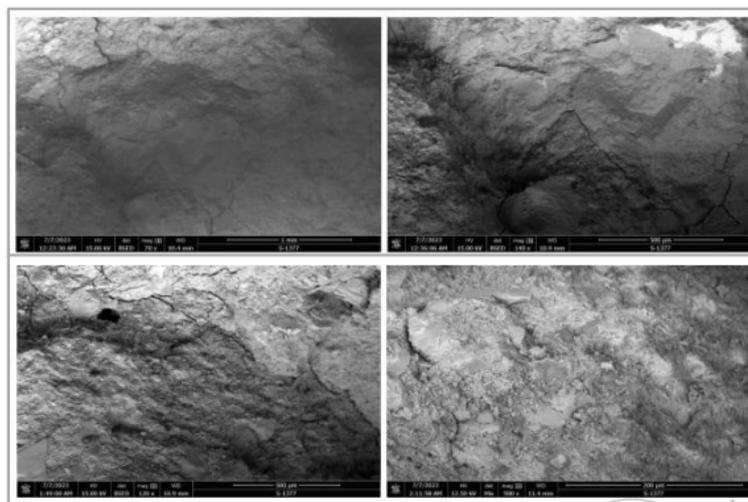


Fig. 15. Micrografías (SEM) – CP

ii. **Microscopía electrónica de barrido (SEM) del concreto experimental en su estado óptimo.**

En la Tabla 16, los resultados del Concreto Experimental (CE) evidencian adicionalmente la presencia de Fe, lo que confirmaría que se haya añadido el VG como parte de la composición de la muestra. Igualmente hay una mayor cantidad en el contenido de Calcio y Silicio que es acorde, ya que la muestra este compuesto en su mayoría de cemento, piedra y agua. Con respecto a la Fig. 16, se evidencia una mayor dispersión con la presencia del VG; adicionalmente se observa una textura diferente a la del concreto, donde también presentan algunos vacíos (a) y fisuras (b), la cual correspondería a la presencia de VG.

Tabla 14: Análisis SEM - Concreto experimental, 18 % VG

Código de laboratorio	RESULTADOS OBTENIDOS		
	Elemento	Unidad	Resultados
S-1586	Calcio, Ca	%	48.30
	Silicio, Si		45.27
	Hierro, Fe		6.35
	Sodio, Na		0.08

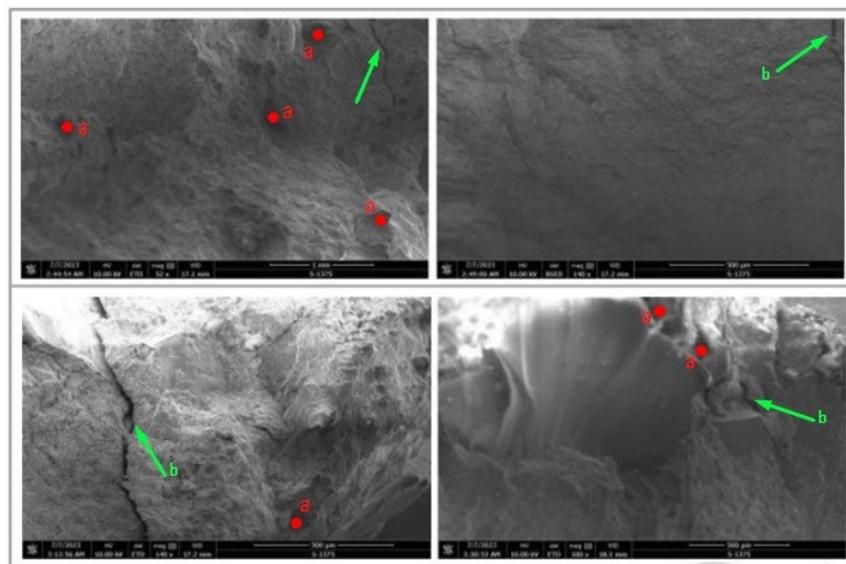


Fig. 16. Micrografías (SEM) - Concreto experimental

3.2. Discusión

Discusión O.E.1:

En la tabla 11 se evidencian las principales características físicas del VG, donde la granulometría sobre pasa ligeramente el límite inferior y no satisface las condiciones necesarias fijados por la NTP 400.012, esto coincide con [26] que en su investigación la granulometría del vidrio triturado está por debajo del límite inferior, esto se da debido a que el proceso de molienda del vidrio requiere equipos más especializados, para lograr una granulometría óptima. Y con respecto a su caracterización química por medio del DRX, indica que la muestra presenta en su composición Hierro (Fe) al 82% y Silicio (Si) al 18% como se evidencia en la tabla 12, donde también se observó solo la presencia de un pico evidenciando un solo componente (figura 9), es así que, en comparación por lo expuesto por [20] donde la caracterización química del vidrio llega a presentar dióxido de silicio y óxido de hierro a un 71,10% y 0.51%, respectivamente.

Discusión O.E.2:

En la fig. 10 y 14 se exponen los desempeños de la resistencia a la compresión y sus variaciones del CE frente al CP que tiene una resistencia de 232 kg/cm², donde también se evidencia que el $f'c$ incrementa al sustituir el VG por el AF, siendo el más significativo la sustitución al 18%, con un $f'c$ de 286 kg/cm² y una variación de 23.28% a la edad de 28 días, por lo tanto, al contrastar con los resultados obtenidos, lo sustentado por [21] donde al utilizar el 20% de sustitución de vidrio por AF, su $f'c$ aumenta en un 5.5% respecto al CP y lo expuesto por [28] donde al utilizar 10% de vidrio con un $f'c$ de 244 kg/cm² se logra un aumento en 9.91% con respecto al CP con un $f'c$ de 222 kg/cm²; así mismo [20] y [31] obtuvieron un incremento de $f'c$ al 30.49% y 38.57% respectivamente, cuando el porcentaje óptimo era de 50% y 40% de vidrio como reemplazo del AF, por otro lado, los autores [27], [76] y [25] alcanzaron una variación máxima de $f'c$ de 26%, 10% y 7% respectivamente, al reemplazo óptimo de 20% de vidrio; además, [30] alcanzó una variación de 18.32% con un concreto control de $f'c$ 213.34 kg/cm², y 252.42 kg/cm² con la incorporación de 15% de vidrio.

En cuanto a f_t , según se detalla en la figura 11, el porcentaje óptimo de reemplazo de vidrio, es del 18%, que alcanza una resistencia de 23.15 kg/cm² con una variación del 10.29% en contraste con la muestra patrón, que alcanza una resistencia de 20.99 kg/cm² después de 28 días de curado, esto demuestra que la resistencia a la tracción tiende a aumentar a medida que se sustituye el VG por el AF; en comparación con [32] que al considerar 15% de reemplazo, alcanzó una variación de 12.9% respecto al CP y lo justificado por [22] exhibieron una resistencia máxima a la tracción de 4,90 MPa, con 15% de vidrio triturado, teniendo una variación de 18.07 % con respecto al concreto CP cuyo f_t es de 4,15 MPa, así mismo, [33] que al considerar 4 % de vidrio como sustituto parcial de AF tuvo una variación de aumento de 12% con respecto al CP; por otro lado [20] y [24] con un porcentaje óptimo de 50% y 20% de sustitución respectivamente, lograron alcanzar una variación de aumento de 9% y 0.29%

Respecto a M_r del concreto, según se muestra en la figura 12, el concreto patrón alcanza un M_r de 46,07 kg/cm², y al sustituir VG en 18%, con un M_r de 52,71 kg/cm², siendo este el porcentaje óptimo, se logra una variación de aumento de 14.41% como detalla en la figura 12, por lo tanto, en contraste con los resultados obtenidos, lo que se argumenta [29] y [24] que en su condición máxima al reemplazo de 20% de vidrio, alcanzan una M_r de 45 y 46 kg/cm² respectivamente, con una variación de 15.28% y 15% con respecto al CP con una M_r de 39 y 40 kg/cm² en cada caso, por otra parte lo expuesto por [22] que al 15% de sustitución de vidrio con una M_r de 3,21 MPa llega a una variación de aumento de 12.62% con respecto al CP con un M_r de 2.85 Mpa; además [20] y [23] al incorporar vidrio como sustituto del AF en su estado óptimo de 50% y 10% respectivamente, alcanzaron una variación de aumento de 50% y 86%, con respecto a la muestra control después de 28 días.

Y por último, en la fig. 13, se aprecian los resultados experimentales del módulo elástico, con una resistencia 183546.28 kg/cm² al 18% de vidrio y una variación de 12.74% respecto al concreto patrón cuya resistencia es de 162805.46 kg/cm², que se detalla en la figura 14, demostrando que el E_c tiende a aumentar a medida que se reemplaza el VG por el AF, siendo el más significativo la sustitución al 18%, por lo tanto, en contraste con los resultados obtenidos, lo que argumenta [20] que al 50% de sustitución, la resistencia del

módulo elástico 267500 kg/cm² con una variación al 7% respecto al CP, por otro lado [33] alcanzó una variación de aumento del 6% con un contenido del 1% de vidrio como reemplazo parcial del AF.

Discusión O.E.3:

En la fig. 15, la imagen del análisis SEM del CP muestra una homogeneidad por el cemento, agregados y agua, pero esta se vuelve más imperceptible la cual hace la presencia de fisuras y vacíos al reemplazo del 18 % de VG por AF en el concreto tal y como se evidencia en la fig. 16, esto se debe a que el vidrio reciclable se dispersó uniformemente en la estructura de concreto, creando así un concreto más denso. Estos resultados concuerdan con la información proporcionada por [19] donde los vacíos comienzan a aparecer en la estructura de concreto cuando el porcentaje de reemplazo es mayor al 18% como en el resultado de la microestructura. Y las grietas comienzan a formarse cuando el porcentaje de reemplazo es superior al 20%, lo que impactaría de manera negativa a las propiedades del concreto, así mismo, lo expuesto por [25] detalla que en el ensayo SEM, la adición de VG al concreto redujo considerablemente la expansión causada por la reacción álcali-sílice; sin embargo [22] indican que conforme aumente el vidrio en el concreto, se logran encontrar partículas con bordes en forma de aguja lo cual puede ocasionar fallas y debilitar al concreto.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se concluye que el vidrio granular presenta una composición química de $Fe_{1.82} SiO_{1.18}$, con un alto porcentaje de hierro, así mismo cuenta con un módulo de fineza de 2.99, siendo estas características físicas y químicas que lo hacen apto para su uso en la producción del concreto.

Se concluye que sustituyendo el AF por VG en el concreto presenta una mejora en sus propiedades mecánicas, determinando que el 18% de sustitución es el porcentaje óptimo; esto conlleva un refuerzo en f'_c , f'_t , M_r y E_c , incrementando en un 23.28%, 10.29%, 14.41%, y 12.74%, respectivamente.

Se concluye que, mediante el análisis SEM del CP y experimental existe un alto contenido de Calcio y Silicio, además en el CP existe una mayor cohesión entre sus componentes mientras que en el experimental se muestra una textura diferente con presencia de vacíos y fisuras por la presencia de vidrio.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda, que la velocidad de trituración del vidrio en la máquina de desgaste no exceda un cierto límite de tiempo y gire en un tiempo máximo de 15 minutos, con el fin de obtener un material granular, ya que si sobrepasa el tiempo de trituración se puede tener un exceso de finos.

Se recomienda, tener un reemplazo máximo de 18% de vidrio granular por el AF para el concreto de 210 Kg/cm², de esta forma las propiedades mecánicas del concreto alcanzan mayores resistencias. Además, cuando supera este porcentaje ideal de sustitución, la resistencia disminuye como se evidenció con la sustitución de 24%.

Se recomienda, que al realizar los análisis microestructurales del concreto con vidrio granular, se realice una pulverización mecánica, seguida de un tamizado a través de la malla N° 200, siendo este proceso necesario para conseguir partículas pequeñas de concreto para alcanzar mejores resultados del SEM-EDS.

REFERENCIAS

- [1] C. Ziejewska, A. Grela, D. Mierzwiński and M. Hebda, "Influence of Waste Glass Addition on the Fire Resistance, Microstructure and Mechanical Properties of Geopolymer Composites," *Materials*, vol. 16, no. 6011, 2023.
- [2] S. Kumari, S. Agarwal and S. Khan, "Micro/nano glass pollution as an emerging pollutant in near future," *Journal of Hazardous Materials Advances*, vol. 6, no. 100063, 2022.
- [3] P. K. Sree, P. V. Chintalapati, S. Usha Devi , M. Prasad, G. R. Babu and P. Raja Rao, "Waste Management Detection Using Deep Learning," *International Conference on Computing and Information Technology*, pp. 50 - 54, 2023.
- [4] A. M. Ismaeel, F. Usman and G. Hayder, "Analysis of Mechanical and Environmental Effects of Utilizing Waste Glass for the Creation of Sustainable Ultra-High Performance Concrete," *Annales de Chimie: Science des Materiaux*, vol. 47, pp. 111 - 123, 2023.
- [5] C.-L. Hsieh and W.-H. Tsai, "Towards Carbon Neutrality and Circular Economy in the Glass Industry by Using the Production Decision Model," *Energies*, vol. 16, no. 7570, 2023.
- [6] M. Nodehi and V. Mohamad Taghvaei, "Sustainable concrete for circular economy: a review on use of waste glass," *Glass Structures and Engineering*, vol. 7, pp. 3 - 22, 2022.
- [7] S. Nasier, "Utilization of recycled form of concrete, E-wastes, glass, quarry rock dust and waste marble powder as reliable

- construction materials," *Materials Today: Proceedings*, vol. 45, pp. 3231 - 3234, 2021.
- [8] J. Zhang, H. Zhang, A. T. Asutosh, N. Sun, X. Fu, H. Wang and X. Li, "Ecological sustainability assessment of building glass industry in China based on the point of view of raw material energy and chemical composition," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, pp. 40670 - 40697, 2023.
- [9] D. Kazmi, M. Serati, D. J. Williams, S. Qasim and Y. P. Cheng, "The potential use of crushed waste glass as a sustainable alternative to natural and manufactured sand in geotechnical applications," *Journal of Cleaner Production*, vol. 284, no. 124762, 2021.
- [10] M. Amran, A. M. Onaizi, D. N. Qader and G. Murali, "Innovative use of fly ash-finely powdered glass cullet as a nano additives for a sustainable concrete: Strength and microstructure and cost analysis," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 17, no. e01688, 2022.
- [11] Y. M. Valiente, F. A. Diaz, G. González and V. W. Rojas, "Municipal solid waste management in the district of Trujillo, Peru," *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 28, pp. 1527 - 1540, 2023.
- [12] L. Teves, "Influencia del vidrio molido y nanosílice en las características físicas y costo de producción de un concreto de alta resistencia," Lima, 2023.
- [13] J. D. Samaniego, "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de adoquines de concreto tipo ii para pavimento vehicular ligero con sustitución de agregado grueso por vidrio triturado reciclado, en porcentajes de 15%, 20% y 25%," Cusco, 2021.
- [14] L. A. Callupe and C. S. Pari, "Estudio de la influencia del vidrio

molido en las propiedades del bloque de concreto, Lima, 2023," Lima, 2023.

- [15] La República, "Chiclayo: 600 toneladas de basura son arrojadas a diario en las pampas de Reque," 17 Febrero 2022. [Online]. Available: <https://larepublica.pe/sociedad/2022/02/17/chiclayo-600-toneladas-de-basura-son-arrojadas-a-diario-en-las-pampas-de-reque-lrnd>.
- [16] Defensoría del Pueblo, "Defensoría del Pueblo: autoridades de Lambayeque deben recuperar avenida donde se acumula basura," 1 Diciembre 2020. [Online]. Available: <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-autoridades-de-lambayeque-deben-recuperar-avenida-donde-se-acumula-basura/#:~:text=se%20acumula%20basura-,Defensor%C3%ADa%20del%20Pueblo%3A%20autoridades%20de%20Lambayeque%20deben,avenida%20donde%20se%20>
- [17] Defensoría del Pueblo, "Defensoría del Pueblo: GORE Lambayeque debe prestar apoyo inmediato en labores de limpieza y recojo de basura en la avenida Chiclayo," 20 Octubre 2021. [Online]. Available: <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-gore-lambayeque-debe-prestar-apoyo-inmediato-en-labores-de-limpieza-y-recojo-de-basura-en-la-avenida-chiclayo/>.
- [18] H. Manayay, "Caracterización física y mecánica del bloque de concreto convencional vs bloque de concreto mejorado con fibras de vidrio, Lambayeque," Lambayeque, 2021.
- [19] N. Mokhtar and N. Atikah, "A Review on the Performance of Waste Glass as Partial Replacement of Fine Aggregate," Materials

Science and Engineering, vol. 1200, 2021.

- [20] A. Yahami, J. Khatib and R. Raydán, "Production of Low-Cost, High-Strength Concrete with Waste Glass as Fine Aggregates Replacement," *Buildings*, vol. 12, no. 12, p. 2168, 2022.
- [21] O. Arbelaez, J. Agudelo, M. Acevedo and S. Valencia, "Factores de emisión de concretos modificados con residuos de vidrio en reemplazo de los agregados finos," *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 30, no. 2, 2022.
- [22] R. Devaraj, J. Jordan, C. Gerber and A. Olofinjana, "Exploring the Effects of the Substitution of Freshly Mined Sands with Recycled Crushed Glass on the Properties of Concrete," *Applied Science*, vol. 11, no. 8, p. 3318, 2021.
- [23] M. Dadouch, T. Belal and M. Ghembaza, "Valorization of glass waste as partial substitution of sand in concrete – Investigation of the physical and mechanical properties for a sustainable construction," *Construction and Building Materials*, vol. 411, 2024.
- [24] S. Arivalagan and V. Sethuraman, "Experimental study on the mechanical properties of concrete by partial replacement of glass powder as fine aggregate: An environmental friendly approach.," *Materials Today: Proceedings*, vol. 45, pp. 6035-6041, 2021.
- [25] N. Tamanna, R. Tuladhar and N. Sivakugan, "Performance of recycled waste glass sand as partial replacement of sand," *Construction and Building Materials*, vol. 239, no. 117804, 2020.
- [26] E. Hernández and J. Rojas, "Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino," *Universidad Católica de Colombia*, 2021.

- [27] G. Anco and O. Sarmiento, "Influencia del vidrio molido reciclado como agregado fino para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto," Universidad Ricardo Palma, 2021.
- [28] R. Bautista and A. Leyva, ""Diseño de concreto durable 210 kg/cm² para elementos estructurales incorporando vidrio molido a los agregados, Jaén - 2021"," Repositorio UCV, Callao, 2021.
- [29] A. Catunta and Y. Andía, "Influencia del vidrio reciclado como agregado fino en la resistencia del concreto expuesto al gradiente térmico de Huancayo - 2022," Revista de Investigación Científica, vol. 4, no. 1, 2022.
- [30] A. Paredes, "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $F'c=210$ kg/cm² con adición de vidrio reciclado molido," Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, 2019.
- [31] F. Rivera and M. Sandivar, "Diseño estructural empleando vidrio molido al concreto como mejora a la resistencia de compresión, San Juan de Miraflores, 2021," Repositorio UCV, Lima, 2021.
- [32] N. Saldaña, "Influencia del reemplazo del agregado fino por vidrio reciclado en propiedades físico - mecánico del concreto 210 kg/cm², 2022," Universidad César Vallejo, 2023.
- [33] M. Farroñan, "Estudio del comportamiento mecánico del concreto usando vidrio pulverizado como sustituto parcial del agregado fino," Universidad Señor de Sipán, 2023.
- [34] L. Gutiérrez, «El concreto y otros materiales para la construcción,» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2003.
- [35] R. Ruiz and M. Vasallo, "Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos I.C.O., M.S. y

U.G., Trujillo 2018.," Repositorio Institucional UPN, 2018.

- [36] NTP 339.088, "CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos," 2019.
- [37] NTP 400.037, «AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto,» INDECOPI, Lima, 2014.
- [38] D. Rodriguez, «Fabricación y caracterización de vidrios del sistema $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$,» Centro de investigación en materiales avanzados, Chihuahua, 2013.
- [39] G. Anco and O. Sarmiento, "Influencia del vidrio molido reciclado como agregado fino para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto," Universidad Ricardo Palma, Lima, 2021.
- [40] E. Rivva, «Concreto de alta resistencia,» Instituto de la construcción y gerencia , Lima, 2002.
- [41] NTP 339.034, «HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestra cilíndrica,» Lima, 2008.
- [42] ASTM C39, "Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens," 2021.
- [43] J. Ortega, «Diseño de estructuras de concreto armado,» Macro, Perú, 2015.
- [44] NTP 339.084, "CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica," INDECOPI, Lima, 2017.
- [45] K. Masías, «Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso,» Universidad de

Piura, Piura, 2018.

- [46] ASTM C293 , "Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading)," 2016.
- [47] NTP 339.078, "CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo," Lima, 2012.
- [48] ASTM C469, "Método de Ensayo Estándar para determinar El Módulo de elasticidad Estático y Relación de Poisson del concreto a compresión," 2002.
- [49] J. Clavijo, "Caracterización de materiales a través de medidas de microscopía electrónica de barrido (SEM)," Universidad de América. Bogotá - Colombia, 2013.
- [50] M. Aparicio and G. Carbajal, "Utilidad de la difracción de rayos x en las nanociencias," Mundo Nano, vol. 3, no. 2, 2010.
- [51] D. Alan Neill and L. Cortez Suárez, "Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica," UTMACH, 2018.
- [52] J. L. Arias Gonzáles, J. Holgado Tisoc, T. L. Tafur Pittman and M. J. Vasquez Pauca, "Metodología de la Investigacion: El método ARIAS para realizar un proyectode tesis," Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología, 2022.
- [53] J. Carrillo, S. M. Alcocer and W. Aperador, "Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo," Ingeniería Investigación y Tecnología, vol. XIV, no. 2, pp. 285-298, 2013.
- [54] I. Segura, A. Moragues and J. Anaya, "Caracterización microestructural de materiales base cemento mediante ensayos

destruictivos – parte 1," Universidad de la rioja, Logroño, 2008.

- [55] S. Pyeon, G. Kim, B. Choi, M. Kim, R. Kitagaki, H. Choi, J. Kim and J. Nam, "Characteristics on compressive strength and microstructure of high-strength cementitious composites with waste glass beads," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 19, no. e02673, 2023.
- [56] R. Hernández Sampieri and C. P. Mendoza Torres, "Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta," McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, 2018.
- [57] V. M. Velasco Rodríguez, "Muestreo y tamaño de la muestra. Una guía práctica para personal de salud que realiza investigación," El Cid Editor, 2003.
- [58] J. J. Zárate, S. Meza Sánchez and J. D. Batista García, "Investigación en el desarrollo de proyectos," Grupo Editorial Éxodo, 2019.
- [59] H. H. Sánchez Carlessi, C. Reyes Romero and K. Mejía Sáenz, "Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística," Universidad Ricardo Palma, 2018.
- [60] NTP 400.012, "AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global," 2018.
- [61] NTP 400.017, "Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad devolumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados," 2020.
- [62] ASTM C138, "Método de ensayo estándar para densidad (peso unitario), volumen y contenido de aire (método gravimétrico) en una mezcla de concreto," 2017.

- [63] NTP 400.022, "Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino," 2021.
- [64] NTP 400.021, "Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (pesoespecífico) y absorción del agregado grueso," 2018.
- [65] NTP 339.185, "AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo," 2021.
- [66] ACI 211, «Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete,» 2002.
- [67] ASTM C143, "Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete," 2020.
- [68] NTP 339.035, "Hormigón. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams," 2022.
- [69] NTP 339.046, "HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)," 2019.
- [70] ASTM C1064, "Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete," 2017.
- [71] NTP 339.184 , "Metodo de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigon (concreto)," 2021.
- [72] NTP 339.081, "Método de ensayo volumétrico para determinar el contenido de aire del concreto fresco," Lima, 2011.
- [73] ASTM C192, "Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory," 2019.
- [74] ASTM C496 , "Standard Test Method for Splitting Tensile

Strength of Cylindrical Concrete Specimens," 2017.

- [75] V. M. Niño Rojas, "Metodología de la Investigación: Diseño y ejecución," Ediciones de la U, Bogotá, 2011.
- [76] E. Quispe y E. Ramón, «Incidencia del vidrio triturado como agregado fino en las propiedades físico-mecánicas de un concreto convencional,» Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, 2020.

ANEXOS

I.	MATRIZ DE CONSISTENCIA	63
II.	INFORMES DE LABORATORIO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS	64
III.	INFORMES DE LABORATORIO DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES.....	111
IV.	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS.....	118
V.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	144
VI.	INSTRUMENTOS DE VALIDACION ESTADISTICA CON CRITERIO DE JUECES EXPERTOS Y CRITERIO MUESTRA PILOTO	145
VII.	EVIDENCIAS DE EJEJUCIÓN (FOTOGRAFÍAS).....	157

I. MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA	ENFOQUE, TIPO Y DISEÑO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el efecto de un concreto patrón de f_c 210 kg/cm² con la incorporación de vidrio granular en reemplazo parcial del agregado fino respecto a la mejora de sus propiedades mecánicas y características microestructurales?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar las propiedades mecánicas para un concreto f_c 210kg/cm² incorporando vidrio granular como sustituto parcial del agregado fino y su microestructura en su estado óptimo.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Describir las características físicas-químicas del vidrio granular.</p> <p>Determinar el porcentaje óptimo del concreto f_c 210kg/cm², incorporando VG al 6%, 12%, 18% y 24% que sustituye parcialmente al AF, en función del análisis estadístico de los resultados de las propiedades mecánicas.</p> <p>Analizar las características microestructurales del concreto patrón f_c 210 kg/cm², con el concreto experimental en su porcentaje óptimo.</p>	<p>La incorporación de vidrio granular influye de manera positiva en las propiedades mecánicas y características microestructurales del concreto.</p>	<p>V.D:</p> <p>Propiedades mecánicas y microestructura del concreto</p> <p>V.I:</p> <p>Vidrio granular</p>	<p>Población:</p> <p>Está dada por el conjunto de testigos incorporando vidrio granular que serán ensayadas a compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad.</p> <p>Muestra:</p> <p>Lo constituyen los 150 testigos que serán elaborados.</p>	<p>Enfoque:</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Tipo:</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño:</p> <p>Experimental</p>	<p>Técnicas:</p> <p>Análisis de documentos y observación</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Formatos o fichas técnicas específicos de laboratorio.</p>

II. INFORMES DE LABORATORIO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

Anexo 2.1. Informes del laboratorio del estudio de canteras

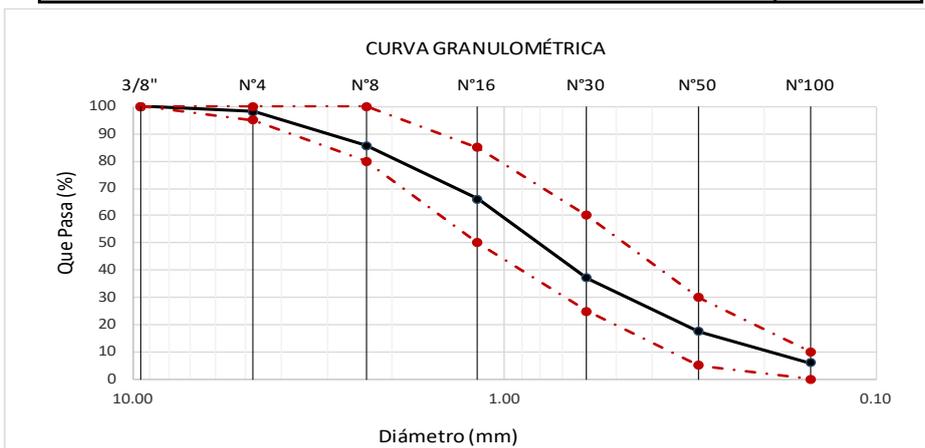
Informe de laboratorio del agregado fino – Análisis granulométrico

 LEMS W&C EIRL <small>Certificado INDECOPIN°00137704 RNP Servicios S0608589</small>	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com
Solicitante	: TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO ZURITA CRUZ FRANK DENNYS
Proyecto / Obra	: TESIS: "Incorporación del vidrio granular como sustituto del agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas y microestructura del concreto"
Ubicación	: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura	: Martes, 2 de mayo del 2023
Inicio de Ensayo	: Martes, 2 de mayo del 2023
Fin de Ensayo	: Miércoles, 3 mayo del 2023
ENSAYO	: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.
NORMA	: N.T.P. 400.012:2021
Muestra	: Arena Gruesa Cantera : La Victoria-Pátapo

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	LÍMITES PARA AGREGADO FINO
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	1.8	1.8	98.2	95 - 100
Nº 8	2.360	12.3	14.2	85.8	80 - 100
Nº 16	1.180	19.7	33.9	66.1	50 - 85
Nº 30	0.600	28.9	62.8	37.2	25 - 60
Nº 50	0.300	19.7	82.5	17.5	5 - 30
Nº 100	0.150	11.4	94.0	6.0	0 - 10

MÓDULO DE FINEZA	2.89
-------------------------	-------------

CURVA GRANULOMÉTRICA



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



WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Informe de laboratorio del agregado grueso – Análisis granulométrico

 <p>LEMS W&C EIRL Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589</p>	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com
---	---

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
 ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "Incorporación del vidrio granular como sustituto del agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas y microestructura del concreto"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de ensayo : Martes, 02 de mayo del 2023

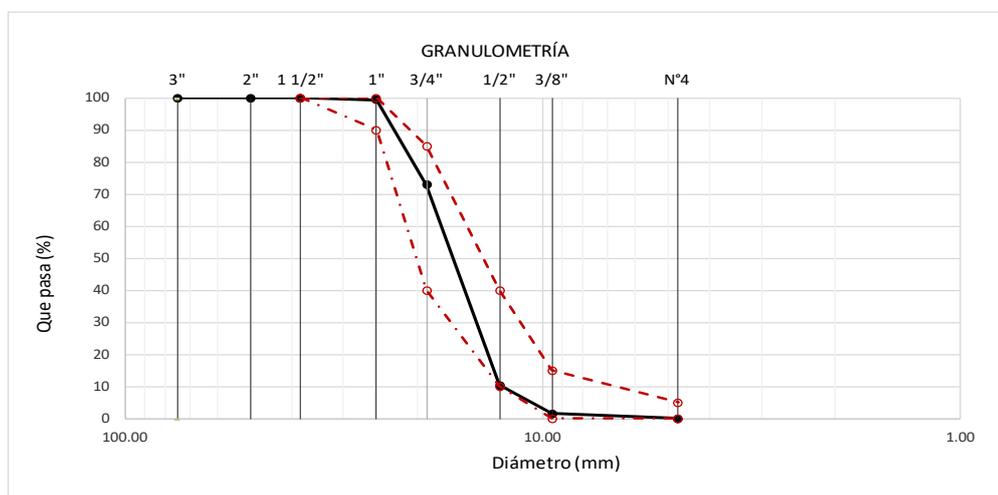
Fin de Ensayo : Miércoles, 03 de mayo del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012:2021

Muestra : Piedra Chancada Cantera : La Victoria-Pátapo

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.6	0.6	99.4	90 - 100
3/4"	19.00	26.4	27.0	73.0	40 - 85
1/2"	12.70	62.5	89.5	10.5	10 - 40
3/8"	9.52	8.8	98.3	1.7	0 - 15
N°4	4.75	1.6	99.9	0.1	0 - 5

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
------------------------------	-------------



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


WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Informe de laboratorio del agregado fino – Peso unitario y Humedad



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

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023
Inicio de Ensayo : Martes, 02 de mayo del 2023
Fin de Ensayo : Miércoles, 03 de mayo del 2023

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacios en los agregados. AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado Método de ensayo 3a Edición.

Referencia : NTP 400.017:2020
NTP 339.185:2021

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: La Victoria- Pátapo

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1353.88
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1346.63
Contenido de Humedad	(%)	0.54

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1415.53
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1407.94
Contenido de Humedad	(%)	0.54

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Informe de laboratorio del agregado grueso – Peso unitario y Humedad

 LEMS W&C EIRL Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com										
Solicitante	: TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO ZURITA CRUZ FRANK DENNYS											
Proyecto / Obra	: TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO											
Ubicación	: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.											
Fecha de Apertura	: Martes, 02 de mayo del 2023											
Inicio de ensayo	: Martes, 02 de mayo del 2023											
Fin de Ensayo	: Miércoles, 03 de mayo del 2023											
Ensayo	: AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacios en los agregados. AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado Método de ensayo 3a Edición.											
Referencia	: NTP 400.017:2020 NTP 339.185:2021											
Muestra	: Piedra Chancada		Cantera: La Victoria-Pátapo									
<table border="1"> <tr> <td>Peso Unitario Suelto Humedo</td> <td>(Kg/m³)</td> <td>1404.11</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario Suelto Seco</td> <td>(Kg/m³)</td> <td>1399.31</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad</td> <td>(%)</td> <td>0.34</td> </tr> </table>				Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1404.11	Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1399.31	Contenido de Humedad	(%)	0.34
Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1404.11										
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1399.31										
Contenido de Humedad	(%)	0.34										
<table border="1"> <tr> <td>Peso Unitario Compactado Humedo</td> <td>(Kg/m³)</td> <td>1518.26</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario Compactado Seco</td> <td>(Kg/m³)</td> <td>1513.07</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad</td> <td>(%)</td> <td>0.34</td> </tr> </table>				Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1518.26	Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1513.07	Contenido de Humedad	(%)	0.34
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1518.26										
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1513.07										
Contenido de Humedad	(%)	0.34										
OBSERVACIONES :												
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.												
 WILSON OLAYA AGUILAR TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS		 Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL CIP. 246904										

Informe de laboratorio del agregado fino – Peso específico y absorción



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Martes, 02 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miércoles, 03 de mayo del 2023

NORMA : AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.022:2021

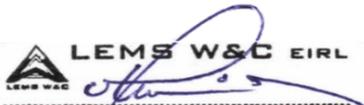
Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria-Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.559
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.523

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Informe de laboratorio del agregado grueso – Peso específico y absorción



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

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
 Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023
 Inicio de ensayo : Martes, 02 de mayo del 2023
 Fin de Ensayo : Miércoles, 03 de mayo del 2023

NORMA : AGREGADOS. Densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.021:2020

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: La Victoria, Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.717
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.035

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Informe de laboratorio del vidrio granular – Peso unitario y Humedad

 <p>LEMS W&C EIRL Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589</p>	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com
---	---

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
 ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023
Inicio de Ensayo : Martes, 02 de mayo del 2023
Fin de Ensayo : Miércoles, 03 de mayo del 2023

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacios en los agregados.

 AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado Método de ensayo 3a Edición.

Referencia : NTP 400.017:2020
 NTP 339.185:2021

Muestra : Vidrio

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1408.68
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1398.88
Contenido de Humedad	(%)	0.70
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1577.63
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1566.65
Contenido de Humedad	(%)	0.70

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Informe de laboratorio del vidrio granular – Peso específico y absorción



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Martes, 02 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miércoles, 03 de mayo del 2023

NORMA : AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.022:2021

Muestra : Vidrio

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.265
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.523

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 2.3. Informes del diseño de mezcla

Diseño de mezcla patrón 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20548885974

Email: lemswyceiri@gmail.com

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Vaciado : Miércoles, 17 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm²

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - Pacasmayo
2.- Peso específico : 3100 kg/cm³

AGREGADOS

Agregado fino

: Arena gruesa- La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa	2559	kg/m ³
2.- Peso específico de masa S.S.S	2598	kg/m ³
3.- Peso unitario suelto	1347	kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1407	kg/m ³
5.- Porcentaje de absorción	1.52	%
6.- Contenido de humedad	0.54	%
7.- Módulo de fineza	2.89	

Agregado grueso

: Piedra Chancada - La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa	2717	kg/m ³
2.- Peso específico de masa S.S.S	2745	kg/m ³
3.- Peso unitario suelto	1319	kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1513	kg/m ³
5.- Porcentaje de absorción	1.04	%
6.- Contenido de humedad	0.34	%
7.- Tamaño Máximo	1"	pulg
8. Tamaño Máximo nominal	3/4"	pulg

Granulometría

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
Nº 4	1.81	98.19
Nº 8	12.35	85.84
Nº 16	19.73	66.11
Nº 30	28.92	37.20
Nº 50	19.73	17.47
Nº 100	11.45	6.02
FONDO	6.02	0.00

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	100.00
1"	0.60	99.40
3/4"	26.40	73.00
1/2"	62.50	10.50
3/8"	8.80	1.70
Nº4	1.60	0.10
Fondo	0.00	0.10

Observaciones:

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


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


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Vaciado : Miércoles, 17 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL
F'c = 210 kg/cm²
Resultados del diseño de mezcla

Asentamiento obtenido: : 3.6 pulg

Peso unitario del concreto fresco: : 2399 kg/m³

Resistencia promedio a los 7 días : 169 kg/cm²

Porcentaje promedio a los 7 días : 80.47 %

Factor cemento por m³ de concreto : 9.39 bolsas/m³

Relación agua-cemento de diseño : 0.55

Cantidad de materiales por metro cúbico:

Cemento	:	399.15	kg/m ³	Tipo I - Pacasmayo
Agua	:	219.37	L	Potable de la zona
Agregado fino	:	820.356	kg/m ³	Arena gruesa - La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	:	907.831	kg/m ³	Piedra chancada - La Victoria - Pátapo
				Vidrio granular al 6% de reemplazo de arena

Proporción en Peso:	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1	2.06	2.27	23.36	Lt/pie ³

Proporción en Volumen:	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1	2.29	2.44	23.36	Lt/pie ³

Observaciones:

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



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Diseño de mezcla 6% VG - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20548885974

Email: lemswyceirl@gmail.com

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Vaciado : Miércoles, 17 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm² + 6% vidrio granular

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - Pacasmayo
2.- Peso específico : 3100 kg/m³

AGREGADOS

Agregado fino

:Arena gruesa- La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa	2559	kg/m ³
2.- Peso específico de masa S.S.S	2598	kg/m ³
3.- Peso unitario suelto	1347	kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1407	kg/m ³
5.- Porcentaje de absorción	1.52	%
6.- Contenido de humedad	0.54	%
7.- Módulo de finiza	2.89	

Agregado grueso

:Piedra Chancada - La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa	2717	kg/m ³
2.- Peso específico de masa S.S.S	2745	kg/m ³
3.- Peso unitario suelto	1319	kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1513	kg/m ³
5.- Porcentaje de absorción	1.04	%
6.- Contenido de humedad	0.34	%
7.- Tamaño Máximo	1"	pulg
8. Tamaño Máximo nominal	3/4"	pulg

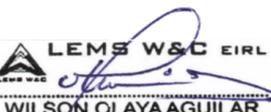
Granulometría

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
Nº 4	1.81	98.19
Nº 8	12.35	85.84
Nº 16	19.73	66.11
Nº 30	28.92	37.20
Nº 50	19.73	17.47
Nº 100	11.45	6.02
FONDO	6.02	0.00

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	100.00
1"	0.60	99.40
3/4"	26.40	73.00
1/2"	62.50	10.50
3/8"	8.80	1.70
Nº4	1.60	0.10
Fondo	0.00	0.10

Observaciones:

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


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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
 ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL
 AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y
 MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Vaciado : Miércoles, 17 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL
F'c = 210 kg/cm² + 6% vidrio granular
Resultados del diseño de mezcla

Asentamiento obtenido:	:	3.5	pulg
Peso unitario del concreto fresco:	:	2367	kg/m ³
Resistencia promedio a los 7 días	:	189	kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	89.84	%
Factor cemento por m ³ de concreto	:	9.39	bolsas/m ³
Relación agua-cemento de diseño	:	0.55	

Cantidad de materiales por metro cúbico:

Cemento	:	399.15	kg/m ³	Tipo I - Pacasmayo
Agua	:	219.37	L	Potable de la zona
Agregado fino	:	771.134	kg/m ³	Arena gruesa - La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	:	907.831	kg/m ³	Piedra chancada - La Victoria - Pátapo
Vidrio granular	:	49.22	kg/m ³	Vidrio granular al 6% de reemplazo de arena

Proporción en Peso:	Cemento	Arena	Vidrio	Piedra	Agua	
	1.00	1.93	0.12	2.27	23.36	Lt/pie ³

Proporción en Volumen:	Cemento	Arena	Vidrio	Piedra	Agua	
	1	2.15	0.13	2.44	23.36	Lt/pie ³

Observaciones:

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



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Diseño de mezcla 12% VG - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20548885974

Email: lemswyceirl@gmail.com

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Vaciado : Miércoles, 17 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm² + 12% vidrio granular

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - Pacasmayo
2.- Peso específico : 3100 kg/m³

AGREGADOS

Agregado fino

:Arena gruesa- La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa	2559	kg/m ³
2.- Peso específico de masa S.S.S	2598	kg/m ³
3.- Peso unitario suelto	1347	kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1407	kg/m ³
5.- Porcentaje de absorción	1.52	%
6.- Contenido de humedad	0.54	%
7.- Módulo de fineza	2.89	

Agregado grueso

:Piedra Chancada - La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa	2717	kg/m ³
2.- Peso específico de masa S.S.S	2745	kg/m ³
3.- Peso unitario suelto	1319	kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1513	kg/m ³
5.- Porcentaje de absorción	1.04	%
6.- Contenido de humedad	0.34	%
7.- Tamaño Máximo	1"	pulg
8. Tamaño Máximo nominal	3/4"	pulg

Granulometría

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.00	100.00
Nº 4	1.81	98.19
Nº 8	12.35	85.84
Nº 16	19.73	66.11
Nº 30	28.92	37.20
Nº 50	19.73	17.47
Nº 100	11.45	6.02
FONDO	6.02	0.00

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	100.00
1"	0.60	99.40
3/4"	26.40	73.00
1/2"	62.50	10.50
3/8"	8.80	1.70
Nº4	1.60	0.10
Fondo	0.00	0.10

Observaciones:

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


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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
 ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL
 AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y
 MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Vaciado : Miércoles, 17 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL
F'c = 210 kg/cm² + 12% vidrio granular
Resultados del diseño de mezcla:

Asentamiento obtenido:	:	3.75	pulg
Peso unitario del concreto fresco:	:	2353	kg/m ³
Resistencia promedio a los 7 días	:	194	kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	92.54	%
Factor cemento por m ³ de concreto	:	9.39	bolsas/m ³
Relación agua-cemento de diseño	:	0.55	

Cantidad de materiales por metro cúbico:

Cemento	:	399.15	kg/m ³	Tipo I - Pacasmayo
Agua	:	219.37	L	Potable de la zona
Agregado fino	:	721.91	kg/m ³	Arena gruesa - La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	:	907.83	kg/m ³	Piedra chancada - La Victoria - Pátapo
Vidrio granular	:	98.44		Vidrio granular al 12% de reemplazo de arena

Proporción en Peso:	Cemento	Arena	Vidrio	Piedra	Agua	
	1.00	1.81	0.25	2.27	23.36	Lt/pie ³

Proporción en Volumen:	Cemento	Arena	Vidrio	Piedra	Agua	
	1	2.01	0.265	2.44	23.36	Lt/pie ³

Observaciones:

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



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




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Diseño de mezcla 18% VG - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20548885974

Email: lemswyceirl@gmail.com

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Vaciado : Miércoles, 17 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm² + 18% vidrio granular

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - Pacasmayo
2.- Peso específico : 3100 kg/m³

AGREGADOS

Agregado fino

:Arena gruesa- La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa	2559	kg/m ³
2.- Peso específico de masa S.S.S	2598	kg/m ³
3.- Peso unitario suelto	1347	kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1407	kg/m ³
5.- Porcentaje de absorción	1.52	%
6.- Contenido de humedad	0.54	%
7.- Módulo de fineza	2.89	

Agregado grueso

:Piedra Chancada - La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa	2717	kg/m ³
2.- Peso específico de masa S.S.S	2745	kg/m ³
3.- Peso unitario suelto	1319	kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1513	kg/m ³
5.- Porcentaje de absorción	1.04	%
6.- Contenido de humedad	0.34	%
7.- Tamaño Máximo	1"	pulg
8. Tamaño Máximo nominal	3/4"	pulg

Granulometría

Mala	%	% Acumulado que pasa
Pulg.	Retenido	
3/8"	0.00	100.00
Nº 4	1.81	98.19
Nº 8	12.35	85.84
Nº 16	19.73	66.11
Nº 30	28.92	37.20
Nº 50	19.73	17.47
Nº 100	11.45	6.02
FONDO	6.02	0.00

Mala	%	% Acumulado que pasa
Pulg.	Retenido	
2"	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	100.00
1"	0.60	99.40
3/4"	26.40	73.00
1/2"	62.50	10.50
3/8"	8.80	1.70
Nº4	1.60	0.10
Fondo	0.00	0.10

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

- En obra, corregir por humedad.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
 ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL
 AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y
 MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Vaciado : Miércoles, 17 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL
F'c = 210 kg/cm2 + 18% vidrio granular
Resultados del diseño de mezcla:

Asentamiento obtenido:	:	3.8	pulg
Peso unitario del concreto fresco:	:	2342	kg/m3
Resistencia promedio a los 7 días	:	212	kg/cm2
Porcentaje promedio a los 7 días	:	101.1	%
Factor cemento por m3 de concreto	:	9.39	bolsas/m3
Relación agua-cemento de diseño	:	0.55	

Cantidad de materiales por metro cúbico:

Cemento	:	399.15	kg/m3	Tipo I - Pacasmayo
Agua	:	219.37	L	Potable de la zona
Agregado fino	:	672.69	kg/m3	Arena gruesa - La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	:	907.831	kg/m3	Piedra chancada - La Victoria - Pátapo
Vidrio granular	:	147.66		Vidrio granular al 18% de reemplazo de arena

Proporción en Peso:	Cemento	Arena	Vidrio	Piedra	Agua	
	1.00	1.69	0.37	2.27	23.36	Lt/pie3

Proporción en Volumen:	Cemento	Arena	Vidrio	Piedra	Agua	
	1	1.88	0.397	2.44	23.36	Lt/pie3

Observaciones:

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



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




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Diseño de mezcla 24% VG - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20548885974

Email: lemswyceirl@gmail.com

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Vaciado : Miércoles, 17 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F^c = 210 kg/cm² + 24% vidrio granular

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - Pacasmayo
2.- Peso específico : 3100 kg/m³

AGREGADOS

Agregado fino

: Arena gruesa- La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa	2559	kg/m ³
2.- Peso específico de masa S.S.S	2598	kg/m ³
3.- Peso unitario suelto	1347	kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1407	kg/m ³
5.- Porcentaje de absorción	1.52	%
6.- Contenido de humedad	0.54	%
7.- Módulo de fineza	2.89	

Agregado grueso

: Piedra Chancada - La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa	2717	kg/m ³
2.- Peso específico de masa S.S.S	2745	kg/m ³
3.- Peso unitario suelto	1319	kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1513	kg/m ³
5.- Porcentaje de absorción	1.04	%
6.- Contenido de humedad	0.34	%
7.- Tamaño Máximo	1"	pulg
8. Tamaño Máximo nominal	3/4"	pulg

Granulometría

Malla	%	% Acumulado que pasa
Pulg.	Retenido	
3/8"	0.00	100.00
Nº 4	1.81	98.19
Nº 8	12.35	85.84
Nº 16	19.73	66.11
Nº 30	28.92	37.20
Nº 50	19.73	17.47
Nº 100	11.45	6.02
FONDO	6.02	0.00

Malla	%	% Acumulado que pasa
Pulg.	Retenido	
2"	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	100.00
1"	0.60	99.40
3/4"	26.40	73.00
1/2"	62.50	10.50
3/8"	8.80	1.70
Nº4	1.60	0.10
Fondo	0.00	0.10

Observaciones:

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


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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
 ZURITA CRUZ FRANK DENNY

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL
 AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y
 MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Vaciado : Miércoles, 17 de mayo del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL
F'c = 210 kg/cm² + 24% vidrio granular
Resultados del diseño de mezcla:

Asentamiento obtenido:	:	3.6	pulg
Peso unitario del concreto fresco:	:	2330	kg/m ³
Resistencia promedio a los 7 días	:	192	kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	91.58	%
Factor cemento por m ³ de concreto	:	9.39	bolsas/m ³
Relación agua-cemento de diseño	:	0.55	

Cantidad de materiales por metro cúbico:

Cemento	:	399.15	kg/m ³	Tipo I - Pacasmayo
Agua	:	219.37	L	Potable de la zona
Agregado fino	:	623.470362	kg/m ³	Arena gruesa - La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	:	907.831	kg/m ³	Piedra chancada - La Victoria - Pátapo
Vidrio granular	:	196.88		Vidrio granular al 24% de reemplazo de arena

Proporción en Peso:	Cemento	Arena	Vidrio	Piedra	Agua	
	1.00	1.56	0.49	2.27	23.36	Lt/pie ³

Proporción en Volumen:	Cemento	Arena	Vidrio	Piedra	Agua	
	1	1.74	0.529	2.44	23.36	Lt/pie ³

Observaciones:

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



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




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 2.4. Informes del laboratorio de las propiedades físicas del concreto

Ensayo de asentamiento del concreto patrón - 210 Kg/cm²



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20548885974

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Método del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo.

Referencia : N.T.P. 339.035 : 2022

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm ²	210	14/05/2023	3.60	9.14

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYÁ AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Ensayo de asentamiento del concreto con 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio granular - 210

Kg/cm²



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20548885974

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Método del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo.

Referencia : N.T.P. 339.035 : 2022

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Asentamiento	
		f'c (kg/cm ²)	(Días)	Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	Muestra Patrón + 6% de vidrio granular	210	14/05/2023	3.50	8.89
DM-02	Muestra Patrón + 12% de vidrio granular	210	14/05/2023	3.75	9.53
DM-03	Muestra Patrón + 18% de vidrio granular	210	14/05/2023	3.80	9.65
DM-04	Muestra Patrón + 24% de vidrio granular	210	14/05/2023	3.60	9.14

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Ensayo de peso unitario del concreto patrón - 210 Kg/cm²



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

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

Referencia : N.T.P. 339.046 : 2019

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm ²	210	14/05/2023	2399

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


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


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Ensayo de peso unitario del concreto con 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio granular - 210

Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

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

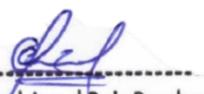
Referencia : N.T.P. 339.046 : 2019

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	Muestra Patrón + 6% de vidrio granular	210	14/05/2023	2367
02	Muestra Patrón + 12% de vidrio granular	210	14/05/2023	2353
03	Muestra Patrón + 18% de vidrio granular	210	14/05/2023	2342
04	Muestra Patrón + 24% de vidrio granular	210	14/05/2023	2330

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


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


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Ensayo de temperatura del concreto patrón - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a edición.

Referencia : N.T.P. 339.184 : 2021

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm ²	210	14/05/2023	30.5

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Ensayo de temperatura del concreto con 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio granular - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a edición.

Referencia : N.T.P. 339.184 : 2021

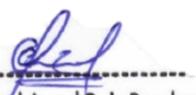
Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Temperatura (C°)
		f'c (kg/cm ²)	(Días)	
DM-01	Muestra Patrón + 6% de vidrio granular	210	14/05/2023	31.0
DM-02	Muestra Patrón + 12% de vidrio granular	210	14/05/2023	30.5
DM-03	Muestra Patrón + 18% de vidrio granular	210	14/05/2023	30.0
DM-04	Muestra Patrón + 24% de vidrio granular	210	14/05/2023	31.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Ensayo de contenido de aire del concreto patrón - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión.

Referencia : NTP 339.080 : 2017

Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Contenido de aire (%)
		f'c (kg/cm ²)	(Días)	
DM-01	D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm ²	210	14/05/2023	2.8

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


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


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Ensayo de contenido de aire del concreto con 6%, 12%, 18% y 24% de vidrio granular - 210
Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión.

Referencia : NTP 339.080 : 2017

Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Contenido de aire (%)
		f'c (kg/cm ²)	(Días)	
DM-01	Muestra Patrón + 6% de vidrio granular	210	14/05/2023	2.70
DM-02	Muestra Patrón + 12% de vidrio granular	210	14/05/2023	2.60
DM-03	Muestra Patrón + 18% de vidrio granular	210	14/05/2023	2.50
DM-04	Muestra Patrón + 24% de vidrio granular	210	14/05/2023	2.50

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo 2.5. Informes del laboratorio de las propiedades mecánicas del concreto

A. CONCRETO PATRÓN

Resistencia a la compresión del concreto patrón - 210 Kg/cm²

 LEMS W&C EIRL Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Chiclayo – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com							
Solicitantes:		: Tapia Salazar Yahir Alejandro Zurita Cruz Frank Dennys							
Proyecto / Obra		: TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"							
Ubicación		: Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.							
Inicio de Ensayo		: Miércoles, 24 de mayo 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	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diámetro	Área	f'c
N°		f'c	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(cm)	(cm ²)	(Kg/cm ²)
1	Testigo 1 - MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	24/05/2023	7	30828	15.33	185	167
2	Testigo 2 - MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	24/05/2023	7	30006	15.27	183	164
3	Testigo 3 - MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	24/05/2023	7	31757	15.22	182	175
4	Testigo 4 - MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	31/05/2023	14	36773	15.36	185	199
5	Testigo 5 - MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	31/05/2023	14	35107	15.34	185	190
6	Testigo 6 - MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	31/05/2023	14	36033	15.35	185	195
7	Testigo 7 - MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	14/06/2023	28	41324	15.16	180	229
8	Testigo 8 - MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	14/06/2023	28	41761	15.15	180	232
9	Testigo 9 - MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	14/06/2023	28	42958	15.15	180	238
10	Testigo 10 - MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	14/06/2023	28	42194	15.32	184	229
OBSERVACIONES: - Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.									
 WILSON OLAYA AGUILAR TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS					 Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL CIP. 246904				

Resistencia a la flexión del concreto patrón - 210 Kg/cm²

 LEMS W&C EIRL <small>Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589</small>	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Chiclayo – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com										
Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO ZURITA CRUZ FRANK DENNYS											
Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"											
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.											
Fecha de Apertura : Martes, 2 de mayo del 2023											
Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023											
Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de junio del 2024											
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											
Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M _t	M _c
N°		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Kg/cm ²)
01	D.Patrón 210 kg/cm ²	17/05/2023	24/05/2023	7	24700	450	150	150	0	3.29	33.58
02	D.Patrón 210 kg/cm ²	17/05/2023	24/05/2023	7	27900	450	150	150	0	3.72	37.93
03	D.Patrón 210 kg/cm ²	17/05/2023	24/05/2023	7	25560	450	150	150	0	3.41	34.75
04	D.Patrón 210 kg/cm ²	17/05/2023	31/05/2023	14	29300	450	150	150	0	3.91	39.84
05	D.Patrón 210 kg/cm ²	17/05/2023	31/05/2023	14	30900	450	150	150	0	4.12	42.01
06	D.Patrón 210 kg/cm ²	17/05/2023	31/05/2023	14	28100	450	150	150	0	3.75	38.21
07	D.Patrón 210 kg/cm ²	17/05/2023	14/06/2023	28	32540	450	150	150	0	4.34	44.24
08	D.Patrón 210 kg/cm ²	17/05/2023	14/06/2023	28	34450	450	150	150	0	4.59	46.84
09	D.Patrón 210 kg/cm ²	17/05/2023	14/06/2023	28	34850	450	150	150	0	4.65	47.38
10	D.Patrón 210 kg/cm ²	17/05/2023	14/06/2023	28	33690	450	150	150	0	4.49	45.81
D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm ² OBSERVACIONES: - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.											
 WILSON OLAYA AGUILAR TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS						  Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL CIP. 246904					

Resistencia a la tracción del concreto patrón - 210 Kg/cm



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

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2024

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de junio del 2024

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	IDENTIFICACIÓN	Diseño f c	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	P	d	L	T	T	PROMEDIO	PROMEDIO
Nº		(kg/cm ²)	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(Kg/cm ²)	(MPa)	(Kg/cm ²)
01	MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	24/05/2023	7	133.56	133560	151	301	1.87	19.08	1.86	18.93
02	MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	24/05/2023	7	135.35	135350	153	302	1.86	18.98		
03	MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	24/05/2023	7	132.40	132400	152	301	1.84	18.75		
04	MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	31/05/2023	14	141.97	141970	151	302	1.98	20.21	1.95	19.92
05	MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	31/05/2023	14	139.85	139850	151	302	1.95	19.91		
06	MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	31/05/2023	14	137.90	137900	151	302	1.93	19.63		
07	MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	14/06/2023	28	151.00	151000	151	302	2.11	21.50	2.06	20.99
08	MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	14/06/2023	28	142.59	142590	151	302	1.99	20.30		
09	MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	14/06/2023	28	149.30	149300	151	302	2.08	21.25		
10	MUESTRA PATRÓN	210	17/05/2023	14/06/2023	28	146.80	146800	151	302	2.05	20.90		

Donde:

P: Carga
d: Diámetro
L: Longitud
T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Módulo de elasticidad del concreto patrón - 210 Kg/cm



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

Solicitante : Tapia Salazar Yahir Alejandro
Zurita Cruz Frank Dennys

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Martes, 14 de junio del 2023

Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitucion (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad	σ_u	Esfuerzo S2	Esfuerzo S1	ϵ unitaria	E_c	Promedio E_c
			(Días)	(Kg/cm ²)	(40% σ_u) Kg/cm ²	(0.000050) Kg/cm ²	ϵ_2 (S ₂)	Kg/cm ²	Kg/cm ²
Patrón - f'c= 210 kg/cm ²	17/05/2023	24/05/2023	7	174.50	70	5.38579	0.000648	107716	110675.60
Patrón - f'c= 210 kg/cm ²	17/05/2023	24/05/2023	7	169.85	68	5.46481	0.000622	109296	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ²	17/05/2023	24/05/2023	7	179.76	72	5.75073	0.000625	115015	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ²	17/05/2023	31/05/2023	14	208.16	83	5.82527	0.000715	116505	116349.29
Patrón - f'c= 210 kg/cm ²	17/05/2023	31/05/2023	14	198.72	79	5.74349	0.000692	114870	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ²	17/05/2023	31/05/2023	14	203.97	82	5.88363	0.000693	117673	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ²	17/05/2023	14/06/2023	28	233.92	94	7.86716	0.000595	157343	162805.46
Patrón - f'c= 210 kg/cm ²	17/05/2023	14/06/2023	28	235.81	94	8.24511	0.000572	164902	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ²	17/05/2023	14/06/2023	28	243.16	97	8.30855	0.000585	166171	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ²	17/05/2023	14/06/2023	28	237.63	95	8.14027	0.000584	162805	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

B. CONCRETO CON VIDRIO GRANULAR COMO REEMPLAZO PARCIAL DEL AGREGADO FINO

Resistencia a la compresión del concreto con 6% de VG - 210 Kg/cm²

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Chiclayo – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com								
Certificado INDECOPIN°00137704 RNP Servicios S0608589										
Solicitante	: Tapia Salazar Yahir Alejandro Zurita Cruz Frank Dennys									
Proyecto / Obra	: TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"									
Ubicación	: Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.									
Fecha de Apertura	: Martes, 02 de mayo del 2023									
Inicio de Ensayo	: Miércoles, 24 de mayo del 2023									
Fin de Ensayo	: Martes, 14 de junio 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	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Carga	Diámetro	Área	f _c
Nº		f _c	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(Kgf)	(cm)	(cm ²)	(Kg/cm ²)
1	D.Patrón 210 + 6% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	325.9	33232	15.33	185	180
2	D.Patrón 210 + 6% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	339.5	34619	15.27	183	189
3	D.Patrón 210 + 6% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	350.6	35751	15.22	182	197
4	D.Patrón 210 + 6% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	380.2	38769	15.36	185	209
5	D.Patrón 210 + 6% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	395.9	40370	15.34	185	218
6	D.Patrón 210 + 6% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	405.3	41328	15.35	185	223
7	D.Patrón 210 + 6% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	450.2	45910	15.16	181	254
8	D.Patrón 210 + 6% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	432.8	44133	15.15	180	245
9	D.Patrón 210 + 6% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	450.1	45892	15.15	180	255
10	D.Patrón 210 + 6% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	425.9	43429	15.32	184	236
OBSERVACIONES: - Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.										
										
WILSON OLAYA AGUILAR T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS					Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL C.I.P. 246904					

Resistencia a la compresión del concreto con 12% de VG - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : Tapia Salazar Yahir Alejandro
Zurita Cruz Frank Dennys

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO "

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Martes, 14 de junio 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	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Carga	Diámetro	Área	f'c
Nº		f'c	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(Kgf)	(cm)	(cm ²)	(Kg/cm ²)
1	D.Patrón 210 + 12% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	358.9	36597	15.33	185	198
2	D.Patrón 210 + 12% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	340.8	34754	15.27	183	190
3	D.Patrón 210 + 12% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	348.3	35515	15.22	182	195
4	D.Patrón 210 + 12% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	393.6	40131	15.36	185	217
5	D.Patrón 210 + 12% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	410.5	41861	15.34	185	226
6	D.Patrón 210 + 12% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	421.9	43020	15.35	185	232
7	D.Patrón 210 + 12% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	493.5	50322	15.16	181	279
8	D.Patrón 210 + 12% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	460.8	46988	15.15	180	261
9	D.Patrón 210 + 12% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	470.9	48018	15.15	180	266
10	D.Patrón 210 + 12% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	475.8	48517	15.32	184	263

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Resistencia a la compresión del concreto con 18% de VG - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : Tapia Salazar Yahir Alejandro
Zurita Cruz Frank Dennys

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO F'C210kg/cm², CHICLAYO "

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Martes, 14 de junio 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	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Carga	Diámetro	Área	f'c
N°		f'c	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(Kgf)	(cm)	(cm ²)	(Kg/cm ²)
1	D.Patrón 210 + 18% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	360.5	36755	15.33	185	199
2	D.Patrón 210 + 18% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	395.9	40369	15.27	183	220
3	D.Patrón 210 + 18% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	388.1	39575	15.22	182	218
4	D.Patrón 210 + 18% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	433.5	44207	15.36	185	239
5	D.Patrón 210 + 18% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	452.9	46182	15.34	185	250
6	D.Patrón 210 + 18% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	445.8	45458	15.35	185	246
7	D.Patrón 210 + 18% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	500.5	51034	15.16	181	283
8	D.Patrón 210 + 18% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	496.9	50669	15.15	180	281
9	D.Patrón 210 + 18% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	510.8	52085	15.15	180	289
10	D.Patrón 210 + 18% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	529.7	54017	15.32	184	293

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Resistencia a la compresión del concreto con 24% de VG - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : Tapia Salazar Yahir Alejandro
Zurita Cruz Frank Dennys

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Martes, 14 de junio 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	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Carga	Diámetro	Área	f _c
Nº		f _c	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(Kgf)	(cm)	(cm ²)	(Kg/cm ²)
1	D.Patrón 210 + 24% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	379.7	38717	15.33	185	210
2	D.Patrón 210 + 24% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	315.7	32195	15.27	183	176
3	D.Patrón 210 + 24% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	340.9	34757	15.22	182	191
4	D.Patrón 210 + 24% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	391.6	39927	15.36	185	215
5	D.Patrón 210 + 24% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	370.9	37820	15.34	185	205
6	D.Patrón 210 + 24% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	412.7	42080	15.35	185	227
7	D.Patrón 210 + 24% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	476.8	48615	15.16	181	269
8	D.Patrón 210 + 20% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	452.3	46125	15.15	180	256
9	D.Patrón 210 + 20% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	471.9	48120	15.15	180	267
10	D.Patrón 210 + 24% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	492.3	50204	15.32	184	272

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Resistencia a la flexión del concreto con 6% de VG - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prologación Bobognesi Km. 3.5
 Chiclayo – Lambayeque
 R.U.C. 20480781334
 Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
 ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 2 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miercoles, 24 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miercoles, 14 de junio del 2024

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	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M _t	M _c
N°		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Kg/cm ²)
01	D.Patrón 210 + 6% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	26640	450	150	150	0	3.55	36.22
02	D.Patrón 210 + 6% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	23520	450	150	150	0	3.14	31.98
03	D.Patrón 210 + 6% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	24230	450	150	150	0	3.23	32.94
04	D.Patrón 210 + 6% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	26950	450	150	150	0	3.59	36.64
05	D.Patrón 210 + 6% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	28560	450	150	150	0	3.81	38.83
06	D.Patrón 210 + 6% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	27130	450	150	150	0	3.62	36.89
07	D.Patrón 210 + 6% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	28900	450	150	150	0	3.85	39.29
08	D.Patrón 210 + 6% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	32540	450	150	150	0	4.34	44.24
09	D.Patrón 210 + 6% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	30560	450	150	150	0	4.07	41.55
10	D.Patrón 210 + 6% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	29360	450	150	150	0	3.91	39.92

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Resistencia a la flexión del concreto con 12% de VG - 210 Kg/cm²



LEMS W&C EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO F' C210kg/cm², CHICLAYO "

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

Fecha de Apertura : Martes, 2 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de junio del 2024

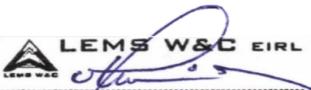
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M _t	M _c
N°		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Kg/cm ²)
01	D.Patrón 210 + 12% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	29980	450	150	150	0	4.00	40.76
02	D.Patrón 210 + 12% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	30490	450	150	150	0	4.07	41.46
03	D.Patrón 210 + 10% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	28540	450	150	150	0	3.81	38.80
01	D.Patrón 210 + 12% VG	17/05/2023	24/05/2023	14	32900	450	150	150	0	4.39	44.73
02	D.Patrón 210 + 12% VG	17/05/2023	24/05/2023	14	34530	450	150	150	0	4.60	46.95
03	D.Patrón 210 + 10% VG	17/05/2023	24/05/2023	14	33280	450	150	150	0	4.44	45.25
04	D.Patrón 210 + 12% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	36340	450	150	150	0	4.85	49.41
05	D.Patrón 210 + 12% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	38000	450	150	150	0	5.07	51.67
06	D.Patrón 210 + 12% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	35130	450	150	150	0	4.68	47.76
07	D.Patrón 210 + 12% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	37890	450	150	150	0	5.05	51.52

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Resistencia a la flexión del concreto con 18% de VG - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 2 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miercoles, 24 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Miercoles, 14 de junio del 2024

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	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M _t	M _c
N°		(Dias)	(Dias)	(Dias)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Kg/cm ²)
01	D.Patrón 210 + 18% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	36480	450	150	150	0	4.86	49.60
02	D.Patrón 210 + 18% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	32490	450	150	150	0	4.33	44.17
03	D.Patrón 210 + 18% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	34520	450	150	150	0	4.60	46.93
04	D.Patrón 210 + 18% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	35100	450	150	150	0	4.68	47.72
05	D.Patrón 210 + 18% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	37890	450	150	150	0	5.05	51.52
06	D.Patrón 210 + 18% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	36560	450	150	150	0	4.87	49.71
07	D.Patrón 210 + 18% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	39110	450	150	150	0	5.21	53.17
08	D.Patrón 210 + 18% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	40750	450	150	150	0	5.43	55.40
09	D.Patrón 210 + 18% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	38000	450	150	150	0	5.07	51.67
10	D.Patrón 210 + 18% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	37200	450	150	150	0	4.96	50.58

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Resistencia a la flexión del concreto con 24% de VG - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNY

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 2 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Mercoles, 24 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Mercoles, 14 de junio del 2024

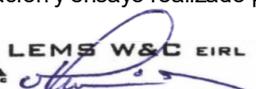
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M _t	M _c
N°		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Kg/cm ²)
01	D.Patrón 210 + 24% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	27950	450	150	150	0	3.73	38.00
02	D.Patrón 210 + 24% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	28900	450	150	150	0	3.85	39.29
03	D.Patrón 210 + 24% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	29820	450	150	150	0	3.98	40.54
04	D.Patrón 210 + 24% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	34520	450	150	150	0	4.60	46.93
05	D.Patrón 210 + 24% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	31500	450	150	150	0	4.20	42.83
06	D.Patrón 210 + 24% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	32840	450	150	150	0	4.38	44.65
07	D.Patrón 210 + 24% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	34980	450	150	150	0	4.66	47.56
08	D.Patrón 210 + 24% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	38830	450	150	150	0	5.18	52.79
09	D.Patrón 210 + 24% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	36340	450	150	150	0	4.85	49.41
10	D.Patrón 210 + 24% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	38100	450	150	150	0	5.08	51.80

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Resistencia a la tracción del concreto con 6% de VG - 210 Kg/cm²

 LEMS W&C EIRL Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589		Prologación Bolognesi Km. 3.5 Chiclayo – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com											
Solicitante		: TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO ZURITA CRUZ FRANK DENNYS											
Proyecto / Obra		: TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"											
Ubicación		: Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.											
Fecha de Apertura		: Martes, 02 de mayo del 2023											
Inicio de Ensayo		: Miércoles, 24 de mayo del 2024											
Fin de Ensayo		: Miércoles, 14 de junio del 2024											
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	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	P	d	L	T	T	PROMEDIO	PROMEDIO
N°		(kg/cm ²)	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(Kg/cm ²)	(MPa)	(Kg/cm ²)
01	C. Patrón + 6% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	143.96	143960	151	301	2.02	20.56	1.96	19.99
02	C. Patrón + 6% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	140.23	140230	153	302	1.93	19.66		
03	C. Patrón + 6% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	139.38	139380	152	301	1.94	19.74		
04	C. Patrón + 6% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	149.21	149210	151	302	2.08	21.24	2.11	21.52
05	C. Patrón + 6% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	152.68	152680	151	302	2.13	21.73		
06	C. Patrón + 6% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	151.65	151650	151	302	2.12	21.59		
07	C. Patrón + 6% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	28	159.28	159280	151	302	2.22	22.67	2.24	22.86
08	C. Patrón + 6% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	28	161.38	161380	151	302	2.25	22.97		
09	C. Patrón + 6% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	28	163.39	163390	151	302	2.28	23.26		
10	C. Patrón + 6% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	28	158.40	158400	151	302	2.21	22.55		
Donde: P: Carga d: Diámetro L: Longitud T: Resistencia a la tracción simple.													
OBSERVACIONES: - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.													
 WILSON OLAYA AGUILAR TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS						 Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL CIP. 246904							

Resistencia a la tracción del concreto con 12% de VG - 210 Kg/cm²



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

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO "

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2024

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de junio del 2024

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	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	P	d	L	T	T	PROMEDIO (MPa)	PROMEDIO (Kg/cm ²)
N°		(kg/cm ²)	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(Kg/cm ²)		
01	C. Patrón + 12% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	138.56	138560	151	301	1.94	19.79	1.93	19.73
02	C. Patrón + 12% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	140.23	140230	153	302	1.93	19.66		
03	C. Patrón + 12% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	139.38	139380	152	301	1.94	19.74		
04	C. Patrón + 12% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	147.85	147850	151	302	2.06	21.05	2.02	20.63
05	C. Patrón + 12% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	142.56	142560	151	302	1.99	20.29		
06	C. Patrón + 12% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	144.31	144310	151	302	2.01	20.54		
07	C. Patrón + 12% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	156.88	156880	151	302	2.19	22.33	2.10	21.43
08	C. Patrón + 12% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	137.93	137930	151	302	1.93	19.63		
09	C. Patrón + 12% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	149.00	149000	151	302	2.08	21.21		
10	C. Patrón + 12% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	158.40	158400	151	302	2.21	22.55		

Donde:

P: Carga
d: Diámetro
L: Longitud
T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Resistencia a la tracción del concreto con 18% de VG - 210 Kg/cm²



LEMS W&C EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miercoles, 24 de mayo del 2024

Fin de Ensayo : Miercoles, 14 de junio del 2024

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	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	P	d	L	T	T	PROMEDIO	PROMEDIO
N°		(kg/cm ²)	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(Kg/cm ²)	(MPa)	(Kg/cm ²)
01	C. Patrón + 18% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	139.84	139840	151	301	1.96	19.97	1.98	20.15
02	C. Patrón + 18% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	145.35	145350	153	302	2.00	20.38		
03	C. Patrón + 18% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	141.89	141890	152	301	1.97	20.09		
04	C. Patrón + 18% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	154.59	154590	151	302	2.16	22.01	2.18	22.21
05	C. Patrón + 18% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	158.13	158130	151	302	2.21	22.51		
06	C. Patrón + 18% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	155.29	155290	151	302	2.17	22.11		
07	C. Patrón + 18% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	162.16	162160	151	302	2.26	23.08	2.27	23.15
08	C. Patrón + 18% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	165.59	165590	151	302	2.31	23.57		
09	C. Patrón + 18% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	159.39	159390	151	302	2.23	22.69		
10	C. Patrón + 18% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	163.45	163450	151	302	2.28	23.27		

Donde:

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 OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Resistencia a la tracción del concreto con 24% de VG - 210 Kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO
ZURITA CRUZ FRANK DENNYS

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"

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

Fecha de Apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2024

Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de junio del 2024

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	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	P	d	L	T	T	PROMEDIO	PROMEDIO
N°		(kg/cm ²)	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(Kg/cm ²)	(MPa)	(Kg/cm ²)
01	C. Patrón + 24% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	138.54	138540	151	301	1.94	19.79	1.95	19.89
02	C. Patrón + 24% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	142.30	142300	153	302	1.96	19.95		
03	C. Patrón + 24% VG	210	17/05/2023	24/05/2023	7	140.69	140690	152	301	1.95	19.92		
04	C. Patrón + 24% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	145.89	145890	151	302	2.04	20.77	2.01	20.53
05	C. Patrón + 24% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	142.68	142680	151	302	1.99	20.31		
06	C. Patrón + 24% VG	210	17/05/2023	31/05/2023	14	144.11	144110	151	302	2.01	20.51		
07	C. Patrón + 24% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	151.00	151000	151	302	2.11	21.50	2.07	21.14
08	C. Patrón + 24% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	146.89	146890	151	302	2.05	20.91		
09	C. Patrón + 24% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	148.58	148580	151	302	2.07	21.15		
10	C. Patrón + 24% VG	210	17/05/2023	14/06/2023	28	147.46	147460	151	302	2.06	20.99		

Donde:

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 OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Módulo de elasticidad del concreto con 6% de VG - 210 Kg/cm²



RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : Tapia Salazar Yahir Alejandro
Zurita Cruz Frank Dennys

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO

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

Fecha de apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Martes, 14 de junio 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). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitucion (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad	σ_u	Esfuerzo S2	Esfuerzo S1	ϵ unitaria	E_c	Promedio E_c
			(Días)	(Kg/cm ²)	(40% σ_u) Kg/cm ²	(0.000050) Kg/cm ²	ϵ_2 (S ₂)	Kg/cm ²	Kg/cm ²
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 6% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	188.11	75	6.18783	0.000608	123757	127366.12
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 6% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	195.96	78	6.11102	0.000641	122220	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 6% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	202.37	81	6.80606	0.000595	136121	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 6% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	219.45	88	7.26663	0.000604	145333	142554.19
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 6% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	228.51	91	6.72892	0.000679	134578	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 6% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	233.94	94	7.38758	0.000633	147752	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 6% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	259.87	104	8.49260	0.000612	169852	168336.63
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 6% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	249.81	100	7.92219	0.000631	158444	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 6% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	259.77	104	8.83571	0.000588	176714	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 6% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	256.49	103	8.41683	0.000610	168337	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Módulo de elasticidad del concreto con 12% de VG - 210 Kg/cm²

 RNP Servicios S0608589	LEMS W&C EIRL	Prologación Bolognesi Km. 3.5 Chiclayo – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: servicios@lemswyceirl.com							
<p>Solicitante : Tapia Salazar Yahir Alejandro Zurita Cruz Frank Dennys</p> <p>Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO"</p> <p>Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.</p> <p>Fecha de apertura : Martes, 02 de mayo del 2023</p> <p>Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023</p> <p>Fin de Ensayo : Martes, 14 de junio del 2023</p> <p>Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitucion (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)</p> <p>Referencia : ASTM C-469</p>									
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
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 12% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	207.16	83	6.23969	0.000664	124794	111585.61
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 12% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	196.73	79	5.38770	0.000730	107754	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 12% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	201.03	80	5.11045	0.000787	102209	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 12% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	227.16	91	6.65518	0.000683	133104	146822.81
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 12% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	236.95	95	7.89843	0.000600	157969	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 12% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	243.52	97	7.46981	0.000652	149396	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 12% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	284.85	114	8.34519	0.000683	166904	182498.21
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 12% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	271.80	109	9.73047	0.000559	194609	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 12% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	274.63	110	9.29907	0.000591	185981	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 12% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	277.10	111	9.12491	0.000611	182498	
<p>Observaciones: - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.</p>									
 WILSON OLAYA AGUILAR TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS					 Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL CIP. 246904				

Módulo de elasticidad del concreto con 18% de VG - 210 Kg/cm²



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Tapia Salazar Yahir Alejandro
Zurita Cruz Frank Dennys

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO

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

Fecha de apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Martes, 14 de junio del 2023

Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitucion (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad	σ_u	Esfuerzo S2	Esfuerzo S1	ϵ unitaria	E_c	Promedio E_c
			(Días)	(Kg/cm ²)	(40% σ_u) Kg/cm ²	(0.000050) Kg/cm ²	ϵ_2 (S ₂)	Kg/cm ²	Kg/cm ²
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 18% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	208.05	83	4.71418	0.000883	94284	110858.23
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 18% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	228.51	91	6.25806	0.000730	125161	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 18% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	224.01	90	5.65649	0.000792	113130	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 18% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	250.23	100	4.96497	0.001008	99299	140675.91
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 18% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	261.41	105	8.71383	0.000600	174277	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 18% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	257.32	103	7.42259	0.000693	148452	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 18% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	288.88	116	8.82519	0.000655	176504	183546.28
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 18% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	286.81	115	9.49707	0.000604	189941	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 18% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	305.76	122	9.20967	0.000664	184193	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 18% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	293.82	118	9.17731	0.000641	183546	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Módulo de elasticidad del concreto con 24% de VG - 210 Kg/cm²



LEMS W&C EIRL

RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : Tapia Salazar Yahir Alejandro
Zurita Cruz Frank Dennys

Proyecto / Obra : TESIS: "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO

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

Fecha de apertura : Martes, 02 de mayo del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023

Fin de Ensayo : Martes, 14 de junio del 2023

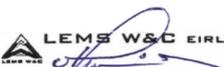
Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitucion (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad	σ_u	Esfuerzo S2	Esfuerzo S1	ϵ unitaria	E_c	Promedio E_c
			(Días)	(Kg/cm ²)	(40% σ_u) Kg/cm ²	(0.000050) Kg/cm ²	ϵ_2 (S ₂)	Kg/cm ²	Kg/cm ²
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 24% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	219.16	88	5.53429	0.000792	110686	102317.17
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 24% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	182.24	73	4.50820	0.000808	90164	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 24% VG	17/05/2023	24/05/2023	7	196.75	79	5.30509	0.000742	106102	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 24% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	226.01	90	6.19769	0.000729	123954	125008.50
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 24% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	214.08	86	5.24702	0.000816	104940	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 24% VG	17/05/2023	31/05/2023	14	238.19	95	7.30656	0.000652	146131	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 24% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	275.19	110	8.28876	0.000664	165775	164507.97
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 24% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	261.09	104	7.48828	0.000697	149766	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 24% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	284.18	114	8.89915	0.000639	177983	
Patrón - f'c= 210 kg/cm ² + 24% VG	17/05/2023	14/06/2023	28	273.49	109	8.22540	0.000667	164508	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

III. INFORMES DE LABORATORIO DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES

Anexo 3.1. Difracción de Rayos X – DRX del Vidrio Granular

	SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.				
INFORME DE ENSAYO IE-2023-0746					
1. DATOS DEL CLIENTE					
1.1 Cliente	: TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO / ZURITA CRUZ FRANK DENNYS				
1.2 RUC o DNI	: 74415104				
1.3 Dirección	: No Precisa				
2. DATOS DE LA MUESTRA					
2.1 Producto	: VIDRIO GRANULAR				
2.2 Muestreado por	: CLIENTE ^(c)				
2.3 Número de Muestras	: 01				
2.4 Fecha de Recepción	: 2023-06-23				
2.5 Período de Ensayo	: 2023-06-23 al 2023-07-06				
2.6 Fecha de Emisión	: 2023-07-10				
3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA					
<table border="1"><thead><tr><th>ENSAYO</th><th>MÉTODO</th></tr></thead><tbody><tr><td>Ensayo de Difracción de Rayos X Composición Química por Fases</td><td>Difracción de Rayos X - DRX</td></tr></tbody></table>	ENSAYO	MÉTODO	Ensayo de Difracción de Rayos X Composición Química por Fases	Difracción de Rayos X - DRX	
ENSAYO	MÉTODO				
Ensayo de Difracción de Rayos X Composición Química por Fases	Difracción de Rayos X - DRX				
4. RESULTADOS					
4.1. RESULTADOS OBTENIDOS					
Descripción de Muestra: VIDRIO GRANULAR "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO". ^(c)					
 KATHERINE CORAL PERALTA Ingeniera Química CIP N° 276377					
Jefe de Laboratorio					
<ul style="list-style-type: none">- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.					
<hr/> <p>V01 2023-04-27 Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL MZ E LT 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA-PERÚ. Cel: 949494763 Página 1 de 2 www.slabperu.com – contacto@slabperu.com</p>					

INFORME DE ENSAYO IE-2023-0746

4.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X - BRUKER
- Posición inicial [$^{\circ}2\theta$]: 5.0109
- Posición Final [$^{\circ}2\theta$]: 79.9869
- Tamaño de paso [$^{\circ}2\theta$]: 0.0220
- Material del ánodo: Co
- Tipo de longitud de onda prevista: K-Alpha

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA

Nombre del componente identificado	Fórmula Química	Unidad	Resultado
9006621	Fe1.82 Si0.18	%	100,00

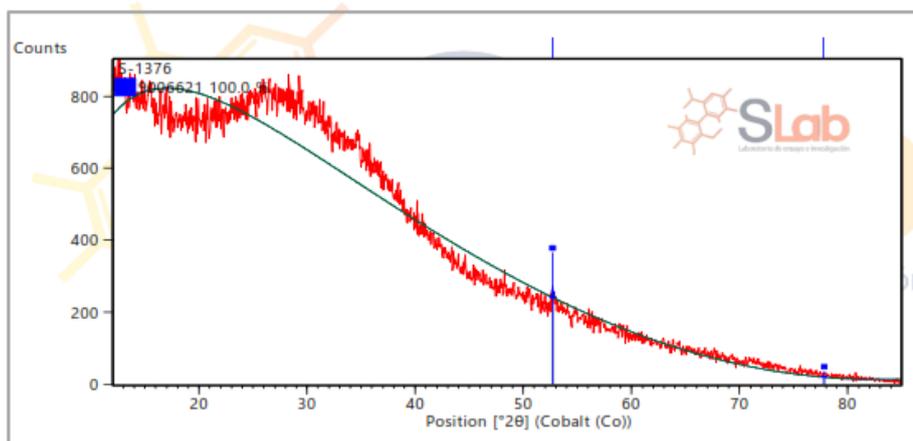


Figura N°1: DIFRACTOGRAMA DE LA MUESTRA

(c) Información suministrada por el cliente.

FIN DE DOCUMENTO

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

Anexo 3.2. Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDS) – Concreto Patrón



**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS
S.A.C.**

INFORME DE ENSAYO IE-2023-0744

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO / ZURITA CRUZ FRANK DENNYS
1.2 RUC o DNI : 74415104
1.3 Dirección : No Precisa

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : CONCRETO PATRÓN
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2023-06-23
2.5 Período de Ensayo : 2023-06-23 al 2023-07-10
2.6 Fecha de Emisión : 2023-07-13

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Caracterización de materiales por Microscopía Electrónica de Barrido - SEM-EDS	Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDS)

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción de Muestra: CONCRETO PATRÓN Fc 210 kg/cm²
"INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO" (c)

KATHERINE
CORAL PERALTA
Ingeniera Química
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

V01
2023-04-27

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL MZ E LT 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA-PERÚ. Cel: 949494763 Página 1 de 2
www.slabperu.com – contacto@slabperu.com

INFORME DE ENSAYO IE-2023-0744

4.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Elemento	Unidad	Resultados
S-1374	Calcio, Ca	%	52.41
	Silicio, Si	%	44.09
	Potasio, K	%	3.5

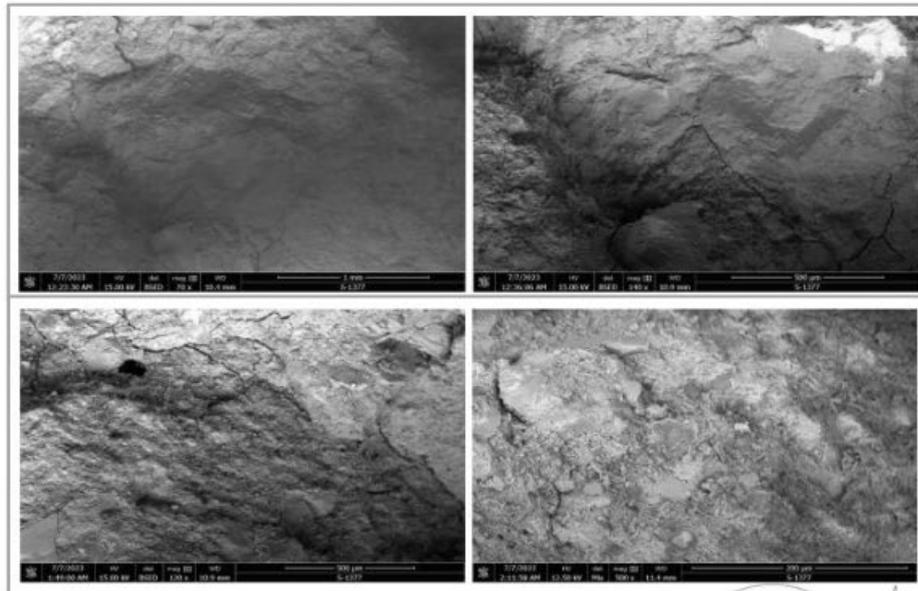


Imagen N°1: MICROGRAFÍAS

(c) Información suministrada por el cliente.

FIN DE DOCUMENTO

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

Anexo 3.3. Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDS) – Concreto Experimental



**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS
S.A.C.**

INFORME DE ENSAYO IE-2023-0911

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : TAPIA SALAZAR YAHIR ALEJANDRO / ZURITA CRUZ FRANK
1.2 RUC o DNI : DENNYS
1.3 Dirección : No Precisa

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : CONCRETO EXPERIMENTAL
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2023-06-23
2.5 Período de Ensayo : 2023-06-23 al 2023-07-10
2.6 Fecha de Emisión : 2023-07-18

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Caracterización de materiales por Microscopía Electrónica de Barrido - SEM-EDS	Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDS)

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción de Muestra: CONCRETO EXPERIMENTAL F'c 210 kg/cm² CON VIDRIO GRANULAR "INCORPORACIÓN DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGRAGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO".^(c)

KATHERINE
CORAL PERALTA
Ingeniera Química
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

INFORME DE ENSAYO IE-2023-0911

4.2. ANÁLISIS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Elemento	Unidad	Resultados
S-1586	Calcio, Ca	%	48.30
	Silicio, Si	%	45.27
	Hierro, Fe	%	6.35
	Sodio, Na	%	0.08

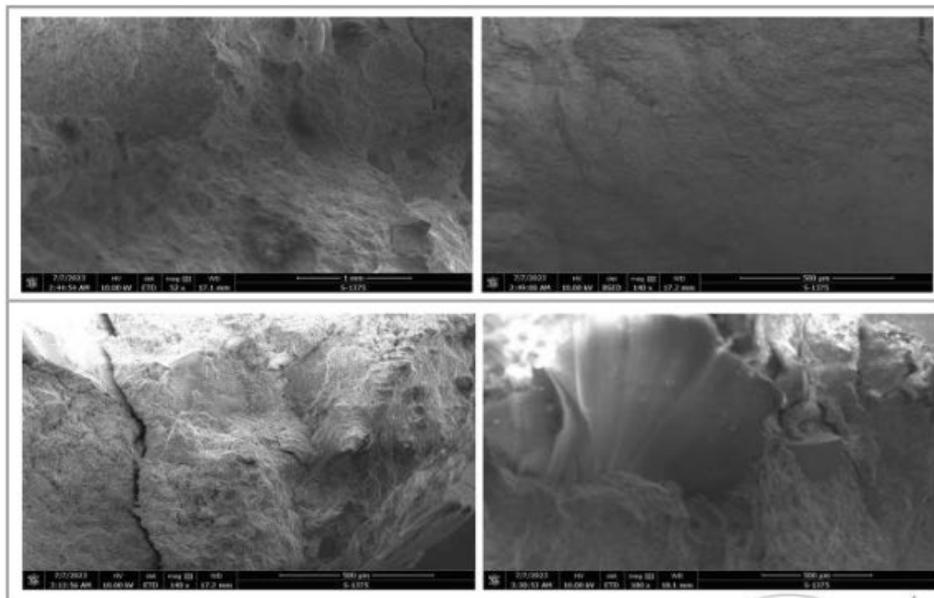


Imagen N°1: MICROGRAFÍAS

El presente Informe reemplaza a: **IE-2023-0745**

(c) Información suministrada por el cliente.

FIN DE DOCUMENTO

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Calle 22 Mz E Lt 7 Urbanización Vipol de Naranjal, distrito de San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 21 de julio de 2023

Fecha de Vencimiento: 20 de julio de 2026



Firmado digitalmente por AGUILAR
RODRIGUEZ Lidia Patricia FAU
20600283015 soft
Fecha: 2023-08-18 08:52:23
Motivo: Soy el Autor del Documento

PATRICIA AGUILAR RODRÍGUEZ
Directora (dt.) Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 15 de agosto de 2023



Cedula N°: 228-2023-INACAL/DA
Contrato N°: 039-2023/INACAL-DA
Registro N°: LE - 211

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 03

IV. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Página 1 de 3

1. Expediente	0117-2022
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	PRESA DE CONCRETO
Capacidad	2000 kN
Marca	AyA INSTRUMENT
Modelo	STYE-2000B
Número de Serie	131214
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	MC
Modelo	STYE-2000B
Número de Serie	131214
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-21

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.

CALIBRATEC 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
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

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	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	62 % HR	62 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 038-21A
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

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.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

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_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	F_4 (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100	100.0	99.0	100.0	99.8
20	200	199.0	200.5	201.3	200.2
30	300	298.8	300.4	299.3	299.7
40	400	397.4	399.4	398.8	398.6
50	500	495.8	501.8	502.4	500.5
60	600	597.1	597.4	597.9	597.7
70	700	696.1	696.7	695.7	696.6
80	800	798.9	799.1	799.5	799.1
90	900	898.6	900.1	896.6	898.5
100	1000	1001.0	1002.9	1000.5	1001.3
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	0.21	1.00	-1.30	0.10	0.81
200	-0.08	1.15	0.25	0.05	0.75
300	0.12	0.53	0.07	0.03	0.63
400	0.34	0.50	0.10	0.03	0.61
500	-0.11	1.31	-0.06	0.02	0.85
600	0.39	0.13	-0.18	0.02	0.58
700	0.49	0.14	-0.14	0.01	0.59
800	0.11	0.07	0.02	0.01	0.58
900	0.17	0.38	0.16	0.01	0.60
1000	-0.13	0.25	0.20	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.

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

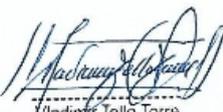
☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ comercial@calibratec.com.pe
📍 CALIBRATEC SAC



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCMA-022-2022

Peticionario : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
Atención : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Washington"
Capacidad del equipo : 0% - 10% de aire
División de escala : 0,1% de 0% hasta 6%; 0,2% de 6% a 8% y 0,5% de 8% hasta 10%
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico
Modelo : 34-3265
Nº de serie : H190611
Procedencia : USA
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,0°C / 72%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,0°C / 72%
Método de calibración : Norma ASTM C-231
Patrón de referencia : 02 canister marca ELE - INTERNATIONAL, modelo 34-3267/10, con números de serie 080312 y 070312, certificado de calibración CSA-2026-21 y CSA-2027-21 respectivamente; cada uno de 5% de capacidad con respecto a un volumen de 1/4 de pie cúbico.
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-05-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-05-23	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

Resultados de medición

Con O1 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con O1 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	5.0	5.0	5.0	0,0	0.1
2	5.0				
3	5.0				

Con O2 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con O2 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	10.0	10.0	10.0	0,0	0.1
2	10.0				
3	10.0				

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 $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El cero "0" inicial del cual debe partir la aguja negra del equipo se encuentra indicado con una aguja de color amarillo, los cuales deben estar una sobre la otra al inicio del ensayo.

El equipo se encuentra calibrado.





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	<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 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.</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 - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	HORNO	
Alcance Máximo	300 °C	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H225	
Número de Serie	0120	
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

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.perufest.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 **CALIBRADO**.
- (*) 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.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 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	6.6
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

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.

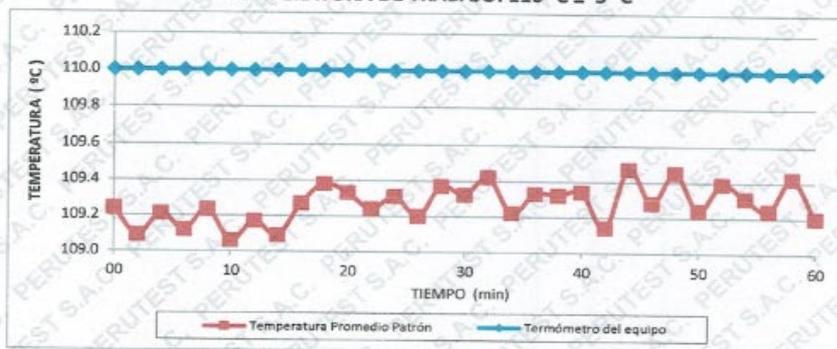
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

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

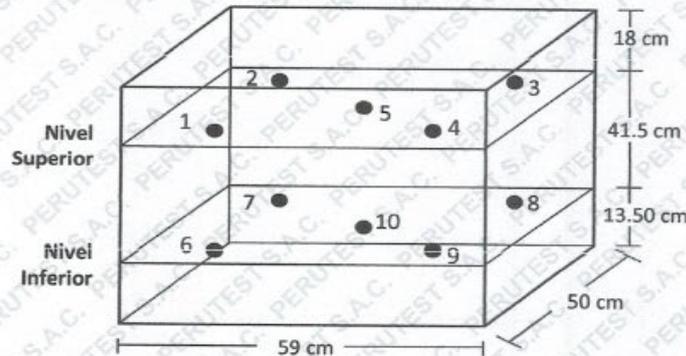
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



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



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 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



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. 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 - 036 - 2023

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

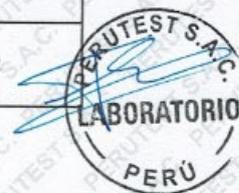
	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

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.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 - 036 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

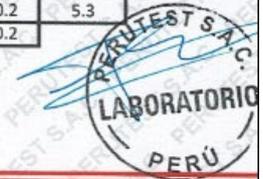
Página 3 de 5

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	108.8	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. 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 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.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isoterma : 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 isoterma SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

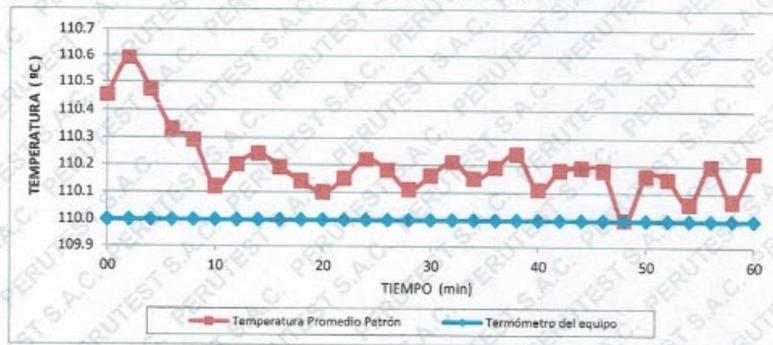


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

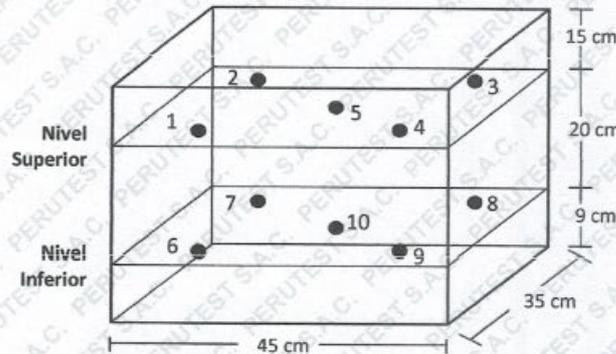
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °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 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 estandar 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

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

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 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.



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. 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 Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 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	26.4	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.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 - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

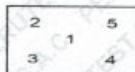
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

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 Permissible			150.0	Error Máximo Permissible			150.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



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 permissible									100.0

* Valor entre 0 y 10e



☎ 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 - 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

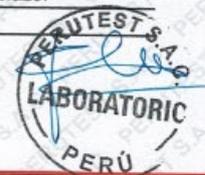
$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0001233 R$$

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

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	

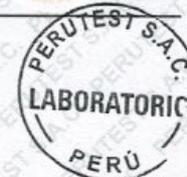
Fecha de Emisión

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. 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 - 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

2	5
1	
3	4

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	500	0		10,001	800	700	700
2		10	400	100		10,000	500	0	-100
3	10 g	10	500	0	10,000	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.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

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

Lectura corregida

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

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 - 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 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 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.perufest.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

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	5	0		1000.00	5	0	0
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6
3	0.10	0.10	6	-1	1000.00	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
Error máximo permisible									200

* Valor entre 0 y 10e

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

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

V. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE INCORPORACION DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,940	4

	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Compresión	,961	,971
Flexión	,974	,890
Tracción	,988	,927
Módulo de elasticidad	,987	,880

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos	8356,300	4	2089,075		
Intra sujetos					
Entre elementos	1999,350	3	666,450	5,343	,014
Residuo	1496,900	12	124,742		
Total	3496,250	15	233,083		
Total	11852,550	19	623,818		

En las tablas se observa que, el instrumento sobre incorporación del vidrio granular como sustituto del agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas y microestructura del concreto es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo $p < 0.01$) y confiable (el valor de consistencia alfa de cronbach es mayor a 0.80).


Luis Arturo Montenegro Camacho
LIC. ESTADÍSTICA
MG. INVESTIGACION
DR. EDUCACIÓN
COESPE 262

VI. INSTRUMENTOS DE VALIDACION ESTADISTICA CON CRITERIO DE JUECES EXPERTOS Y CRITERIO MUESTRA PILOTO

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

INCORPORACION DEL VIDRIO GRANULAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO

	Claridad				Contexto			
	Fc= 210 Kg/cm2				Fc= 210 Kg/cm2			
	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5	5
n	5							
c	2							
V de Alken por preguntas	1	1	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1				1			

	Congruencia				Dominio del constructo			
	F _c = 210 Kg/cm ²				F _c = 210 Kg/cm ²			
	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5	5
n								
c								
V de Alken por preguntas	1	1	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1				1			

V de Aiken del
instrumento por
jueces expertos

1.0000

Luis Arturo Montenegro Camacho
LIC. ESTADÍSTICA
Mg. INVESTIGACIÓN
DR. EDUCACIÓN
COESPE 262

Colegiatura N° 320474

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
Cabanillas Hernandez Geiser Yaimir	Ingeniero Civil en "Consultoría y construcción El Roble SAC"	Prueba de comprensión, flexión, tracción y módulo de elasticidad	Tapia Salazar Yahir Alejandro & Zurita Cruz Frank Dennys
Título de la Investigación:			
Incorporación del vidrio granular como sustituto del agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas y microestructura del concreto			

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
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

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= 210 Kg/cm2 + VG								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....


GEISER YAIMIR CABANILLAS HERNANDEZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 320474

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: **Ing. Civil**



GEISER YAMIR CABANILLAS HERNANDEZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 320474

Colegiatura N° 320504

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
Echeverre Chuquipoma Abimael	Consorcio Algorrobos	Prueba de comprensión, flexión, tracción y módulo de elasticidad	Tapia Salazar Yahir Alejandro & Zurita Cruz Frank Dennys
Título de la Investigación:			
Incorporación del vidrio granular como sustituto del agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas y microestructura del concreto			

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
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

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= 210 Kg/cm² + VG								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....


ABIMAE ECHVEVERRE CHUQUIPOMA
INGENIERO CIVIL
REG/ CIP 320504

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: **Ing. Civil**


ABIMAEL ECHENYRE OCHOA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 320584

Colegiatura N° 166935

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
Victor Hugo Bonilla Gonzales	Ingeniero Civil en "DAFI Constructora e Inmobiliaria"	Prueba de comprensión, flexión, tracción y módulo de elasticidad	Tapia Salazar Yahir Alejandro & Zurita Cruz Frank Dennys
Título de la Investigación:			
Incorporación del vidrio granular como sustituto del agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas y microestructura del concreto			

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
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

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= 210 Kg/cm² + VG								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....


Victor Hugo Bonilla Gonzales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 166935

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: **Ing. Civil**


Vicente Antonio Gonzales
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 166935

Colegiatura N° 30694

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
Salinas Vásquez Néstor Raúl	Docente de la Universidad Señor de Sipán	Prueba de comprensión, flexión, tracción y módulo de elasticidad	Tapia Salazar Yahir Alejandro & Zurita Cruz Frank Dennys
Título de la Investigación:			
Incorporación del vidrio granular como sustituto del agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas y microestructura del concreto			

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.

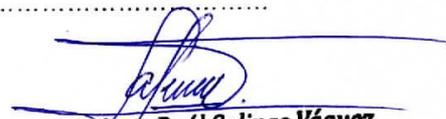
ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

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= 210 Kg/cm2 + VG								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....


Néstor Raúl Salinas Vázquez
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 30694

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: **Ing. Civil**


Néstor Raúl Salinas Vázquez
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 30694

Colegiatura N° 75063

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
Villegas Granados Luis Mariano	Docente de la Universidad Señor de Sipán	Prueba de comprensión, flexión, tracción y módulo de elasticidad	Tapia Salazar Yahir Alejandro & Zurita Cruz Frank Dennys
Título de la Investigación:			
Incorporación del vidrio granular como sustituto del agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas y microestructura del concreto			

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.

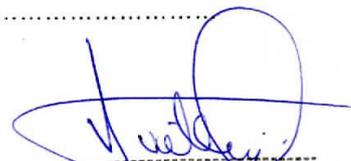
ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

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 = 210 Kg/cm² + VG								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....

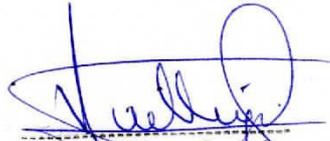


 Mariano Villegas Granados
 INGENIERO CIVIL
 R.P. 75063

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: **Ing. Civil**


Mariano Villegas Grandón
INGENIERO CIVIL
CIP. 75063

VII. EVIDENCIAS DE EJEJUCIÓN (FOTOGRAFÍAS)

Anexo 7.1. Cantera de extracción de agregados



Fig. 17. Adquisición de agregados Cantera “La Victoria” – Pátapo.

Anexo 7.2. Materiales que se emplearon



Fig. 18. Cemento Pacasmayo – Tipo I



Fig. 19. Vidrio Granular

Anexo 7.3. Ensayos de los agregados



Fig. 20. Ensayo de granulometría de agregado fino y grueso



Fig. 21. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso



Fig. 22. Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino y grueso.



Fig. 23. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino y grueso.

Anexo 7.4. Ensayos del vidrio granular



Fig. 24. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del vidrio granular



Fig. 25. Ensayo de contenido de humedad del vidrio granular

Anexo 7.5. Elaboración del concreto



Fig. 26. Realización de la mezcla de concreto



Fig. 27. Vaciado de probetas y vigas



Fig. 28. Desmoldado de los cilindros y vigas de concreto

Anexo 7.6. Propiedades mecánicas del concreto



Fig. 29. Ensayo de resistencia a la compresión y módulo de elasticidad



Fig. 30. Ensayo de resistencia a la flexión



Fig. 31. Ensayo de resistencia a la tracción