



**FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

**Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización  
Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de  
Albañilería Estructural**

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

**Autor:**

Bach. Carrasco Flores Jose Homero  
<https://orcid.org/0000-0002-0372-2143>

**Asesor:**

**Dr. Coronado Zuloeta Omar**  
<https://orcid.org/0000-0002-7757-4649>

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel - Perú**

**2023**

**INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN  
MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA  
ESTRUCTURAL**

**Aprobación del jurado**

---

MAG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

MAG. MEDRANO LIZARZABURU EITHEL YVAN

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MAG. CHAVEZ COTRINA CARLOS OVIDIO

**Vocal del Jurado de Tesis**



**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de **Ingeniería civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL**

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:

Carrasco Flores Jose Homero	DNI: 71091564	
-----------------------------	---------------	--

Pimentel, 21 de Diciembre de 2023.

### **Dedicatoria.**

Dedico esta investigación a cada una de las personas que han sido fundamentales en mi camino hacia el logro de este importante hito en mi vida, a mis padres y seres queridos, les debo un reconocimiento especial por su constante presencia, y apoyo inquebrantable han sido mi mayor fuente de fortaleza y motivación.

## **Agradecimientos**

A dios por darme salud y fortaleza para culminar mi carrera profesional.

A mis padres por su amor incondicional, paciencia y sacrificio han sido fundamentales en mi formación como persona y profesional.

A los docentes por su experiencia, conocimientos y orientación brindada, han sido cruciales a lo largo de mi formación académica

A mis amigos y seres queridos que me han apoyado y alentado en cada etapa de este proyecto.

.

## Índice

Dedicatoria.....	4
Agradecimientos.....	5
Índice de tablas.....	7
Índice de figuras.....	9
Índice de formulas.....	11
Resumen.....	12
Abstract.....	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema.....	22
1.3. Hipótesis.....	22
1.4. Objetivos.....	23
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	23
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	37
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	37
2.2. Variables y operacionalización.....	38
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	41
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	44
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	46
2.6. Criterios éticos.....	67
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	68
3.1. Resultados.....	68
3.2. Discusión.....	83
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
4.1. Conclusiones.....	88
4.2. Recomendaciones.....	89
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS.....	97

## Índice de tablas

<b>Tabla I</b> Composición química de las limaduras de acero .....	24
<b>Tabla II</b> Ensayos en unidades de albañilería .....	26
<b>Tabla III</b> Clasificación y uso del cemento .....	26
<b>Tabla IV</b> Cantidades volumétricas para morteros .....	27
<b>Tabla V</b> Aplicación de mortero de cemento. ....	29
<b>Tabla VI</b> Granulometría de la arena gruesa. ....	32
<b>Tabla VII</b> Módulo de fineza del árido fino según su clasificación .....	33
<b>Tabla VIII</b> Operacionalización de Variable Independiente: Limadura de acero .....	39
<b>Tabla IX</b> Operacionalización de Variable dependiente: Caracterización microestructural y mecánica del mortero para uso de albañilería estructural .....	40
<b>Tabla X</b> Muestras cubicas de mortero patrón y modificado con limaduras de acero sometidas a ensayos de resistencia a la compresión.....	41
<b>Tabla XI</b> Muestras cubicas de mortero patrón y modificado con limaduras de acero sometidas a ensayos de resistencia a la flexión .....	41
<b>Tabla XII</b> Numero de probetas a construir de mortero de referencia y modificado con limaduras de acero sometidas a ensayos de resistencia a la adherencia por flexión y a la compresión en pilas .....	42
<b>Tabla XIII</b> Numero de probetas a construir de mortero de referencia y modificado con limaduras de acero sometidas a ensayos de resistencia a la compresión diagonal en muretes.....	43
<b>Tabla XIV</b> Numero de muestras de mortero convencional y mortero con él % óptimo de limaduras de acero sometidas a ensayos de caracterización microestructural. ....	43
<b>Tabla XV</b> Ensayos a las unidades de albañilería .....	56
<b>Tabla XVI</b> Tiempo de curado para la rotura de especímenes .....	59
<b>Tabla XVII</b> Tiempo de curado para la rotura de especímenes .....	61
<b>Tabla XVIII</b> Resumen de los ensayos de las limaduras de acero .....	69
<b>Tabla XIX</b> Composición elemental de las limaduras de acero en % de la masa total. ....	69
<b>Tabla XX</b> Pruebas estadísticas de resistencia a la compresión .....	75
<b>Tabla XXI</b> Pruebas estadísticas de resistencia a la flexión .....	75
<b>Tabla XXII</b> Pruebas estadísticas de resistencia a la compresión axial en primas de albañilería .....	76
<b>Tabla XXIII</b> Pruebas estadísticas de resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería .....	77
<b>Tabla XXIV</b> Pruebas estadísticas de resistencia a la compresión diagonal en primas.....	77
<b>Tabla XXV</b> Concentración de las fases cristalinas de la muestra Mortero convencional obtenidas por el método de RIR. ....	79

<b>Tabla XXVI</b> Concentración de las fases cristalinas de la muestra Mortero con 5% limadura de acero obtenidas por el método de RIR.....	79
<b>Tabla XXVII</b> Resultados de la composición elemental de la muestra Mortero convencional de los espectros EDS.....	81
<b>Tabla XXVIII</b> Resultados de la composición elemental de la muestra Mortero con limadura de acero de los espectros EDS. ....	82



## Índice de figuras

<b>Fig. 1.</b> Limaduras de acero recicladas .....	24
<b>Fig. 2.</b> Elementos de un muro de albañilería confinada .....	25
<b>Fig. 3.</b> Cantera La Victoria - Pátapo - Agregado fino.....	48
<b>Fig. 4.</b> Cemento tipo I (Pacasmayo).....	49
<b>Fig. 5.</b> Limaduras de acero en el torno.....	49
<b>Fig. 6.</b> Agua que se utilizó para los ensayos.....	50
<b>Fig. 7.</b> Granulometría del agregado fino (arena).....	51
<b>Fig. 8.</b> Granulometría a las limaduras de acero.....	51
<b>Fig. 9.</b> Peso unitario de la arena.....	52
<b>Fig. 10.</b> Peso unitario de las limaduras de acero.....	52
<b>Fig. 11.</b> Saturación de la arena en el picnómetro .....	54
<b>Fig. 12.</b> Saturación de las limaduras de acero.....	54
<b>Fig. 13.</b> Ensayo de contenido de humedad de la arena .....	56
<b>Fig. 14.</b> Ensayo de contenido de humedad de las limaduras de acero.....	56
<b>Fig. 15.</b> Mesa de flujo para el ensayo de fluidez.....	57
<b>Fig. 16.</b> Ensayo de fluidez del mortero.....	58
<b>Fig. 17.</b> Resistencia a la compresión .....	60
<b>Fig. 18.</b> Cubos ensayados a los 28 días de curado.....	60
<b>Fig. 19.</b> Resistencia a la flexión.....	62
<b>Fig. 20.</b> Cubos ensayados a los 28 días de curado.....	62
<b>Fig. 21.</b> Refrentado de pilas para ensayo de compresión axial.....	64
<b>Fig. 22.</b> Ensayo de pilas de albañilería a compresión axial.....	64
<b>Fig. 23.</b> Resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería ( $f'r$ ).....	65
<b>Fig. 24.</b> Muretes ensayados a compresión diagonal. ....	66
<b>Fig. 25.</b> Distribución granulométrica de las limaduras de acero.....	68
<b>Fig. 26.</b> Resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 3,5,7 y 9% de limaduras de acero a los 3, 7 y 28 días .....	70
<b>Fig. 27.</b> Resistencia a la flexión del mortero 1:4 con 3,5,7 y 9% de limaduras de acero a los 3, 7 y 28 días.....	71
<b>Fig. 28.</b> Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería .....	72
<b>Fig. 29.</b> Resistencia a la adherencia por flexión en pilas.....	73
<b>Fig. 30.</b> Resistencia a compresión diagonal – muretes convencionales y con sustitución de limaduras de acero.....	73
<b>Fig. 31.</b> Variaciones del mortero que contiene limaduras de acero recicladas vs mortero patrón.....	74

<b>Fig. 32.</b> Difractogramas de rayos X de ambas muestras. Las fases cristalinas observadas son indicadas en la leyenda.....	79
<b>Fig. 33.</b> Micrografía de la muestra Mortero convencional a una magnificación de 1000x. Señal de electrones secundarios. Los círculos indican la posición en la que se midió la composición química.....	80
<b>Fig. 34.</b> Micrografía de la muestra Mortero con limadura de acero a una magnificación de 500x y 1000x. Señal de electrones secundarios. Los círculos indican la posición en la que se midió la composición química. ....	81

## Índice de formulas

Formula 1 Peso específico y absorción.....	53
Formula 2 Contenido de humedad .....	55
Formula 3 Fluidez.....	58
Formula 4 Resistencia a la compresión .....	59
Formula 5 Resistencia a la flexión del mortero .....	61

## Resumen

En la industria de la construcción, el mortero es de los materiales más usados, con el fin de reducir el uso de recursos naturales, se está investigando nuevos materiales para reemplazar los agregados, se han realizado investigaciones sobre el uso de limaduras de acero en sustitución del agregado fino en el mortero, para evaluar las propiedades mecánicas de los muros de albañilería estructural. El objetivo de esta investigación es determinar la influencia de la limadura de acero en la caracterización microestructural y mecánica del mortero para uso de albañilería estructural. La metodología aplicada fue elaborar muestras de mortero convencional y mortero con limaduras de acero recicladas en porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9%; los cuales fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión, flexión, compresión axial y adherencia en pilas de albañilería y compresión diagonal. Según los resultados, la limadura en su composición química tiene 85.47% de Fe, en las propiedades mecánicas se obtuvo mejores resultados al utilizar 5% del material, en la resistencia a la compresión aumento 32.17%, en flexión aumentó 11.45%, en compresión axial fue superior en 12.28%, en adherencia superó 44.94% y en la resistencia diagonal aumentó 47.74%, el porcentaje óptimo es 5% respaldado por el análisis estadístico, en el ensayo DRX, se encontró cuarzo, portlandita y otros aluminosilicatos, SEM-EDS se observó principalmente, calcio, óxidos de silicio y sulfato de hierro en diversas partes de la muestra. Se concluyó que las limaduras de acero recicladas tienen una influencia positiva en las propiedades del mortero.

**Palabras Clave:** mortero, limaduras de acero, albañilería, propiedades mecánicas, microestructura.

## Abstract

In the construction industry, mortar is one of the most used materials, in order to reduce the use of natural resources, new materials are being investigated to replace aggregates, research has been carried out on the use of steel filings as a substitute. of fine aggregate in the mortar, to evaluate the mechanical properties of structural masonry walls. The objective of this research is to determine the influence of steel filing on the microstructural and mechanical characterization of mortar for use in structural masonry. The methodology applied was to prepare samples of conventional mortar and mortar with recycled steel filings in percentages of 3%, 5%, 7% and 9%; which were subjected to tests of resistance to compression, bending, axial compression and adhesion in masonry piles and diagonal compression. According to the results, the filing in its chemical composition has 85.47% Fe, in the mechanical properties better results were obtained when using 5% of the material, in the compression resistance it increased 32.17%, in bending it increased 11.45%, in axial compression was higher by 12.28%, in adhesion it exceeded 44.94% and in the diagonal resistance it increased 47.74%, the optimal percentage is 5% supported by the statistical analysis, in the XRD test, quartz, portlandite and other aluminosilicates were found, SEM-EDS was He mainly observed calcium, silicon oxides and iron sulfate in various parts of the sample. It was concluded that recycled steel filings have a positive influence on the properties of the mortar.

**Keywords:** mortar, steel filings, masonry, mechanical properties, microstructure.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La industria de la construcción está experimentando una nueva tendencia global de transformación que se centra en buscar soluciones sostenibles para disminuir la utilización de recursos naturales y gestionar de manera más efectiva los residuos. Se busca que todos los materiales desechados se conviertan en recursos para otros procesos, este enfoque regenerativo tiene la meta de conservar los recursos de la construcción [1]. El consumo de estos materiales en grandes cantidades afecta el medio ambiente y, por lo tanto, se requieren materiales alternativos que puedan satisfacer la demanda de construcción y minimizar el daño al medio ambiente [2]. Debido a la escasez de agregados tradicionales, existe una creciente demanda a nivel global por fuentes de agregados alternativas y sostenibles [3].

Durante los últimos 50 años, el estudio del daño de las edificaciones de albañilería durante los terremotos en los países más vulnerables de América del Sur, se ha determinado que se debe hacer una mejora en los componentes de la mampostería [4]. En Egipto el agregado natural se usa en morteros y concretos, es posible que ya no alcance las demandas de construcción en términos de calidad y/o cantidad [5]. La Asociación Mundial del Acero informó que la manufactura de acero alcanzó los 1630 millones de toneladas (MT), de las cuales 10% es desperdicio, en India se ha incorporado limaduras de hierro (residuos metálicos) como reemplazo en su totalidad de la arena con la finalidad de producir concreto [6], ya que debido a la generación de subproductos industriales de la globalización aumenta cada año [7]. Los desechos de acero son eliminados en vertederos, océanos y ríos, lo que aumenta la contaminación, la solución para reducir estos desechos es reutilizarlos en la construcción [8].

En Europa el concepto emergente de economía circular ha llevado a la industria del acero a ahorrar recursos naturales y reducir su impacto ambiental, mediante la reutilización y el reciclaje de subproductos para alcanzar su objetivo de "residuo cero" [9]. En Iraq el desperdicio limaduras de acero son uno de estos desafíos que enfrenta el país [10]. Los

investigadores han pretendido estudiar el impacto de dicho material en la resistencia de los morteros utilizándolo como adición a la mezcla o como sustituto de la arena en morteros y concretos [11].

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la albañilería estructural confinada es uno de los principales sistemas constructivos en nuestro país a diferencia de otras industrias dicho sistema forma parte imprescindible del desarrollo económico y social del Perú [12]. Su construcción en su mayoría son por muros portantes que están sometidos a cargas cortantes y cargas axiales, la población más vulnerable utiliza este sistema de construcción por ser un poco más económico además que brinda una seguridad aparente. Desafortunadamente, son realizadas en su mayoría sin supervisión profesional pese a que el Perú existe sismicidad [13].

En Chiclayo las construcciones de albañilería se ha evidenciado daños causados por los sismos que han sido con frecuencia severos, la clave para la resistencia estructural radica en el uso de materiales de alta calidad y características físico-mecánicas adecuadas para los muros. La adhesión del mortero es crucial, ya que absorbe tensiones. No obstante, la capacidad de resistencia no se limita únicamente al diseño del mortero; también está influenciada por la calidad de los materiales utilizados y la interacción de los aglomerantes [14]. La población urbana de la ciudad se ha incrementado en las últimas décadas, esto significa que con el aumento poblacional aumentara constantemente el número de viviendas, esta significativa demanda de casas ha traído consigo que la población de bajos recursos económicos inicie a edificar sus casas por medio de sistemas de albañilería [15].

Diversos investigadores han realizado los siguientes estudios:

Satyaprakash et al. [6] en su artículo científico titulado “Mechanical properties of concrete in presence of Iron filings as complete replacement of fine”, tuvieron como objetivo experimentar con las limaduras de acero en sustitución de la arena en la elaboración de concreto. La metodología de estudio fue de tipo aplicada con diseño experimental, la

población y la muestra fueron iguales considerando un total de 144 probetas. Los resultados evidencian que las características físicas de las limaduras de acero son, color grisáceo, el módulo de fineza después de la distribución granulométrica es de 2.01 y la gravedad específica es  $3.66 \text{ gr/cm}^3$ . Concluyó que las limaduras de acero pueden ser una opción como remplazo de la arena en la producción de concreto.

Olutoge et al. [16] en su artículo científico titulado “Strength Properties of Concrete Produced With Iron Filings as Sand Replacement”, tuvieron por objetivo evaluar la resistencia del concreto usando limaduras de hierro reemplazando parcialmente la arena, usando una metodología experimental donde hizo moldeado de especímenes de concreto. Sus resultados sobre las características físicas de las limaduras de acero fue un módulo de finura 2.24, gravedad específica  $3.95 \text{ gr/cm}^3$  y de un color gris oscuro, por otro lado, la composición química de las limaduras de hierro en % es carbón 3.53, silicio 2.67, magnesio 0.05, azufre 0.01, fósforo 0.03, manganeso 0.31, Hierro 93.40. Concluye que las limaduras de acero si son una alternativa para reemplazar el agregado fino.

Yusuf [17] en su artículo científico “Microstructure and strength of iron-filing Portland cement paste and mortar”, tuvo como objetivo investigar el papel desempeñado por la limadura de acero (LA) en la resistencia y las características microestructurales de la pasta y el mortero del cemento. Su metodología fue de diseño experimental para pasta y mortero en relaciones a/c de 0.25 y 0.35. La proporción de LA varió de 0 a 15 %. En el análisis microestructural se determinó para comprender la micrografía de la matriz de la muestra. Sus resultados fueron en las resistencias máximas a 14 y 28 días con un nivel de sustitución del 5 % fueron del 38.4% y el 29% más que el mortero patrón. Las pruebas (SEM+EDS) del mortero patrón muestra compuestos a base de  $\text{FeCO}_3$ , además contiene predominantemente Ca, Si y O, la muestra con LA contiene Ca, Si, Fe, K, Al, S y O respectivamente. La limadura de hierro influyó en la formación de hidrato de ferrosilicato de calcio entrelazado con el silicato de calcio. Concluye que el estudio promueve el uso de limaduras de acero en la producción de concreto en masa.



Mohseni et al. [18] en su artículo de investigación “An experimental investigation into the mechanical performance and microstructure of cementitious mortars containing recycled waste materials subjected to various environments”, tuvieron como objetivo experimentar sobre el desempeño mecánico y las características de la microestructura de los morteros cementosos que contienen materiales de desecho reciclados. Su metodología fue de tipo aplicada con un diseño experimental consistió en utilizar desechos reciclado de vidrio, cáscara de huevo, hierro y polvo de caucho en concentraciones de 7, 14 y 21 % en volumen y se realizaron pruebas de (SEM) y (XRD). Sus resultados evidencian que los desechos reciclados en el mortero mejoran las propiedades mecánicas, las pruebas de microestructura revelaron que, como consecuencia de la sustitución del cemento por estos desechos se reforzó la masa de cemento. Concluyen que los residuos agregados mejoran las características microestructurales y mecánicas.

Norambuena et al. [19] en su artículo científico titulado “Effect of Metallic Waste Addition on the Physical and Mechanical Properties of Cement-Based Mortars”, tuvieron como objetivo analizar los impactos de las diversas variedades y concentraciones de metales residuales en las propiedades endurecidas del mortero cementicio. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, consistió en hacer probetas para evaluar las propiedades. Sus resultados muestran que al utilizar un 12% de virutas de acero en el mortero, la resistencia a la flexión se incrementa un 2% a los 7 días de curado y un 9% a los 28 días, con respecto al mortero de referencia. Referente a la compresión con curado a los 7 días, también se observa un aumento del 13.8% con la misma cantidad de adición de virutas de acero, su principal conclusión fue que adicionar residuos metálicos produce ligeras variaciones en sus propiedades.

Yusuf et al. [11] en su artículo científico titulado “Effect of incorporating iron-filing waste on the properties of silica fume blended cement paste”, tuvieron como objetivo encontrar la contribución de las cantidades variadas 5%, 10% y 15% en peso de limaduras de hierro (IF) sobre la resistencia de la pasta del mortero (PM) cementico mezclado con

humo de sílice (SF). Su metodología fue desarrollar la pasta de mortero de manera que la relación agua/(IF + SF +PM ) se mantuviera en 0,35 a un contenido constante de SF del 10%. Sus resultados a los 28 días, la resistencia aumentó en un 12.4 % al agregar un 5 % de IF y se redujo en un 8,2 % y 14.3%, cuando el porcentaje de IF aumentó a 10 y 15%. En la imagen SEM muestra la interacción de SF con IF de modo que Hierro (Fe), Aluminio (Al), Silicio (Si) y Oxígeno (O) están presentes entre los visibles elementos obtenidos del análisis (SEM+EDS) con valores en wt% de 2.3, 1.3, 10.5 y 57.2% respectivamente. Concluyeron que el 5% de IF es el porcentaje óptimo.

Fahad y Jassim [20] en su artículo científico titulado “Behaviour of cement mortar containing Iron waste powder as substitute for sand”, tuvieron como objetivo agregar el polvo de desecho de hierro al mortero de cemento en diferentes porcentajes, como metodología prepararon cuatro mezclas de mortero con polvo de desecho de hierro; dos de estos grupos se prepararon sin añadir SBR (cauchos de estireno-butadieno); mientras que los demás se prepararon con SBR. Sus resultados evaluados a los 28 días, en la resistencia a la compresión y la flexión aumentaron en 12.6% y 7.3% con el 20% de polvo de hierro sin SBR. Concluyen que el polvo de desecho de hierro puede ser utilizado como sustituto parcial de la arena en mortero de cemento.

Tayeh y Al Saffar [21] en su artículo científico titulado “Behaviour of cement mortar containing Iron waste powder as substitute for sand”, tuvieron como objetivo informar sobre el uso de polvo de hierro reciclado (IP) en la producción de mortero de cemento en condiciones normales. Su metodología fue usar un diseño experimental donde realizaron ensayos destructivos en probetas de mortero añadiendo 10 %, 20 %, 30 % y 40 % de IP residual y hierro en polvo fino (FIP) como reemplazo de la arena en el mortero. En los resultados la fluidez presento bajo flujo a medida que aumentaba el porcentaje de IP y FIP, con respecto a la compresión con la adición de 10 % de FIP aumentó en un 10,14 % y un 10,17 % después de 7 y 28 días, en cambio, se observó un notable aumento en la flexión cuando aumentaban el contenido de FIP en las combinaciones. Concluyen que el porcentaje

optimo seria remplazando el 10% de la arena con FIP.

Miah et al. [22] en su artículo científico titulado “Effect of recycled iron powder as fine aggregate on the mechanical, durability, and high temperature behavior of mortars”, tuvieron como objetivo evaluar la resistencia mecánica, durabilidad y compresión del mortero expuesto a diferentes temperaturas que utiliza polvo de hierro reciclado (RIP) como remplazo de la arena. La metodología fue de tipo aplicada de diseño experimental donde elaboraron morteros con siete porcentajes diferentes de sustitución de arena (NS) por RIP. Sus resultados demuestran que adicionando 30 % la resistencia a la compresión aumento entre 19% a 30% en comparación del mortero de referencia con respecto a todos los tiempos de curado, la resistencia a la flexión a los 28 días aumento en un 47 % respectivamente. Concluyen que su estudio demuestra que hasta un 30% de RIP se puede utilizar como agregado fino en mortero debido a sus mejores desempeños mecánicos y de durabilidad.

German y Pérez [23] en su tesis de pregrado titulada “Influencia de la limadura de hierro en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto fabricadas artesanalmente”, tuvieron como objetivo evaluar dichas propiedades. Su metodología de tipo aplicada con diseño experimental donde hicieron pruebas de laboratorio incluyendo las limaduras de acero (LA) en ladrillos. Sus resultados obtenidos, revelan que el módulo de fineza de la LA es comparable al agregado fino. Esto se evidencia por sus valores de 2.21 y 2.94, respectivamente. En relación con el peso específico, se evidencia que la LA tuvo un mayor peso que el agregado fino (arena), dado que su valor es de 3260 kg/m<sup>3</sup>, mientras que la arena registra 2718 kg/m<sup>3</sup>. De manera semejante, el peso unitario volumétrico de la limadura de hierro se sitúa en 2428 kg/cm<sup>3</sup>. Concluyen que la limadura si tiene influencia significativa en los ladrillos de concreto.

Carreño y Purizaca [24] en su tesis de pregrado titulada “Evaluación de la limadura de hierro en la resistencia del ladrillo artesanal en el centro poblado La Quinta”, su objetivo fue analizar la resistencia del ladrillo con diferentes proporciones de limadura de hierro. Su metodología fue aplicada, realizando unidades de albañilería. Sus resultados obtenidos

revelan que el hierro (Fe) es el elemento principal en la composición química, con un contenido del 98.31%, siendo el porcentaje más alto. Además, se encontró la presencia de carbono (C) en un 0.81% y aluminio (Al) en un 0.86%, mientras que otros componentes representaron un 0.02%. Concluyen claramente que el hierro es el componente dominante en la composición, lo cual es beneficioso debido a su capacidad de aportar durabilidad.

Canales [25] en su tesis de pregrado titulada “Análisis de la resistencia a la compresión axial y diagonal de un muro de mampostería y mortero de concreto con añadido de 2, 4 y 6 % de virutas de acero reciclado”, tuvo como objetivo realizar la comparación de las resistencias de los especímenes de albañilería utilizando mortero convencional con añadidura del material reciclado. Su metodología fue de tipo aplicada y presenta un diseño experimental, la muestra fue de 36 muretes para la compresión axial y 48 muretes para la prueba diagonal. Sus resultados fueron que a los 28 días de curado añadiendo en un 2% de este material reciclado hay una mejora del 5% en la compresión axial y con respecto a la compresión diagonal, con el 4 % del material resulta ser igual al mortero tradicional y añadiendo 6% es menos eficiente que el diseño tradicional. Concluye que la resistencia a compresión tanto diagonal y axial de los especímenes de albañilería con mortero adicionando viruta de acero varían de acuerdo al tiempo de curado.

Laurie y Rivero [26] en su investigación titulada “Diseño de concreto simple  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021”, tuvieron por objetivo determinar de qué forma las limaduras de hierro (LH) incrementará la dureza del concreto, utilizando como metodología de tipo aplicada y presentar un diseño experimental correlacional, la muestra fue 36 probetas en su totalidad, 9 con concreto tradicional y 27 con dosificaciones del 4% 6% y 8 % de LH. Sus resultados después de las pruebas de laboratorio, el concreto modificado con LH, endurecido durante 28 días, con la adición de 4%, se logró una  $f'c=236,4$  kg/cm<sup>2</sup> superando al concreto estándar en un 12.6%, con el 6% se logra una compresión mucho más baja  $f'c= 221,2$  kg/cm<sup>2</sup> y con 8 % la caída general de la resistencia es notable. Concluyen que con la incorporación del

4% de limaduras de hierro proporciona una mejor resistencia.

Tovar [27] en su tesis de pregrado titulada "Propiedades mecánicas de concreto con viruta de acero en reemplazo parcial del agregado fino", tuvo por objetivo demostrar el efecto de sustituir parcialmente la arena por virutas de acero en las propiedades mecánicas. Su metodología fue de tipo aplica y diseño experimental consistía en utilizar viruta de acero al 5%, 10% y 15% para diseñar mezclas de concreto. Sus resultados evidenciaron que con 10% de sustitución la resistencia a la compresión aumenta un 12% con relación al concreto patrón, en la flexión con el mismo % aumenta un 11 % con respecto al patrón. Por otra parte, la resistencia a la tracción radial aumento en un 13 % respectivamente, con los otros porcentajes de sustitución también tienen un buen comportamiento superando el mortero patrón, pero el que mejor se desempeña es con el 10% de sustitución. Concluye que al utilizar este material reciclado es más económico, también mejoro la resistencia a la flexión y a la tracción.

García [14] en su tesis de pregrado titulada "Evaluación de propiedades mecánicas en muros de albañilería adicionando limaduras de acero al mortero convencional", tuvo por objetivo la evaluación de las características mecánicas de los muros de albañilería con adición de limaduras de acero (LA) en el diseño del mortero, considerando como metodología tipo aplicada y diseño experimental, la población fueron los ensayos y la muestra son 140 probetas de mortero. Los resultados muestran que los morteros con 4% y 6% de LA en el mortero desarrollaron buena resistencia a la compresión, siendo el mejor el de 6%, el cual supera al mortero convencional a los 28 días de curado en un 14.7 %. Sin embargo, en la flexión el que tuvo mejor desempeño fue el mortero con 4% superando en un 4.3% al mortero patrón. En la compresión axial en pilas con el 6% se tuvo mejores resultados aumentando en un 17%. Por otro lado, con respecto a la adherencia aumento un 88% con la adición del 8%, y 30.8% con la del 4%. Además, con 6 y 8% de limaduras de acero incremento la compresión diagonal un 47,47%y 75% más que el mortero patrón. Concluyo que al añadir limaduras en el mortero mejora sus principales propiedades de los

muros de mampostería.

Villalobos [28] en su tesis de pregrado “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando limaduras de acero”, su objetivo fue evaluar dichas propiedades, utilizando como metodología de tipo aplicada y diseño experimental, la población fue las probetas de concreto y la muestra son 108 especímenes. Como resultado, las resistencias requeridas con 4% de adición aumentó en 22% en relación al concreto de referencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, con el 6% incremento un 24% comparado con el concreto estándar de 210 kg/cm<sup>2</sup> y con 8% se incrementó en un 32% la compresión en comparación con el concreto modelo de 180 kg/cm<sup>2</sup>. Su principal conclusión fue que las limaduras de acero utilizados en este estudio son beneficiosas ya que ayudan a optimizar las propiedades del concreto después de 28 días.

La sustitución de limadura de acero en el mortero cuenta con respaldo académico y científico. Esta investigación posee una relevancia significativa al mejorar la eficiencia en la utilización de recursos, fomentando la sostenibilidad y calidad en el sector de la construcción. No se encontraron estudios previos donde describieran claramente las características microestructurales del mortero modificado, en este estudio frente a otros estudios a nivel local presenta ensayos de difracción de rayos X y Microscopia electrónica de barrido, asimismo el mortero modificado presenta mayor resistencia a los esfuerzos axiales y cortantes. Además, la reutilización de estas limaduras en la construcción como un nuevo material permite reducir la contaminación.

## **1.2. Formulación del problema.**

¿De qué manera Influye la limadura de acero en las propiedades mecánicas y en la caracterización microestructural del mortero para uso de albañilería estructural?

## **1.3. Hipótesis**

La limadura de acero influye en las propiedades mecánicas y en la caracterización microestructural del mortero para uso de albañilería estructural.

## 1.4. Objetivos

### General

Determinar la influencia de la limadura de acero en la caracterización microestructural y mecánica del mortero para uso de albañilería estructural.

### Específicos

- OE1: Describir las características fisicoquímicas de la limadura de acero reciclada para su uso en mortero cementicio de la albañilería estructural confinada.
- OE2: Determinar las propiedades mecánicas del mortero patrón y mortero con sustitución de limadura de acero al 3%, 5%, 7% y 9% del agregado fino.
- OE3: Determinar el % óptimo mediante el análisis estadístico a partir de los resultados experimentales con limaduras de acero en el mortero cementicio de la albañilería estructural confinada.
- OE4: Evaluar las características microestructurales del mortero patrón y mortero con sustitución del % óptimo de limadura de acero por agregado fino.

## 1.5. Teorías relacionadas al tema

**Limaduras de acero.** Estas se componen principalmente de acero, se producen triturando, rasurando y cortando los distintos aceros en el taller mecánico o en las fábricas [8]. Es un material producto de la molienda y pulverización de los materiales hechos de hierro forjados en los procesos industriales [26].



**Fig. 1.** Limaduras de acero recicladas

### **Propiedades físicas de la limadura de acero.**

En relación a las características físicas de este material, se destaca su apariencia grisácea originada por su contenido de carbono. Además, de ser insoluble, lo cual implica que no se disuelve en agua debido a su falta de capacidad para ionizarse, entre otras [24].

**Tabla I**

Composición química de las limaduras de acero

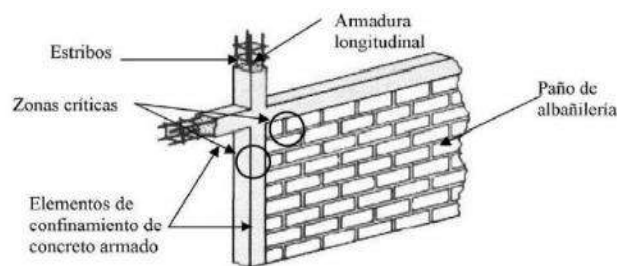
<b>Composición</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Ítem</b>
(Fe) Hierro	97.41	
(C) Carbono	0.30	
(Mn) Manganeso	1.60	
(P) Fósforo	0.04	%
(S) Azufre	0.05	
(Si) Silicio	0.60	

Nota: Los datos que se presentan corresponden a los elementos encontrados en la composición química de las LA [28].

**Albañilería o mampostería.** Está conformado por ladrillos, bloques que se disponen mediante el uso de mortero para unirlos o se colocan uno encima del otro, siendo combinados mediante el uso de mortero cementicio [29].



La albañilería es un grupo de técnicas que involucran la utilización de elementos como muros, vigas o pilastras construidos con materiales como bloques o ladrillos, estos elementos están compuestos de arcilla, sílice-cal o concreto. Estos elementos son ensamblados mediante la aplicación de mortero de cemento o hormigón líquido; es un sistema tradicionalmente utilizado en casi toda América Latina para levantar edificios de hasta máximo de 5 pisos. Se define como constituido únicamente por elementos de concreto armado (excepto los cimientos, en estos se puede usar concreto ciclópeo), se vacía después de la construcción del muro de mampostería [30].



**Fig. 2.** Elementos de un muro de albañilería confinada

Nota: **La fig.2** muestra las partes principales de un muro confinado como el paño de albañilería y columnas de amarre [31].

**Unidades de albañilería.** Las unidades de mampostería, también conocidas como ladrillos, son unidades de tamaño y peso fáciles de manejar con una mano y están hechas de arcilla cocida, concreto o sílice-cal. Pueden ser sólidas, tubulares, alveolares, huecos [29]. Además, los ladrillos utilizados en la construcción son elaborados de arcilla, arena y concreto se le llama bloques o ladrillos por su tamaño, si estas piezas de mampostería son trabajadas y fijadas a mano, se les llama ladrillos, y si por su tamaño y peso requieren el uso de ambas manos, se les llama bloques [30].

### Ensayos a las unidades de albañilería

**Muestreo.** La norma E.070 nos dice que cada 50.000, para los ladrillos se seleccionan al azar 10 unidades y se evalúan según sus parámetros determinados por ensayos dimensionales, de deformación y compresión [29]

**Tabla II**

Ensayos en unidades de albañilería

<b>Ensayos en ladrillos</b>	<b>Norma</b>
Dimensionamiento	
Alabeo	
Área de vacíos	NTP
Peso	399.613
Absorción	
Succión	
Resistencia a la compresión	

Nota: En la tabla II, se muestra los ensayos que se deben realizar según la NTP 399.613 [32].

**Cemento.** Es un tipo de sustancia pulverizada en partículas extremadamente pequeñas. Una vez que se añade agua, comienza un proceso interno de fraguado que eventualmente lleva a su endurecimiento. Además, posee la capacidad de mantener una gran resistencia cuando se agrega una cantidad de agua adecuada, lo cual le otorga la cualidad de ser un conglomerante hidráulico [33].

**Tabla III**

Clasificación y uso del cemento

<b>Clasificación</b>	<b>Usos</b>
Tipo I	Este tipo se aprovecha para uso general, es utilizado cuando no es necesario que cumpla características específicas de cualquier otro tipo para la mezcla.
Tipo II	Es de uso general, especialmente cuando se exige una moderada resistencia a los sulfatos
Tipo III	Esta clase de cemento se utiliza cuando se exige altas resistencias iniciales
Tipo IV	Esta clase de cemento es necesario para un bajo calor de hidratación

Tipo V	Es necesario para adquirir alta resistencia contra los sulfatos
--------	---

Nota: La Norma NTP 334.009, detalla los diversos cementos portland que se clasifican según sus propiedades definidas [34].

**Mortero.** Según la norma E.070 sostiene que para la preparación del mortero utilizado en trabajos de albañilería se logra combinando aglomerantes y árido fino en una proporción adecuada para obtener una mezcla cohesiva y manejable, evitando la separación de los componentes. Para lograr esto, es necesario agregar la cantidad óptima de agua [29].

En términos generales, se define como una combinación de sustancias aglutinantes, como el cemento Portland u otros materiales cementantes, junto con materiales de relleno como arena o áridos finos, agua y ocasionalmente aditivos. Una vez que se endurece, presenta propiedades químicas, físicas y mecánicas. Es ampliamente utilizado en aplicaciones de revestimiento y para fijar ladrillos en la construcción de muros, también utiliza en pañetes y revoques [35]. Es importante hacer la mezcla lo más rápido posible después de su combinación. Antes de añadir agua, es recomendable mezclar el cemento y la arena. Si la mezcla tiene una cantidad mínima de cemento, las partículas se endurecerán y dificultarán el trabajo, además de eliminar la pasta que actúa como unión de los elementos. Por otro lado, si el mortero contiene una gran cantidad de agregado, será más resistente pero también propenso a agrietarse fácilmente [36].

**Tabla IV**

Cantidades volumétricas para morteros

<b>Componentes</b>				
<b>Tipos de morteros</b>	<b>Cantidades de cemento</b>	<b>Cal</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Usos</b>
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes (MP)
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	(MP)

NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes (NP)
----	---	---	---------	-------------------------

Nota: En la tabla IV se muestra la clasificación del mortero estructural: tipo P, utilizado para construir muros portantes; y NP, empleado en los muros que no soportan ningún tipo de carga más que su propio peso (no portantes) [29].

Usar otras dosificaciones de mortero, como los morteros cementicios o industriales siempre que se evidencie la buena resistencia ya sea mayor o igual a la que se plantea en los planos con ensayos de muretes y pilas de esa manera que consolide una buena durabilidad en la mampostería, además si no se cuenta con cal hidratada regularizada, se conseguirá hacer el mortero sin cal con las condiciones de diseño apropiadas [29].

### Clases de morteros

**Morteros calcáreos.** El mortero de cal es el más fácil de trabajar, pero no se puede esperar que tenga una alta resistencia. La cal de color blanco y la cal gris son las más convencionales. La cantidad de cal-arena que se suele utilizar es de 1:2 para acabados y 1:3 o 1:4 para albañilería. A dosis superiores, el mortero pierde flexibilidad y trabajabilidad, provocando fisuras [36].

**Mortero con cemento portland y cal.** Este espécimen de mortero es adecuado cuando se necesita buena trabajabilidad, una alta resistencia inicial y buena retención de agua. La relación entre el mortero y el material base es de relación 1:3 [36].

Si se desea mejorar las propiedades, la mezcla debe contener en más cemento, caso inverso una gran proporción de cal deteriorará significativamente sus propiedades, acortará el tiempo de amasado y colocación y aumentará la permeabilidad, por lo que se recomiendan sus dosificaciones de estos materiales sean realizadas considerando integrar características; aglutinante de cal y consistencia de cemento [37].

**Morteros de cemento.** Este tipo de lechada se use cuando se requiera alta resistencia. La cantidad de cemento no se puede reducir demasiado, por lo que, si hay muy poco cemento en la mezcla por falta de mortero, los granos de arena se rozarán entre sí y se volverán impracticables y rugosos, primero se hará el mezclado de la arena con el cemento y luego añadir el agua para que de esa manera evitemos en fraguado [36].

**Tabla V**

Aplicación de mortero de cemento.

<b>Mortero (Dosificación)</b>	<b>Aplicaciones</b>
1:1	Mortero impermeable y rellenos.
1:2	Impermeabilizar, pañeteo en tanques enterrados y rellenos.
1:3	Pisos y pocas impermeabilizaciones.
1:4	Asentar ladrillos, baldosas y pañetes finos.
1:5	Para pañeto exterior, pegar ladrillos, baldosas, pañetes, albañilería en general y pañeteos no tan finos.
1:6 y 1:7	Pañeto interior, asentar ladrillos, baldosines, pañetes, albañilería en general y pañeteos no tan finos.
1:8 y 1:9	En edificaciones que se van a demoler rápido y en cimentaciones de taludes.

Nota: Se describe las diferentes dosificaciones del mortero y sus aplicaciones a la construcción [36].

### **Propiedades del mortero**

#### **Mortero en estado fresco**

**Fluidez.** La fluidez del mortero se refiere a la capacidad del mortero (mezcla de cemento, arena y agua) para fluir fácilmente y sin problemas. Esta propiedad es esencial en la construcción, especialmente en trabajos de albañilería y en la colocación de ladrillos o

bloques. Además de ser un aspecto crucial, ya que influye en la facilidad de aplicación, como en el resultado final del material utilizado [38].

**Trabajabilidad.** Es una característica crucial del mortero cementicio en su estado plástico, que se compone de diversas propiedades interdependientes. Entre ellas, las que tienen mayor influencia son la consistencia, la densidad, aire atrapado y tiempo de fraguado. En muchas ocasiones, se logra mejorar la trabajabilidad mediante la incorporación de aditivos plastificantes, los cuales aportan beneficios adicionales [39].

**Retención de agua.** Capacidad que tiene el concreto para retener la humedad de la mezcla durante la succión. Esta característica le da al ejecutor el tiempo suficiente para hacer lo necesario y estabilizar el ladrillo en su lugar sin que la mezcla se endurezca. Esta propiedad se incrementa en cuanto a más contenido de cal, incorporación de áridos finos y aire contenido dentro de las medidas de gradación autorizados, o la utilización de aditivos retenedores de agua. El mortero en albañilería se endurece gracias a la pérdida de agua por medio del proceso de fraguado natural del cemento. Dicha reacción es dependiente del clima, el proceso se precipita con el calor, por lo contrario, se retrasa con el frío [40].

#### **Mortero en estado endurecido.**

**Adherencia.** Es esencial que el mortero exhiba la cualidad necesaria para adherirse de manera efectiva a los agregados con los que se encuentra en contacto. Esta propiedad implica la conexión mecánica de los elementos del mortero, y esta conexión jugará un papel crucial en su resistencia última. Se recomienda evitar el empleo de morteros que contengan un exceso de agua en su composición [39].

**Resistencia mecánica.** Esta es la resistencia del elemento bajo carga axial y dependerá de la resistencia específica del material y la capa de hormigón endurecido, tal como se adhiere entre sí durante el forjado. Con el grado y la mezcla correcta, se logrará la resistencia esperada y esta aumentará con el tiempo [41].

**Durabilidad.** Es su capacidad para resistir factores externos a los que está expuesto, lo que puede conducir a la degradación y por consiguiente a la pérdida de su capacidad de carga, así como a diferencias en su comportamiento de diseño [36].

**Resistencia a la compresión.** Capacidad de resistir fuerzas generados por cargas recae en la capacidad de los elementos para soportarlos. Como una característica autónoma previsible, la falla del material se relaciona directamente con el agrietamiento. Esta propiedad guarda una estrecha relación con la cantidad y tipo de cemento empleado; se incrementará a medida que la cantidad de cemento aumente, pero se verá afectada en proporción al aumento de la inclusión de aire o agua [39].

**Resistencia a la flexión.** Se hacen especímenes prismáticos para evaluar dicha propiedad, como unas vigas que se apoya libremente y se pueden usar diversos métodos de carga. A veces se produce una deformación cuando se aplica carga en la mitad de la viga. El resto de la deformación está compuesto por dos tasas de concentración idénticas, aplicadas a un tercio de la desviación. Durante este proceso, se someten a carga repetida todos los especímenes generados en el laboratorio bajo condiciones de cargas controladas [42].

**Resistencia a la tracción.** Determinar una forma sencilla y confiable para medir la resistencia a la tracción es un desafío. Cuando un material es quebradizo, su sección transversal se modifica gradualmente para prevenir fallas tempranas debido al estrés que se centra en los especímenes. Una de las estrategias utilizadas para enfrentar este dilema es la aplicación de la técnica de prueba de tracción indirecta, se conoce como ensayo de tracción, o ensayo brasileño, que se originó en los años 50 [43].

**Agregados.** Los áridos pueden ser descritos como sustancias inertes con características granulares, siendo denominados materiales pétreos que se encuentran habitualmente tanto en su forma natural [44].

Estos componentes adicionales cumplen una función fundamental en la combinación., ya que representan aproximadamente el 75% del volumen total. Es esencial que posean una resistencia y durabilidad excepcionales. También es fundamental asegurarse de que la

superficie esté limpia de cualquier impureza, ya que la presencia de estas podría afectar la calidad y la integridad de la mezcla de cemento. [45].

**Los agregados se clasifican de acuerdo a lo siguiente:**

✓ **Por su lugar de procedencia.**

**Natural.** De la extracción de recursos naturales como sedimentos de río (arena y grava de río) o glaciares (bloques) y canteras de diversas rocas y piedras naturales [41].

**Artificial.** Suelen obtenerse a partir de los diferentes procesos industriales que se hace a los productos (materia prima), como es el caso de la arcilla expandida, escorias provenientes de altos hornos, clinker, virutas y limaduras de acero, etc. [41].

✓ **Por su tamaño.**

Existen dos tipos: el agregado fino y grueso; por ejemplo, la arena es un agregado fino, se conoce así al material que no queda retenido en la malla N° 4[46].

**Ensayos que se realizan a los agregados finos**

- A. Granulometría.** Es fundamental llevar a cabo un estudio de distribución del tamaño de partículas durante el proceso de mezcla. Esta evaluación implica dividir la muestra en partículas de igual tamaño, lo que se conoce como tamaño de partícula o granulometría. El análisis consta en pasar el agregado a través de la malla que está compuesta por aberturas cuadradas y sus características tienen que ajustarse a la NTP 400.012 [47].
- **Áridos finos.** Después del secado, el tamaño de la muestra analizada debe ser de al menos 300 gramos [48].

**Tabla VI**

Granulometría de la arena gruesa.

<b>Mallas ASTM</b>	<b>Porcentaje que</b>
<b>Nº</b>	<b>pasa</b>
4 (4.75 mm)	100
8 (2.36 mm)	95 hasta 100



16 (1.18 mm)	70 hasta 100
30 (0.60 mm)	40 hasta 75
50 (0.30 mm)	10 hasta 35
100 (0.15 mm)	2 a hasta 15
200 (0.075 mm)	Inferior de 2

Nota: Se muestra el número de las mallas, así como los parámetros de los porcentajes que debe pasar por cada tamiz del agregado fino [29].

- ✓ **Módulo de finura (Mf).** Está diseñado con fin de calcular el tamaño de partícula (finura) de varios materiales. Es útil usar esto para comprender el módulo de fineza de los áridos finos, que pueden clasificarse por los valores obtenidos. Esto permite obtener el espesor de partícula del material que se analiza [44].

**Tabla VII**

Módulo de fineza del árido fino según su clasificación

<b>Módulo de Fineza</b>	<b>Árido Fino</b>
Inferior a 2	Demasiado fino o extra fino
2.00 a 2.30	Fino
2.30 a 2.60	Sutilmente fino
2.60 a 2.90	Mediano
2.90 a 3.20	Moderadamente grueso
3.20 a 3.50	Grueso
Superior que 3.50	Demasiado grueso o extra grueso

**Nota:** Se observa los parámetros para poder clasificar al agregado fino según su fineza [41].

**B. Peso unitario.** La densidad de agregado o peso unitario de un agregado se define como la masa de agregado requerida para llenar un volumen determinado [49].

- C. Absorción.** Esto se debe al cambio en la calidad del mineral causado por el agua que absorbe los espacios porosos del agregado, se expone al material en contacto con el agua con un cierto tiempo y proporciona una mayor absorción en comparación con las condiciones secas [50].
- D. Contenido de humedad.** Es el excedente de agua en del material cuando este se encuentra saturado y superficie seca, y se representa en porcentaje (%) [51].
- E. Contenido de aire.** Se define como la porosidad natural del material, se refiere a los espacios vacíos que contiene, excluyendo las partículas enteras del agregado. Comúnmente, la cantidad de aire presente de determina en porcentaje con respecto al volumen del mortero [52].

**Agua.** Debe cumplir con lo estipulado en la norma E.070 Albañilería y NTP 339.088 [53]. Es un ingrediente importante para las composiciones de mortero cementicio y ayuda al cemento a activar su capacidad de unión. El agua no debe contener sustancias alcalinas ni sustancias orgánicas [52].

**Agua para mezclas.** Su función es hidratar los componentes de la mezcla, también asegura su trabajabilidad, es importante cumplir con las dosificaciones del agua, porque el exceso de agua creará vacíos cuando se evapore, lo que afecta de forma directa la durabilidad y resistencia del mortero [36].

Es un elemento esencial de la construcción. Debe estar limpio, por lo que se recomienda ser potable y no contener sustancias nocivas, ácidos, bases y sustancias orgánicas [54]. Es el % de agua que requiere el cemento para que se forme una mezcla fluida e hidratada, además de ser fácil de trabajar y que provea una lubricación efectiva del agregado cuando la mezcla está fresca [37].

**Agua de curado.** Es esencial para preservar la interacción entre el agua y el cemento, que se inicia durante la mezcla, y con el transcurso del tiempo, esto puede traducirse en una mayor resistencia. La resistencia anticipada se condiciona por diferentes factores, tales como la evaporación provocada, cantidad de calor generada en la hidratación del cemento y las dimensiones de las probetas [45].

**Curado.** Es fundamental mantener la humedad adecuada en el mortero durante al menos una semana, asegurándose de que la temperatura se mantenga por encima de los 10 °C. La resistencia final será comparativa con un periodo específico a la que se anticipa. [45].

**Caracterización microestructural.** Es una parte importante de la ciencia y estudio de los materiales y se considerando la observación y descripción del elemento a escalas desde dimensiones atómicas hasta componentes de ingeniería. Las descripciones a escala atómica generalmente no se consideran parte de la caracterización de la microestructura, ya que las estructuras moleculares están determinadas por la naturaleza. Por lo tanto, la microestructura se caracteriza como la unidad estructural más diminuta de un material que puede ser modificada de manera deliberada. De este modo, es posible alterar las propiedades particulares del material en un rango significativo al ajustar la microestructura del mismo [55].

**Difracción de rayos X (DRX).** Es una de las técnicas más eficaces de caracterización para el análisis cualitativo y cuantitativo para todo tipo de materiales con estructuras cristalinas, tanto natural como sintético: metales, minerales, polímeros, cerámicos, etc. Para ello se debe realizar la preparación de muestras en polvo y/o agregado orientado para dicho análisis de materiales cristalinos [56].

**Microscopía electrónica de barrido (SEM).** Esta técnica empleada para analizar la microestructura de mezclas de mortero, así como para la caracterización de materias primas. Un microscopio electrónico de este tipo en vez de utilizar un haz de luz, está implementado con un haz de electrones para producir imágenes [57]. Se puede utilizar para la observación y caracterizar las superficies de materiales inorgánicos y orgánicos y proporcionar información morfológica para el análisis de materiales. Se generan diferentes tipos de señales a partir de la señal generada por la muestra y se utilizan para estudiar muchas de sus propiedades. Se puede utilizar para estudiar la morfología microscópica de varios materiales [58].

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de estudio es aplicado, tiene un enfoque cuantitativo debido al proceso de recopilación y estudio de los datos con el fin de responder las preguntas de la investigación y confirmar la hipótesis. La investigación de tipo aplicada es aquella que mediante la fundamentación de diversas teorías y ensayos permitirá conocer el significado de las variables, formas de medición que facilitará el conocimiento de la situación actual [59].

La investigación tiene un diseño seleccionado experimental con nivel cuasi experimental. Es cuando el investigador si logra cambiar el estado real de la muestra de estudio [60]. En este caso se hizo el diseño del mortero con sustitución de limaduras de acero por agregado fino con la finalidad de poder reconocer cuales son los cambios en las reacciones de las mezclas, los resultados obtenidos permitirán contrastar la hipótesis del estudio; esto se interpreta, que lo que se busca es conocer las características microestructurales y mecánicas del mortero; se tiene como estructura de estudio lo siguiente:

<i>GP1</i>	X	O
<i>GP2</i>	X1	01
<i>GP3</i>	X2	02
<i>GP4</i>	X3	03
<i>GP5</i>	X4	04

*GP1,2,3,4,5*: Grupo experimental

X Mortero Patrón

X1: Ensayos experimentales con 3% de limadura de acero

X2: Ensayos experimentales con, 5% de limadura de acero

X3: Ensayos experimentales con 7% de limadura de acero

X4: Ensayos experimentales con 9% de limadura de acero

*O*<sub>2,3,4,5</sub>: Observación de los resultados de la caracterización microestructural y mecánica del mortero con remplazo parcial de limaduras de acero por agregado fino.

*O*<sub>1</sub>: Observación de los resultados de la caracterización microestructural y propiedades mecánicas del mortero patrón.

## **2.2. Variables y operacionalización**

### **Variable independiente**

Limadura de acero

### **Variable dependiente**

Caracterización microestructural y mecánica del mortero para uso de albañilería estructural

### **Operacionalización**

**Tabla VIII**

Operacionalización de Variable Independiente: Limadura de acero

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Limadura de acero	Estas se componen principalmente de acero. Estas limaduras de acero se producen triturando, rasurando y cortando los distintos aceros en el taller mecánico o en las fábricas [8].	Se procederá a identificar las características de este material, el cual se emplea como sustituto del agregado fino, una vez que se hayan establecido las proporciones adecuadas. La cantidad de limaduras de acero se calculará en función de la proporción del agregado fino, lo que nos permitirá obtener la cantidad de material en kilogramos.	Porcentaje de sustitución de limaduras de acero	3, 5, 7, 9	%				
			Propiedades fisicoquímicas	Granulometría	mm	Observación Y revisión documentaria	%	Numérica	De razón
				Peso específico	Kg/cm <sup>3</sup>	-Formatos y ensayos de laboratorio			
				Absorción	%				
				Contenido de humedad	%				
	Peso unitario	Kg/cm <sup>3</sup>							
			Composición química	%					

**Tabla IX**

Operacionalización de Variable dependiente: Caracterización microestructural y mecánica del mortero para uso de albañilería estructural

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición	
Propiedades mecánicas y caracterización microestructural del mortero para uso de albañilería estructural	Las características del mortero cementicio que se busca para su uso en albañilería estructural confinada: trabajabilidad, resistencia a la compresión, flexión, compresión en diagonal, además, el análisis de la caracterización microestructural [11].	Las propiedades del mortero se evaluarán mediante la observación y los ensayos, considerando la sustitución del agregado fino por limaduras de acero.	Propiedades físico-mecánicas	Fluidez	%					
				R. a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>					
				R. a la flexión	Kg/cm <sup>2</sup>					
			Propiedades mecánicas en la albañilería simple	R. a la adherencia por flexión	Kg/cm <sup>2</sup>	Observación y revisión documentaria				
				R. a la compresión en pilas	Kg/cm <sup>2</sup>	-Formatos y ensayos de laboratorio	%	Numérica	De razón	
				R. a la compresión diagonal	Kg/cm <sup>2</sup>					
Caracterización microestructural	Difracción de rayos x	µm								
	SEM-EDS	µm								



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

La población se refiere a ese grupo de individuos o componentes que forman parte del tema bajo estudio [59]. Señalando que para este estudio de carácter experimental la población son las muestras de mortero y abarca todos los diseños de mortero patrón para albañilería estructural con relación 1:4, así como también mortero añadiendo limaduras de acero, regidos por las normas ASTM y las Normas Técnicas Peruanas.

En cuanto a la muestra, se la conceptualiza como una fracción de la población que comparte características relevantes para la investigación y que guarda una conexión con la representatividad [61].

Las cantidades de limaduras de acero empleadas variarán según el peso del agregado fino, adoptando porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9. La muestra de estudio, estará comprendida en los siguientes ensayos:

**Tabla X**

Muestras cubicas de mortero patrón y modificado con limaduras de acero sometidas a ensayos de resistencia a la compresión

Muestra	Ensayo	Tiempo de curado	Dosificación de 1:4					Total
			0%	3%	5%	7%	9%	
Cubos de 50mm x 50mm	Resistencia a la compresión	3	3	3	3	3	3	15
		7	3	3	3	3	3	15
		28	3	3	3	3	3	15
Total								45

**Tabla XI**

Muestras cubicas de mortero patrón y modificado con limaduras de acero sometidas a ensayos de resistencia a la flexión

Muestra	Ensayo	Tiempo de curado	Dosificación de 1:4					Total
			0%	3%	5%	7%	9%	

Prismas		3	3	3	3	3	3	15
de x 160	Resistencia a la flexión	7	3	3	3	3	3	15
mm								
40mm x		28	3	3	3	3	3	15
40mm								
Total								45

**Tabla XII**

Numero de probetas a construir de mortero de referencia y modificado con limaduras de acero sometidas a ensayos de resistencia a la adherencia por flexión y a la compresión en pilas

Muestra	Ensayo	Tiempo de curado	Dosificación de 1:4					Total
			0%	3%	5%	7%	9%	
Prismas de albañilería (pilas)	R. a adherencia	14	3	3	3	3	3	15
	por flexión	21	3	3	3	3	3	15
		28	3	3	3	3	3	15
Prismas de albañilería (pilas)	R. a la compresión	14	3	3	3	3	3	15
	en pilas	21	3	3	3	3	3	15
		28	3	3	3	3	3	15
Total								90

**Tabla XIII**

Numero de probetas a construir de mortero de referencia y modificado con limaduras de acero sometidas a ensayos de resistencia a la compresión diagonal en muretes.

Muestra	Ensayo	Tiempo de curado	Dosificación de 1:4					Total
			0%	3%	5%	7%	9%	
Prismas de albañilería (muretes)	R. a la compresión diagonal	28	3	3	3	3	3	15
Total							15	

**Tabla XIV**

Numero de muestras de mortero convencional y mortero con él % óptimo de limaduras de acero sometidas a ensayos de caracterización microestructural.

Muestra	Ensayo	Dosificación de 1:4		Total
		0%	%(optimo)	
Porciones pequeñas de mortero limaduras de acero(10gr)	Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) incluyendo EDS Difracción de rayos x (XRD)	1	1	2
Total			4	

Los diferentes ensayos sobre microscopia se realizarán con el fin de conocer las características microestructurales del mortero para albañilería estructural confinada, estas

pruebas se harán tanto en mortero patrón, así como con el porcentaje de limaduras de acero que mejor comportamiento tenga en las propiedades mecánicas. Se utilizará la misma dosificación en todos los ensayos de laboratorio que se harán para el mortero dicha relación es 1:4, haciendo un total de 195 probetas para evaluar las propiedades mecánicas y 4 pruebas para determinar las características microestructurales.

### **Muestreo.**

El muestreo implica examinar una población previamente definida. Este proceso es esencial en la metodología y estructura de varias investigaciones, se clasifica en dos categorías principales: muestreo probabilístico y muestreo no probabilístico [62].

En este estudio, se emplea un método de muestreo probabilístico y tipo aleatorio simple, en el cual cada elemento del conjunto de estudio tiene igual probabilidad de ser seleccionado como parte de la muestra [59].

### **Criterios de selección**

**Criterios de inclusión:** En esta instancia, se contempla delimitar la zona de investigación, con la condición de que los materiales provengan de la ciudad de Chiclayo, ubicada en la región de Lambayeque. Se tomo en cuenta únicamente las muestras que incluyan limaduras de acero reciclado en sustitución parcial del agregado fino.

**Criterios de exclusión:** En este contexto, se hace referencia a la exclusión de cualquier material que no provenga de la ciudad de Chiclayo, región Lambayeque. Además, se excluyen las muestras que no incluyan limaduras de acero recicladas como sustituto del agregado fino.

## **2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

### **Técnicas de recolección de datos**

- a. **Observación.** Puede ir desde los aspectos más simples hasta los aspectos más avanzados como los experimentos en laboratorio. Para que una observación sea

pertinente y útil, debe tener objetivos específicos, planes y cronograma de trabajo definido, y debe someterse a pruebas y controles sistemáticos para cumplir los requisitos de validez y confiabilidad [63].

- b. Análisis documental.** Brinda acceso a la información a través de la revisión de varias fuentes: textos, artículos, informes (tesis), normas a nivel internacional y normas técnicas peruanas que establecen los parámetros para desarrollar una investigación adecuada.

### **Instrumentos de recolección de datos**

**Guías de observación.** Fueron facilitadas por el laboratorio LMSCEACH E.I.R.L. su función es recopilar los datos obtenidos de todos los ensayos realizados durante el estudio, que luego serán procesados para obtener información de valor para el proyecto de investigación y así obtener conclusiones fiables.

**Guía del análisis documental.** Incluye normas internacionales y nacionales que estén vigentes las cuales permitirá ejecutar los diferentes ensayos propuestos. Durante el desarrollo de este estudio se empleará las normas como el RNE, Normas Técnicas Peruanas (NTP) y las normas americanas como el ASTM, que describen los procedimientos para los diferentes ensayos que se llevaron a cabo en esta investigación.

### **Validez y confiabilidad**

Se llevaron a cabo diversos experimentos en el laboratorio LMSCEACH E.I.R.L con el fin de lograr los objetivos establecidos. Se siguieron las normativas correspondientes y se emplearon diversas herramientas y equipos debidamente calibrados durante el proceso. Los diversos ensayos fueron efectuados teniendo en cuenta estas consideraciones. Correspondiente a los instrumentos propios de registro de información fueron validados por expertos, documentando así los valores que se obtuvieron de los diferentes ensayos, se presenta de manera más clara en el Anexo XII.

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

Para adquirir la información requerida, es necesario comenzar creando los instrumentos necesarios que guiarán el análisis y la observación de los documentos. Asimismo, el diagrama muestra cómo se desarrolló las diferentes etapas de la investigación, para la obtención de resultados finalizando con la confirmación de la hipótesis según se indica luego de una serie de etapas intermedias.



**Fig. 3.** Diagrama de flujo de procesos

### Descripción de procesos

#### Elección de materiales:

**Agregado fino.** Después de realizar una evaluación exhaustiva de las canteras disponibles, se optó por emplear arena gruesa proveniente de la cantera "La Victoria" como agregado fino debido a sus destacados resultados. La cantera está ubicada en el distrito de Pátapo provincia de Chiclayo departamento Lambayeque.



**Fig. 3.** Cantera La Victoria - Pátapo - Agregado fino.

**Cemento.** Se utilizó en todos los ensayos cemento Tipo I de la marca Pacasmayo





**Fig. 4.** Cemento tipo I (Pacasmayo)

**Limaduras de acero.** Para obtener este material, se tuvo que visitar diferentes tornos en la ciudad de Chiclayo y Lambayeque, se logró recolectar la cantidad requerida para todos los ensayos del torno Sr. De los Milagros ubicado en Psje. 10 de octubre N°151 en José Leonardo Ortiz, Chiclayo.



**Fig. 5.** Limaduras de acero en el torno

**Agua.** Se empleó agua potable obtenida de las instalaciones del laboratorio LMSCEACH E.I.R.L



**Fig. 6.** Agua que se utilizó para los ensayos

### **Ensayos realizados a la arena y limaduras de acero**

**Análisis granulométrico de la arena y limaduras de acero recicladas.** Se trata de realizar un proceso en el cual se somete una muestra de material (Arena gruesa, limadura de acero) seco a diferentes mallas normalizadas de manera progresiva, comenzando por aberturas más grandes y avanzando hacia aberturas más pequeñas y determinar el porcentaje de partículas de diferente tamaño que se encuentran en la muestra. Para realizar el ensayo se ha tenido en cuenta las especificaciones de las normas NTP 400.012 [47] y E.070 [29].

**Equipos y materiales utilizados.** Tamices normalizados, arena, limaduras de acero, Balanza, cucharón, espátula, brocha y taras.



**Fig. 7.** Granulometría del agregado fino (arena)



**Fig. 8.** Granulometría a las limaduras de acero

**Peso unitario suelto y compactado.** Calcular el peso específico suelto (PUS) del agregado fino y limaduras implica determinar su masa por unidad de volumen, se empleó un molde cilíndrico que se llenó con un cucharón hasta rebasar el borde superior, asegurándose de que el material no caiga desde una altura mayor a 5 cm (2 pulgadas) de la parte superior del molde, si existe exceso de material se retira con una regla.

Para calcular el peso unitario compactado (PUC) del agregado fino y limaduras de acero se procede a llenar el molde en tres capas y compactar cada una de ellas con 25 golpes

distribuidos uniformemente. Una vez que el molde está completamente lleno, se nivela la superficie. Es esencial tener precaución durante la capa inicial para evitar que la varilla toque el fondo del molde. Se considera las especificaciones dadas por la NTP 400.017 [64].

**Equipos y materiales utilizado.** Arena gruesa, limaduras de acero, molde cilíndrico, regla de metal, balanza, varilla lisa, cucharon



**Fig. 9.** Peso unitario de la arena



**Fig. 10.** Peso unitario de las limaduras de acero

**Peso específico y absorción.** Se considera las especificaciones dadas por la NTP 400.022 [65]. La secuencia de pasos a seguir para llevar a cabo el ensayo mencionado se describe a continuación:

- ✓ Poner la muestra en un picnómetro con una cantidad de 500 gramos de agregado fino.
- ✓ Llenar el picnómetro con agua hasta alcanzar una capacidad total de 500 centímetros cúbicos.
- ✓ Determinar los pesos necesarios para el procedimiento.
- ✓ Ubicar la arena o limadura en un recipiente adecuado y someterlo a un horno durante un período de 24 horas.

Fórmulas a utilizar:

### Formula 1

Peso específico y absorción

$$Pe_{s.s.s.} = \frac{500}{(V - V_a)} * 100$$

$$Pe_a = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - V_a)}$$

$$A_b = \frac{500 - W_0}{W_0} * 100$$

Donde:

$Pe_{s.s.s.}$  = Peso específico de masa saturado superficialmente seco.

$Pe_a$  = Peso específico aparente.

$V$  = Volumen del frasco (picnómetro).

$V_a$  = Peso del agua colocada en el picnómetro

$A_b$  = Absorción.

$W_0$  = Peso de la muestra seca al horno.

**Equipos y materiales usados.** Arena gruesa, limaduras de acero, picnómetro, horno eléctrico, balanza, recipientes, embudo.



**Fig. 11.** Saturación de la arena en el picnómetro



**Fig. 12.** Saturación de las limaduras de acero

**Contenido de humedad.** Pesar una cierta cantidad de arena o limaduras de acero en estado natural, luego introducir la muestra en el horno por un periodo de 24 horas después extraer la muestra del horno y realizar una nueva medición de su peso (peso después del proceso de secado), según las especificaciones dadas por la NTP 339.185 [66].

## Formula 2

Contenido de humedad

$$\%h = \frac{W_n - W_s}{W_s} * 100$$

Donde:

$\%h$ =Contenido de humedad (%)

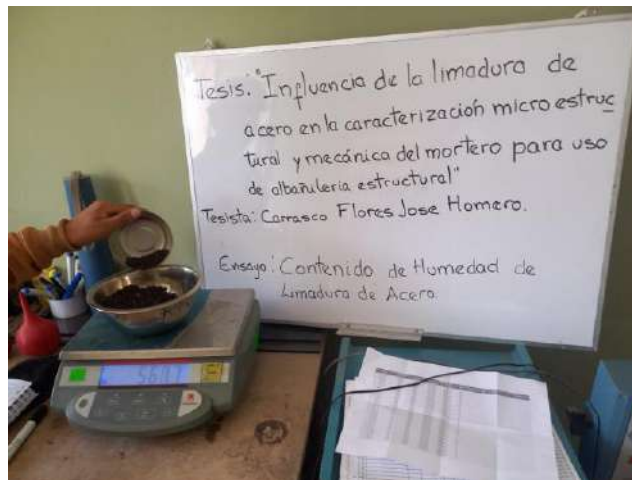
$W_n$ = Peso de la muestra en estado natural (gr)

$W_s$  = Peso de la muestra sacada del horno(gr)

**Equipos y materiales utilizados.** Horno eléctrico, balanza, recipientes, arena, limaduras de acero.



**Fig. 13.** Ensayo de contenido de humedad de la arena



**Fig. 14.** Ensayo de contenido de humedad de las limaduras de acero

**Unidades de albañilería.** Se realiza la evaluación de acuerdo a las normativas NTP 399.613 [32] , NTP 399.604 [67] y la E.070 [29] para verificar si los ladrillos cumplen con los requisitos indispensables para su uso en esta investigación, se evaluó 3 marcas de ladrillo, las cuales fueron: Ladrillos kinkog, ladrillos cerámicos y ladrillos master.

**Tabla XV**

Ensayos a las unidades de albañilería

<b>Ensayo a los ladrillos</b>	<b>Normativa</b>
Variación dimensional	
Porcentaje de área de vacíos	NTP 399.613
Absorción	NTP 399.604
Succión	E.070
Alabeo	
Resistencia a la compresión ( $f'_{b}$ ).	

Nota. En la tabla se observa los ensayos a realizar para las unidades de albañilería según las normativas [32]



### Ensayos realizados al mortero en estado fresco.

**Fluidez.** Este ensayo evalúa la trabajabilidad del mortero, siguiendo las indicaciones establecidas en las normas NTP 334.057 [38] y la NTP 399.610 [68].

- ✓ Colocar el molde en forma de cono sobre la superficie de la mesa de flujo.
- ✓ Verter mezcla en capas de 2.50 cm y apisonar con 20 golpes hasta que este llenando completamente el molde.
- ✓ Eliminar el exceso de mezcla y retirar el molde de manera vertical.
- ✓ Con la mesa de flujo realizar 25 golpes en un período de 15 segundos.
- ✓ Medir cuatro diámetros de la mezcla cuando este en la mesa de flujo, para calcular la fluidez se toma el promedio de los diámetros medidos.

**Materiales y equipos empleados.** Mesa de flujo, tronco cónico de 101.6 mm de diámetro, mortero, apisonador, regla metálica.



**Fig. 15.**

Mesa de flujo para el ensayo de fluidez.

### Formula 3

Fluidez

$$\%fluidez = \frac{\text{Diametro promedio} - 101.6\text{mm}}{101.6\text{mm}} * 100$$



Fig. 16. Ensayo de fluidez del mortero

#### Ensayos realizados al mortero en estado endurecido:

**Resistencia a la compresión ( $f'c$ ).** El ensayo fue realizado siguiendo lo establecido en la norma técnica NTP 334.051 [69], se utilizaron cubos de 5 cm en cada uno de sus lados. En la elaboración de la mezcla de mortero se tuvieron en cuenta lo que menciona la NTP 334.003 [70].

**Procedimiento.** La mezcla se vertió en los moldes, utilizando al menos 3 moldes, se colocó en 2 capas de 2.5 cm de alto cada una. Se apisona con 32 golpes por un tiempo determinado de 10 segundos. Después, se alisó la superficialmente el cubo utilizando una herramienta llamada badilejo. Luego se desmoldaron los especímenes. Para el proceso de curado, se sumergieron los especímenes en agua. Posteriormente, se realizarán pruebas en las probetas a los 3, 7 y 28 días.

La resistencia se calcula mediante la siguiente formula:

#### Formula 4

Resistencia a la compresión

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f'c= Resistencia a la compresión del mortero (kg/cm<sup>2</sup>).

P= Carga aplicada (kgf).

A= Área del espécimen donde fue aplicada la carga (cm<sup>2</sup>)

**Materiales y equipos que fueron empleados.** Balanza, prensa hidráulica, espátula, apisonador, moldes, mortero.

#### Tabla XVI

Tiempo de curado para la rotura de especímenes

Edad de curado de ensayo	Tolerancia permisible
3 d	± 1 hora
7 d	± 3 horas
28 d	± 12 horas

Nota: Se muestra el tiempo de curado que se debe considerar para luego ensayar los especímenes NTP 334.051 [69]



**Fig. 17.** Resistencia a la compresión



**Fig. 18.** Cubos ensayados a los 28 días de curado

**Resistencia a la flexión.** El ensayo fue realizado siguiendo lo estipulado por la norma técnica NTP 334.120 [71], la carga se aplica en el centro del espécimen de tamaño 4cm x 4cm x16cm, al elaborar el mortero, se siguen los parámetros establecidos en la NTP 334.003 [70].

- Se utilizan moldes rectangulares de 4cm x 4cm x 16cm, los cuales deben ser engrasados antes de verter el mortero en ellos.
- El mortero se vierte en dos capas, cada una con un alto de 2cm, y se apisona con 12 golpes.
- Se retira lo excedente del mortero para dejar la superficie plana.
- Después de desmoldar las muestras, se realiza el curado sumergiéndolas en agua.

Los especímenes se someterán a pruebas de resistencia a 3, 7 y 28 días, dicha resistencia se puede calcular con la siguiente formula

### Formula 5

Resistencia a la flexión del mortero

$$Ma = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

Ma= Resistencia a la flexión del mortero (kg/cm<sup>2</sup>).

L= Distancia entre apoyos (cm).

P= Carga aplicada (kg).

h= Altura del espécimen (cm)

b= Ancho del espécimen (cm).

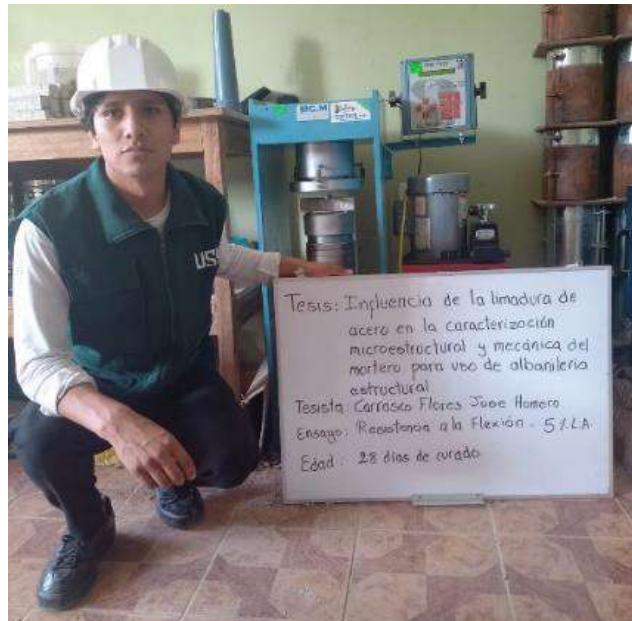
**Equipo y materiales que se utilizaron.** Prensa hidráulica, mortero, balanza, moldes, espátula, apisonador.

### Tabla XVII

Tiempo de curado para la rotura de especímenes

Edad de curado de ensayo	Tolerancia permisible
3 d	± 1 horas
7 d	± 3 horas
28 d	± 12 horas

Nota: Se muestra el tiempo de curado para las probetas que fueron ensayadas en resistencia a la flexión del mortero según NTP 334.120 [71].



**Fig. 19.** Resistencia a la flexión



**Fig. 20.** Cubos ensayados a los 28 días de curado

### **Ensayos realizados en albañilería**

**Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería (RCP).** En este ensayo se considerarán las instrucciones descritas en la [72] "Unidades de Albañilería". Según estas instrucciones, se deben elaborar al menos tres prismas por cada muestra, considerando una junta de 1.5 cm de ancho. Para construir las pilas, se deben tener en cuenta lo siguiente:

- Los ladrillos que se utilicen deben cumplir con lo establecido en la norma.
- Humedecer el ladrillo antes de comenzar a construir las pilas.

- Durante la construcción de las mismas, se debe utilizar plomada y un nivel de mano para asegurar su correcta alineación.

-Para la prueba de resistencia es necesario hacer un refrentado de las pilas.

- Una vez terminadas las pilas, se deben curar durante un período de dos semanas antes de someterlas a ensayos a los 14, 21 y 28 días respectivamente.

**Materiales y equipos a utilizado.** Prensa hidráulica, mezcladora, espátula, badilejo, balanza, plomada, nivel, recipiente, arena, limaduras de acero, cemento y agua.



**Fig. 21.** Refrentado de pilas para ensayo de compresión axial



**Fig. 22.** Ensayo de pilas de albañilería a compresión axial.

**Resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería ( $f_r$ ).** Para realizar el ensayo, se consideró lo establecido en la Norma 334.129 [73] Se hará al menos tres prismas por cada muestra y junta de 1.5 cm de ancho. Para construir las pilas, se deben tener en cuenta lo siguiente:

- Antes de formar las pilas, los ladrillos serán humedecidos.
- El asentamiento se realizará verticalmente, utilizando una plomada y un nivel.
- Las muestras estarán sometidas a un proceso de curado según indica la norma antes de ser ensayadas.
- Las pilas luego del curado serán ensayadas a una fuerza axial generada por una prensa hidráulica.

#### **Equipo y material utilizado**

- Mortero, plomada, nivel, badilejo, recipientes, ladrillos y prensa hidráulica.





**Fig. 23.** Resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería ( $f_r$ ).

### **Resistencia a la compresión diagonal en muretes V'm**

Para llevar a cabo este ensayo, se seguirán las directrices establecidas en la norma [74] unidades de albañilería. Se especifica que se deben construir al menos tres prismas por cada muestra, utilizando una junta de 1.5 cm de ancho para formar las pilas. Además, se establece que las dimensiones aproximadas serán de 60 cm \* 60 cm. Es importante tener en consideración los requisitos de la norma.

**Materiales y equipos a que se utilizaron.** Prensa hidráulica, mezcladora, balanza, agregado fino, limaduras de acero, agua y cemento, espátula, badilejo, plomo, nivel, recipiente.



**Fig. 24.** Muretes ensayados a compresión diagonal.

#### **Ensayos de las características microestructurales del mortero**

**Difracción de rayos X (DRX).** Utilizando las muestras proporcionadas, se llevó a cabo este análisis utilizando el equipo Bruker modelo D8 Discover, que emplea radiación de cobre ( $\text{CuK}\alpha = 0.15418 \text{ nm}$ ). La configuración utilizada consistió en una corriente de 40 mA y un voltaje de aceleración de 40 kV. El detector Lynxeye, con capacidad de selección de energías, se utilizó para obtener los difractogramas en un intervalo de ángulos entre  $10^\circ$  hasta  $70^\circ$ , con incrementos de  $0.02^\circ$ . Cada paso tuvo una duración de 3 segundos. Para determinar la fase amorfa y composición de las fases cristalinas, se usó el método conocido como Reference Intensity Ratio (RIR). En este método, se estableció que la concentración mínima detectable es del 0.1wt% (porcentaje por masa).

**Microscopía electrónica de barrido (SEM- EDS).** Se llevaron a cabo las mediciones utilizando un microscopio marca FEI. Se aplicó un voltaje de aceleración con 10 kV y una dimensión de punto de 3 de esa forma capturar las imágenes, mientras que para la composición se empleó un voltaje de 20 kV y un tamaño de punto de 6. Se realizaron mediciones en un área con ampliaciones de 500 y 1000x. En cuanto a la espectroscopía de

rayos X dispersiva en energía (EDS), se utilizó un detector de la marca EDAX, el cual estaba integrado en el microscopio. La composición elemental y el procesamiento de datos se llevaron a cabo mediante el software EDAX TEAM.

En relación con la preparación de la muestra, se fijó una porción del material proporcionado a un soporte de aluminio específicamente diseñado para microscopía electrónica. Este proceso se llevó a cabo mediante el uso de cinta adherente conductora de carbono, reforzándola adicionalmente con cinta de cobre. Posteriormente, se aplicó un recubrimiento de oro al área superficial de la muestra con el propósito de prevenir la acumulación de carga superficial y garantizar la captura de imágenes sin distorsiones debido a efectos de carga.

## **2.6. Criterios éticos**

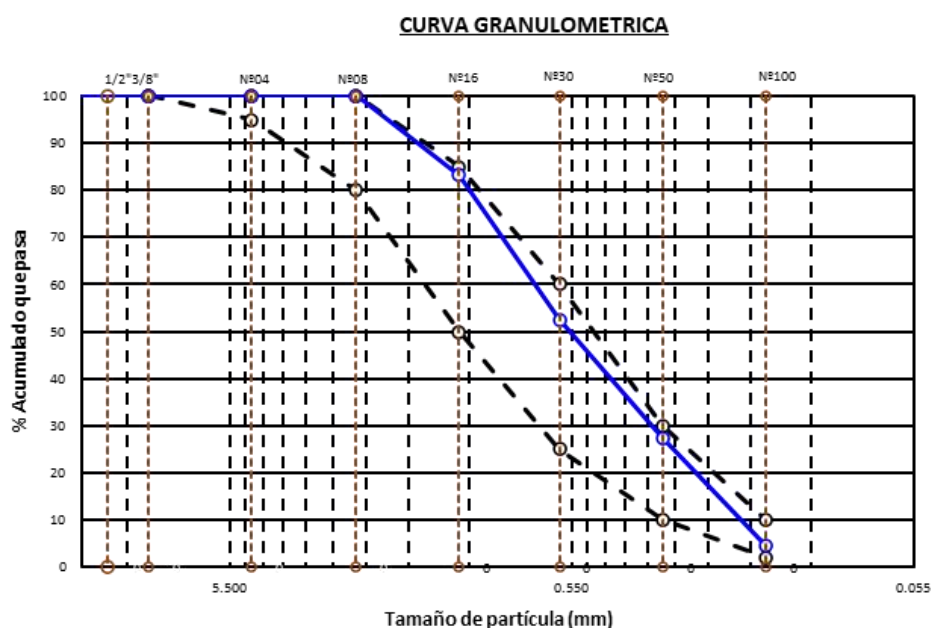
Se respetará a los términos del Código de Ética de la USS que se establecen en su contenido los principios y responsabilidades del proceso de investigación, así como la autoridad que debe obtener si desea citar la investigación de otros autores y el procedimiento adecuado para llevarla a cabo. El documento también establece las responsabilidades que tenemos que tener en cuenta a la hora de realizar investigaciones, así como las infracciones y sanciones en función de su gravedad, aprobado por Resolución de Directorio n°053-2023/PD-USS [75].

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### Resultados referentes al OE1. Características fisicoquímicas de las limaduras de acero recicladas

**Análisis granulométrico de las limaduras de acero.** Se representan gráficos y datos tabulados que exhiben los resultados obtenidos al analizar las características fisicoquímicas de la limadura de acero utilizadas en la elaboración del mortero. Los ensayos se llevaron a cabo siguiendo los estándares que se brindan en las normativas de Perú y Norteamérica. Los resultados obtenidos se exhiben en la figura que sigue, y se describen en detalle en el **Anexo II**.



**Fig. 25.** Distribución granulométrica de las limaduras de acero

En la **Fig. 25** se aprecia que la curva de gradación del agregado de las limaduras de acero satisface los criterios especificados en la norma NTP 400.012. Los resultados del ensayo indican que su módulo de finura es de 2.324, valor cercano al de la arena, se encuentra dentro del rango aceptado en la norma E.070 ( $1.6 < MF < 2.5$ ). En consecuencia, la arena es apropiada para ser utilizado en la investigación.

**Tabla XVIII**

Resumen de los ensayos de las limaduras de acero

<b>Ensayos</b>	<b>Unid.</b>	<b>Resultado</b>
Módulo de finura	Adimensional	2.324
Peso específico	gr/cm <sup>3</sup>	3.877
	kg/m <sup>3</sup>	7877
Absorción	%	1.01
Peso unitario suelto seco	Kg/m <sup>3</sup>	1420
Peso unitario compactado seco	Kg/m <sup>3</sup>	1752
Contenido de humedad	%	0.30
Color	-	Grisáceo

La **tabla XVIII** se presenta de forma resumida los resultados de los experimentos efectuados en el material sobre las características físicas de la limadura de acero recicladas.

#### **Limaduras de acero recicladas - composición química**

**Tabla XIX**

Composición elemental de las limaduras de acero en % de la masa total.

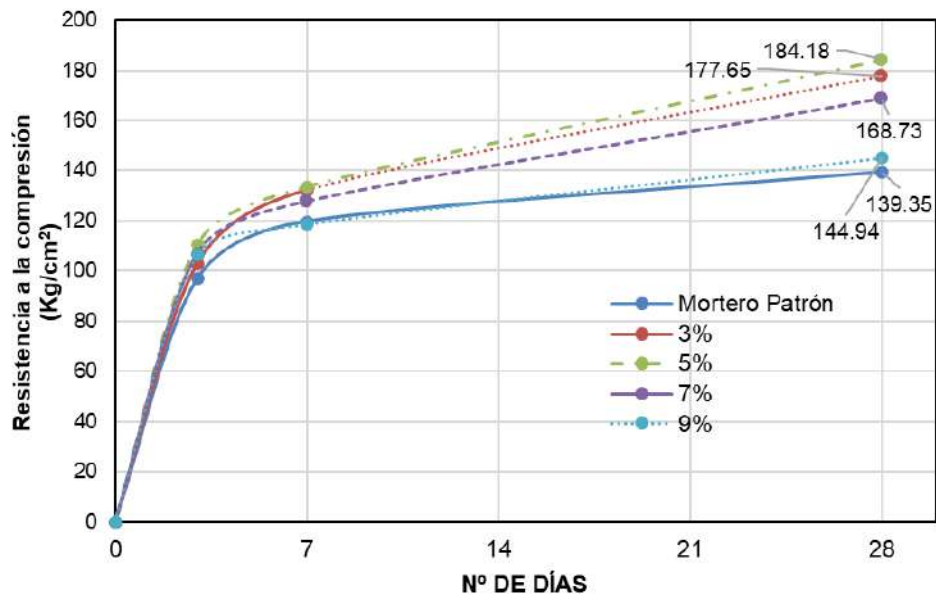
<b>Elemento</b>	<b>Concentración % de masa</b>
Potasio (K)	0.62
Calcio (Ca)	1.81
Titanio (Ti)	1.30
Cromo (Cr)	0.80
Manganeso (Mn)	1.38
Hierro (Fe)	85.47
Níquel (Ni)	3.70
Cobre (Cu)	3.53

Zinc (Zn)	1.39
Total	100.00

La tabla XIX, muestra los resultados de la composición química de las limaduras de acero en valores cuantitativos. Las concentraciones están establecidas en porcentaje de la masa total que es enteramente metálica, donde el hierro tiene una concentración del 85.47% siendo el más alto.

**Resultados con respecto al OE2. Mortero patrón y mortero con limaduras de acero: Propiedades mecánicas**

**A. Resistencia a la compresión (F'c).** Se efectuó un análisis de resistencia a la compresión del mortero utilizando como referencia la norma técnica NTP 334.051, se realizaron pruebas tanto en mortero de referencia y morteros que contenían limaduras de acero en porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9% como sustituto de la arena.

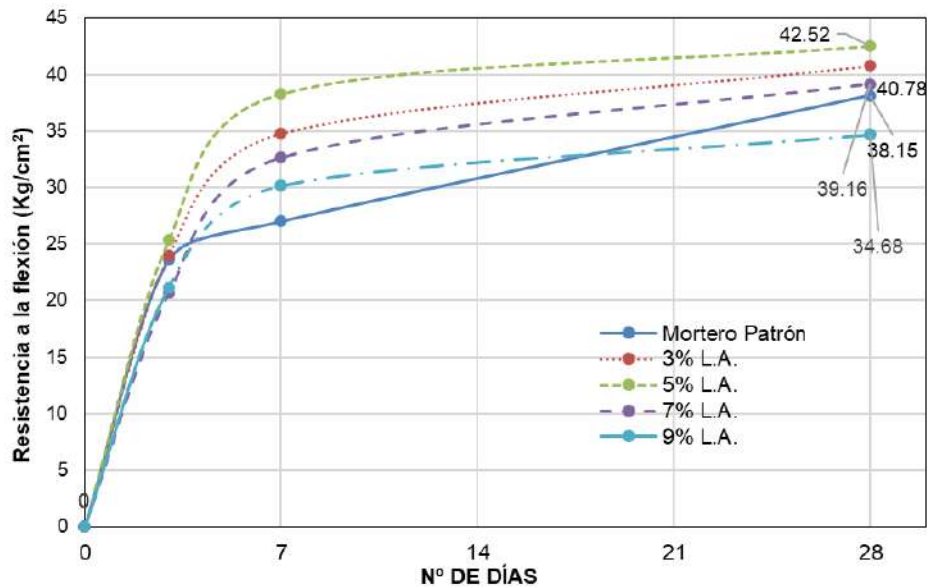


**Fig. 26.** Resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 3,5,7 y 9% de limaduras de acero a los 3, 7 y 28 días

La Fig. 26 muestra los resultados de la resistencia a la compresión del mortero 1:4 con los porcentajes evaluados de limaduras de acero a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero

con mayor resistencia a los 28 días es el que contiene 5% de sustitución de limaduras de acero el cual presenta un aumento en su resistencia de un 32.17% respecto al mortero patrón.

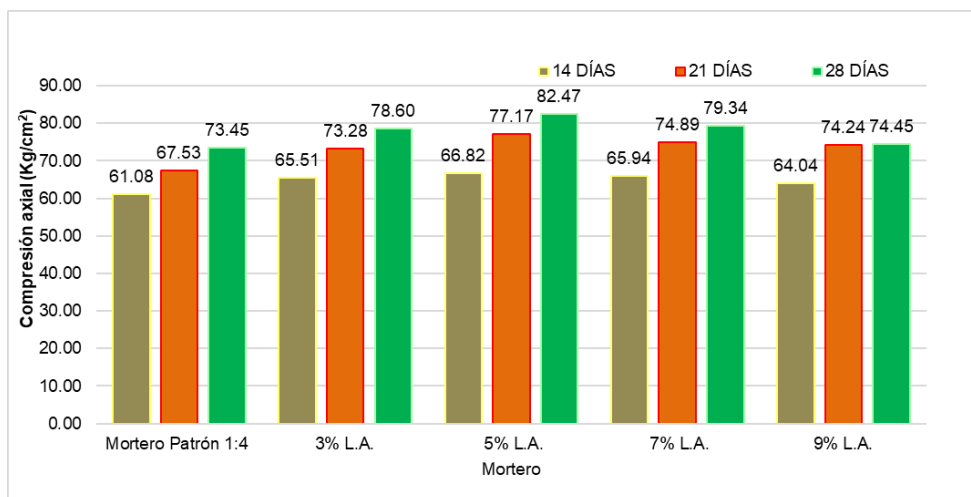
### B. Resistencia a la flexión ( $F'f$ )



**Fig. 27.** Resistencia a la flexión del mortero 1:4 con 3,5,7 y 9% de limaduras de acero a los 3, 7 y 28 días

La Fig. 27 exhibe los resultados de la resistencia a la flexión del mortero con los porcentajes evaluados de limaduras de acero a los 3, 7 y 28 días de edad, utilizando como referencia la norma NTP 334.120, el mortero con mayor resistencia a los 28 días de curado es el que contiene 5% de sustitución de limaduras de acero el cual ostenta aumento en su resistencia a la flexión de 22.61 % respecto al mortero convencional.

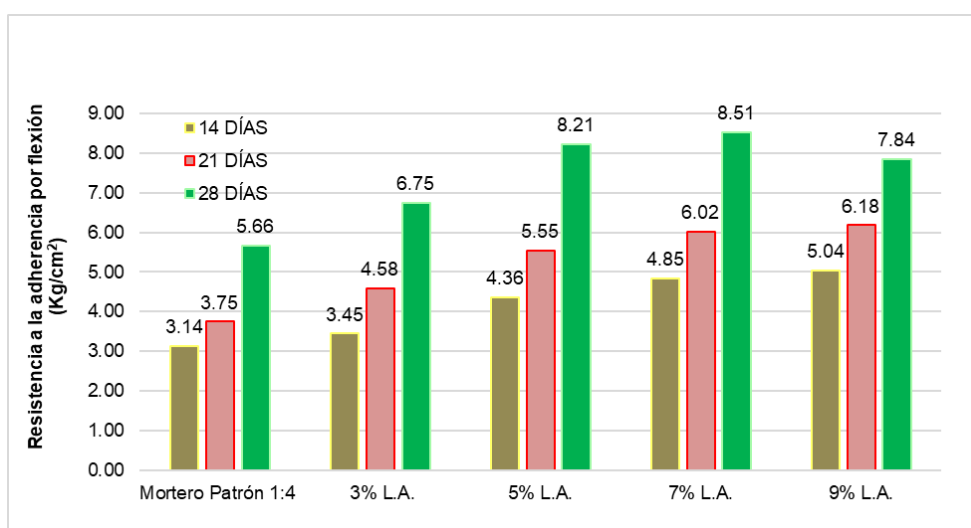
**C. Resistencia a compresión axial de prismas de albañilería ( $f'm$ ).** En la figura a continuación se puede observar las resistencias en diferentes días 14, 21 y 28. Al analizar los resultados, se puede notar que los valores aumentan progresivamente a medida que pasan los días.



**Fig. 28.** Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería

En la **Fig. 28** se presentan resultados de la compresión axial en pilas evaluados a los 14, 21, 28 días, del mortero patrón y mortero con diferentes cantidades de limadura de acero: 3%, 5%, 7% y 9%, siguiendo lo indicado en la norma NTP 399.605. Los resultados más notables se observan a los 28 días, donde todas las resistencias aumentan en comparación con el mortero patrón y cumplen con la resistencia mínima según la norma E.070 que es 65 kg/cm<sup>2</sup>. El mortero con un 5% de limadura de acero muestra el mayor incremento de resistencia, alcanzando un aumento del 12.28% más que el mortero patrón.

#### D. Resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería (F'a)

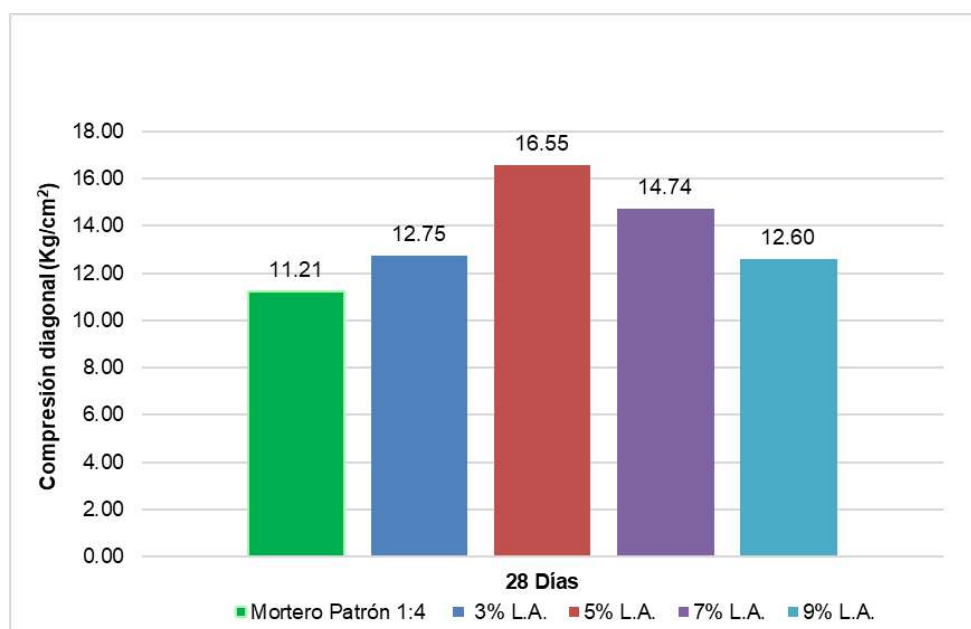




**Fig. 29.** Resistencia a la adherencia por flexión en pilas

En la **Fig. 29** se exhiben resultados de las pruebas de resistencia a la adherencia en pilas. Estas pruebas se realizaron a los 14, 21 y 28 días, siguiendo lo estipulado en la norma NTP.334.129, utilizando mortero patrón y mortero con diferentes proporciones de limadura de acero: 3%, 5%, 7% y 9%. Se puede observar que todas las resistencias a la adherencia son mayores que las del mortero patrón. Es importante destacar que los resultados más notables se obtuvieron a los 28 días, donde el mortero con un 7% de limadura de acero en remplazo de la arena, mostró el mayor incremento de resistencia, logrando un incremento del 50.25% con respecto al mortero convencional.

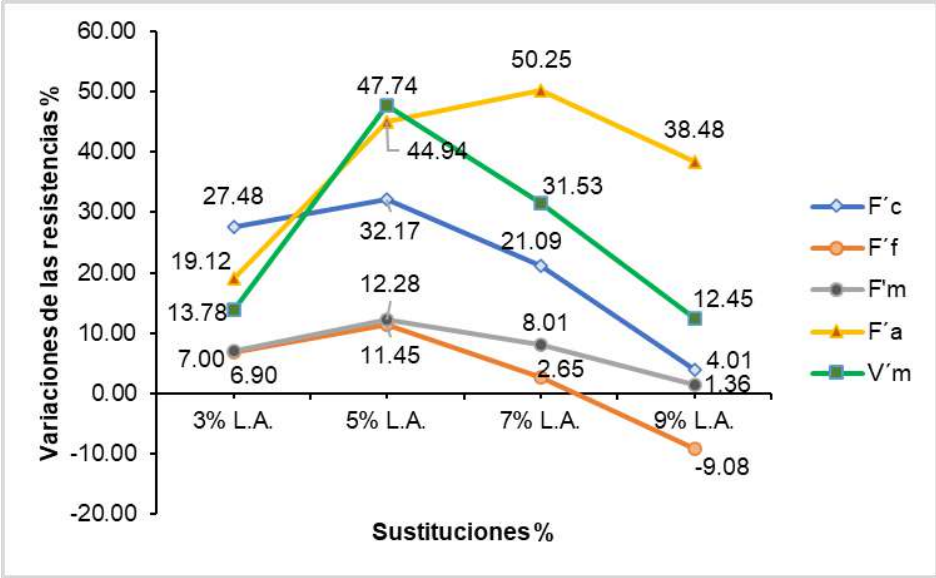
**D. Resistencia a Compresión Diagonal (V'm).** La siguiente figura presenta un gráfico que muestra los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión de muretes construidos con unidades de albañilería y mortero patrón. Estos datos corresponden a muestras que fueron sometidas a pruebas de ruptura a 28 días después de su elaboración.



**Fig. 30.** Resistencia a compresión diagonal – muretes convencionales y con sustitución de limaduras de acero

Se visualiza en la **Fig. 30**, que el resultado con mayor relevancia es 16.55 kg/cm<sup>2</sup> perteneciente al mortero que contiene 5% de sustitución de la arena por limaduras de acero

recicladas, el cual aumento un 47.74% con respecto al mortero convencional, cumple con la resistencia mínima dado por la norma E.070 que es 8.1 kg/cm<sup>2</sup>, con los demás porcentajes también se obtuvo un buen comportamiento superando al mortero patrón, también se tuvo en cuenta la norma NTP 399.621.



**Fig. 31.** Variaciones del mortero que contiene limaduras de acero recicladas vs mortero patrón

Se visualiza en el **Fig. 31** las variaciones en % de las propiedades mecánicas evaluadas del mortero que contiene limaduras con respecto al mortero patrón. El que muestra mejores resultados es el mortero con 5% de limaduras de acero, supera en un 47.74% al mortero convencional en el ensayo de la resistencia a compresión diagonal, 44.94% en adherencia por flexión, 32.17% en la compresión, 12.28 en la compresión axial y 11.45% en flexión.

**Resultados con respecto al OE3. Óptimo contenido de limaduras de acero reciclado en el mortero- análisis estadístico**

Para establecer el % óptimo de limaduras de acero que se debe sustituir al agregado fino, se hizo el análisis estadístico con en el programa SPSS utilizando los datos alcanzados en

las propiedades mecánicas evaluadas tanto en el mortero de referencia como el mortero experimental, luego de todos los ensayos realizados tras 28 días de curado.

### A. Resistencia a la compresión

**Tabla XX**

Pruebas estadísticas de resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión a los 28 días de curado	Pruebas estadísticas (Sig)			
	Normalidad	Homocedasticidad	Anova	POCT HOC Tukey
	Shapiro-Wilk			
	0.219	0.420	<.001	<.001

La **Tabla XX** evidencia el resultado de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk Sig= 0.219 que viene a ser un valor mayor a 0.05; por lo tanto, se evaluó la homocedasticidad de la cual a un 95% de confianza, las varianzas de los grupos son iguales, de la prueba de Anova indica que con 5% de limadura de acero se genera mayor incidencia significativa por lo tanto en este ensayo el óptimo sería 5%, se describe con mejor detalle en el Anexo VIII.

### B. Resistencia a la flexión

**Tabla XXI**

Pruebas estadísticas de resistencia a la flexión

Resistencia a la flexión a los 28 días de curado	Pruebas estadísticas (Sig)			
	Normalidad	Homocedasticidad	Anova	POCT HOC Tukey
	Shapiro-Wilk			
	0.326	0.106	0.191	0.621

La **Tabla XXI** se exhibe el resultado de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk Sig= 0.326 que viene a ser un valor mayor a 0.05; por lo tanto, se evaluó la homocedasticidad de la cual a un 95% de confianza, las varianzas de los grupos muestran igualdad, de la prueba de Anova indica que no existe diferencia significativa entre el grupo patrón y con 5% de limadura de acero, sin embargo es el que tiene mejor desempeño es así que él % óptimo que se debe a agregar es 5% en la prueba de resistencia a la flexión.

### C. Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.

**Tabla XXII**

Pruebas estadísticas de resistencia a la compresión axial en primas de albañilería

Resistencia a la compresión axial a los 28 días de curado	Pruebas estadísticas (Sig)			
	Normalidad Shapiro-Wilk	Homocedasticidad	Anova	POCT HOC Tukey
	0.838	0.369	0.003	0.006

La **Tabla XXII** se muestra el resultado de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk Sig= 0.838 es mayor a 0.05; por lo tanto, se evaluó la homocedasticidad la cual afirma que a un 95% de confianza, las varianzas de los grupos son iguales, de la prueba de Anova muestra que existe una diferencia significativa entre el grupo patrón y el grupo experimental que contiene 5% de limaduras de acero, el cual muestran un Sig =0.006 el cual genera mayor incidencia significativa, por lo tanto él % óptimo es 5% en la prueba de resistencia la compresión axial en pilas, se describe con mejor detalle en el Anexo VIII.

### D. Resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería

**Tabla XXIII**

Pruebas estadísticas de resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería

Resistencia a la adherencia por flexión a los 28 días de curado	Pruebas estadísticas (Sig)			
	Normalidad Shapiro-Wilk	Homocedasticidad	Anova	POCT HOC Tukey
	0.303	0.473	0.001	0.001

La **Tabla XXIII** muestra el resultado de la pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk Sig= 0.473 es mayor a 0.05; por lo tanto, se evaluó la homocedasticidad la cual afirma que a un 95% de confianza, las varianzas de los grupos son iguales, de la prueba de Anova muestra que existe diferencia significativa entre el grupo patrón y el grupo con 5% y 7% de limaduras de acero los cuales muestran un Sig =0.001 indicando de esta manera que en este ensayo el % con mejores resultados es el 7%, sin embargo con 5% también existe una incidencia significativa, por lo tanto, se concluye que el % óptimo que se debe a agregar es 5% en la prueba de resistencia a la adherencia por flexión ya que con el 9% la resistencia empieza a decaer.

#### E. Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

**Tabla XXIV**

Pruebas estadísticas de resistencia a la compresión diagonal en primas

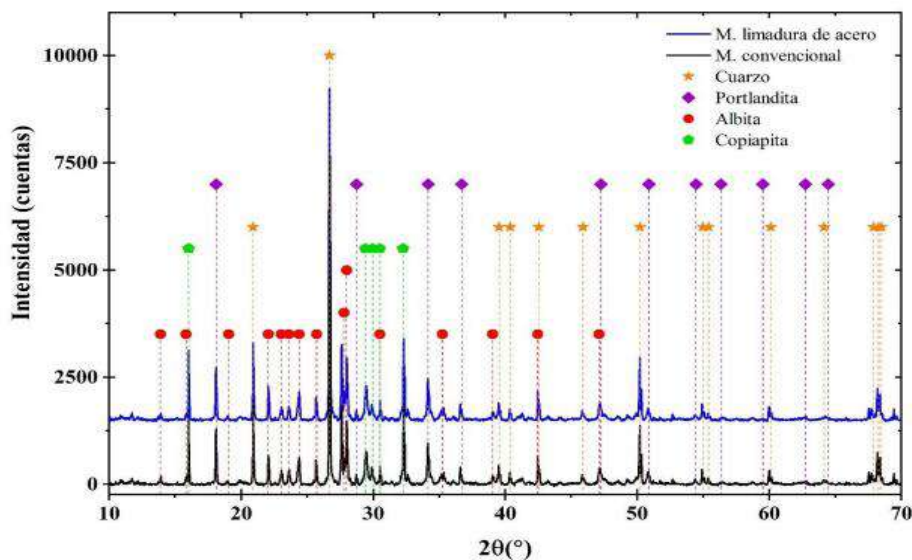
Resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado	Pruebas estadísticas (Sig)			
	Normalidad Shapiro-Wilk	Homocedasticidad	Anova	POCT HOC Tukey
	0.933	0.320	0.001	0.001

La **Tabla XXIV** se muestra el resultado de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk  $Sig= 0.933$  es mayor a  $0.05$ ; por lo tanto, se evaluó la homocedasticidad la cual afirma que a un  $95\%$  de confianza, las varianzas de los grupos son iguales, de la prueba de Anova muestra que existe una diferencia significativa entre el grupo patrón y el grupo experimental que contiene  $5\%$  de limaduras de acero, el cual muestran un  $Sig = 0.001$ , por lo tanto el  $\%$  óptimo es  $5\%$  en la prueba de resistencia a la compresión diagonal, se describe con mejor detalle en el Anexo VIII.

### Resultados referentes al OE4. Características microestructurales del mortero de referencia y mortero con $\%$ óptimo de limadura de acero.

Como parte del proceso de caracterización microestructural, se optó por llevar a cabo una comparación entre el mortero patrón y el mortero que contiene un porcentaje óptimo de limaduras de acero, el cual se ha determinado mediante el análisis estadístico que es el  $5\%$ . Es así que se tienen los siguientes ensayos.

**Difracción de rayos X (DRX).** La **Fig. 32** exhibe los difractogramas de las muestras, así como los resultados de la identificación de fases cristalinas. Las Tablas XXV y XXVI presentan las concentraciones de las fases cristalinas observadas, además de la fase amorfa de ambas muestras determinadas por el método RIR.



**Fig. 32.** Difractogramas de rayos X de ambas muestras. Las fases cristalinas observadas son indicadas en la leyenda

**Tabla XXV**

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

<b>Fase</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Según # de la base de datos</b>	<b>Concentración (wt%)</b>
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	86-1628	43.3
Copiapita	Fe <sub>0.69</sub> Fe <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (OH) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>20</sub>	71-1546	14.3
Portlandita	Ca(OH) <sub>2</sub>	72-0156	5.1
Albita	Na(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	89-6426	34.1
Amorfo	--	--	3.2

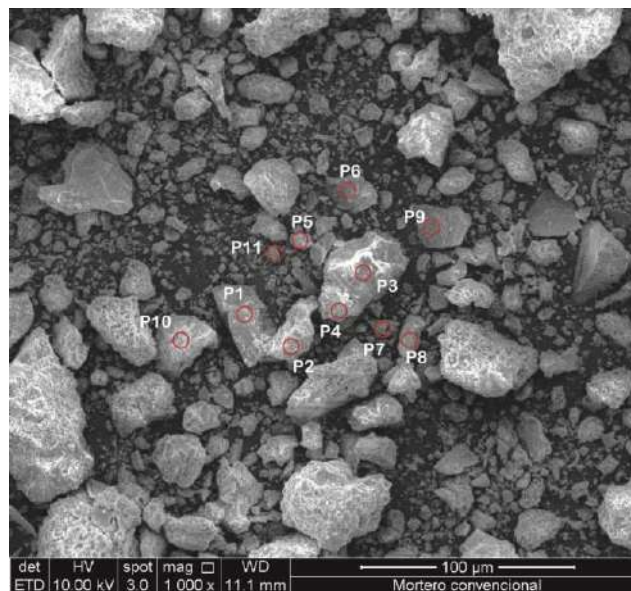
**Tabla XXVI**

Concentración de las fases cristalinas de la muestra Mortero con 5% limadura de acero obtenidas por el método de RIR.

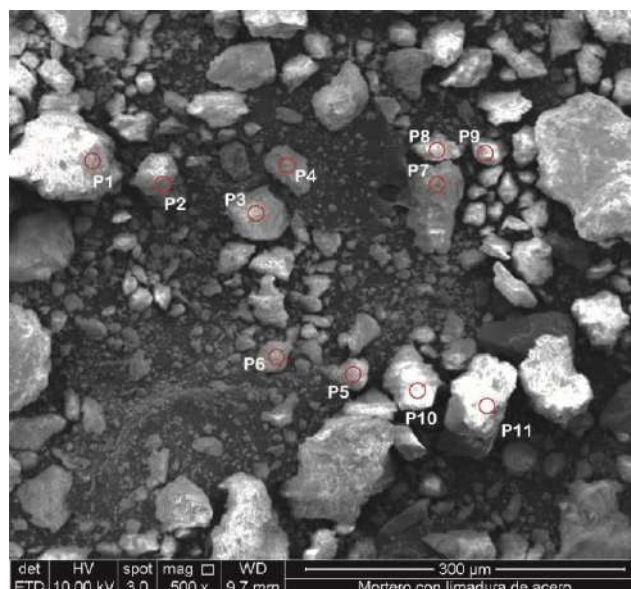
<b>Fase</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Según # de la base de datos</b>	<b>Concentración (wt%)</b>
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	86-1628	44.0
Copiapita	Fe <sub>0.69</sub> Fe <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (OH) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>20</sub>	71-1546	15.6
Portlandita	Ca(OH) <sub>2</sub>	72-0156	5.4
Albita	Na(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	89-6426	34.3
Amorfo	--	--	0.7

**Microscopía electrónica de barrido (SEM).** En las **Figuras 33 y 34** se muestran imágenes de diferentes regiones de la muestra, a diferentes magnificaciones, con regiones de interés señaladas mediante círculos rojos. La composición elemental fue medida para las

diferentes regiones señaladas mediante EDS, y los resultados se pueden apreciar en las **Tablas XXVII y XXVIII**. Las cantidades de cada elemento se indican mediante porcentajes en peso (wt%) y porcentajes atómicos (at%). En general, el margen de error asociado con la técnica de Espectroscopía de Dispersión de Energía (EDS) suele situarse alrededor de  $\pm 1$  at%, lo que significa que los resultados tienden a ser principalmente cualitativos cuando se trata de elementos con concentraciones bajas ( $\lesssim 1$  at%).



**Fig. 33.** Micrografía de la muestra Mortero convencional a una magnificación de 1000x. Señal de electrones secundarios. Los círculos indican la posición en la que se midió la composición química.





**Fig. 34.** Micrografía de la muestra Mortero con limadura de acero a una magnificación de 500x y 1000x. Señal de electrones secundarios. Los círculos indican la posición en la que se midió la composición química.

En la Fig. 33, puede apreciarse una visa de baja magnificación de la muestra, siendo visibles regiones de material de origen mineral (entre ellas, la región A1) y (región A2). Esto es consistente con la descripción brindada de la muestra, de mortero convencional. Las medidas de EDS de las regiones P4 y P11 para la muestra Mortero con limadura de acero revelan composiciones algo similares, con altos contenidos de oxígeno, silicio, y calcio. Además, de una cierta cantidad de hierro dentro de su composición. Esto puede deberse a la presencia de limadura de acero distribuidos en diversas partes de la muestra.

Con la finalidad de determinar con mejor exactitud la composición de ambas muestras, se optó por medir EDS en diferentes puntos. Los resultados obtenidos coinciden con las observaciones realizadas mediante DRX.

**Tabla XXVII**

Resultados de la composición elemental de la muestra Mortero convencional de los espectros EDS

Elemento químico	P2		P4		P6		P8		P11	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C (K)	2.99	5.57	4.13	7.58	12.34	19.88	2.96	5.36	27.87	41.03
O (K)	43.95	61.5	38.73	53.44	50.24	60.77	50.11	68.04	37.37	41.31
F (K)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.29	0.22
Na (K)	0.67	0.65	0.41	0.4	-	-	-	-	0.36	0.26
Mg (K)	0.16	0.15	0.35	0.32	0.26	0.2	0.29	0.26	2.86	1.88
Al (K)	1.25	1.04	10.82	8.85	1.97	1.41	1.07	0.86	7.91	4.98
Si (K)	11.04	8.8	20.92	16.44	3.48	2.4	3.15	2.43	2	1.11
S (K)	0.69	0.48	-	-	1.15	0.7	0.39	0.26	0.54	0.24
K (K)	0.23	0.13	3.31	1.87	-	-	-	-	19.21	8.48
Ca (K)	38.27	21.38	17.23	9.49	29.73	14.36	42.03	22.78	1.6	0.51
Fe (K)	0.76	0.31	4.1	1.62	0.84	0.29	-	-	27.87	41.03

En la **Tabla XXVII**, se muestra la composición elemental del mortero patrón para algunos de puntos indicados en la Figura 33 después de un ajuste por el método de eZAF de los espectros EDS, se presenta la composición elemental de la muestra en todos sus puntos en el anexo IX.

**Tabla XXVIII**

Resultados de la composición elemental de la muestra Mortero con limadura de acero de los espectros EDS.

Elemento químico	P2		P4		P6		P8		P11	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C (K)	7.72	13.17	4	7.42	5.31	9.08	10.62	16.76	8.1	13.76
O (K)	46.95	60.13	42.8	59.57	40.7	52.28	53.3	63.14	46.16	58.89
Na (K)	0.47	0.42	0.27	0.26	5.82	5.2	0.69	0.57	0.29	0.26
Mg (K)	0.43	0.36	2.33	2.13	0.04	0.03	0.67	0.53	0.82	0.69
Al (K)	4.84	3.67	9.08	7.49	10.4	7.92	2.72	1.91	5.12	3.87
Si (K)	10.33	7.54	3.47	2.75	28.15	20.6	9.72	6.56	13.87	10.08
S (K)	1.28	0.82	2.03	1.41	0.61	0.39	0.6	0.35	0.73	0.47
K (K)	0.46	0.24	0.03	0.02	0.48	0.25	0.29	0.14	1.11	0.58
Ca (K)	24.57	12.56	29.25	16.25	7.73	3.96	20.17	9.54	18.78	9.56
Fe (K)	2.79	1.02	6.53	2.6	-	-	0.8	0.27	5.01	1.83
Ti (K)	0.12	0.05	0.2	0.09	-	-	0.35	0.21	8.1	13.76
P (K)	-	-	-	-	-	-	10.62	16.76	-	-

En la **Tabla XXVIII**, se muestra la composición elemental del mortero con limaduras de acero recicladas para algunos de los puntos indicados en la Figura 34 después de un ajuste por el método de eZAF de los espectros EDS, se presenta la composición elemental de la muestra en todos sus puntos en el anexo IX.

### **3.2. Discusión**

**Discusión 1. Respecto al OE1. Características fisicoquímicas de la limadura de acero reciclado.** Se obtuvo un módulo de fineza (MF) de 2.324, este valor efectúa con el rango establecido en la norma E.070. El valor obtenido en este ensayo se asemeja a los estudios realizados por Satyaprakash et al. [6] en el cual obtuvieron un MF de 2.01, Olutoge et al. [16] el cual obtuvieron como resultado un módulo de fineza de 2.24 y German y Pérez [23] obtuvieron un módulo de fineza de 2.21.

Referente al ensayo de peso específico y peso unitario suelto (PUS) en el ensayo, se obtuvo valores de  $3877 \text{ kg/m}^3$  y  $1420 \text{ kg/cm}^3$  respectivamente. En lo referente a peso específico este valor tiene similitud con el estudio de German y Pérez [23] en cual obtuvieron como peso específico  $3260 \text{ kg/m}^3$ ; con respecto al (PUS) el valor obtenido de los autores fue  $2428 \text{ kg/cm}^3$  el cual no coincide con esta investigación. Las limaduras de acero utilizadas en esta investigación presentan un color grisáceo al igual que las investigaciones de Satyaprakash et al. [6] y Olutoge et al [16].

La composición química de las limaduras utilizadas en esta investigación presentan los siguientes elementos en %, Potasio (0.62) Calcio (1.81), Titanio (1.3), Cromo (0.8), Manganeso (1.38), Hierro (85.47), Níquel (3.7), Cobre (3.53) y Zinc (1.39), siendo el Hierro el mayor % de concentración, el cual se asemeja a los estudios de Olutoge et al. [16], donde el hierro tiene una concentración de 93.40% y en la investigación de Carreño y Purizaca [24] obtuvieron una concentración de hierro del 98.31%.

**Discusión 2. Respecto al OE2. Mortero patrón y mortero con limaduras de acero: Propiedades mecánicas**

#### **Resistencia a la compresión y flexión**

Los resultados de resistencia a la compresión a los 28 días del mortero con porcentajes de sustitución de 3, 5, 7 y 9% son mayores que el mortero patrón, aumentando en un 27.48%, 32.17%, 21% y 4% respectivamente en donde el 5% de sustitución da mejores

resultados, de esa manera los valores son cercanos con el estudio de Yusuf [17], la resistencia a la compresión al mismo tiempo de curado aumento 29% con respecto al patrón y con la misma cantidad de sustitución, Yusuf et al [11] su estudio presenta un aumento en su resistencia a los 28 días de 12.4%, es así que hay un acuerdo con García [14], donde determino que los morteros con 6% de limaduras de acero superaron al mortero convencional en un 14.7 %, también se tiene relación con las investigaciones de Laurie y Rivero [26] y Villalobos [28], con 4% de sustitución de limaduras de hierro la compresión aumentó un 12.6% y 22% con respecto a la muestra patrón.

Por el contrario, no hay un acuerdo con Fahad y Jassim [20], pues determinaron que con 20% de limaduras de acero la resistencia mejoro en un 12.6% con respecto al mortero convencional, además Tayeh y Al Saffar [21] y Tovar [27] ,demuestran que con 10% de sustitución la resistencia a la compresión aumenta hasta un 12% con respecto al mortero convencional, de la misma forma se discrepa con Miah et al. [22], ya que con 30% obtuvieron una mejora del 47%.

Los resultados del ensayo de resistencia a la flexión con mayor significancia fueron a los 28 días de curado con respecto al mortero convencional y con sustitución del agregado fino en 3%, 5% y 7% presentan un aumento de 6.9%, 11.45%, 2.65%, mientras que con el 9% de sustitución decae un 9.08%, por lo tanto el que tuvo mejor desempeño fue con la sustitución del 5%, acercándose a la investigación de García [13], donde tuvo mejores resultados sustituyendo un 4% del agregado fino superando en un 4.3% al mortero patrón. Discrepando con Fahad y Jassim [20] encontraron que con un 20% la resistencia la flexión aumenta un 7.3, por el contrario, Tayeh y Al Saffar [21] demuestran que la resistencia a la flexión aumentó significativamente con el aumento de FIP en las mezclas, además Norambuena et al. [19], la resistencia aumenta un 9% al utilizar 12 % de virutas de acero.

**R. a la compresión axial en prismas de albañilería.** Los resultados alcanzados a los 28 días de curado en el mortero convencional fueron de 73.45 kg/cm<sup>2</sup> y mortero con 3,5,7,9% de limaduras de acero comparados con el mortero patrón aumentaron su resistencia en un

7%, 12.2%, 8.01%, y 1.36% tiene relación con la investigación de Canales [25], añadiendo un 2% de este material reciclado demuestro que hay una mejora del 5% en la compresión axial y añadiendo 6% es menos eficiente que el diseño tradicional. Del mismo modo García [14], demuestra que la resistencia a la compresión axial en pilas ( $F'm$ ) con el 6% tuvo mejores resultados superando un 17% con respecto al mortero patrón.

**Resistencia a la adherencia por flexión en prismas de albañilería.** Se tomó en cuenta la NTP 334.129 para llevar a cabo el cálculo de la resistencia a la adherencia en los prismas de albañilería, a los 28 días de curado el mortero con 3, 5, 7 y 9% de limaduras de acero las resistencias son 5.66, 6.75, 8.21, 8.51, 7.84 kg/cm<sup>2</sup>, las cuales con respecto al mortero convencional aumentaron en 19.12%, 44.94%, 50.25% y 38.48% respectivamente, es así que García [14], determino que la adherencia aumento un 88% con la adición del 8%, y 30.8% con la del 4% evidenciando un buen desempeño.

**Resistencia a la compresión diagonal.** En el mortero de referencia se obtuvo una resistencia promedio 11.21 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, la cual se ve superada por los muretes que fueron elaborados con mortero que contienen limaduras de acero en 3,5,7,9%, presentando un aumento del 13.78%, 47,74%, 31.53% y 12.45% respectivamente así también García [14], a los 28 días, con 6 y 8% de limaduras de acero tuvo mejor desempeño en la compresión diagonal aumentando en un 47,47%y 75% más que el mortero patrón. A excepción de Canales [25], demostró que añadiendo un 2% de este material reciclado hay una mejora del 5% en la compresión diagonal, con el 4 % resulta ser igual al mortero tradicional y añadiendo 6% es menos eficiente que el diseño tradicional.

### **Discusión 3. Respecto al OE3. Óptimo contenido de limaduras de acero reciclado en el mortero**

En relación al análisis estadístico se hizo en todos los ensayos de las propiedades mecánicas del mortero a los 28 días. Estas pruebas consistieron en verificar la normalidad de los datos, lo cual se cumplió ya que todas las pruebas tuvieron significancias mayores o

iguales a 0.05, demostrando así que sus datos presentan una distribución normal. Se realizó la prueba de homocedasticidad, donde la compresión, flexión, compresión axial en pilas, flexión por adherencia en pilas y compresión diagonal arrojaron valores de significancia de 0.420, 0.106, 0.369, 0.473 y 0.320, respectivamente, todos mayores a 0.05. Esto indica que los grupos tienen varianzas homogéneas. En el análisis de varianzas (ANOVA) se encontraron variaciones significativas entre al menos dos medias, dado que el valor de significancia fue menor o igual a 0.05. Para identificar las diferencias específicas entre las medias, se aplicó la prueba POST HOC de Tukey, dando como porcentaje óptimo al 5%.

Con respecto a ello se concuerda con Yusuf [17], demostró que el contenido de remplazo óptimo de limaduras de acero es 5% ya que obtuvo valores superiores al patrón, evidenciándose un aumento en la compresión considerablemente, de la misma manera Yusuf et al [11], pues determinaron que el porcentaje óptimo en sustitución parcial del agregado fino es 5%; de lo contrario, la resistencia a los 28 días con más sustitución comenzará a reducirse.

#### **Discusión 4. Respecto al OE4. Características microestructurales del mortero patrón y mortero con sustitución del % óptimo de limadura de acero por agregado fino**

En difracción de rayos X, las fases cristalinas observadas son cuarzo, portlandita, albita y copiapita, además de una fase amorfa, en diferente concentración de porcentaje de masa wt%, siendo el cuarzo en ambas muestras el que tiene mayor concentración.

En lo que respecta a la Microscopía Electrónica de Barrido, que incluye (EDS), los hallazgos indican que las composiciones del mortero estándar y del mortero con limaduras de acero son bastante parecidas, con altos contenidos de oxígeno, silicio, calcio y hierro dentro de su composición donde el mortero con limaduras de acero muestra más concentración de hierro en las regiones evaluadas. De manera similar Yusuf [17], observó que el mortero patrón contiene predominantemente Ca, Si y O con wt% de 35.7, 13.3 y 51 y la muestra que contiene limaduras de acero contiene Ca, Si, Fe, K, Al, S y O con valores de wt% de 25.4, 7.3, 1.8, 1.7, 1.4, 1.1 y 61.4 respectivamente, además Yusuf et al [11], revelaron que el mortero con la

presencia de limaduras de hierro contenía Fe (2.3%), Al(1.3%), Si(10.5%) y O (57.2%) respectivamente, mientras que otras regiones tienen valores parecidos, además tiene algunos poros, no contiene Fe, lo que indica que el IF puede no combinarse químicamente con el silicato de calcio pero juegan el papel de la estabilidad microestructural. Además, Mohseni et al. [18], indica que a través de las pruebas SEM observó que se reforzó la masa del cemento.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

Se concluye que, las limaduras de acero recicladas presentan una composición química donde el Hierro tiene mayor concentración de masa, poseen un módulo de fineza de 2.324, características fisicoquímicas que cumplen con los parámetros de las normativas, lo que las hace adecuadas para ser utilizadas como sustitución del agregado fino en el mortero.

Se concluye, que la sustitución del agregado fino por limaduras de acero reciclado, tiene una influencia positiva ya que mejora las propiedades mecánicas del mortero, siendo el porcentaje con mejor comportamiento el 5% en  $F'c$ ,  $F'f$ ,  $F'm$ , y  $V'm$  mejorando en un 32.17%, 11.45%, 12.28% y 47.74% respectivamente, con los porcentajes mayores de 7 y 9% las resistencias empiezan a disminuir, mientras que en un porcentaje del 7% en  $F'a$  mejora un 50.25% con respecto al mortero patrón.

Se concluye, tras realizar el análisis estadístico se observa diferencias significativas entre las medias de los valores de las resistencias del mortero patrón y con limaduras de acero recicladas observadas a los 28 días, estas diferencias evidencian mejoras en las propiedades mecánicas del mortero al suplir parte del agregado fino por limaduras de acero recicladas. Además, el estudio afirma que el % óptimo de sustitución es del 5%.

Se concluye, que mediante el análisis de DRX, se observó una concentración significativa de cuarzo, aluminosilicatos y portlandita, ambas muestras exhiben un porcentaje de material amorfo que no pudo ser caracterizado mediante la técnica de DRX, además mediante SEM-EDS se observó que las muestras contienen principalmente silicatos, calcio, óxidos de silicio y sulfato de hierro incrustadas en el fragmento de análisis.



## 4.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar investigaciones donde se hagan estudios con diferentes tipos de limaduras como puede ser limaduras de aluminio recicladas u otro tipo de material reciclado, para evaluar las propiedades del mortero, de esa manera se contribuye a reducir el consumo de los agregados tradicionales.

Se recomienda para futuras investigaciones realizar el tamizado de las limaduras de acero, para que de esa manera verificar si cumplen con los parámetros de un agregado fino de acuerdo a las normativas.

Se recomienda en investigaciones posteriores emplear niveles de sustitución en el intervalo del 5% al 15% de limaduras de acero en mezclas de mortero convencionales. Esto permitirá determinar si el porcentaje óptimo sigue siendo el 5% o experimenta variaciones. Asimismo, se aconseja examinar las propiedades mecánicas con períodos de curado superiores a 28 días.

Se recomienda llevar a cabo ensayos de resistencia a la tracción y examinar la microestructura mediante técnicas de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y TGA; estos métodos podrían proporcionar datos complementarios a los presentados en este estudio, ofreciendo una mayor comprensión de las propiedades y características microestructurales del mortero con limaduras de acero reciclado, lo que podría ayudar a optimizar su uso y rendimiento, ya que en esta investigación por falta recursos no se logró realizar.

## REFERENCIAS

- [1] E. Ekop, C. Okeke y E. Inyang, «Comparative study on recycled iron filings and glass particles as a potential fine aggregate in concrete,» *Resources, Conservation & Recycling Advances*, vol. 15, p. 200093, 2022.
- [2] B. Jain, G. Sancheti y V. Jain, «FTIR analysis of silica fume and iron dust added concrete,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 60, p. 777–781, 2022.
- [3] M. Apoorva y N. Boppana, «Development of standard and high strength concretes using sustainable & recycled materials,» *Mater Today Proc*, vol. 71, pp. 202–208,, 2022.
- [4] C. Reyes, «Estudio comparativo del mortero de adherencia convencional y el mortero embolsado para la elaboración de muros de albañilería , Lima-2018,» Lima, 2018.
- [5] A. Rashad, «Behavior of steel slag aggregate in mortar and concrete - A comprehensive overview,» *Journal of Building Engineering*, vol. 51, p. 104536, 2022.
- [6] P. Satyaprakash, P. Helmand and S. Saini, "Mechanical properties of concrete in presence of Iron filings as complete replacement of fine aggregates," *Materialstoday: proceedings*, vol. 15, no. 3, pp. 536-545, 2019.
- [7] J. Baalamurugan, G. Kumar, N. Prasad, R. Padmapriya, V. Karthick and K. Govindaraju , "Recycling of induction furnace steel slag in concrete for marine environmental applications towards ocean acidification studies," *International Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 19, no. 6, p. 5039–5048, 2022.
- [8] H. Garg y Satyaprakash, «Durability of concrete made with steel filings as a replacement of fine aggregate,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 49, nº 8, pp. 3217-3221, 2022.
- [9] T. Annunziata, S. Rosendahl, V. Colla, D. Algermissen, H. Granbom, U. Martini, A. Morillon and R. Pietruck, "Reuse and Recycling of By-Products in the Steel Sector: Recent Achievements Paving the Way to Circular Economy and Industrial Symbiosis in Europe," *Metals*, vol. 10, no. 3, p. 345, 2020.

- [10] A. J. Hussain and Z. Al-Khafaji, "Experimental investigation on applying waste iron filings in the engineering fields for protection the environment from contamination," *Materials Today: Proceedings*, vol. 61, pp. 794-798, 2022.
- [11] M. Yusuf, S. Shamsah, K. Al-Sodan y S. Lukman, «Effect of incorporating iron-filing waste on the properties of silica fume blended cement paste,» *Structural Concrete*, vol. 22, nº 1, p. 291–299, 2021.
- [12] Instituto Nacional de Estadística e Informática, Censos Nacionales 2017:XII de Población, VII de Vivienda, INEI, 2018.
- [13] L. Quesquen, «Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de muros de albañilería construidos con mortero convencional y mortero seco premezclado,» Chiclayo, 2023.
- [14] O. García, «Evaluación de propiedades mecánicas en muros de albañilería adicionando limaduras de acero al mortero convencional,» Pimentel, 2020.
- [15] J. Vásquez y J. Angulo, «Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun para verificar su uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo -2019,» Trujillo, 2019.
- [16] F. Olutoge, M. Onugba y A. Ocholi, «Strength Properties of Concrete Produced With Iron Filings as Sand Replacement,» *Br J Appl Sci Technol*, vol. 18, nº 6, pp. 1-6, 2017.
- [17] M. Yusuf, «Microstructure and strength of iron-filing Portland cement paste and morta,» *Magazine of Civil Engineering*, vol. 90, nº 6, p. 28–36, 2019.
- [18] J. Mohseni, M. Gholhaki, M. Sharbatdar and G. Pachideh, "An experimental investigation into the mechanical performance and microstructure of cementitious mortars containing recycled waste materials subjected to various environments," *Journal of Building Engineering*, vol. 61, pp. 105-275, 2022.
- [19] J. Norambuena, A. Cartes, I. Gonzales , M. Chavez and A. Kanellopoulos , "Effect of Metallic Waste Addition on the Physical and Mechanical Properties of Cement-Based Mortars," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 8, no. 6, 2018.

- [20] B. Fahad y K. Jassim, «Behaviour of cement mortar containing Iron waste powder as substitute for sand,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 737, nº 1, 2020.
- [21] B. Tayeh y D. Saffar, «Utilization of Waste Iron Powder as Fine Aggregate in Cement Mortar,» *Journal of Engineering Research and Technology*, vol. 5, nº 2, 2018.
- [22] J. Miah, K. Ali, P. Suvash, B. Adewumi, K. Sih y Š. Branko, «Effect of Recycled Iron Powder as Fine Aggregate on the Mechanical, Durability, and High Temperature Behavior of Mortars,» *Materials*, vol. 13, nº 5, 2020.
- [23] R. German y J. Perez, «Influencia de la limadura de hierro en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto fabricadas artesanalmente, Trujillo – 2020,» Trujillo, 2020.
- [24] K. Carreño y J. Purizaca, «Evaluación de la limadura de hierro en la resistencia del ladrillo artesanal en el centro poblado La Quinta, Sullana, Piura, 2022,» Callao, 2022.
- [25] F. Canales, «Análisis de la resistencia a la compresión axial y diagonal de un muro de mampostería y mortero de concreto con añadido de 2%, 4% Y 6% de virutas de acero reciclado. Lima 2021,» Lima, 2022.
- [26] C. Laurie y J. Rivero, «Diseño de concreto simple  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021,» Tarapoto, 2021.
- [27] J. Tovar, «Propiedades Mecánicas de Concreto con Viruta de Acero en Reemplazo Parcial del Agregado Fino,» Huancayo, 2022.
- [28] M. Villalobos, «Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando limaduras de acero,» Pimentel, 2018.
- [29] E.070, Albañilería, Lima, 2006.
- [30] A. San Bartolomé, D. Quiun and W. Silva, Diseño y construcción de estructuras, vol. 2, Lima: Fondo editorial, 2018.

- [31] D. Melquiades, «Predicción de la respuesta sísmica de muros de albañilería confinada empleando redes neuronales artificiales,» Lima, 2018.
- [32] NTP.399.613, «Unidades de albañilería,» 2005.
- [33] ASTM C150, Especificación estándar para Portland Cemento, West Conshohocken: ASTM International, 2012.
- [34] NTP 334.009, CEMENTOS. Cementos Portland, 5 ed., Lima, 2013.
- [35] ASTM C125, «Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates,» 2013.
- [36] D. Sánchez, Tecnología del concreto y del mortero, Quinta ed., Bogotá: Bhandar Editores LTDA, 2001, pp. 303-349.
- [37] S. Mendoza , «Diseño de mortero para albañilería incorporando vidrio reciclado triturado,» Chiclayo, 2020.
- [38] NTP 334.057, «CEMENTOS:Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland,» 2016.
- [39] A. Bustos, «Morteros ocn propiedades mejoradas de ductilidad por adición de fibras de vidrio, carbono y basalto,» Madrid, 2018.
- [40] M. Castope y M. Balarezo, «Evaluación de las Propiedades del mortero de Asentado elaborado con Porcelanato Reciclado, Lambayeque - 2020,» 2021.
- [41] G. Rivera, Concreto simple, Universidad del Cauca, 2013, pp. 41-42.
- [42] A. Pytel and F. Singer, Resistencia de Materiales, 4ta ed., México: Oxford, 2019, pp. 586-588.
- [43] G. Villareal, Resistencia de Materiales, Lima, 2018.
- [44] Ó. Palacio, Á. Chávez and Y. Velásquez, "Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados," *Tecnura*, vol. 21, no. 53, pp. 96-106, 2016.
- [45] F. Abanto, Tecnología del concreto, Lima: San Marcos, 2018, pp. 23-239.

- [46] E. Martínez, «Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados gruesos naturales y de concreto reciclado, Chiclayo 2020,» Pimentel, 2020.
- [47] NTP 400.012, «AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado,» 2013.
- [48] ASTM C 136-06, Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates, American Society of Testing and Materials, 2006, pp. 2-3.
- [49] ASTM C 29, Método de Ensayo Normalizado para determinar la densidad aparente ("peso unitario") e Índice de Huecos en los Áridos, 1997, pp. 1-2.
- [50] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Ensayo de Materai, Lima, 2016, pp. 309-310.
- [51] J. Paulino y R. Espino, «Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú,» Lima, 2017.
- [52] C. Mateus y D. Gelves, «Mecánica a compresión en morteros evaluación de resistencia en morteros de cemento con agregado RCD,» Bogota, 2020.
- [53] NTP 339.088, «CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland,» 2014.
- [54] L. Lopez y M. Morriel, «Propuesta de adición de perlitas de poliestireno en unidades de albañilería y mortero para incrementar la durabilidad en muros no portantes frente a las heladas en la ciudad de Cusco,» Lima, 2022.
- [55] I. Segura, A. Moragues and J. Anaya, "Caracterización microestructural de materiales base cemento mediante ensayos destructivos (Parte I)," *Archivo Digital UPM*, 2019.
- [56] J. Alvarado y A. Tafur, «Propiedades físico – mecánicas en morteros con fibra de acero trefilado para muros portantes, Cajamarca,» Cajamarca, 2020.
- [57] I. Santamaría, «Fabricación de morteros de albañilería con escoria negra de horno eléctrico de arco EAF y escoria blanca de horno cuchara LF,» Burgos, 2019.

- [58] Ecured, «Microscopio electrónico de barrido,» 29 Agosto 2019. [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/Microscopio\\_electr%C3%B3nico\\_de\\_barrido](https://www.ecured.cu/Microscopio_electr%C3%B3nico_de_barrido). [Último acceso: 6 octubre 2022].
- [59] M. Borja Suárez, «Metodología de Investigación Científica para ingenieros,» 2016.
- [60] J. Corona Lisboa, «Apuntes sobre métodos de investigación,» *Revista Scielo*, vol. 14, nº 1, 2019.
- [61] E. Bologna, «Métodos estadísticos de investigación,» Brujas, 2018.
- [62] V. Velasco Rodríguez, Muestreo y tamaño de la muestra. Una guía práctica para personal de salud que realiza investigación,, El Cid Editor, 2003.
- [63] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, «Metodología de la investigación científica,» Mc Grawll, Lima, 2019.
- [64] NTP 400.017, «AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados,» 2011.
- [65] NTP 400.022, «AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino,» 2021.
- [66] NTP 339.185, «AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado,» 2013.
- [67] NTP 399.604, «Unidades de Albañilería - Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto,» 2002.
- [68] NTP 399.610, «UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Especificación normalizada para morteros,» 2018.
- [69] NTP 334.051, «CEMENTOS. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado,» 2022.
- [70] NTP 334.003, «Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica,» 1998.

- [71] NTP 334.120, «CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico,» 2016.
- [72] NTP 399.605, «UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería,» 2018.
- [73] NTP 334.129, «CEMENTOS. Método de ensayo en laboratorio para la determinación de la resistencia a la adherencia por flexión de elementos de,» 2016.
- [74] NTP 399.621, «UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería,» 2004.
- [75] Universidad Señor de Sipan S.A.C., «Codigo de ética para la investigación de la Universidad Señor S.A.C.,» Pimentel, 2023.
- [76] G. Ortega , «Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación,» *Journal of the Selva Andina Research Society*, vol. 8, nº 2, 2020.
- [77] S. Olawale, M. Kareem, H. Muritala, A. Adebajo, O. Alabi, O. Olawuyi and O. Fadipe, "Utilization of Iron Filings as Partial Replacements for Sand in Self-Compacting Concrete," *Tanzania Journal of Science*, vol. 47, no. 3, p. 906–916, 2021.



## **ANEXOS**

<b>ANEXO I.</b> Informe de laboratorio de estudio de canteras .....	98
<b>ANEXO II.</b> Informe de ensayos realizados a las limaduras de acero .....	113
<b>ANEXO III.</b> Informe del laboratorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.....	118
<b>ANEXO IV.</b> Informe de laboratorio de materiales de los ensayos aplicados a las unidades de albañilería .....	121
<b>ANEXO V.</b> Informe del diseño de mezcla del mortero patrón y modificado .....	142
<b>ANEXO VI.</b> Informe del ensayo de fluidez y de resistencia a la compresión y flexión del mortero .....	151
<b>ANEXO VII.</b> Informe del ensayo de resistencia a la compresión axial, resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería y compresión diagonal en muretes de albañilería.....	167
<b>ANEXO VIII.</b> Análisis estadístico para determinar le optimo porcentaje de limaduras de acero .....	188
<b>ANEXO IX.</b> Informe del ensayo del análisis de las características microestructurales del mortero patrón y mortero con 5% de limaduras de acero recicladas .....	208
<b>ANEXO X.</b> Encuesta sobre limaduras de acero.....	220
<b>ANEXOS XI.</b> Análisis de costos para mortero patrón y mortero remplazando limaduras de acero por agregado fino .....	224
<b>ANEXO XII.</b> Certificados de calibración de los equipos del laboratorio .....	226
<b>ANEXO XIII.</b> Fichas de juicios de expertos .....	248
<b>ANEXO XIV.</b> Informe estadístico de validez .....	259
<b>ANEXO XV.</b> Evidencia de ejecución .....	264

# ANEXO I. Informe de laboratorio de estudio de canteras

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.



## INFORME DE ENSAYO

Página: 01 de 01

TÍTULO DE YESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023

FECHA EMISIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO

NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

#### REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LA VICTORIA - PÁTAPO,

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA

FECHA DE ENSAYO: 28/04/2023

PRESENTACIÓN: 1 saco de Arena

CANTIDAD: 30 Kg. Aprox.

TAMIZ		PESO	PORCENTAJE		% RET.	ESPECIFICACIÓN		RESULTADOS OBTENIDOS	
Pulg.	mm.	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 400.037			
2"	50.000						PESO MUESTRA SECA: 600.0 g		
1 1/2"	38.000						TAMAÑO MÁXIMO: 4.75 N° 04		
1"	25.000						TAMAÑO MÁX. NOMINAL: 2.36 N° 08		
3/4"	19.000						MODULO DE FINEZA: (Adimensional) 2.430		
1/2"	19.000						PESO UNITARIO SUELTO SECO: 1350 kg/m <sup>3</sup>		
3/8"	9.500					100 - 100	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO: 1546 kg/m <sup>3</sup>		
N° 04	4.750				100.0	95 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA: 2756 kg/m <sup>3</sup>		
N° 08	2.360	30.0	5.0	5.0	95.0	80 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA SAT. SUP. SECO: 2789 kg/m <sup>3</sup>		
N° 16	1.180	126.0	21.1	26.1	73.9	50 - 85	PESO ESPECÍFICO APARENTE: 2850 kg/m <sup>3</sup>		
N° 30	0.600	144.3	24.1	50.2	49.8	25 - 60	CONTENIDO DE HUMEDAD: 1.72 %		
N° 50	0.300	125.4	20.9	71.1	28.9	10 - 30	ABSORCIÓN: 1.21 %		
N° 100	0.150	117.2	19.5	90.6	9.4	2 - 10	Partícula menor a 75 µm (malla N°200): 2.63 %		
N° 200	0.074	40.5	6.8	97.4	2.6	---			
FONDO		15.8	2.6	100.0	0.0				

#### CURVA GRANULOMETRICA



#### OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación y ensayo realizados por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 JOSE AMBAL TOMAPARCA PANTA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023 FECHA EMISION: lunes, 1 de mayo de 2023

**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS**  
 NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LA VICTORIA - PÁTAPO. MUESTRA: ARENA ZARANDEADA. FECHA DE ENSAYO : 28/04/2023  
 PRESENTACIÓN: 1 saco de Arena CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

DATOS DEL PESO UNITARIO	PESOS UNITARIOS				
	SUELTO		COMPACTADO		
1.- Peso de la muestra + recipiente	g.	6435	6471	6959	7078
2.- Peso del recipiente	g.	2550.5	2550.5	2550.5	2550.5
3.- Peso del agregado	g.	3885	3921	4409	4528
4.- Constante ó Volumen	m3	0.00284	0.00284	0.00284	0.00284
5.- Peso unitario suelto húmedo	kg/m3	1367	1380	1552	1594
DATOS DE HUMEDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD			
A.- Peso de la muestra húmeda	g.	654.0		580.0	
B.- Peso de muestra seca	g.	644.7		570.7	
C.- Peso del recipiente	g.	81.0		50.0	
D.- Contenido de humedad	%	1.65		1.79	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	1.72			

**PESO UNITARIO SUELTO: 1350 kg/m3**  
**PESO UNITARIO COMPACTADO: 1546 kg/m3**

OBSERVACIONES: Muestreo e identificación y ensayo realizados por el laboratorio.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.  
 JORGE ARNAL TOMAPARCA PANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023 FECHA EMISION: Lunes, 1 de mayo de 2023

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (Tamiz N°200) POR LAVADO EN NORMA: N.T.P. 400,018 / ASTM C-117

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LA VICTORIA - PÁTAPO. MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
PRESENTACIÓN: ARENA ZARANDEADA CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO: 28/04/2023

DATOS DE LOS ENSAYOS	ENSAYOS
1.- Número de tara	N° 1
2.- Peso de la muestra seca	600.0 g
3.- Peso de la muestra lavada seca	584.3 g
4.- Peso de la muestra menor a la malla N°200	15.8 g
5.- Pasante por la malla N°200	2.63 %

PASANTE POR LA MALLA N°200 = 2.63 %

OBSERVACIONES: Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

JOSÉ ABRAHAM JONAPASC PANTA  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023 FECHA EMISIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
 NORMA: N.T.P. 400.022 / ASTM C-128

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN: LA VICTORIA - PÁTAPO. MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: 1 saco de Arena CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO: 29/04/2023

DATOS DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		MUESTRA - 01	Muestra - 02
A	Peso del picnómetro + agua aforado	653.7 g	657.1 g
B	Peso de la muestra seca al horno	493.6 g	494.5 g
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	500.0 g	500.0 g
D	Peso de picnómetro + agua aforado + muestra	974.5 g	977.7 g
1.-	Peso específico de masa	2.75 g/cm <sup>3</sup>	2.76 g/cm <sup>3</sup>
2.-	Peso específico de masa saturada superficialmente seca	2.79 g/cm <sup>3</sup>	2.79 g/cm <sup>3</sup>
3.-	Peso específico aparente	2.86 g/cm <sup>3</sup>	2.84 g/cm <sup>3</sup>
4.-	Absorción de agua	1.30 %	1.11 %

PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2756 kg/m <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIE SECA:	2789 kg/m <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO APARENTE:	2850 kg/m <sup>3</sup>
ABSORCIÓN DE AGUA:	1.21 %

OBSERVACIONES:  
 - Muestreo e identificación en el laboratorio del control de calidad.  
  
 JORGE ARRIAL TOMARPARCA PANTA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023 FECHA EMISION: lunes, 1 de mayo de 2023

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO**

NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LA VICTORIA - PÁTAPO. MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: 1 saco de Arena CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 28/04/2023

DATOS DEL ENSAYO	N° 1	N° 2
Peso del suelo húmedo + tara	654.0	580.0
Peso del suelo seco + tara	644.7	570.7
Peso de tara	81.0	50.0
Peso de agua	9.3 g	9.3 g
Peso de suelo seco	563.7 g	520.7 g
Contenido de agua	1.65 %	1.79 %
Promedio del contenido de agua	1.72 %	

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 1.72 %**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE ADRIAL TORMAPARCA PANTA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Raiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023 FECHA EMISIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023

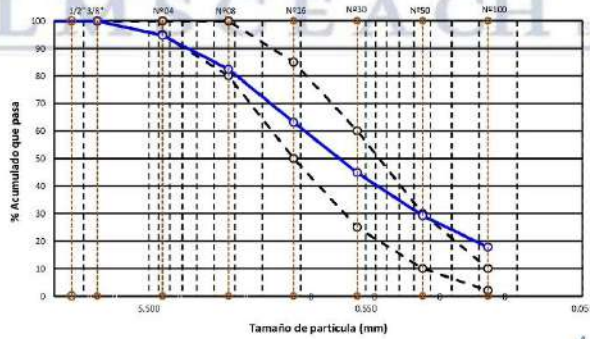
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO**  
 NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: CANTERA PACHELREZ - PUCALÁ MUESTRA: ARENA ZARANDÉADA  
 PRESENTACIÓN: 1 SACO DE ARENA. CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 28/04/2023

TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN NTP 400.037	RESULTADOS OBTENIDOS
Pulg.	mm.						
2"	50.000						PESO MUESTRA SECA: 566.3 g
1 1/2"	38.000						TAMAÑO MÁXIMO: 9.50 3/8"
1"	25.000						TAMAÑO MÁX. NOMINAL: 4.75 Nº 04
3/4"	19.000						MODULO DE FINEZA: (dimensional) 2.680
1/2"	12.500						PESO UNITARIO SUELTO SECO: 1539 kg/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.0	100 - 100	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO: 1782 kg/m <sup>3</sup>
Nº 04	4.750	30.3	5.4	5.4	94.6	95 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA: 2599 kg/m <sup>3</sup>
Nº 08	2.360	69.2	12.2	17.6	82.4	80 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA SAT. SUP. SECO: 2636 kg/m <sup>3</sup>
Nº 16	1.180	109.3	19.3	36.9	63.1	50 - 85	PESO ESPECÍFICO APARENTE: 2700 kg/m <sup>3</sup>
Nº 30	0.600	103.5	18.3	55.1	44.9	25 - 60	CONTENIDO DE HUMEDAD: 0.80%
Nº 50	0.300	88.7	15.7	70.8	29.2	10 - 30	ABSORCIÓN: 1.43%
Nº 100	0.150	64.7	11.4	82.2	17.8	2 - 10	Partícula menor a 75 µm (malla Nº200) 11.43%
Nº 200	0.074	35.9	6.3	88.6	11.4		
FONDO		64.7	11.4	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:  
 - Muestreo e identificación y ensayos realizados por el cliente.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JOSE ANTONIO TAMAYO PASTA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS:

TESISTA:

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023

FECHA EMISION: lunes, 1 de mayo de 2023

**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS**

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: CANTERA PACHERREZ - PUCALÁ

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA

PRESENTACIÓN: 1 SACO DE ARENA

CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

FECHA DE ENSAYO: 28/04/2023

DATOS DEL PESO UNITARIO	PESOS UNITARIOS				
	SUELTO		COMPACTADO		
1.- Peso de la muestra + recipiente	g.	6967	6946	7414	7438
2.- Peso del recipiente	g.	2550.5	2550.5	2550.5	2550.5
3.- Peso del agregado	g.	4417	4396	4864	4888
4.- Constante ó Volumen	m <sup>3</sup>	0.00284	0.00284	0.00284	0.00284
5.- Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1555	1547	1712	1720
DATOS DE HUMEDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD			
A.- Peso de la muestra húmeda	g.	1314.0		1535.0	
B.- Peso de muestra seca	g.	1310.0		1529.0	
C.- Peso del recipiente	g.	837.0		735.0	
D.- Contenido de humedad	%	0.85		0.76	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	0.80			

**PESO UNITARIO SUELTO: 1539 kg/m<sup>3</sup>**

**PESO UNITARIO COMPACTADO: 1702 kg/m<sup>3</sup>**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

  
**LMSCEACH**  
 S.A.S.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JOSFA ARMAS  
 TECNÓLOGA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
  
 Miguel Ángel Ruiz Perates  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904





INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023. FECHA EMISION: lunes, 1 de mayo de 2023

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (Tamiz N°200) POR LAVADO EN NORMA: N.T.P. 400,018 / ASTM C-117**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: CANTERA PACHEHERREZ - PUCALÁ MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: ARENA ZARANDEADA CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 28/04/2023

DATOS DE LOS ENSAYOS	ENSAYOS
1.- Número de tara	N° 1
2.- Peso de la muestra seca	566.3 g
3.- Peso de la muestra lavada seca	501.6 g
4.- Peso de la muestra menor a la malla N°200	64.7 g
5.- Pasante por la malla N°200	11.43 %

**PASANTE POR LA MALLA N°200 = 11.43 %**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

JORGE AMAL TAMAPASCA PANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS:

TESISTA:

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023

FECHA EMISION: lunes, 1 de mayo de 2023

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
NORMA: N.T.P. 400.022 / ASTM C-128

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: CANTERA PACHERREZ - PUCALÁ

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA

PRESENTACIÓN: 1 SACO DE ARENA

CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

FECHA DE ENSAYO : 28/04/2023

DATOS DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		MUESTRA - 01	Muestra - 02
A	Peso del picnómetro + agua aforado	649.7 g	647.1 g
B	Peso de la muestra seca al horno	394.2 g	394.5 g
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	400.0 g	400.0 g
D	Peso de picnómetro + agua aforado + muestra	897.9 g	895.4 g
1.- Peso específico de masa		2.60 g/cm <sup>3</sup>	2.60 g/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa saturada superficialmente seca		2.64 g/cm <sup>3</sup>	2.64 g/cm <sup>3</sup>
3.- Peso específico aparente		2.70 g/cm <sup>3</sup>	2.70 g/cm <sup>3</sup>
4.- Absorción de agua		1.47 %	1.39 %
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA:</b>		<b>2599 kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIE SECA:</b>		<b>2636 kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE:</b>		<b>2700 kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>ABSORCIÓN DE AGUA:</b>		<b>1.43 %</b>	

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

  
LMSCEACH  
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
  
Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS:

TESISTA:

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023

FECHA EMISIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO**

NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: CANTERA PACHERREZ - PUCALÁ

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA

PRESENTACIÓN: 1 SACO DE ARENA

CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

FECHA DE ENSAYO : 18/04/2023

DATOS DEL ENSAYO	N° 1	N° 2
Peso del suelo húmedo + tara	1314.0 g	1535.0 g
Peso del suelo seco + tara	1310.0 g	1529.0 g
Peso de tara	837.0 g	735.0 g
Peso de agua	4.0 g	6.0 g
Peso de suelo seco	473.0 g	794.0 g
Contenido de agua	0.85 %	0.76 %
Promedio del contenido de agua	<b>0.80 %</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 0.80 %</b>		

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE ARRIAL TOMAPASKA PANTA  
 TEO. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: 'INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL'

TESISTA: CARRASCO FLORES JOSÉ HOMERO

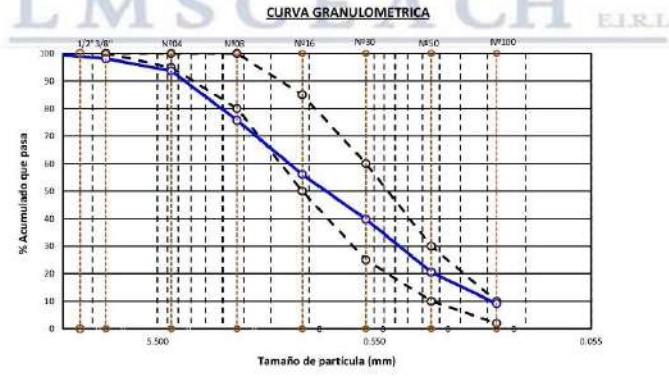
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023

FECHA EMISIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO**  
 NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN NTP 400.037	RESULTADOS OBTENIDOS
Pulg.	mm.						
2"	50.000						PESO MUESTRA SECA: 881.4 g
1 1/2"	38.000						TAMAÑO MÁXIMO: 19.00 1/2"
1"	25.000						TAMAÑO MÁX. NOMINAL: 9.50 3/8"
3/4"	19.000						MODULO DE FINEZA: (Adimensional) 3,069
1/2"	19.000				100.0		PESO UNITARIO SUELTO SECO: 1596 kg/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500	15.9	1.8	1.8	98.2	100 - 100	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO: 1769 kg/m <sup>3</sup>
Nº 04	4.750	39.9	4.5	6.3	93.7	95 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA: 2529 kg/m <sup>3</sup>
Nº 08	2.360	158.0	17.9	24.3	75.7	80 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA SAT. SUP. SECO: 2569 kg/m <sup>3</sup>
Nº 16	1.180	173.3	19.7	43.9	56.1	50 - 85	PESO ESPECÍFICO APARENTE: 2634 kg/m <sup>3</sup>
Nº 30	0.600	143.6	16.3	60.2	39.8	25 - 60	CONTENIDO DE HUMEDAD: 1.29 %
Nº 50	0.300	169.8	19.3	79.5	20.5	10 - 30	ABSORCIÓN: 1.59 %
Nº 100	0.150	100.8	11.4	90.9	9.1	2 - 10	Partícula menor a 75 µm (malla Nº200) 3.09 %
Nº 200	0.074	52.9	6.0	96.9	3.1	---	
FONDO		27.2	3.1	100.0	0.0		



OBSERVACIONES:  
 - Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO E.I.R.L.  
 JOSE ANTONIO TAMAYO / PANTA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246604



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS:

TESISTA:

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023

FECHA EMISION: lunes, 1 de mayo de 2023

**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS**

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: TRES TOMAS - FERREÑAFE.

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA

PRESENTACIÓN: 1 SACO DE ARENA

CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

FECHA DE ENSAYO : 28/04/2023

DATOS DEL PESO UNITARIO		PESOS UNITARIOS			
		SUELTO		COMPACTADO	
1.- Peso de la muestra + recipiente	g.	7131	7156	7620	7660
2.- Peso del recipiente	g.	2550,5	2550,5	2550,5	2550,5
3.- Peso del agregado	g.	4581	4606	5070	5110
4.- Constante ó Volumen	m <sup>3</sup>	0.00284	0.00284	0.00284	0.00284
5.- Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1612	1621	1784	1798
DATOS DE HUMEDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD			
A.- Peso de la muestra húmeda	g.	560,6		687,5	
B.- Peso de muestra seca	g.	552,8		679,5	
C.- Peso del recipiente	g.	0,0		0,0	
D.- Contenido de humedad	%	1,41		1,18	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	1.29			

**PESO UNITARIO SUELTO: 1596 kg/m<sup>3</sup>**

**PESO UNITARIO COMPACTADO: 1769 kg/m<sup>3</sup>**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

JORGE ANGEL TOMARBARCA PANTA.  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Ferales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: 0  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023 FECHA EMISION: lunes, 1 de mayo de 2023

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (Tamiz N°200) POR LAVADO EN NORMA: N.T.P. 400,018 / ASTM C-117**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: TRES TOMAS - FERREÑAFE. MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: ARENA ZARANDEADA CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 28/04/2023

DATOS DE LOS ENSAYOS	ENSAYOS
1.- Número de tara	N° 1
2.- Peso de la muestra seca	881.4 g
3.- Peso de la muestra lavada seca	854.2 g
4.- Peso de la muestra menor a la malla N°200	27.2 g
5.- Pasante por la malla N°200	3.09 %

**PASANTE POR LA MALLA N°200 = 3.09 %**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO  
 JORGE ADRIAL TOMAPASCÁ PANTA  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS




Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS:

TESISTA:

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAVEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023

FECHA EMISION: lunes, 1 de mayo de 2023

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
NORMA: N.T.P. 400.022 / ASTM C-128

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: TRES TOMAS - FERREÑAFE.

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA

PRESENTACIÓN: 1 SACO DE ARENA

CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

FECHA DE ENSAYO : 28/04/2023

DATOS DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		MUESTRA - 01	Muestra - 02
A	Peso del picnómetro + agua aforado	653.7 g	651.1 g
B	Peso de la muestra seca al horno	393.8 g	393.7 g
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	400.0 g	400.0 g
D	Peso de picnómetro + agua aforado + muestra	897.9 g	895.4 g
1.-	Peso específico de masa	2.53 g/cm <sup>3</sup>	2.53 g/cm <sup>3</sup>
2.-	Peso específico de masa saturada superficialmente seca	2.57 g/cm <sup>3</sup>	2.57 g/cm <sup>3</sup>
3.-	Peso específico aparente	2.63 g/cm <sup>3</sup>	2.64 g/cm <sup>3</sup>
4.-	Absorción de agua	1.57 %	1.60 %
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA:</b>		<b>2529 kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIE SECA:</b>		<b>2569 kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE:</b>		<b>2634 kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>ABSORCIÓN DE AGUA:</b>		<b>1.59 %</b>	

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
JORGE ARRIAL TOMARPARCA PANTA.  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS:

TESISTA:

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de abril de 2023

FECHA EMISION: lunes, 1 de mayo de 2023

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO**

NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: TRES TOMAS - FERREÑAFE.

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA

PRESENTACIÓN: 1 SACO DE ARENA

CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

FECHA DE ENSAYO : 28/04/2023

DATOS DEL ENSAYO	N° 1	N° 2
Peso del suelo húmedo + tara	560.6 g	687.5 g
Peso del suelo seco + tara	552.8 g	679.5 g
Peso de tara	0.0 g	0.0 g
Peso de agua	7.8 g	8.0 g
Peso de suelo seco	552.8 g	679.5 g
Contenido de agua	1.41 %	1.18 %
Promedio del contenido de agua	<b>1.29 %</b>	

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL =</b>	<b>1.29 %</b>
---------------------------------------	---------------

OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

  
**LMSCEACH**  
 JORGE ARRIAL TOMAPASCÁ PANTA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



## ANEXO II. Informe de ensayos realizados a las limaduras de acero

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.



### INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

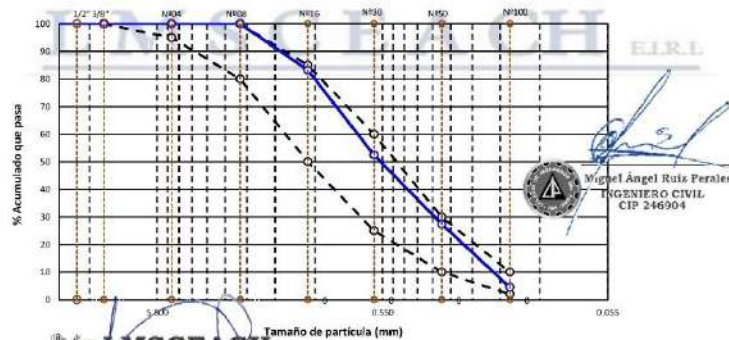
TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESTISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 FECHA RECEPCIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023. FECHA EMISIÓN: jueves, 4 de mayo de 2023.

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO NORMA: N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN: Taller/Torniería - "Sr de los Milagros"  
 MUESTRA: Limaduras de acero  
 PRESENTACIÓN: 1 saco de Limaduras de acero  
 CANTIDAD: 30 Kg. Aprox.  
 FECHA DE ENSAYO: 01/05/2023

TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN NTP 400.037	RESULTADOS OBTENIDOS	
Pulg.	mm.							
2"	50.000						PESO MUESTRA SECA:	600.0 g
1 1/2"	38.000						TAMAÑO MÁXIMO:	4.75 Nº 04
1"	25.000						TAMAÑO MÁX. NOMINAL:	2.36 Nº 08
3/4"	19.000						MODULO DE FINEZA: (Adimensional)	2.324
1/2"	19.000						PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1420 kg/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100 - 100		PESO UNITARIO COMPACTADO SECO:	1752 kg/m <sup>3</sup>
Nº 04	4.750				100.0	95 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA:	3877 kg/m <sup>3</sup>
Nº 08	2.360	0.0	0.0	0.0	100.0	80 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA SAT. SUP. SECO:	3916 kg/m <sup>3</sup>
Nº 16	1.180	100.8	16.8	16.8	83.2	50 - 85	PESO ESPECÍFICO APARENTE:	4035 kg/m <sup>3</sup>
Nº 30	0.600	184.3	30.7	47.5	52.5	25 - 60	CONTENIDO DE HUMEDAD:	0.30 %
Nº 50	0.300	150.4	25.1	72.6	27.4	10 - 30	ABSORCIÓN:	1.01 %
Nº 100	0.150	137.2	22.9	95.5	4.5	2 - 10	Partícula menor a 75 µm (malla Nº 200)	1.12 %
Nº 200	0.074	20.5	3.4	98.9	1.1	— —	Color:	Griáceo
FONDO		6.7	1.1	100.0	0.0			

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:  
 - fue steen e identificación y ensayos realizados por el col. Jorge  
 JORGE ANÍBAL TOMAPASCA PANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** lunes, 1 de mayo de 2023 **FECHA EMISION:** jueves, 4 de mayo de 2023

**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS**  
 NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

REFERENCIA DE LA MUESTRA

**IDENTIFICACIÓN:** Taller/Tornaría - "Sr de los Milagros" **MUESTRA:** Limaduras de acero  
**PRESENTACIÓN:** 1 saco de Limaduras de acero **CANTIDAD:** 30 Kg. Aprox. **FECHA DE ENSAYO:** 01/05/2023

DATOS DEL PESO UNITARIO		PESOS UNITARIOS			
		SUELTO		COMPACTADO	
1.- Peso de la muestra + recipiente	g.	6613	6580	7540	7545
2.- Peso del recipiente	g.	2550.5	2550.5	2550.5	2550.5
3.- Peso del agregado	g.	4063	4030	4990	4995
4.- Constante ó Volumen	m <sup>3</sup>	0.00284	0.00284	0.00284	0.00284
5.- Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1430	1418	1756	1758
DATOS DE HUMEDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD			
A.- Peso de la muestra húmeda	g.	721.5		721.5	
B.- Peso de muestra seca	g.	719.4		720.0	
C.- Peso del recipiente	g.	121.5		121.5	
D.- Contenido de humedad	%	0.35		0.25	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	0.30			

**PESO UNITARIO SUELTO:** 1420 kg/m<sup>3</sup>  
**PESO UNITARIO COMPACTADO:** 1752 kg/m<sup>3</sup>

**OBSERVACIONES:** Muestreo e identificación y ensayo realizados por el laboratorio.

JORGE ARBAL TEMAPASCA PANTA  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROSTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBANILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023 FECHA EMISION: Jueves, 4 de mayo de 2023

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (Tamiz N°200) POR LAVADO EN NORMA: N.T.P. 400,018 / ASTM C-117**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Taller/Tornaría - "Sr de los Milagros" MUESTRA: Limaduras de acero  
 PRESENTACIÓN: Limaduras de acero CANTIDAD: 30 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 01/05/2023

DATOS DE LOS ENSAYOS	ENSAYOS
1.- Número de tara	N° 1
2.- Peso de la muestra seca	600.0 g
3.- Peso de la muestra lavada seca	593.3 g
4.- Peso de la muestra menor a la malla N°200	6.7 g
5.- Pasante por la malla N°200	1.12 %

**PASANTE POR LA MALLA N°200 = 1.12 %**

OBSERVACIONES: - Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 JORGE ARNAL TOMAPASCA PANTA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y FAVUMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: Lunes, 1 de mayo de 2023 FECHA EMISION: jueves, 4 de mayo de 2023

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
 NORMA: N.T.P. 400.022 / ASTM C-128

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN: Taller/Torneería - "Sr de los Milagros" MUESTRA: Limaduras de acero  
 PRESENTACIÓN: 1 saco de Limaduras de acero CANTIDAD: 30 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 01/05/2023

DATOS DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		MUESTRA - 01	Muestra - 02
A	Peso del picnómetro + agua aforado	653.7 g	651.1 g
B	Peso de la muestra seca al horno	39.7 g	39.6 g
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	40.1 g	40.0 g
D	Peso de picnómetro + agua aforado + muestra	683.4 g	681.0 g
1.- Peso específico de masa		3.82 g/cm <sup>3</sup>	3.94 g/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa saturada superficialmente seca		3.86 g/cm <sup>3</sup>	3.98 g/cm <sup>3</sup>
3.- Peso específico aparente		3.97 g/cm <sup>3</sup>	4.10 g/cm <sup>3</sup>
4.- Absorción de agua		1.01 %	1.01 %

<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA:</b>	<b>3877 kg/m3</b>
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIE SECA:</b>	<b>3916 kg/m3</b>
<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE:</b>	<b>4035 kg/m3</b>
<b>ABSORCIÓN DE AGUA:</b>	<b>1.01 %</b>

OBSERVACIONES:  
 - Muestreo e identificación



JORGE ANÍBAL TOMAPASC PANTÁ.  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: Lunes, 1 de mayo de 2023 FECHA EMISIÓN: jueves, 4 de mayo de 2023

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO**

NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Taller/Tornaría - "Sr de los Milaj MUESTRA: Limaduras de acero  
 PRESENTACIÓN: 1 saco de Limaduras de acero CANTIDAD: 30 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 01/05/2023

DATOS DEL ENSAYO	N° 1	N° 2
Peso del suelo húmedo + tara	721.5	721.5
Peso del suelo seco + tara	719.4	720.0
Peso de tara	121.5	121.5
Peso de agua	2.1 g	1.5 g
Peso de suelo seco	597.9 g	598.5 g
Contenido de agua	0.35 %	0.25 %
Promedio del contenido de agua	<b>0.30 %</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 0.30 %</b>		

OBSERVACIONES: Muestreo e identificación satisfactoria.

JOSÉ ARNALDO TOMAPASCÁ PANTA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Peralta  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

## ANEXO III. Informe del laboratorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**

**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N° 03 - LAQ/2023**

**Análisis de limaduras de acero por FRXDE**

### **Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) esta muestra de limaduras de hierro a pedido del Sr. Carrasco Flores, José Homero, como parte de su proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil a ser sustentada en la Universidad Señor de Sipán, que se titula:

**“Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para Uso en Albañilería Estructural.”**

.La muestra de limaduras de acero se encuentran en forma de grano grueso de color negro.

### **Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 5 $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo de 500 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 2000 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como





**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X dispersados de oro por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

**Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de limaduras de acero. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 14 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón (Ar), que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En este espectro se observa un pico de Ar intenso, lo cual puede indicar que el Ar del aire se ha difundido dentro de la muestra. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de K, seguido de los picos de Ca y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X. La Tabla 1. muestra los resultados del análisis elemental cuantitativo de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total de la muestra, que es enteramente





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

metálica. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

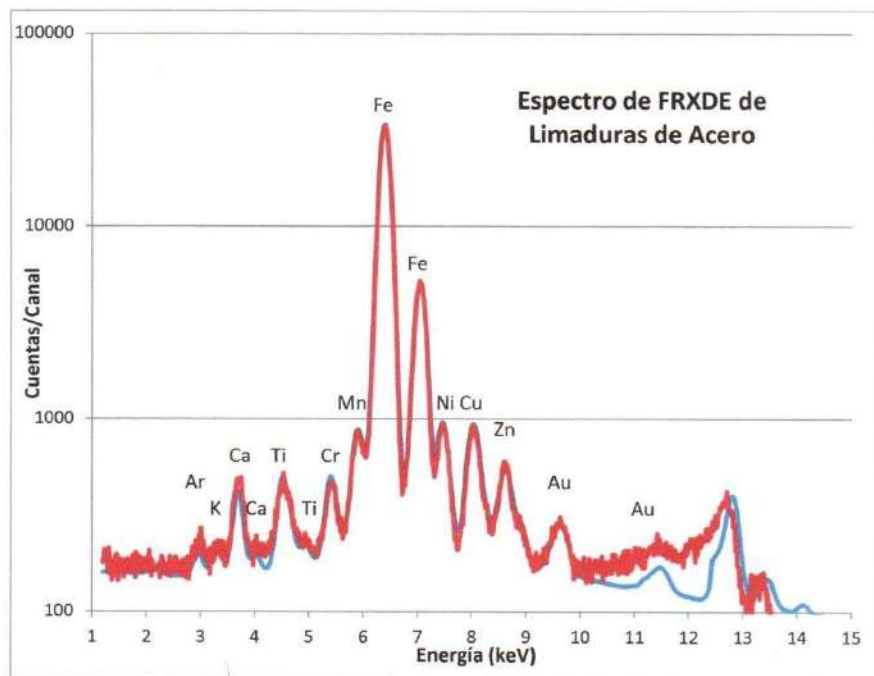


Figura 1. Espectro de FRXDE de limaduras de acero en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado







**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

Tabla 1. Composición elemental de las limaduras de acero en % de la masa total.

Elemento	Concentración % masa
K	0.62
Ca	1.81
Ti	1.30
Cr	0.80
Mn	1.38
Fe	85.47
Ni	3.70
Cu	3.53
Zn	1.39
Total	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 29 de mayo del 2023



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO,  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023  
 FECHA EMISION: sábado, 3 de junio de 2023

UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Medida del tamaño)

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK.  
 PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)
1	LAD-101	229	123	90
2	LAD-102	229	125	89
3	LAD-103	229	123	90
4	LAD-104	229	123	90
5	LAD-105	229	126	90
6	LAD-106	230	127	91
7	LAD-107	230	124	90
8	LAD-108	229	124	91
9	LAD-109	228	126	90
10	LAD-110	231	124	91
PROMEDIO:		229.1	124.6	89.9

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 Huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Lark
Procedencia:	Nacional

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.



INFORME DE ENSAYO

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO,  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** lunes, 1 de mayo de 2023 **FECHA EMISIÓN:** sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación de medida del alabeo)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK.  
**PRESENTACIÓN:** 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	CARA A		CARA B	
		CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
1	LAD-101	0.00	0.90	0.00	1.05
2	LAD-102	0.00	1.15.00	0.00	1.10
3	LAD-103	0.00	1.15	0.00	1.20
4	LAD-104	0.00	1.05	0.00	1.00
5	LAD-105	0.00	1.20	0.00	1.20
6	LAD-106	0.00	0.80	0.00	0.90
7	LAD-107	0.00	1.10	0.00	1.15
8	LAD-108	0.00	1.10	0.00	1.10
9	LAD-109	0.00	1.00	0.00	0.90
10	LAD-110	0.00	1.10	0.00	1.20

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Lark
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO	
CONCAVO:	0.00
CONVEXO:	6.76

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO  
 JORGE JIRAL TOMAYAGA/PAJTA.  
 TÉCNICO EN SUELOS Y FUNDACIONES

  
  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

TESISTA:

CARRASCO FLORES JOSE HOMERO.

UBICACIÓN:

DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN:

lunes, 1 de mayo de 2023

FECHA EMISION: sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Medida del área de vacíos en unidades perforadas)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK.

PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (mm) (l)	ANCHO (mm) (a)	ALTURA (mm) (h)	VOLUMEN LADRILLO (Vu) (cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD (cm <sup>3</sup> ) (d)	PESO ARENA (g.)	VOLUMEN ARENA (Vs)	ÁREA DE VACÍOS (%)
1	LAD-101	228.6	123.1	89.75	2524.0	1.479	1290.9	872.6	34.6
2	LAD-102	229.1	125.2	89.25	2538.4	1.479	1300.2	878.9	34.4
3	LAD-103	228.5	123.1	90.25	2537.6	1.479	1314.5	888.5	35.0
4	LAD-104	228.6	123.4	89.50	2524.7	1.479	1341.9	907.1	35.9
5	LAD-105	229.3	126.5	89.55	2596.5	1.479	1337.7	904.2	34.8
6	LAD-106	230.1	126.8	90.50	2638.9	1.479	1298.5	877.7	33.3
7	LAD-107	229.6	123.6	89.50	2538.3	1.479	1304.7	881.9	34.7
8	LAD-108	228.5	124.5	90.50	2573.5	1.479	1305.6	882.5	34.3
9	LAD-109	228.1	126.4	90.00	2593.8	1.479	1303.8	881.3	34.0
10	LAD-110	230.8	123.7	90.50	2582.2	1.479	1312.8	887.4	34.4
PROMEDIO:									34.5

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marcas:	Lark
Procedencia:	Nacional

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.





INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSÉ HOMERD.  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** lunes, 1 de mayo de 2023

**FECHA EMISIÓN:** sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación del peso)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK.

**PRESENTACIÓN:** 10 Unidades.

**FECHA DEL ENSAYO:** 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	PESO SECO (g)
1	LAD-101	2678.1
2	LAD-102	2713.7
3	LAD-103	2746.3
4	LAD-104	2708.5
5	LAD-105	2695.5

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Materia:	Arcilla
Marca:	Lark
Procedencia:	Nacional

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

JORGE ARROYO FOMADARCA PARTA  
 T.C. DE SUELOS Y PAQUETOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSÉ HOMERO.  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: Lunes, 1 de mayo de 2023  
 FECHA EMISIÓN: sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación de porcentaje de absorción)**  
 ( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARIK.  
 PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 02/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	PESO SATURADO A 24 HORAS (g)	PESO SECO (g)	ABSORCIÓN (%)
1	LAD-101	2960	2678.1	10.5%
2	LAD-102	3020	2713.7	11.3%
3	LAD-103	3070	2746.3	11.8%
4	LAD-104	3015	2708.5	11.3%
5	LAD-105	3000	2695.5	11.3%

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Larik
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO:	11.2%
DESV. ESTÁNDAR:	0.5%
CORREGIDO:	10.7%

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
 JOSÉ ARNALDO TOMAPASA PARITA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Fereles**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 245904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO.  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023  
 FECHA EMISIÓN: sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación del periodo inicial de absorción (SUCCIÓN))**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK.  
 PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 03/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	SUCCIÓN (g/200cm <sup>2</sup> /min)
1	LAD-101	22.855	12.305	3560	3590	21.33
2	LAD-102	22.905	12.515	3760	3840	55.82
3	LAD-103	22.85	12.305	3670	3760	64.02
4	LAD-104	22.86	12.34	3670	3740	49.63
5	LAD-105	22.93	12.645	3510	3560	34.49

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Lark
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO:	45.06
DESV. ESTÁNDAR:	17.11
CORREGIDO:	<b>27.95</b>

OBSERVACIONES:  
 - Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

JORGE ARRIETA TAPASCO PANTA.  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO.  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** lunes, 1 de mayo de 2023 **FECHA EMISIÓN:** sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Resistencia a la compresión)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK.  
**PRESENTACIÓN:** 10 Unidades.

**FECHA DEL ENSAYO:** 07/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA BRUTA (CM <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>b</sub> (Mpa)
1	LAD-101	22.855	12.305	281.2	68697	244.3	23.96
2	LAD-102	22.905	12.515	286.7	50033	174.5	17.11
3	LAD-103	22.85	12.305	281.2	68641	244.1	23.94
4	LAD-104	22.86	12.34	282.1	78593	278.6	27.32
5	LAD-105	22.93	12.65	289.9	60102	207.3	20.33

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Materia:	Arcilla
Marcas:	Lark
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO (Mpa):	22.53
DESV. ESTANDAR:	3.911
F <sub>b</sub> CORREGIDO (Mpa):	<b>18.6</b>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.







INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO,  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023  
 FECHA EMISION: sábado, 3 de junio de 2023

UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Medida del tamaño)

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - CERAMICO LAMBAYEQUE.

PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)
1	LAD-101	240	130	84
2	LAD-102	241	130	92
3	LAD-103	242	130	91
4	LAD-104	241	130	90
5	LAD-105	240	128	86
6	LAD-106	240	130	84
7	LAD-107	241	130	92
8	LAD-108	242	130	91
9	LAD-109	241	130	90
10	LAD-110	240	128	86
PROMEDIO:		241	129	88

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Cerámico Lambayeque.
Procedencia:	Nacional

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.





INFORME DE ENSAYO

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO,  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** lunes, 1 de mayo de 2023 **FECHA EMISIÓN:** sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación de medida del alabeo)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - CERAMICO LAMBAYEQUE.  
**PRESENTACIÓN:** 10 Unidades.

**FECHA DEL ENSAYO:** 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	CARA A		CARA B	
		CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
1	LAD-101	0.00	1.30	0.00	0.15
2	LAD-102	0.00	0.35	0.00	1.60
3	LAD-103	0.00	2.00	0.00	0.65
4	LAD-104	0.00	0.75	0.00	0.40
5	LAD-105	0.00	0.75	0.00	0.80
6	LAD-106	0.00	1.30	0.00	0.15
7	LAD-107	0.00	0.35	0.00	1.60
8	LAD-108	0.00	2.00	0.00	0.65
9	LAD-109	0.00	0.75	0.00	0.40
10	LAD-110	0.00	0.75	0.00	0.80

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Cerámico Lambayeque.
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO	
CONCAVO:	<b>0.00</b>
CONVEXO:	<b>0.88</b>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 JORGE ANDREAL TOMASPASCU PARIZA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Ferrales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

TESISTA:

CARRASCO FLORES JOSE HOMERO.

UBICACIÓN:

DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN:

lunes, 1 de mayo de 2023

FECHA EMISION: sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Medida del área de vacíos en unidades perforadas)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - CERAMICO LAMBAYEQUE.

PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (mm) (l)	ANCHO (mm) (a)	ALTURA (mm) (h)	VOLUMEN LADRILLO (Vu) (cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD (cm <sup>3</sup> ) (d)	PESO ARENA (g.)	VOLUMEN ARENA (Vs)	ÁREA DE VACÍOS (%)
1	LAD-101	240,4	129,9	84,00	2623,1	1,479	1050,0	709,8	27,1
2	LAD-102	240,5	129,9	92,00	2874,2	1,479	1120	757,1	26,3
3	LAD-103	241,5	129,5	90,90	2842,8	1,479	1147	775,3	27,3
4	LAD-104	240,5	130,0	89,50	2798,2	1,479	1074	726,0	25,9
5	LAD-105	240,4	128,0	86,00	2646,3	1,479	1110	750,3	28,4
6	LAD-106	240,4	129,9	84,00	2623,1	1,479	1100	743,6	28,3
7	LAD-107	240,5	129,9	92,00	2874,2	1,479	1087	734,8	25,6
8	LAD-108	241,5	129,5	90,90	2842,8	1,479	1137	768,6	27,0
9	LAD-109	240,5	130,0	89,50	2798,2	1,479	1108	749,0	26,8
10	LAD-110	240,4	128,0	86,00	2646,3	1,479	1156	781,4	29,5
PROMEDIO:									27,2

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marcas:	Cerámico Lambayeque.
Procedencia:	Nacional

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO  
 JORGE ARRIAL TOMASPARCK PARIZA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSÉ HOMERD.  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** lunes, 1 de mayo de 2023

**FECHA EMISIÓN:** sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación del peso)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - CERAMICO LAMBAYEQUE.  
**PRESENTACIÓN:** 10 Unidades.

**FECHA DEL ENSAYO:** 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	PESO SECO (g)
1	LAD-101	3540.0
2	LAD-102	3760.0
3	LAD-103	3670.0
4	LAD-104	3670.0
5	LAD-105	3500.0

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Materia:	Arcilla
Marca:	Cerámico Lambayeque.
Procedencia:	Nacional

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

**JOSÉ ÁNGEL TAPAYASCA PARIZA**  
 TECNICO EN SUELOS Y FUNDACIONES



**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO.  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023 FECHA EMISION: sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación de porcentaje de absorción)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - CERAMICO LAMBAYEQUE.  
 PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	PESO SATURADO A 24 HORAS (g)	PESO SECO (g)	ABSORCIÓN (%)
1	LAD-101	3980	3540	12.4%
2	LAD-102	4230	3760	12.5%
3	LAD-103	4150	3670	13.1%
4	LAD-104	4100	3670	11.7%
5	LAD-105	3940	3500	12.6%

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Cerámico Lambayeque.
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO:	12.5%
DESV. ESTÁNDAR:	0.5%
CORREGIDO:	12.0%

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

JORGE AMAL TAMAFARBE PANTA.  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Rulo Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO.  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023  
 FECHA EMISIÓN: sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación del periodo inicial de absorción (SUCCIÓN))**  
 ( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - CERAMICO LAMBAYEQUE.  
 PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	SUCCIÓN (g/200cm <sup>2</sup> /min)
1	LAD-101	24.04	12.99	3560	3590	19.21
2	LAD-102	24.05	12.99	3760	3840	51.21
3	LAD-103	24.15	12.95	3670	3760	57.56
4	LAD-104	24.05	13	3670	3740	44.78
5	LAD-105	24.04	12.8	3510	3560	32.5

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Cerámico Lambayeque.
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO:	41.05
DESV. ESTÁNDAR:	15.33
CORREGIDO:	<b>25.72</b>

OBSERVACIONES:  
 - Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 S.R.L.  
 JORGE ARRIAL TOMAPASA PARIZA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

TESISTA:

CARRASCO FLORES JOSE HOMERO.

UBICACIÓN:

DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN:

lunes, 1 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Resistencia a la compresión)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - CERAMICO LAMBAYEQUE.

PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 07/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA BRUTA (CM <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>b</sub> (Mpa)
1	LAD-101	24.04	12.99	312.3	46985	150.4	14.75
2	LAD-102	24.05	12.99	312.4	60904	195.0	19.12
3	LAD-103	24.15	12.95	312.7	59330	189.7	18.60
4	LAD-104	24.05	13.00	312.7	45214	144.6	14.18
5	LAD-105	24.04	12.80	307.7	75763	246.2	24.14

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Materia:	Arcilla
Marc:	Cerámico Lambayeque.
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO (Mpa):	18.16
DESV. ESTANDAR:	4.013
F <sub>b</sub> CORREGIDO (Mpa):	<b>14.1</b>

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 JORGE APRIAL DE WAPASCO PANTA.  
 TEC. JOSÉ BUZUELO Y PAVALREYTON

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO,  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023  
 FECHA EMISION: sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Medida del tamaño)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - MASTER  
 PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)
1	LAD-101	240	124	84
2	LAD-102	241	123	91
3	LAD-103	242	125	90
4	LAD-104	241	125	90
5	LAD-105	240	125	86
6	LAD-106	240	125	84
7	LAD-107	241	124	92
8	LAD-108	242	122	91
9	LAD-109	241	124	90
10	LAD-110	240	124	86
<b>PROMEDIO:</b>		<b>241</b>	<b>124</b>	<b>88</b>

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Master
Procedencia:	Nacional

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizada por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE AMÍLCAR TAMARIT PACHECO  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904





INFORME DE ENSAYO

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO,  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** lunes, 1 de mayo de 2023 **FECHA EMISIÓN:** sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación de medida del alabeo)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - MASTER  
**PRESENTACIÓN:** 10 Unidades.

**FECHA DEL ENSAYO:** 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	CARA A		CARA B	
		CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
1	LAD-101	0.00	1.65	0.00	0.50
2	LAD-102	0.00	1.80	0.00	1.60
3	LAD-103	0.00	2.00	0.00	0.65
4	LAD-104	0.00	1.75	0.00	0.40
5	LAD-105	0.00	0.75	0.00	0.80
6	LAD-106	0.00	2.30	0.00	0.55
7	LAD-107	0.00	1.35	0.00	1.60
8	LAD-108	0.00	2.00	0.00	0.65
9	LAD-109	0.00	1.75	0.00	0.50
10	LAD-110	0.00	1.65	0.00	0.90

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Master
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO	
CONCAVO:	0.00
CONVEXO:	1.26

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE AMEL TOMAPACO PANTA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y FUNDACIONES

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

TESISTA:

CARRASCO FLORES JOSE HOMERO.

UBICACIÓN:

DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN:

lunes, 1 de mayo de 2023

FECHA EMISION: sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Medida del área de vacíos en unidades perforadas)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - MASTER

PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 01/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (mm) (l)	ANCHO (mm) (a)	ALTURA (mm) (h)	VOLUMEN LADRILLO (Vu) (cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD (cm <sup>3</sup> ) (d)	PESO ARENA (g.)	VOLUMEN ARENA (Vs)	ÁREA DE VACÍOS (%)
1	LAD-101	240.4	124.0	84.00	2504.0	1.479	1421.0	960.5	38.4
2	LAD-102	240.5	123.0	90.50	2677.1	1.479	1320	892.3	33.3
3	LAD-103	241.5	124.8	89.50	2696.4	1.479	1445	976.8	36.2
4	LAD-104	240.5	125.0	89.50	2690.6	1.479	1461	987.6	36.7
5	LAD-105	240.4	124.8	86.00	2579.1	1.479	1448	978.8	38.0
6	LAD-106	240.4	125.3	84.00	2529.2	1.479	1450	980.1	38.8
7	LAD-107	240.5	124.2	91.50	2733.1	1.479	1450	980.1	35.9
8	LAD-108	241.5	122.3	90.90	2684.8	1.479	1451	980.8	36.5
9	LAD-109	240.5	124.3	89.50	2675.5	1.479	1449	979.5	36.6
10	LAD-110	240.4	124.4	86.00	2570.9	1.479	1454	982.8	38.2
PROMEDIO:									36.9

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marcas:	Master
Procedencia:	Nacional

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.





INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSÉ HOMERD.  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** lunes, 1 de mayo de 2023

**FECHA EMISIÓN:** sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación del peso)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - MASTER  
**PRESENTACIÓN:** 10 Unidades.

**FECHA DEL ENSAYO:** 01/05/2023

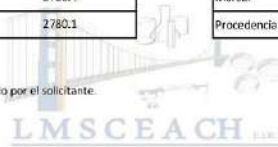
MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	PESO SECO (g)
1	LAD-101	2820.3
2	LAD-102	2868.7
3	LAD-103	2730.2
4	LAD-104	2720.4
5	LAD-105	2780.1

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Materia:	Arcilla
Marca:	Master
Procedencia:	Nacional

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

**JORGE ARSAL TAMAPASCAPANTA**  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246504



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO.  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023  
 FECHA EMISIÓN: sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación de porcentaje de absorción)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - MASTER  
 PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 02/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	PESO SATURADO A 24 HORAS (g)	PESO SECO (g)	ABSORCIÓN (%)
1	LAD-101	3102	2820.3	10.0%
2	LAD-102	3175	2868.7	10.7%
3	LAD-103	3001	2730.17	9.9%
4	LAD-104	3001	2720.4	10.3%
5	LAD-105	3000	2780.1	7.9%

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Master
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO:	9.8%
DESV. ESTÁNDAR:	1.1%
CORREGIDO:	8.7%

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 S.A.S.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 JORGE ANIBAL TOMARPARCA PANTA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246504



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO.  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: lunes, 1 de mayo de 2023  
 FECHA EMISIÓN: sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación del periodo inicial de absorción (SUCCIÓN))**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - MASTER  
 PRESENTACIÓN: 10 Unidades.

FECHA DEL ENSAYO: 03/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	SUCCIÓN (g/200cm <sup>2</sup> /min)
1	LAD-101	24.04	12.4	3560	3590	20.13
2	LAD-102	24.05	12.3	3760	3840	54.09
3	LAD-103	24.15	12.475	3670	3760	59.75
4	LAD-104	24.05	12.5	3670	3740	46.57
5	LAD-105	24.04	12.475	3510	3560	33.34

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marca:	Master
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO:	42.78
DESV. ESTÁNDAR:	16.07
CORREGIDO:	<b>26.71</b>

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

**JORGE ARÉVALO TAMAPASCÁ PARATA**  
 TÉCNICO EN SUELOS Y FUNDACIONES

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO.  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** lunes, 1 de mayo de 2023 **FECHA EMISIÓN:** sábado, 3 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Resistencia a la compresión)**

( NORMA: N.T.P. 399.613 :2005 )

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**  
**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - MASTER  
**PRESENTACIÓN:** 10 Unidades. **FECHA DEL ENSAYO:** 07/05/2023

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA BRUTA (CM <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>b</sub> (Mpa)
1	LAD-101	24.04	12.4	298.1	34985	117.4	11.51
2	LAD-102	24.05	12.3	295.8	40904	138.3	13.56
3	LAD-103	24.15	12.475	301.3	40001	132.8	13.02
4	LAD-104	24.05	12.50	300.6	41214	137.1	13.44
5	LAD-105	24.04	12.48	299.9	39895	133.0	13.04

Datos Técnicos.	
Color:	Naranja.
Modelo:	18 huecos
Material:	Arcilla
Marcas:	Master
Procedencia:	Nacional

PROMEDIO (Mpa):	12.92
DESV. ESTANDAR:	0.821
F <sub>b</sub> CORREGIDO (Mpa):	<b>12.1</b>

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.





**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA DE ENSAYO:** miércoles, 17 de mayo de 2023

**DISEÑO DE MEZCLA CONVENCIONAL**

Características de los materiales de la mezcla para asentado

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso volumétrico suelto del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1350
Peso volumétrico compactado del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1585
Gravedad específica de masa del agregado (G <sub>a</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.756
Porcentaje de absorción del agregado	%	1.21
Peso volumétrico suelto del cemento	Kg/m <sup>3</sup>	1150
Gravedad específica de masa del cemento (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	3.12
Peso específico de la limadura	gr/cm <sup>3</sup>	4.674
Peso del cemento	Kg	42.5

**DISEÑO**

<b>Proporción</b>	1:4	(en volumen)	
Cemento	=	1 ft <sup>3</sup>	= 42.50 kg
Arena	=	4 ft <sup>3</sup>	= 152.93 kg
			<b>Σ = 195.43 kg</b>
<b>Rendimiento de mezcla</b>		<b>Relación a/c = 0.80</b>	
Cemento	=	42.50 kg	= 0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	152.93 kg	= 0.0555 m <sup>3</sup>
Agua	=	34.00 Lts	= 0.0340 m <sup>3</sup>
			<b>Σ = 0.1031 m<sup>3</sup></b>
Aire incorporado	1.00%		<b>0.0010 m<sup>3</sup></b>
		<b>TOTAL</b>	<b>0.1042 m<sup>3</sup></b>

**Cálculo de la cantidad de material para 1 m<sup>3</sup>**

Cemento (bolsa)	=	1x1/0.1042	= 9.60 bolsas
Arena (m <sup>3</sup> )	=	0.0555x2756/1350x9.6	= 1.09 m <sup>3</sup>
Agua (litros)	=	0.034x1000/9.6	= 326.40 Lts
Agua de absorción	=	1585x1.21	= 19.18 Lts
		<b>Agua total (litros)</b>	<b>= 345.58 Lts</b>

Datos	Peso kg (1m <sup>3</sup> )	Peso en kg (1 bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
Cemento	408.00	42.50	0.35	1	1
Arena	1468.40	152.96	1.09	3.07	4.00
Agua	345.58	36.00	0.35	0.97	1.27

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO  
 JORGE ABRAHAM TAMAYO PANTA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y FUNDACIONES

C	AF	Agua
1	4.00	36.00 Lts



Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACION MICROESTRUCTURAL Y MECANICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA DE ENSAYO:** lunes, 22 de mayo de 2023

**DISEÑO DE MEZCLA MORTERO MODIFICADO**

Características de los materiales de la mezcla para asentado

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso volumétrico suelto del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1350
Peso volumétrico compactado del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1585
Gravedad específica de masa del agregado (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.756
Porcentaje de absorción del agregado	%	1.21
Peso volumétrico suelto del cemento	Kg/m <sup>3</sup>	1150
Gravedad específica de masa del cemento (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	3.12
Peso volumétrico suelto de las limaduras de acero	Kg/m <sup>3</sup>	1420
Peso volumétrico compactado de las limaduras de acero	Kg/m <sup>3</sup>	1752
Porcentaje de absorción de las limaduras de acero	%	1.01
Peso específico de la limadura de acero	gr/cm <sup>3</sup>	4.674
Peso del cemento	Kg	42.5

**DISEÑO**

<b>Proporción</b>	1:4 (en volumen)		
Cemento	=	1 ft <sup>3</sup>	= 42.50 kg
Arena	=	4 ft <sup>3</sup>	= 152.93 kg
			Σ= 195.43 kg
<b>Rendimiento de mezcla</b>	<b>Relación a/c=</b>	<b>0.70</b>	<b>3% limaduras de acero</b>
Cemento	=	42.50 kg	= 0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	152.93 kg	= 0.0555 m <sup>3</sup>
Limadura de acero	=	3%	= 0.0017 m <sup>3</sup>
Arena corregida	=	0.0555-0.0017	= 0.0538 m <sup>3</sup>
Agua	=	29.75 Lts	= 0.0298 m <sup>3</sup>

**RESULTADOS**

Cemento	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	0.0538 m <sup>3</sup>
L.acero	=	0.0017 m <sup>3</sup>
Agua	=	0.0298 m <sup>3</sup>
Σ=		0.0989 m <sup>3</sup>

Aire incorporado 1.00% 0.0010 m<sup>3</sup>

**TOTAL** 0.0999 m<sup>3</sup>

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO - PERÚ  
 JORGE ARRIAL TOMAFASCO PARIZA  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Ferales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904





INFORME DE ENSAYO

Pág.: 02 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACION MICROESTRUCTURAL Y MECANICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA DE ENSAYO:** lunes, 22 de mayo de 2023

**Cálculo de la cantidad de material para 1 m<sup>2</sup>**

Cemento (bolsa)	=	1x1/0.0999	=	10.01 bolsas
Arena (m <sup>3</sup> )	=	0.0538x2756/1350x10.01	=	1.10 m <sup>3</sup>
Agua (litros)	=	0.0298x1000/10.01	=	298.30 Lts
Agua de absorción	=	1536.45x1.21	=	18.60
Agua de absorción de l. de acc	=		=	0.531 Lts
		<b>Agua total (litros)</b>	=	<b>317.43 Lts</b>
Lacero (kg)	=	0.0017x4674*10.01	=	79.537 kg

Datos	Peso kg (1m <sup>2</sup> )	Peso en kg (1 bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
Cemento	425.43	42.50	0.37	1	1
Arena	1484.21	148.27	1.10	2.97	3.88
Agua	317.43	31.71	0.32	0.86	1.12
Lacero	79.54	7.946	0.02	0.05	0.06



**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO - PERÚ  
 JORGE ÁNGEL ROMARÍN PANTOJA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS



**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA DE ENSAYO:** lunes, 22 de mayo de 2023

**DISEÑO DE MEZCLA MORTERO MODIFICADO**

Características de los materiales de la mezcla para asentado:

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso volumétrico suelto del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1350
Peso volumétrico compactado del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1585
Gravedad específica de masa del agregado (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.756
Porcentaje de absorción del agregado	%	1.21
Peso volumétrico suelto del cemento	Kg/m <sup>3</sup>	1150
Gravedad específica de masa del cemento (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	3.12
Peso volumétrico suelto de las limaduras de acero	Kg/m <sup>3</sup>	1420
Peso volumétrico compactado de las limaduras de acero	Kg/m <sup>3</sup>	1752
Porcentaje de absorción de las limaduras de acero	%	1.01
Peso específico de la limadura de acero	gr/cm <sup>3</sup>	4.674
Peso del cemento	Kg	42.5

**DISEÑO**

<b>Proporción</b>	1:4 (en volumen)			
Cemento	=	1 ft <sup>3</sup>	= 42.50 kg	
Arena	=	4 ft <sup>3</sup>	= 152.93 kg	
			Σ= 195.43 kg	
<b>Rendimiento de mezcla</b>	<b>Relación a/c=</b>	<b>0.69</b>	<b>5%</b>	<b>limaduras de acero</b>
Cemento	=	42.50 kg	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	152.93 kg	=	0.0555 m <sup>3</sup>
Limadura de acero	=	5%	=	0.0028 m <sup>3</sup>
Arena corregida	=	0.0555-0.0028	=	0.0527 m <sup>3</sup>
Agua	=	29.33 Lts	=	0.0293 m <sup>3</sup>

**RESULTADOS**

Cemento	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	0.0527 m <sup>3</sup>
L. acero	=	0.0028 m <sup>3</sup>
Agua	=	0.0293 m <sup>3</sup>
Σ=		0.0984 m <sup>3</sup>

Aire incorporado	1.00%	0.0010 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>		<b>0.0994 m<sup>3</sup></b>

**LMSCEACH**  
 CHICLAYO  
 JOSÉ AMAL TOMARABCK PARIZA  
 T.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Petales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246604



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 02 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA DE ENSAYO:** lunes, 22 de mayo de 2023

**Cálculo de la cantidad de material para 1 m<sup>3</sup>**

Cemento (bolsa)	=	1x1/0.0994	=	10.06 bolsas
Arena (m <sup>3</sup> )	=	0.0527x2756/1350x10.06	=	1.08 m <sup>3</sup>
Agua (litros)	=	0.0293x1000/10.06	=	294.76 Lts
Agua de absorción	=	1505.04x1.21	=	18.22
Agua de absorción de l. de acc	=		=	0.885 Lts
		<b>Agua total (litros)</b>	=	<b>313.86 Lts</b>
Lacero (kg)	=	0.0028x4674*10.06	=	131.657 kg

Datos	Peso kg (1m <sup>3</sup> )	Peso en kg (1 bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
Cemento	427.55	42.50	0.37	1	1
Arena	1461.13	145.24	1.08	2.91	3.80
Agua	313.86	31.20	0.31	0.84	1.10
Lacero	131.66	13.087	0.03	0.08	0.10

  
**JORGE ARRIAL ZÚÑIGA PANTOJA**  
 T.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA DE ENSAYO:** lunes, 22 de mayo de 2023

**DISEÑO DE MEZCLA MORTERO MODIFICADO**

Características de los materiales de la mezcla para asentado:

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso volumétrico suelto del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1350
Peso volumétrico compactado del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1585
Gravedad específica de masa del agregado (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.756
Porcentaje de absorción del agregado	%	1.21
Peso volumétrico suelto del cemento	Kg/m <sup>3</sup>	1150
Gravedad específica de masa del cemento (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	3.12
Peso volumétrico suelto de las limaduras de acero	Kg/m <sup>3</sup>	1420
Peso volumétrico compactado de las limaduras de acero	Kg/m <sup>3</sup>	1752
Porcentaje de absorción de las limaduras de acero	%	1.01
Peso específico de la limadura de acero	gr/cm <sup>3</sup>	4.674
Peso del cemento	Kg	42.5

**DISEÑO**

<b>Proporción</b>	1:4 (en volumen)			
Cemento	= 1 ft <sup>3</sup>	=	42.50 kg	
Arena	= 4 ft <sup>3</sup>	=	152.93 kg	
		Σ=	195.43 kg	
<b>Rendimiento de mezcla</b>	<b>Relación a/c=</b>	<b>0.67</b>	<b>7%</b>	<b>limaduras de acero</b>
Cemento	=	42.50 kg	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	152.93 kg	=	0.0555 m <sup>3</sup>
Limadura de acero	=	7%	=	0.0039 m <sup>3</sup>
Arena corregida	=	0.0555-0.0039	=	0.0516 m <sup>3</sup>
Agua	=	28.48 Lts	=	0.0285 m <sup>3</sup>

**RESULTADOS**

Cemento	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	0.0516 m <sup>3</sup>
L.acero	=	0.0039 m <sup>3</sup>
Agua	=	0.0285 m <sup>3</sup>
Σ=		0.0976 m <sup>3</sup>

Aire incorporado	1.00%	0.0010 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>		<b>0.0986 m<sup>3</sup></b>

**JORON ARRIAL TAMAYO PARTA**  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 02 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA DE ENSAYO:** lunes, 22 de mayo de 2023

**Cálculo de la cantidad de material para 1 m<sup>3</sup>**

Cemento (bolsa)	=	1x1/0.0986	=	10.14 bolsas
Arena (m <sup>3</sup> )	=	0.0516x2756/1350x10.14	=	1.07 m <sup>3</sup>
Agua (litros)	=	0.0285x1000/10.14	=	288.99 Lts
Agua de absorción	=	1473.62x1.21	=	17.84
Agua de absorción de l. de acc	=		=	1.239 Lts
		<b>Agua total (litros)</b>	=	<b>308.06 Lts</b>
Lacero (kg)	=	0.0039x4674*10.14	=	184.838 kg

Datos	Peso kg (1m <sup>3</sup> )	Peso en kg (1 bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
Cemento	430.95	42.50	0.37	1	1
Arena	1442.01	142.21	1.07	2.85	3.72
Agua	308.06	30.38	0.31	0.82	1.07
L.acero	184.84	18.279	0.04	0.11	0.14

**LMSCEACH**  
 S.A.S.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO  
 JOSHE AMBROSIO TAPASANCAPANTA  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Ferales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA DE ENSAYO:** lunes, 22 de mayo de 2023

**DISEÑO DE MEZCLA MORTERO MODIFICADO**

Características de los materiales de la mezcla para asentado:

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso volumétrico suelto del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1350
Peso volumétrico compactado del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1585
Gravedad específica de masa del agregado (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.756
Porcentaje de absorción del agregado	%	1.21
Peso volumétrico suelto del cemento	Kg/m <sup>3</sup>	1150
Gravedad específica de masa del cemento (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	3.12
Peso volumétrico suelto de las limaduras de acero	Kg/m <sup>3</sup>	1420
Peso volumétrico compactado de las limaduras de acero	Kg/m <sup>3</sup>	1752
Porcentaje de absorción de las limaduras de acero	%	1.01
Peso específico de la limadura de acero	gr/cm <sup>3</sup>	4.674
Peso del cemento	Kg	42.5

**DISEÑO**

<b>Proporción</b>	1:4 (en volumen)			
Cemento	=	1 ft <sup>3</sup>	= 42.50 kg	
Arena	=	4 ft <sup>3</sup>	= 152.93 kg	
			Σ= 195.43 kg	
<b>Rendimiento de mezcla</b>	<b>Relación a/c=</b>	<b>0.66</b>	<b>9%</b>	<b>limaduras de acero</b>
Cemento	=	42.50 kg	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	152.93 kg	=	0.0555 m <sup>3</sup>
Limadura de acero	=	9%	=	0.0050 m <sup>3</sup>
Arena corregida	=	0.0555-0.005	=	0.0505 m <sup>3</sup>
Agua	=	28.05 Lts	=	0.0281 m <sup>3</sup>

**RESULTADOS**

Cemento	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	0.0505 m <sup>3</sup>
L.acero	=	0.0050 m <sup>3</sup>
Agua	=	0.0281 m <sup>3</sup>
Σ=		0.0972 m <sup>3</sup>

Aire incorporado 1.00% 0.0010 m<sup>3</sup>

**TOTAL 0.0982 m<sup>3</sup>**





**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 02 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA DE ENSAYO:** lunes, 22 de mayo de 2023

**Cálculo de la cantidad de material para 1 m<sup>3</sup>**

Cemento (bolsa)	=	1x1/0.0982	=	10.18 bolsas
Arena (m <sup>3</sup> )	=	0.0505x2756/1350x10.18	=	1.05 m <sup>3</sup>
Agua (litros)	=	0.0281x1000/10.18	=	286.06 Lts
Agua de absorción	=	1442.21x1.21	=	17.45
Agua de absorción de l. de acc	=		=	1.593 Lts
		<b>Agua total (litros)</b>	=	<b>305.10 Lts</b>
Lacero (kg)	=	0.005x4674*10.18	=	237.907 kg

Datos	Peso kg (1m <sup>3</sup> )	Peso en kg (1 bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
Cemento	432.65	42.50	0.38	1	1
Arena	1416.83	139.18	1.05	2.79	3.64
Agua	305.10	29.97	0.31	0.81	1.06
Lacero	237.91	23.370	0.05	0.14	0.18





INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: Viernes, 19 de mayo de 2023 FECHA EMISIÓN: Lunes, 19 de junio de 2023

TEMPERATURA DEL MORTERO  
 NORMA: ASTM C1064 / N.T.P. 339.184

Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		Mortero 1:4 (R A/C=0.70) - 3% L.A.	
Fecha: 19/05/2023	Hora: 10:13 AM	Fecha: 19/05/2023	Hora: 9:25 AM
PANEL FOTOGRAFICO	Temperatura: 22.7 °C	PANEL FOTOGRAFICO	Temperatura: 26.2 °C
Mortero 1:4 (R A/C=0.69) - 5% L.A.		Mortero 1:4 (R A/C=0.67) - 7% L.A.	
Fecha: 19/05/2023	Hora: 11:07 AM	Fecha: 19/05/2023	Hora: 9:45 AM
PANEL FOTOGRAFICO	Temperatura: 26.1 °C	PANEL FOTOGRAFICO	Temperatura: 26.0 °C
Mortero 1:4 (R A/C=0.66) - 9% L.A.			
Fecha: 19/05/2023	Hora: 11:33 AM		
PANEL FOTOGRAFICO	Temperatura: 25.5 °C		

OBSERVACIONES:  
 - Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

JOSÉ AMAL SEMAPAÑCA YANTA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246924





INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023 FECHA EMISIÓN: lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland**

NORMA: NTP 334.057: 2011 (revisada el 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN				DIAMETRO INICIO (mm)	PROMEDIO DIAMETRO (mm)	FLUIDEZ (%)
		CEMENTO	ARENA	Limaduras de acero	R a/c			
01	Mortero Patrón 1:4	1.00	4.00	0.00	0.80	99.7	211.75	112.39
02	Mortero 1:4 - 3% L.A.	1.00	3.88	0.06	0.70	99.7	211.50	112.14
03	Mortero 1:4 - 5% L.A.	1.00	3.80	0.10	0.69	99.7	210.75	111.38
04	Mortero 1:4 - 7% L.A.	1.00	3.72	0.14	0.67	99.7	209.50	110.13
05	Mortero 1:4 - 9% L.A.	1.00	3.64	0.18	0.66	99.7	205.50	106.12

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN EN PESO (kg.)				DIAMETRO INICIO (mm)	PROMEDIO DIAMETRO (mm)	FLUIDEZ (%)
		CEMENTO	ARENA	Limaduras de acero	AGUA DE DISEÑO			
01	Mortero Patrón 1:4	42.50	152.96	0.000	36.00	99.7	211.75	112.39
02	Mortero 1:4 - 3% L.A.	42.50	148.27	7.946	31.71	99.7	211.50	112.14
03	Mortero 1:4 - 5% L.A.	42.50	145.27	13.087	31.20	99.7	210.75	111.38
04	Mortero 1:4 - 7% L.A.	42.50	142.21	18.229	30.38	99.7	209.50	110.13
05	Mortero 1:4 - 9% L.A.	42.50	139.18	23.370	29.97	99.7	205.50	106.12

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland, que fue realizado e identificado por el tesisista.



INFORME DE ENSAYO

Pág. 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑ  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 19 de mayo de 2023 **FECHA EMISIÓN:** lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**  
(NORMA: NTP 334.051:2022)

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN			RELACIÓN AGUA CEMENTO R (A/C)
		CEMENTO	ARENA	Limaduras de acero	
01	Mortero Patrón 1:4	1.00	4.00	0.00	0.80
02	Mortero 1:4 - 3% L.A.	1.00	3.88	0.06	0.70
03	Mortero 1:4 - 5% L.A.	1.00	3.80	0.10	0.69
04	Mortero 1:4 - 7% L.A.	1.00	3.72	0.14	0.67
05	Mortero 1:4 - 9% L.A.	1.00	3.64	0.18	0.66

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN EN PESO (Kg.)			AGUA DE DISEÑO
		CEMENTO	ARENA	Limaduras de acero	
01	Mortero Patrón 1:4	42.50	152.96	0.00	36.00
02	Mortero 1:4 - 3% L.A.	42.50	148.27	7.95	31.71
03	Mortero 1:4 - 5% L.A.	42.50	145.27	13.09	31.20
04	Mortero 1:4 - 7% L.A.	42.50	142.21	18.23	30.38
05	Mortero 1:4 - 9% L.A.	42.50	139.18	23.37	29.97

**OBSERVACIONES:**

- Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

LMSCEACH S.A.S.  
CHICLAYO  
JOSÉ ÁNGEL TAMAPASCÁ PARÍA  
TESISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACION MICROESTRUCTURAL Y MECANICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERIA ESTRUCTUR  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023 FECHA EMISION: lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**  
 (NORMA: NTP 334.051:2022)

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO. CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80

N°	ELEMENTO	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
01	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	3	19/05/2023	22/05/2023	2068	26.01	79.51	7.80	9.50
02	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	22/05/2023	2902	26.52	109.43	10.73	
03	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	22/05/2023	2541	25.00	101.64	9.97	
04	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	7	19/05/2023	26/05/2023	3118	25.76	121.06	11.88	11.75
05	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	26/05/2023	3530	25.76	137.06	13.45	
06	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	26/05/2023	2679	26.52	101.02	9.91	
07	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	28	19/05/2023	16/06/2023	3775	26.01	145.14	14.24	13.67
08	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	16/06/2023	3453	25.50	135.41	13.28	
09	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	16/06/2023	3575	26.00	137.50	13.49	

HISTOGRAMA DE MORTERO A (3, 7 y 28 DÍAS)



OBSERVACIONES:  
 - Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

LMSCEACH  
 JORGE AMEL BONARISCO PARIZA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAQUETARIOS

Miguel Ángel Rula Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023 FECHA EMISIÓN: lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.70) - 3% L.A.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	ELEMENTO	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
01	Mortero 1:4 - 3% L.A.	3	19/05/2023	21/05/2023	2792	26.52	105.28	10.33	10.09
02	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	2572	26.01	98.89	9.70	
03	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	2678	25.65	104.39	10.24	
04	Mortero 1:4 - 3% L.A.	7	19/05/2023	26/05/2023	3682	26.01	141.56	13.89	12.97
05	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	3275	26.52	123.49	12.11	
06	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	3388	25.76	131.55	12.90	
07	Mortero 1:4 - 3% L.A.	28	19/05/2023	16/06/2023	4682	25.76	181.79	17.83	17.43
08	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	4472	26.01	171.93	16.87	
09	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	4570	25.50	179.22	17.58	

HISTOGRAMA DE MORTERO A (3, 7 y 28 DÍAS)



OBSERVACIONES:

-Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el testa.

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE APURIL JORGEAPURIL@GMAIL.COM  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023 FECHA EMISIÓN: lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.69) - 5% L.A.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

Nº	ELEMENTO	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
01	Mortero 1:4 - 5% L.A.	3	19/05/2023	22/05/2023	2730	25.25	108.12	10.61	10.85
02	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	2872	25.25	113.74	11.16	
03	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	2832	25.76	109.96	10.79	
04	Mortero 1:4 - 5% L.A.	7	19/05/2023	26/05/2023	3370	24.75	136.16	13.36	13.11
05	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	3524	25.15	140.12	13.75	
06	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	3239	26.01	124.53	12.22	
07	Mortero 1:4 - 5% L.A.	28	19/05/2023	16/06/2023	4444	25.76	172.55	16.93	18.07
08	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	4940	25.00	197.60	19.38	
09	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	4560	25.00	182.40	17.89	

HISTOGRAMA DE MORTERO A (3, 7 y 28 DÍAS)



OBSERVACIONES:

-Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPACO PANTA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023 FECHA EMISIÓN: lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO. CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.67) - 7% L.A.

N°	ELEMENTO	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
01	Mortero 1:4 - 7% L.A.	3	19/05/2023	22/05/2023	2580	25.50	101.18	9.93	10.51
02	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	2775	25.76	107.75	10.57	
03	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	2893	25.76	112.33	11.02	
04	Mortero 1:4 - 7% L.A.	7	19/05/2023	26/05/2023	3325	24.75	134.34	13.38	12.54
05	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	3121	25.25	123.63	12.13	
06	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	3196	25.50	125.33	12.30	
07	Mortero 1:4 - 7% L.A.	28	19/05/2023	16/06/2023	4469	25.25	176.99	17.36	16.55
08	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	4090	26.01	157.25	15.43	
09	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	4342	25.25	171.96	16.87	

HISTOGRAMA DE MORTERO A (3, 7 y 28 DÍAS)



OBSERVACIONES:

-Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

**LMSCEACH**  
 JORGE ANIBAL TAMAYOSA PANTA,  
 TECNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023 FECHA EMISIÓN: lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO. CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.66) - 9% L.A.

N°	ELEMENTO	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
01	Mortero 1:4 - 9% L.A.	3	19/05/2023	22/05/2023	2639	25.00	105.56	10.36	10.42
02	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	2867	26.01	110.23	10.81	
03	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	2598	25.25	102.89	10.09	
04	Mortero 1:4 - 9% L.A.	7	19/05/2023	26/05/2023	2947	25.50	115.57	11.34	11.64
05	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	3248	25.50	127.37	12.50	
06	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	2820	25.00	112.80	11.07	
07	Mortero 1:4 - 9% L.A.	28	19/05/2023	16/06/2023	3914	26.01	150.48	14.76	14.22
08	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	3603	26.52	135.86	13.33	
09	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	3749	25.25	148.48	14.57	

HISTOGRAMA DE MORTERO A (3, 7 y 28 DÍAS)



OBSERVACIONES:  
 -Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

**LMSCEACH**  
 JOSÉ ADRIÁN TORO PARRA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023 FECHA EMISIÓN: lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

RESUMEN A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (1:4) Y MORTERO SUSTITUIDO CON LIMADURA DE ACERO

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN (Kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)		
		CEMENTO	ARENA	Limaduras de acero	3 DÍAS	7 DÍAS	28 DÍAS
01	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	42.50	152.96	0.00	9.50	11.75	13.67
02	Mortero 1:4 (R A/C=0.70) - 3% L.A.	42.50	148.27	7.946	10.09	12.97	17.43
03	Mortero 1:4 (R A/C=0.69) - 5% L.A.	42.50	145.27	13.087	10.85	13.11	18.07
04	Mortero 1:4 (R A/C=0.67) - 7% L.A.	42.50	142.21	18.229	10.51	12.54	16.55
05	Mortero 1:4 (R A/C=0.66) - 9% L.A.	42.50	139.18	23.370	10.42	11.64	14.22

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

JORGE ARMAS TAMAPACA PARIZA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIF 246904





INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: Lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	SECCIÓN DE PRISMA		LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
						b ANCHO (cm)	h ALTO (cm)				
01	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	3	19/05/2023	22/05/2023	172	4.00	4.20	12.00	29.25	2.87	2.32
02	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	22/05/2023	116	4.00	4.10	12.00	20.70	2.03	
03	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	22/05/2023	114	4.00	4.05	12.00	20.85	2.05	
04	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	7	19/05/2023	26/05/2023	142	4.05	4.00	12.00	26.30	2.58	2.65
05	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	26/05/2023	147	4.00	4.10	12.00	26.23	2.57	
06	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	26/05/2023	150	3.95	4.00	12.00	28.48	2.79	
07	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	28	19/05/2023	16/06/2023	238	4.00	4.10	12.00	42.47	4.17	3.74
08	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	16/06/2023	200	4.00	4.20	12.00	34.01	3.34	
09	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		19/05/2023	16/06/2023	218	4.10	4.10	12.00	37.96	3.72	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023  
 FECHA EMISIÓN: lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.70) - 3% L.A.

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	SECCIÓN DE PRISMA		LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
						b ANCHO (cm)	h ALTO (cm)				
01	Mortero 1:4 - 3% L.A.	3	19/05/2023	22/05/2023	148	4.25	4.15	12.00	24.26	2.38	2.36
02	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	130	4.00	4.20	12.00	22.11	2.17	
03	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	142	3.95	4.10	12.00	25.66	2.52	
04	Mortero 1:4 - 3% L.A.	7	19/05/2023	25/05/2023	194	4.00	4.10	12.00	34.62	3.40	3.41
05	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	198	3.98	4.00	12.00	37.31	3.66	
06	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	180	3.96	4.10	12.00	32.45	3.18	
07	Mortero 1:4 - 3% L.A.	28	19/05/2023	16/06/2023	216	3.95	4.10	12.00	39.04	3.83	4.00
08	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	224	4.00	3.95	12.00	43.07	4.23	
09	Mortero 1:4 - 3% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	220	4.00	4.05	12.00	40.24	3.95	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE ARRIAL TEMAPARCA PANTA  
 TÉCNICO KUELAS Y FUNDAMENTOS

  
  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.69) - 5% L.A.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	SECCIÓN DE PRISMA		LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
						b ANCHO (cm)	h ALTO (cm)				
01	Mortero 1:4 - 5% L.A.	3	19/05/2023	22/05/2023	130	4.10	4.20	12.00	21.57	2.12	2.49
02	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	150	4.00	4.10	12.00	26.77	2.63	
03	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	160	4.10	4.10	12.00	27.86	2.73	
04	Mortero 1:4 - 5% L.A.	7	19/05/2023	26/05/2023	210	3.96	4.20	12.00	36.08	3.54	3.76
05	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	212	4.00	4.00	12.00	39.75	3.90	
06	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	224	4.00	4.15	12.00	39.02	3.83	
07	Mortero 1:4 - 5% L.A.	28	19/05/2023	16/06/2023	232	4.00	4.10	12.00	41.40	4.06	4.17
08	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	248	4.10	4.20	12.00	41.15	4.04	
09	Mortero 1:4 - 5% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	240	4.00	4.00	12.00	45.00	4.41	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023  
 FECHA EMISIÓN: lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO. CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.67) - 7% L.A.

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	SECCIÓN DE PRISMA		LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
						b ANCHO (cm)	h ALTO (cm)				
01	Mortero 1:4 - 7% L.A.	3	19/05/2023	22/05/2023	114	4.00	4.20	12.00	19.39	1.90	2.03
02	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	125	4.30	4.15	12.00	21.24	2.08	
03	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	120	4.00	4.10	12.00	21.42	2.10	
04	Mortero 1:4 - 7% L.A.	7	19/05/2023	26/05/2023	184	4.05	4.20	12.00	30.91	3.03	3.20
05	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	192	3.95	4.10	12.00	34.70	3.40	
06	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	190	4.00	4.20	12.00	32.31	3.17	
07	Mortero 1:4 - 7% L.A.	28	19/05/2023	16/06/2023	230	4.00	4.10	12.00	41.05	4.03	3.84
08	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	246	4.05	4.05	12.00	44.44	4.36	
09	Mortero 1:4 - 7% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	186	4.15	4.10	12.00	31.99	3.14	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

JORGE ARRIAL TOMARASCÁ RANTA.  
INGENIERO CIVIL Y PAVIMENTADOR

Miguel Ángel Ruiz Pezales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 19 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R/A/C=0.66) - 9% L.A.

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	SECCIÓN DE PRISMA		LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
						b ANCHO (cm)	h ALTO (cm)				
01	Mortero 1:4 - 9% L.A.	3	19/05/2023	22/05/2023	88	4.00	4.10	12.00	15.70	1.54	2.08
02	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	104	4.00	4.10	12.00	18.56	1.82	
03	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	22/05/2023	164	4.00	4.10	12.00	29.27	2.87	
04	Mortero 1:4 - 9% L.A.	7	19/05/2023	25/05/2023	170	4.00	4.05	12.00	31.09	3.05	2.96
05	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	188	3.95	4.05	12.00	31.12	3.05	
06	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	26/05/2023	158	4.00	4.10	12.00	28.20	2.77	
07	Mortero 1:4 - 9% L.A.	28	19/05/2023	16/06/2023	182	4.00	4.00	12.00	34.13	3.35	3.40
08	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	192	4.00	4.00	12.00	36.00	3.53	
09	Mortero 1:4 - 9% L.A.		19/05/2023	16/06/2023	202	4.05	4.20	12.00	33.93	3.33	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE ARMAS TAMAYAZO PARRA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Pesales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRU-  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSÉ HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 19 de mayo de 2023 **FECHA EMISIÓN:** lunes, 19 de junio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

**RESUMEN A LA FLEXIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (1:4) Y MORTERO SUSTITUIDO CON POLIESTIRENO.**

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN (Kg)			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Mpa)		
		CEMENTO	ARENA	Limaduras de acero	3 DÍAS	7 DÍAS	28 DÍAS
D1	Mortero Patrón - 1:4 R/A/C = 0.80	42.50	152.96	0.00	2.32	2.65	3.74
D2	Mortero 1:4 (R/A/C=0.70) - 3% L.A.	42.50	148.27	7.946	2.36	3.41	4.00
D3	Mortero 1:4 (R/A/C=0.69) - 5% L.A.	42.50	145.27	13.087	2.49	3.76	4.17
D4	Mortero 1:4 (R/A/C=0.67) - 7% L.A.	42.50	142.21	18.229	2.03	3.20	3.84
D5	Mortero 1:4 (R/A/C=0.66) - 9% L.A.	42.50	139.18	23.370	2.08	2.96	3.40

**OBSERVACIONES:**

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

**JOSÉ AMAL CARRASCO FLORES**  
 T.C. DE SUELOS Y FUNDACIONES

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

**ANEXO VII.** Informe del ensayo de resistencia a la compresión axial, resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería y compresión diagonal en muretes de albañilería.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.



**INFORME DE ENSAYO**

Página: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**

(NORMA: N.T.P. 399.605)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK

PRESENTACIÓN: PRISMA PATRÓN (14)

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASESADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Lp (mm)	lp (mm)	Ip (mm)	Hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación Hp/Ip	Factor Correc.	CARGA (kg.)	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>m</sub> (Mpa)
1	1.4 - P1	31/05/2023	14/06/2023	14	228.65	321.45	300.15	300.15	27770	2.47	1.088	38270	60.79	5.96
2	1.4 - P2	31/05/2023	14/06/2023	14	227.60	322.95	300.30	300.30	27970	2.45	1.096	37570	65.31	6.41
3	1.4 - P3	31/05/2023	14/06/2023	14	227.95	322.15	300.25	300.25	27844	2.46	1.037	38218	67.84	6.65

PROMEDIO:	54.65	6.34
DEV. ESTÁNDAR:	3.57	0.35
CORREGIDO:	61.08	5.99

OBSERVACIONES:

- Muestra e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.
- Hp: Largo de prisma. Ip: Menor dimensión lateral de prisma / Diámetro de prisma.





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.

**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 01.

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMPIEZA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROSTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

TEMAS: CARRASCO FLORES JOSE HOMBRE  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LA MBAYEQUE  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**

(NORMA: N.T.P. 399.605)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK  
 PRESENTACIÓN: PRISMA PATRÓN - (1'-1)

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	La (mm)	lp (mm)	Hb (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/lp	Factor Correc.	CARGA (kg)	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	f'm (Mpa)
4	1-4 - P4	31/05/2023	21/06/2023	21	228.55	121.60	300.50	27792	2.47	1.038	89151	71.50	7.01
5	1-4 - P5	31/05/2023	21/06/2023	21	228.30	122.20	300.50	27898	2.45	1.037	18528	69.04	6.77
6	1-4 - P6	31/05/2023	21/06/2023	21	228.75	121.88	300.70	27980	2.47	1.037	18220	67.76	6.64

PROMEDIO:	68.81
DESV. ESTÁNDAR:	1.90
CORREGIDO:	67.53

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.
- lp: Largo del prisma, tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: altura del prisma.

**LMSCEACH**  
 S.A.S.  
 OFICINA GENERAL DE SERVICIOS Y ASISTENTES

Miguel Ángel Ruiz Parales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.

**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LAMINADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

TESTA: CABRASCOS FLORES JOSE HOMERO

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**  
(NORMA: N.T.P. 399.605)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LABORIO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK

PRESENTACIÓN: PRISMA PATRÓN (1.14)

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASERTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	lp (mm)	Hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/lp	Factor Correc.	CARGA (kg)	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>m</sub> (Mpa)
7	1.4 - P7	31/05/2023	28/06/2023	28	227.70	121.95	300.35	27768	2.46	1.037	21084	78.72	7.72
8	1.4 - P8	31/05/2023	28/06/2023	28	228.05	122.15	300.45	27856	2.46	1.037	20784	77.36	7.59
9	1.4 - P9	31/05/2023	28/06/2023	28	227.30	121.95	300.40	27719	2.46	1.037	19541	73.09	7.17
PROMEDIO:												76.39	7.49
DESV. ESTÁNDAR:												2.94	0.29
CORREGIDO:												73.45	7.20

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el contratante.
- lo Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y ho: altura del prisma.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.

**INFORME DE ENSAYO**

Pág: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**  
(NORMA: N.T.P. 399.605)

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN: LAJILLO DE KING KONG 38 HUECOS - LAIR

PRESENTACIÓN: PRISMA con 3% de limaduras

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	Ip (mm)	Hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/tp	Factor Correc.	CARGA (kg)	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>m</sub> (Mpa)
1	1-4 - 3%	31/05/2023	14/06/2023	14	228.65	121.35	300.15	27747	2.47	1.038	17450	65.29	6.40
2	1-4 - 3%	31/05/2023	14/06/2023	14	227.60	122.40	300.30	27958	2.45	1.086	18570	69.06	6.77
3	1-4 - 3%	31/05/2023	14/06/2023	14	227.95	122.15	300.25	27844	2.46	1.087	19150	71.31	6.99

PROMEDIO: 68.55  
DESV. ESTÁNDAR: 3.04  
CORREGIDO: 64.2

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidades de albañilería realizado por el solicitante.

- Ip: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: altura del prisma.





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.

**INFORME DE ENSAYO**

Pág. 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LAMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROSTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

**TESISTA:** CARIBASCO FLORES JOSE HOMERO

**UBICACION:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

**FECHA RECEPCIÓN:** miércoles, 31 de mayo de 2023

**FECHA EMISION:** sábado, 1 de julio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**

(NORMA: N.T.P. 399.605)

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACION:** LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK

**PRESENTACION:** PRISMA con 3% de finaduras

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	lp (mm)	hip (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/tp	Factor Correc.	CARGA (kg)	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	f'm (Mpa)
4	1-4 - 3%	31/05/2023	21/06/2023	21	226.55	121.60	300.55	27792	2.47	1.038	19990	74.63	7.32
5	1-4 - 3%	31/05/2023	21/06/2023	21	226.30	122.20	300.50	27898	2.46	1.037	20884	77.61	7.61
6	1-4 - 3%	31/05/2023	21/06/2023	21	226.76	122.05	300.55	27919	2.46	1.037	19650	71.72	7.23

PROMEDIO:

75.32 7.39

DESV. ESTÁNDAR:

2.04 0.20

CORREGIDO:

**73.28 7.19**

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hip: altura del prisma.





**INFORME DE ENSAYO**

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LAMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESIS: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

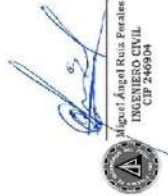
**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**  
 (NORMA: N.T.P. 399.605)

REFERENCIA DE LA MUESTRA: LADRILLO DE KING MONG 18 HUECOS - LURK  
 IDENTIFICACIÓN: PRISMA con 3% de limaduras  
 PRESENTACIÓN:

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	tp (mm)	Hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/tp	Factor Correc.	CARGA (kg.)	Fm (kg/cm <sup>2</sup> )	Fm (Mpa)
7	1.4 - 3%	31/05/2023	28/06/2023	28	227.45	122.00	300.35	2749	2.46	1.037	20984	78.40	7.69
8	1.4 - 3%	31/05/2023	28/06/2023	28	228.05	122.15	300.45	27866	2.46	1.037	21784	81.08	7.95
9	1.4 - 3%	31/05/2023	28/06/2023	28	227.30	121.95	300.40	27719	2.46	1.037	21541	80.57	7.90

PROMEDIO:	8002	7.85
DESV. ESTANDAR:	1.42	0.14
CORREGIDO:	78.60	7.71

OBSERVACIONES:  
 - Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.  
 - lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: altura del prisma.





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.

**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LINDAJURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROSTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

UBICACIÓN: CARRASCO TLORES JOSE HOYOS

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**  
(NORMA: N.T.P. 399.605)

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LAKK

PRESENTACIÓN: Pílvora con 5% de limitares

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	tp (mm)	Hp (mm)	Área (mm²)	Relación hp/tp	Factor Cargac.	CARGA (kg.)	f'm (kg/cm2)	f'm (Mpa)
1	1-4 - 5%	31/05/2023	14/06/2023	14	228.65	121.45	300.15	27770	2.47	1.038	18200	68.00	6.67
2	1-4 - 5%	31/05/2023	14/06/2023	14	227.60	122.40	300.30	27858	2.45	1.056	18580	68.91	6.76
3	1-4 - 5%	31/05/2023	14/06/2023	14	228.00	122.15	300.25	27850	2.46	1.037	20158	75.04	7.36

PROMEDIO:	70.65	6.93
DEV. ESTÁNDAR:	3.83	0.38
CORREGIDO:	66.82	6.55

**OBSERVACIONES:**

- Muestra e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.
- tp: Largo del prisma por menor dimensión lateral del prisma y tp: altura del prisma

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JOSÉ ANTONIO VILLARDO PASTA  
 INGENIERO CIVIL EN ALBAÑILERÍA Y PAVIMENTOS

**Francisco Angel Ruiz Parales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO

Pág. 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA MADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROSTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**  
(NORMA: N.T.P. 399.605)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS- LARK

PRESENTACIÓN: PRISMA con 5% de limaduras

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	tp (mm)	Hp (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/tp	Factor Correc.	CARGA (kg)	Fm (kg/cm <sup>2</sup> )	Fm (Mpa)
4	1-A - 5%	31/05/2023	21/06/2023	21	228.85	-121.90	300.55	27886	2.47	1.038	21005	78.30	7.68
5	1-A - 5%	31/05/2023	21/06/2023	21	228.80	-122.15	300.60	27887	2.46	1.037	20954	77.90	7.64
6	1-A - 5%	31/05/2023	21/06/2023	21	228.75	-122.05	300.35	27919	2.46	1.037	22650	81.89	8.03

PROMEDIO:

79.36

DESV. ESTÁNDAR:

2.19

CORREGIDO:

77.17

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

- Lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y Hp: altura del prisma.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.

**INFORME DE ENSAYO**

Pág: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INGENIERIA DE LA MANEJO DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROSTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL"

TESISTA: CARLOS FLORES JOSE HONORIO

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**

(NORMA: N.T.P. 399.605)

REFERENCIA DE LA MUESTRA: LADRILLO DE HING KONG 18 HUECOS - LARK  
PRESENTACIÓN: PRISMA con 5% de limaduras

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	tp (mm)	Hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/tp	Factor Correc.	CARGA (kg)	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>m</sub> (Mpa)
7	14 - 5%	31/05/2023	28/06/2023	28	227.95	122.00	300.35	27786	2.46	1.037	23964	82.03	8.04
8	14 - 5%	31/05/2023	28/06/2023	28	227.90	122.30	300.55	27838	2.46	1.037	23325	86.87	8.52
9	14 - 5%	31/05/2023	28/06/2023	28	227.30	121.95	300.30	27719	2.46	1.037	23303	87.16	8.55

PROMEDIO:	85.36	8.37
DSV ESTÁNDAR:	2.88	0.78
CORREGIDO:	<b>82.47</b>	<b>8.09</b>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante

- tp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: altura del prisma

**LMSCEACH**  
INGENIERIA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
INGENIERO CIVIL  
CIT 249954

**Aguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIT 249954



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIGERÍA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**

(NORMA: N.T.P. 399.605)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 MUECOS - LARK  
 PRESENTACIÓN: PRISMA con 7% de ligaduras

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	tp (mm)	Hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/tp	Factor Correc.	CARGA (kg.)	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>m</sub> (Mpa)
1	1.4 - 7%	31/05/2023	14/06/2023	14	228.35	121.55	308.20	27756	2.47	1.038	18000	67.29	6.60
2	1.4 - 7%	31/05/2023	14/06/2023	14	227.55	122.40	308.30	27852	2.45	1.036	18310	68.11	6.68
3	1.4 - 7%	31/05/2023	14/06/2023	14	228.05	122.15	308.45	27856	2.46	1.037	20100	74.81	7.34

PROMEDIO:	70.07	6.87
DESV. ESTÁNDAR:	4.13	0.41
CORREGIDO:	65.94	6.47

OBSERVACIONES:

- Anotada deformación de unidad de albañilería realizada por el colibrante.  
 -lp: Largo de prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: altura del prisma.







INFORME DE ENSAYO

Pág: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ATERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESIS: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023  
 FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**

(NORMA: N.T.P. 399.605)

REFERENCIA DE LA MUESTRA: LADRILLO DE KING KONG 38 HUECOS - LADR  
 IDENTIFICACIÓN: PRISMA con 7% de limaduras  
 PRESENTACIÓN:

MUESTRA N°	N° CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	lp (mm)	tp (mm)	Hp (mm)	Área (mm²)	Relación hp/tp	Factor Correc.	CARGA (kg.)	Fm (kg/cm2)	Fm (Mpa)
4	1-A-7%	31/05/2023	21/06/2023	21	228.35	121.90	300.60	27836	2.47	1.038	20028	74.58	7.31
5	1-A-7%	31/05/2023	21/06/2023	21	228.50	122.15	300.70	27911	2.46	1.037	21000	78.01	7.65
6	1-A-7%	31/05/2023	21/06/2023	21	228.75	122.05	300.50	27919	2.46	1.037	21050	78.17	7.67

PROMEDIO:	76.92	7.54
DESV. ESTÁNDAR:	2.03	0.20
CONCORDADO:	74.89	7.34

OBSERVACIONES:  
 - Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.  
 - lp: largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: altura del prisma.





INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TEMAS: "INFLUENCIA DE LA LINDAJURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROSTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023

FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)**

(NORMA: N.T.P. 399.605)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK

PRESENTACIÓN: PRISMA con 7% de limaduras

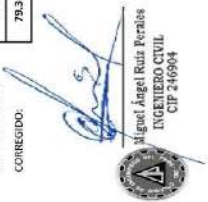
MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	lp (mm)	tp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/tp	Factor Correc.	CARGA (kg.)	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	f'm (Mpa)
7	1-4-7%	31/05/2023	28/06/2023	28	227.95	121.95	300.35	27799	2.46	1.037	21184	79.01	7.75
8	1-4-7%	31/05/2023	28/06/2023	28	227.80	122.15	300.55	27826	2.46	1.037	22181	82.65	8.10
9	1-4-7%	31/05/2023	28/06/2023	28	227.50	121.95	300.35	27744	2.46	1.037	22321	83.42	8.18

PROMEDIO: 81.69  
DSV: ESTÁNDAR: 2.35  
CORREGIDO: 79.34

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

- lp: Largo del prisma; lp: Menor dimensión lateral del prisma y tp: altura del prisma.



## INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSÉ HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA RECEPCIÓN:** miércoles, 31 de mayo de 2023

**FECHA EMISIÓN:** sábado, 1 de julio de 2023

### UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería) (NORMA: N.T.P. 399.605)

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**  
**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 38 HUECOS-LAK  
**PRESENTACIÓN:** PRISMA con 5% de limaduras

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	tp (mm)	Hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/tp	Factor Correc.	CARGA (kg.)	Fm (kg/cm2)	Fm (Mpa)
1	1-4 - 5%	31/05/2023	14/06/2023	14	228.35	121.55	300.20	27756	2.47	1.038	16901	63.18	6.20
2	1-4 - 5%	31/05/2023	14/06/2023	14	227.35	122.40	300.30	27652	2.45	1.036	19570	72.79	7.14
3	1-4 - 5%	31/05/2023	14/06/2023	14	228.05	122.15	300.35	27656	2.46	1.037	20122	74.89	7.34

**PRONMEDIO:** 70.29  
**DESV. ESTÁNDAR:** 6.25  
**CORREGIDO:** 64.04

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.  
 - Lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: altura del prisma.



## INFORME DE ENSAYO

Pág: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

**FECHA RECEPCIÓN:** miércoles, 31 de mayo de 2023

**FECHA EMISIÓN:** sábado, 1 de julio de 2023

### UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería) (NORMA: N.T.P. 399.605)

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** LAURILLO DE KING KONG 38 HUECOS - LARK

**PRESENTACIÓN:** PRISMA con 9% de limaduras

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	lp (mm)	Hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/lp	Factor Correc.	CARGA (kg)	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>m</sub> (Mpa)
4	I-4- 9%	31/05/2023	21/06/2023	21	228.35	121.50	300.60	27836	2.47	1.038	21026	78.38	7.69
5	I-4- 9%	31/05/2023	21/06/2023	21	228.50	122.15	300.70	27911	2.46	1.037	21000	78.01	7.65
6	I-4- 9%	31/05/2023	21/06/2023	21	228.75	122.05	300.50	27919	2.46	1.037	19890	73.86	7.24

PROMEDIO:

DESV. ESTÁNDAR:

CORREGIDO:

PROMEDIO:	76.75	7.59
DESV. ESTÁNDAR:	2.51	0.25
CORREGIDO:	<b>74.24</b>	<b>7.28</b>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidades de albañilería realizado por el solicitante.

- lp: Largo del prisma; Hp: Menor dimensión lateral del prisma y Hpe: Altura del prisma.

- L: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y tpe: Altura del prisma.

  
**IMSCOEACH**  
 Ingenieros Civiles  
 JUAN CARLOS ROSALES BERNALDEZ  
 INGENIERO CIVIL EN INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS  
 C.O.P. 24604

  
 Miguel Angel Ruiz Bernalde  
 INGENIERO CIVIL EN INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS  
 C.O.P. 24604

## INFORME DE ENSAYO

Pág. 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROSTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"

**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERIO

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

**FECHA RECEPCIÓN:** miércoles, 31 de mayo de 2023

**FECHA EMISIÓN:** sábado, 1 de julio de 2023

### UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. (Resistencia a la compresión en prisma de albañilería)

(NORMA: N.T.P. 399.605)

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 38 HUECOS - LARK

**PRESENTACIÓN:** PRISMA con 9% de limaduras

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	Lp (mm)	tp (mm)	tp (mm)	hpo (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Relación hp/tp	Factor Correc.	CARGA (kg)	F <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>m</sub> (Mpa)
7	1-4 - 9%	31/05/2023	28/06/2023	28	227.95	121.95	300.35	27399	27399	2.46	1.037	19800	74.22	7.28
8	1-4 - 9%	31/05/2023	28/06/2023	28	227.80	122.15	300.55	27826	27826	2.46	1.037	20682	77.06	7.56
9	1-4 - 9%	31/05/2023	28/06/2023	28	227.50	121.95	300.35	27744	27744	2.46	1.037	20541	76.76	7.53

PROMEDIO:

76.62	7.45
1.56	0.15
<b>74.45</b>	<b>7.30</b>

DESV. ESTÁNDAR:

CORREGIDO:

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante

- Lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hpo: altura del prisma



Miguel Ángel Ruiz Pezales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904





INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: \*INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL\*  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023  
 FECHA EMISIÓN: sábado, 1 de julio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo en laboratorio para la determinación de la resistencia a la adherencia por flexión de elementos de albañilería (Resistencia a la flexión en prismas de albañilería).**

( NORMA: NTP 334.129 - 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK  
 PRESENTACIÓN: PRISMA PATRÓN - (1:4)

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	L (mm)	d (mm)	b (mm)	CARGA (kg.)	Fr (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1:4 - P1	31/05/2023	14/06/2023	14	228	122.3	228.1	842	3.02	3.14
2	1:4 - P2	31/05/2023	14/06/2023	14	228	121.0	227.5	820	2.98	
3	1:4 - P3	31/05/2023	14/06/2023	14	228	122.4	227.4	950	3.41	
4	1:4 - P4	31/05/2023	21/06/2023	21	228	122.1	228.0	1025	3.68	3.75
5	1:4 - P5	31/05/2023	21/06/2023	21	228	121.4	228.0	1100	3.97	
6	1:4 - P6	31/05/2023	21/06/2023	21	228	121.4	227.8	993	3.59	
7	1:4 - P7	31/05/2023	28/06/2023	28	228	122.1	228.1	1405	5.04	5.66
8	1:4 - P8	31/05/2023	28/06/2023	28	228	121.3	228.0	1545	5.59	
9	1:4 - P9	31/05/2023	28/06/2023	28	228	121.2	227.8	1757	6.36	

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación en el sitio del solicitante.
- L: Luz entre apoyos; d: promedio del prisma y P: Módulo de ruptura.

JORGE ARRIAL TOMASPARCK PANTA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y FUNDACIONES

Miguel Ángel Rula Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA RECEPCIÓN:** miércoles, 31 de mayo de 2023 **FECHA EMISION:** sábado, 1 de julio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo en laboratorio para la determinación de la resistencia a la adherencia por flexión de elementos de albañilería (Resistencia a la flexión en prismas de albañilería).**

( NORMA: NTP 334.129 - 2016)

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK  
**PRESENTACIÓN:** PRISMA CON 3% DE LIMADURAS DE ACERO

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	L (mm)	d (mm)	b (mm)	CARGA (kg.)	Fr (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1.4-3%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	122.3	228.1	868	3.11	3.45
2	1.4-3%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	121.0	227.5	990	3.60	
3	1.4-3%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	122.3	227.4	1011	3.64	
4	1.4-3%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	122.0	227.8	1457	5.24	4.58
5	1.4-3%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	121.2	228.0	1203	4.35	
6	1.4-3%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	121.4	227.9	1150	4.16	
7	1.4-3%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	122.1	228.1	2000	7.18	6.75
8	1.4-3%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	121.3	228.0	1750	6.33	
9	1.4-3%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	121.1	227.9	1859	6.74	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación de la muestra por el solicitante.
- Luz entre apoyos: 200 mm; Ancho promedio del prisma y Fr: Módulo de ruptura.

**JORGE AMAL ZAMARRÓN PANTA**  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Rulo Pezales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 244904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023 FECHA EMISION: sábado, 1 de julio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo en laboratorio para la determinación de la resistencia a la adherencia por flexión de elementos de albañilería (Resistencia a la flexión en prismas de albañilería).**

( NORMA: NTP 334.129 - 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK  
 PRESENTACIÓN: PRISMA con 5% de limaduras

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	L (mm)	d (mm)	b (mm)	CARGA (kg.)	Fr (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1.4 - 5%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	122.3	228.2	1200	4.30	4.36
2	1.4 - 5%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	121.5	227.7	1350	4.88	
3	1.4 - 5%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	122.1	228.1	1086	3.90	
4	1.4 - 5%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	122.0	227.9	1526	5.49	5.55
5	1.4 - 5%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	121.2	228.0	1487	5.38	
6	1.4 - 5%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	121.4	228.1	1600	5.78	
7	1.4 - 5%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	122.1	228.1	2409	8.65	8.21
8	1.4 - 5%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	121.2	227.7	2220	8.04	
9	1.4 - 5%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	122.1	228.0	2210	7.99	

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de muestra de albañilería realizado por el solicitante.
- L: Luz entre apoyos; d: profundidad promedio del prisma; b: Ancho promedio del prisma y Fr: Módulo de ruptura.

JORGE ARANDA TENAPASCÓN PARATA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y FUNDACIONES

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904





INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 31 de mayo de 2023 FECHA EMISION: sábado, 1 de julio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo en laboratorio para la determinación de la resistencia a la adherencia por flexión de elementos de albañilería (Resistencia a la flexión en prismas de albañilería).**

( NORMA: NTP 334.129 - 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK  
 PRESENTACIÓN: PRISMA con 7% de limaduras

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	L (mm)	d (mm)	b (mm)	CARGA (kg.)	Fr (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1.4 - 7%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	122.0	228.2	1212	4.35	4.85
2	1.4 - 7%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	121.7	228.1	1550	5.58	
3	1.4 - 7%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	122.1	228.0	1281	4.60	
4	1.4 - 7%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	122.0	227.8	1720	6.19	6.02
5	1.4 - 7%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	121.8	228.0	1586	5.71	
6	1.4 - 7%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	121.3	227.6	1702	6.16	
7	1.4 - 7%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	122.0	228.0	2511	9.03	8.51
8	1.4 - 7%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	121.2	227.9	2320	8.40	
9	1.4 - 7%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	122.2	228.0	2259	8.11	

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de la muestra realizado por el solicitante.
- L: Luz entre apoyos; d: Distancia entre apoyos en el prisma; b: Ancho promedio del prisma y Fr: Módulo de ruptura.

JORGE ASPAL TORRESPAMCA PANTA  
 T.E.C. DE SUELOS Y FUNDACIONES

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
**TESISTA:** CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA RECEPCIÓN:** miércoles, 31 de mayo de 2023 **FECHA EMISION:** sábado, 1 de julio de 2023

**CEMENTOS. Método de ensayo en laboratorio para la determinación de la resistencia a la adherencia por flexión de elementos de albañilería (Resistencia a la flexión en prismas de albañilería).**

( NORMA: NTP 334.129 - 2016)

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK  
**PRESENTACIÓN:** PRISMA con 9% de limaduras

MUESTRA N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	L (mm)	d (mm)	b (mm)	CARGA (kg.)	fr (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1.4 - 9%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	122.0	228.2	1300	4.67	5.04
2	1.4 - 9%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	121.7	228.1	1600	5.76	
3	1.4 - 9%	31/05/2023	14/06/2023	14	228	122.1	228.0	1305	4.69	
4	1.4 - 9%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	122.0	227.7	1800	6.48	6.18
5	1.4 - 9%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	121.8	228.0	1615	5.82	
6	1.4 - 9%	31/05/2023	21/06/2023	21	228	121.3	228.1	1726	6.24	
7	1.4 - 9%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	122.0	228.0	2201	7.91	7.84
8	1.4 - 9%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	121.2	227.9	2115	7.66	
9	1.4 - 9%	31/05/2023	28/06/2023	28	228	122.2	228.1	2220	7.96	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- L: Luz entre alfileres; d: Ancho promedio del prisma; b: Ancho promedio del prisma y fr: Módulo de ruptura.

**JORGE ANÍBAL TAMASPAC PARTA**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL"  
 TESISTA: CARRASCO FLORES JOSE HOMERO  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 FECHA RECEPCIÓN: lunes, 29 de mayo de 2023  
 FECHA EMISIÓN: viernes, 30 de junio de 2023

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.**  
**(Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería)**

( NORMA: N.T.P. 399.621 - revisada el 2015)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LADRILLO DE KING KONG 18 HUECOS - LARK

1 TN = 9806.8 N

1 Mpa = 10.1972 kg/cm<sup>2</sup>

MUEST N°	N° CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ASENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	LARGO	ALTO	ESPESO	AREA BRUTA	CARGA APLICADA	CARGA APLICADA	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO CORTANTE	PROMEDIO
					l	h	t	Ab = $\frac{(l \cdot h)}{2} t$		TON (T)	P	$\tau_{ci} = \frac{0.707P}{A_k}$	
1	PATRÓN - (1:4)	29/05/2023	26/06/2023	28	600	610	121	73205	13	127488.48	1.231	12.56	11.21
2	PATRÓN - (1:4)	29/05/2023	26/06/2023	28	598	610	122	73688	12	117681.67	1.129	11.51	
3	PATRÓN - (1:4)	29/05/2023	26/06/2023	28	600	614	122	74054	10	98068.06	0.936	9.55	
4	Limadura de acero - (1:4) - 3%	29/05/2023	26/06/2023	28	597	615	121	73326	14	137295.28	1.324	13.50	12.75
5	Limadura de acero - (1:4) - 3%	29/05/2023	26/06/2023	28	600	610	121	73205	12.5	122585.07	1.184	12.07	
6	Limadura de acero - (1:4) - 3%	29/05/2023	26/06/2023	28	598	618	122	74176	13.3	130430.52	1.243	12.68	
7	Limadura de acero z - (1:4) - 5%	29/05/2023	26/06/2023	28	600	610	122	73810	17	166715.70	1.597	16.28	16.55
8	Limadura de acero z - (1:4) - 5%	29/05/2023	26/06/2023	28	600	615	121	73508	16.6	162792.98	1.566	15.97	
9	Limadura de acero z - (1:4) - 5%	29/05/2023	26/06/2023	28	598	618	121	73568	18.12	177699.32	1.708	17.41	
10	Limadura de acero - (1:4) - 7%	29/05/2023	26/06/2023	28	600	617	122	74237	15.4	151024.81	1.438	14.67	14.74
11	Limadura de acero - (1:4) - 7%	29/05/2023	26/06/2023	28	599	618	122	74237	15	147102.09	1.401	14.29	
12	Limadura de acero - (1:4) - 7%	29/05/2023	26/06/2023	28	600	615	122	74115	16	156908.89	1.497	15.26	
13	Limadura de acero - (1:4) - 9%	29/05/2023	26/06/2023	28	598	616	122	74054	14	137295.28	1.311	13.37	12.60
14	Limadura de acero - (1:4) - 9%	29/05/2023	26/06/2023	28	598	615	122	73993	12.03	117975.88	1.127	11.49	
15	Limadura de acero - (1:4) - 9%	29/05/2023	26/06/2023	28	601	618	121	73750	13.5	132391.88	1.269	12.94	

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación de unidad de albañilería realizado por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE ADRIAL TOMAPASCU PARIZA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

## ANEXO VIII. Análisis estadístico para determinar le optimo porcentaje de limaduras de acero

### Análisis estadístico de los ensayos evaluados a los 28 días

#### A. Prueba de normalidad

H0: Los datos con respecto al ensayo de resistencia a la compresión se distribuyen como una normal.

H1: Los datos con respecto al ensayo de resistencia a la compresión no se distribuyen como una normal.

Considerando los siguientes criterios

Sig. valor  $< 0.05$  se acepta la  $H_0$

Sig. valor  $\geq 0.05$  se acepta la  $H_1$

Tabla 1

Pruebas de normalidad en resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión a los 28 días de curado	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	,208	15	,081	,924	15	,219

a. Corrección de significación de Lilliefors

La **Tabla 1**, muestra el resultado del estadístico Shipiro-Wilk Sig= 0.219 que viene a ser un valor mayor a 0.05 lo cual indica que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 95% de confianza de los datos de la resistencia a la compresión se distribuyen como una normal.

#### B. Prueba de Homocedasticidad

G1: Mortero patrón

G2: 3% de limaduras de acero

G3: 5% de limaduras de acero

G4: 7% de limaduras de acero

G5: 9% de limaduras de acero

Ho: G1= G2= G3= G4= G5

H1: Al menos una varianza es diferente

**Tabla 2**

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>

<b>Resistencia a la compresión a los 28 días de curado</b>	<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>
Se basa en la media	1,071	4	10	,420
Se basa en la mediana	,382	4	10	,817
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,382	4	7,894	,816
Se basa en la media recortada	1,006	4	10	,449
a. Variable dependiente: Resistencia a la compresión				
b. Diseño: Intersección + Dosificación				

La **Tabla 2**, muestra el resultado del estadístico Levene con respecto a la prueba Homocedasticidad, Sig= 0.42 que viene a ser un valor mayor a 0.05 lo cual indica que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 95% de confianza que las varianzas de los grupos son iguales.

#### ANOVA

H0: Todos los grupos no presentan variaciones significativas

H1: Alguno de los grupos presenta variaciones significativas

**Tabla 3**

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Resistencia a la compresión a los 28 días de curado					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4744,834 a	4	1186,209	15,620	<.001
Intersección	398391,573	1	398391,573	5245,893	<.001
DOSIFICACION	4744,834	4	1186,209	15,620	<.001
Error	759,435	10	75,944		
Total	403895,842	15			
Total, corregido	5504,269	14			
a. R al cuadrado = .862 (R al cuadrado ajustada = .807)					

**Tabla 4**

Prueba de Comparación de Medias "TUKEY"

	% de sustitución	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	3%	-38,2967*	7,11541	,002	-61,7141	-14,8793
	5%	-44,8333*	7,11541	<.001	-68,2507	-21,4159
	7%	-29,3833*	7,11541	,014	-52,8007	-5,9659

	9%	-5,5900	7,11541	,929	-29,0074	17,8274
	Se basa en las medias observadas.					
	El término de error es la media cuadrática (Error) = 75.944.					
	*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.					

En la **Tabla 3**, de análisis de variancia se observa un valor Sig= 0.001 el cual indica que se debe rechazar la hipótesis nula esto significa que existe diferencia entre al menos dos de los promedios de los grupos. En la **Tabla 4**, muestra que existe diferencia significativa entre el grupo patrón y el grupo experimental 2 y 3 los cuales muestran un sig =0.002 y 0.001 indicando de esta manera el grupo experimental 3 al cual se agrega 5% de limadura genera mayor incidencia significativa por lo tanto se concluye que el % que se debe a agregar es 5% en la prueba de resistencia la compresión.

#### **Determinación del % óptimo en la prueba de resistencia a la flexión**

##### **A. Prueba de normalidad**

H0: Los datos con respecto al ensayo de resistencia a la flexión se distribuyen como una normal.

H1: Los datos con respecto al ensayo de resistencia a la flexión no se distribuyen como una normal.

Considerando los siguientes criterios

Sig. valor < 0.05 se acepta la H<sub>0</sub>

Sig. valor ≥ 0.05 se acepta la H<sub>1</sub>

**Tabla 5**

Pruebas de normalidad en resistencia a la flexión

Resistencia a la flexión a los 28 días de curado	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	,150	15	,200	,935	15	,326
a. Corrección de significación de Lilliefors						

La **Tabla 5**, muestra el resultado del estadístico Shipiro-Wilk Sig= 0.326 que viene a ser un valor mayor a 0.05 lo cual indica que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, a un 95% de confianza de los datos de la resistencia a la flexión se distribuyen como una normal.

**B. Prueba de Homocedasticidad**

G1: Mortero patrón

G2: 3% de limaduras de acero

G3: 5% de limaduras de acero

G4: 7% de limaduras de acero

G5: 9% de limaduras de acero

Ho: G1= G2= G3= G4= G5

H1: Al menos una varianza es diferente



**Tabla 6**

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>

Resistencia a la flexión a los 28 días de curado	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	2,534	4	10	,106
Se basa en la mediana	,873	4	10	,513
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,873	4	4,681	,543
Se basa en la media recortada	2,385	4	10	,121
a. Variable dependiente: Resistencia a la flexión				
b. Diseño: Intersección + Dosificación				

La **Tabla 6**, muestra el resultado del estadístico Levene con respecto a la prueba Homocedasticidad, Sig= 0.106 que viene a ser un valor mayor a 0.05 lo cual indica que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 95% de confianza que las varianzas de los grupos son iguales.

#### ANOVA

H0: Todos los grupos no presentan variaciones significativas

H1: Alguno de los grupos presenta variaciones significativas

**Tabla 7**

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Resistencia a la flexión a los 28 días de curado					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	104,666 a	4	26,166	1,880	,191
Intersección	22883,692	1	22883,692	1644,538	<.001
DOSIFICACION	104,666	4	26,166	1,880	,191
Error	139,150	10	13,915		
Total	23127,507	15			
Total, corregido	243,816	14			
a. R al cuadrado = .429 (R al cuadrado ajustada = .201)					

**Tabla 8**

Prueba de Comparación de Medias "TUKEY"

	% de sustitución	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
					0%	3%
	5%	-4,3700	3,04576	,621	-14,3938	5,6538
	7%	-1,0133	3,04576	,997	-11,0372	9,0105
	9%	3,4600	3,04576	,785	-6,5638	13,4838
Se basa en las medias observadas.						

	El término de error es la media cuadrática (Error) = 13.015
	*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

En la **Tabla 7**, de análisis de variancia se observa un valor Sig =0.191 el cual indica que se acepta la hipótesis nula esto significa que no existe diferencia entre los promedios de los grupos. En la **Tabla 8**, muestra que no existe diferencia significativa entre el grupo patrón y los demás grupos experimental, sin embargo el que tiene mejor desempeño es el grupo 3 muestran un sig =0.621 por lo tanto se concluye que el % que se debe a agregar es 5% en la prueba de resistencia a la flexión.

**Determinación del % óptimo en la prueba de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.**

**A. Prueba de normalidad**

H0: Los datos con respecto al ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas se distribuyen como una normal.

H1: Los datos con respecto al ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas no se distribuyen como una normal.

Considerando los siguientes criterios

Sig. valor < 0.05 se acepta la H<sub>0</sub>

Sig. valor ≥ 0.05 se acepta la H<sub>1</sub>

**Tabla 9**

Pruebas de normalidad en resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería

Resistencia a la compresión axial en pilas a los 28 días de curado	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	,119	15	,200	,969	15	,838
a. Corrección de significación de Lilliefors						

La **Tabla 9**, muestra el resultado del estadístico Shipiro-Wilk Sig= 0.838 que viene a ser un valor mayor a 0.05 lo cual indica que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 95% de confianza de los datos de la resistencia a la compresión axial se distribuyen como una normal.

**B. Prueba de Homocedasticidad**

G1: Mortero patrón

G2: 3% de limaduras de acero

G3: 5% de limaduras de acero

G4: 7% de limaduras de acero

G5: 9% de limaduras de acero

Ho: G1= G2= G3= G4= G5

H1: Al menos una varianza es diferente

**Tabla 10**

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>

Resistencia a la compresión axial a los 28 días de curado	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	1,201	4	10	,369
Se basa en la mediana	,156	4	10	,956
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,156	4	7,548	,955
Se basa en la media recortada	1,034	4	10	,436
a. Variable dependiente: Resistencia a la compresión axial en pilas				
b. Diseño: Intersección + Dosificación				

La **Tabla 10**, muestra el resultado del estadístico Levene con respecto a la prueba Homocedasticidad, Sig= 0.369 que viene a ser un valor mayor a 0.05 lo cual indica que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 95% de confianza que las varianzas de los grupos son iguales.

#### ANOVA

H0: Todos los grupos no presentan variaciones significativas

H1: Alguno de los grupos presenta variaciones significativas

**Tabla 11**

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Resistencia a la compresión axial a los 28 días de curado					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	181,220 <sup>a</sup>	4	45,305	8,402	,003
Intersección	95745,769	1	95745,769	17757,114	<.001
DOSIFICACION	181,220	4	45,305	8,402	,003
Error	53,920	10	5,392		
Total	95980,908	15			
Total, corregido	235,139	14			
a. R al cuadrado = .771 (R al cuadrado ajustada = .679)					

**Tabla 12**

Prueba de Comparación de Medias "TUKEY"

	% de sustitución	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	3%	-3,6267	1,89595	,370	-9,8664	2,6131
	5%	-8,9633*	1,89595	,006	-15,2031	-2,7236
	7%	-5,3067	1,89595	,107	-11,5464	,9331
	9%	,3767	1,89595	1,000	-5,8631	6,6164

	Se basa en las medias observadas.
	El término de error es la media cuadrática (Error) = 5.392.
	*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05

En la **Tabla 11**, de análisis de variancia se observa un valor Sig= 0.003 el cual indica que se debe rechazar la hipótesis nula esto significa que existe diferencia entre al menos dos de los promedios de los grupos. En la **Tabla 12**, muestra que existe una diferencia significativa entre el grupo patrón y el grupo experimental 3 el cual muestran un Sig =0.006 indicando de esta manera que el grupo experimental 3, al cual se agrega 5% de limadura genera mayor incidencia significativa, por lo tanto, se concluye que el % que se debe a agregar es 5% en la prueba de resistencia la compresión axial en pilas.

**Determinación del % optimo en la prueba de resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería**

**A. Prueba de normalidad**

H0: Los datos con respecto al ensayo de resistencia a la adherencia por flexión se distribuyen como una normal.

H1: Los datos con respecto al ensayo de resistencia a la adherencia por flexión no se distribuyen como una normal.

Considerando los siguientes criterios

Sig. valor < 0.05 se acepta la H<sub>0</sub>

Sig. valor ≥ 0.05 se acepta la H<sub>1</sub>

**Tabla 13**

Pruebas de normalidad en resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería

Resistencia a la adherencia por flexión a los 28 días de curado	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	,205	15	,089	,933	15	,303
a. Corrección de significación de Lilliefors						

La **Tabla 13**, muestra el resultado del estadístico Shipiro-Wilk Sig= 0.303 que viene a ser un valor mayor a 0.05 lo cual indica que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 95% de confianza de los datos de la resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería se distribuyen como una normal.

**B. Prueba de Homocedasticidad**

G1: Mortero patrón

G2: 3% de limaduras de acero

G3: 5% de limaduras de acero

G4: 7% de limaduras de acero

G5: 9% de limaduras de acero

Ho: G1= G2= G3= G4= G5

H1: Al menos una varianza es diferente



**Tabla 14**

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>

Resistencia a la adherencia por flexión a los 28 días de curado	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	,955	4	10	,473
Se basa en la mediana	,513	4	10	,728
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,513	4	7,797	,729
Se basa en la media recortada	,924	4	10	,488
a. Variable dependiente: Resistencia a la adherencia por flexión				
b. Diseño: Intersección + Dosificación				

La **Tabla 14**, muestra el resultado del estadístico Levene con respecto a la prueba Homocedasticidad, Sig= 0.901 que viene a ser un valor mayor a 0.05 lo cual indica que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 95% de confianza que las varianzas de los grupos son iguales.

#### ANOVA

H0: Todos los grupos no presentan variaciones significativas

H1: Alguno de los grupos presenta variaciones significativas

**Tabla 15**

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Resistencia a la adherencia por flexión a los 28 días de curado					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	16,592 <sup>a</sup>	4	4,148	20,431	<.001
Intersección	820,512	1	820,512	4041,534	<.001
DOSIFICACION	16,592	4	4,148	20,431	<.001
Error	2,030	10	,203		
Total	839,134	15			
Total, corregido	18,622	14			
a. R al cuadrado = .891 (R al cuadrado ajustada = .847)					

**Tabla 16**

Prueba de Comparación de Medias "TUKEY"

% de sustitución	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
0%	3%	-1,0867	,36789	,084	-2,2974 ,1241
	5%	-2,5467*	,36789	<.001	-3,7574 -1,3359
	7%	-2,8500*	,36789	<.001	-4,0608 -1,6392
	9%	-2,1800*	,36789	,001	-3,3908 -,9692
Se basa en las medias observadas.					

	El término de error es la media cuadrática (Error) = 0.203
	*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

En la **Tabla 15**, de análisis de varianza se observa un valor Sig= 0.001 el cual indica que se debe rechazar la hipótesis nula esto significa que existe diferencia entre al menos dos de los promedios de los grupos. En la **Tabla 16**, muestra que existe diferencia significativa entre el grupo patrón y el grupo experimental 3 y 4, los cuales muestran un Sig =0.001 indicando de esta manera el grupo experimental 3 y 4 al cual se agrega 5% y 7% de limadura genera mayor incidencia significativa por lo tanto se concluye que el % que se debe a agregar es 5% en la prueba de resistencia a la adherencia por flexión ya que con el 9% la resistencia empieza a caer.

#### **Determinación del % óptimo en la prueba de resistencia a la compresión diagonal**

##### **A. Prueba de normalidad**

H0: Los datos con respecto al ensayo de resistencia a la compresión diagonal se distribuyen como una normal.

H1: Los datos con respecto al ensayo de resistencia a la compresión diagonal no se distribuyen como una normal.

Considerando los siguientes criterios

Sig. valor < 0.05 se acepta la H<sub>0</sub>

Sig. valor ≥ 0.05 se acepta la H<sub>1</sub>

**Tabla 17**

Pruebas de normalidad en resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería

Resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	,113	15	,200	,985	15	,933
a. Corrección de significación de Lilliefors						

La **Tabla 17**, muestra el resultado del estadístico Shipiro-Wilk Sig= 0.993 que viene a ser un valor mayor a 0.05 lo cual indica que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 95% de confianza de los datos de la resistencia a la compresión diagonal se distribuyen como una normal.

**B. Prueba de Homocedasticidad**

G1: Mortero patrón

G2: 3% de limaduras de acero

G3: 5% de limaduras de acero

G4: 7% de limaduras de acero

G5: 9% de limaduras de acero

Ho: G1= G2= G3= G4= G5

H1: Al menos una varianza es diferente

**Tabla 18**

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>

Resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	1,342	4	10	,320
Se basa en la mediana	,472	4	10	,756
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,472	4	6,517	,756
Se basa en la media recortada	1,264	4	10	,346
a. Variable dependiente: Resistencia a la compresión diagonal				
b. Diseño: Intersección + Dosificación				

La **Tabla 18**, muestra el resultado del estadístico Levene con respecto a la prueba Homocedasticidad, Sig= 0.320 que viene a ser un valor mayor a 0.05 lo cual indica que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 95% de confianza que las varianzas de los grupos son iguales.

#### ANOVA

H0: Todos los grupos no presentan variaciones significativas

H1: Alguno de los grupos presenta variaciones significativas

**Tabla 19**

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	52,403 <sup>a</sup>	4	13,101	14,140	<.001
Intersección	2762,173	1	2762,173	2981,256	<.001
DOSIFICACION	52,403	4	13,101	14,140	<.001
Error	9,265	10	,927		
Total	2823,842	15			
Total, corregido	61,669	14			
a. R al cuadrado = .850 (R al cuadrado ajustada = .790)					

**Tabla 20**

Prueba de Comparación de Medias "TUKEY"

% de sustitución	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
0%	3%	-1,5433	,78592	,347	-4,1299	1,0432
	5%	-5,3467*	,78592	<.001	-7,9332	-2,7601
	7%	-3,5333*	,78592	,008	-6,1199	-,9468
	9%	-1,3933	,78592	,437	-3,9799	1,1932
Se basa en las medias observadas.						

	El término de error es la media cuadrática (Error) = 0.927
	*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

En la **Tabla 19**, de análisis de varianza se observa un valor Sig= 0.001 el cual indica que se debe rechazar la hipótesis nula esto significa que existe diferencia entre al menos dos de los promedios de los grupos. En la **Tabla 20**, muestra que existe diferencia significativa entre el grupo patrón y el grupo experimental 3, y 4 los cuales muestran un Sig =0.001 y 0.008, indicando de esta manera el grupo experimental 3 al cual se agrega 5% de limadura genera mayor incidencia significativa, por lo tanto, se concluye que el % que se debe a agregar es 5% en la prueba de resistencia diagonal.

**ANEXO IX.** Informe del ensayo del análisis de las características microestructurales del mortero patrón y mortero con 5% de limaduras de acero recicladas



CAM-JUL-15/2023

**INFORME TÉCNICO**

Número Total de Páginas: 12

**SOLICITADO POR :** JOSÉ HOMERO CARRASCO FLORES.  
**MUESTRAS :** 02 Muestras.  
**REALIZADO POR :** MSc. Miguel Piñeiro.  
**FECHA DE EMISIÓN:** 15.07.2023.



**I. INTRODUCCIÓN**

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

- Mortero convencional
- Mortero con 5% de limaduras de acero

Se brindaron dos lotes para cada muestra: una para DRX (pulverizada) y otra para SEM-EDS (fragmento sólido). Según indicación del solicitante, ambas muestras presentan arena. El presente informe contiene el procedimiento empleado para los análisis, así como los resultados correspondientes.

**II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

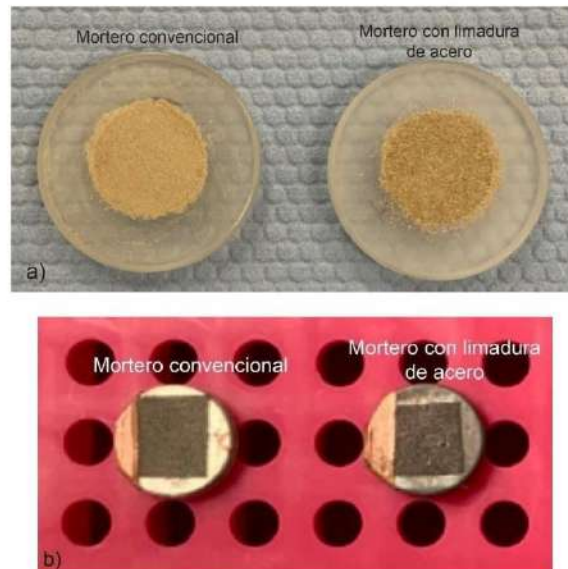
**DIFRACCION DE RAYOS X (DRX):**

A partir de las muestras suministradas, el análisis de difracción de rayos X se realizó con el equipo DRX de marca Bruker modelo D8 Discover, con radiación de cobre ( $Cu_{K\alpha} = 0.15418$  nm), corriente de 40 mA y voltaje de aceleración de 40 kV, con un detector Lynxeye con selectividad de energías. Los difractogramas fueron obtenidos en un rango de ángulos ( $2\theta$ ) desde  $10^\circ$  hasta  $70^\circ$  en pasos de  $0.02^\circ$ . El tiempo por paso fue de 3 s.

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



Cabe señalar que no fue necesario realizar un proceso de molienda a la muestra, ya que se brindó pulverizada.



**Figura 1.** Muestra preparada para el análisis de difracción de rayos x (a) y SEM-EDS (b) sobre el respectivo portamuestra.

#### ANÁLISIS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA (SEM):

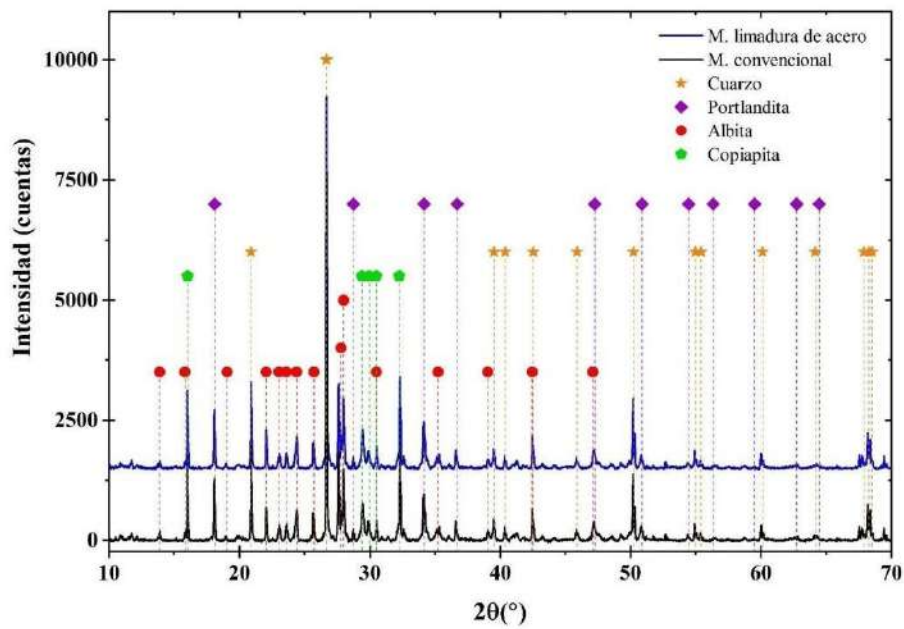
Las medidas fueron realizadas con un microscopio electrónico de barrido (SEM) de marca FEI modelo Quanta 650, para lo cual se utilizó un voltaje de aceleración de 10 kV y un tamaño de punto de 3 para las imágenes. Mientras que para la composición se utilizó 20 kV y un tamaño de punto de 6. Se midió un área con una magnificación de 500 y 1000x. Las medidas de espectroscopía de rayos X dispersiva en energía (EDS) fueron realizadas con un detector de marca EDAX, montado en el microscopio electrónico. El procesamiento de los datos y la determinación de la composición elemental se realizó con el software EDAX TEAM.

Con respecto a la preparación de la muestra, se adhirió una fracción del material brindado a un poste de aluminio para microscopía electrónica con cinta adhesiva conductiva de carbono y asegurándolo con cinta de cobre en el borde como se observa en la **Figura 1b**. Posteriormente, se recubrió con oro la superficie de la muestra. Con la finalidad de evitar la acumulación de carga superficial en la muestra y permitir la toma de imágenes sin aberraciones por efectos de carga. Las medidas fueron realizadas en un régimen de alto vacío.

### III. RESULTADOS

#### DRX:

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



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

**Tabla 1.** Concentración de las fases cristalinas de la muestra **Mortero convencional** obtenidas por el método de RIR.

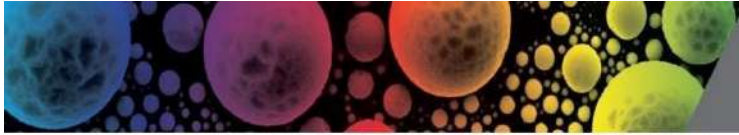
Fase	Fórmula	Según # de la base de datos	Concentración (wt%)
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	86-1628	43.3
Copiapita	Fe <sub>0.69</sub> Fe <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (OH) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>20</sub>	71-1546	14.3
Portlandita	Ca(OH) <sub>2</sub>	72-0156	5.1
Albita	Na(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	89-6426	34.1
Amorfo	--	--	3.2

**Tabla 2.** Concentración de las fases cristalinas de la muestra **Mortero con limadura de acero** obtenidas por el método de RIR.

Fase	Fórmula	Según # de la base de datos	Concentración (wt%)
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	86-1628	44.0
Copiapita	Fe <sub>0.69</sub> Fe <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (OH) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>20</sub>	71-1546	15.6
Portlandita	Ca(OH) <sub>2</sub>	72-0156	5.4
Albita	Na(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	89-6426	34.3
Amorfo	--	--	0.7

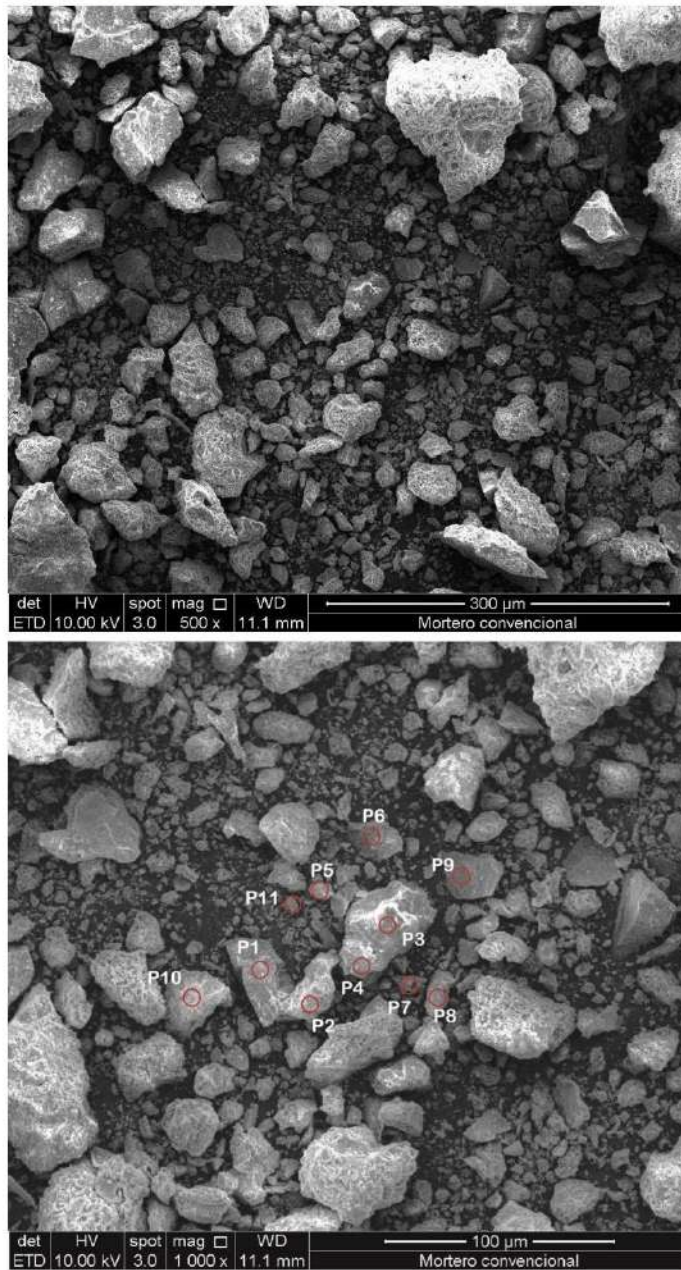
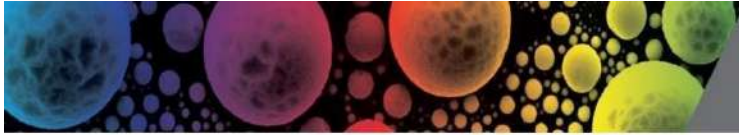
**SEM:**

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



En la **Figura 3** puede apreciarse una vista de baja magnificación de la muestra, siendo visibles regiones de material de origen mineral (entre ellas, la región A1) y (región A2). Esto es consistente con la descripción brindada de la muestra, de mortero convencional. Las medidas de EDS de las regiones P4 y P11 para la muestra **Mortero con limadura de acero** revelan composiciones algo similares, con altos contenidos de oxígeno, silicio, y calcio. Además, de una cierta cantidad de hierro dentro de su composición. Esto puede deberse a la presencia de limadura de acero distribuidos en diversas partes de la muestra, y nosólo debido al mismo mortero. Esto es consistente con la descripción brindada pored solicitante.

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



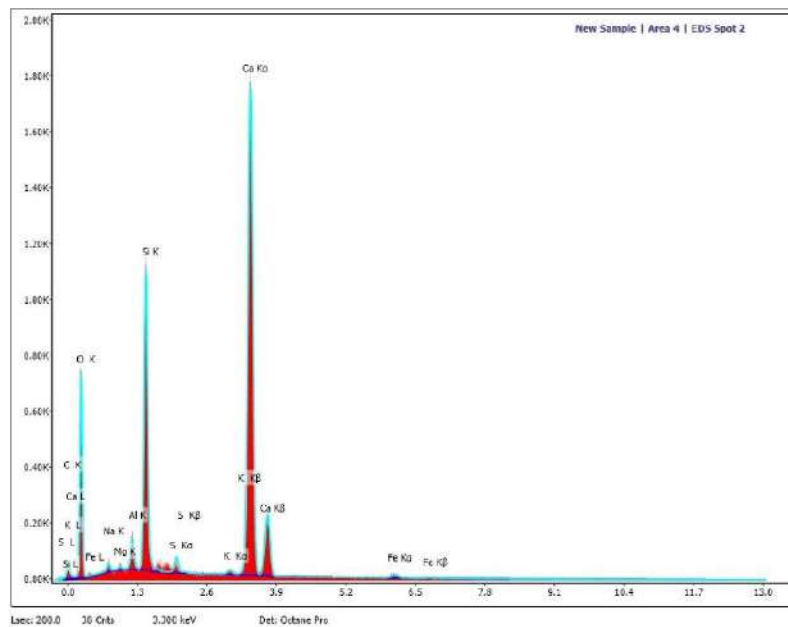
**Figura 3.** Micrografía de la muestra **Mortero convencional** a una magnificación de 500x y 1000x. Señal de electrones secundarios. Los círculos indican la posición en la que se midió la composición química.



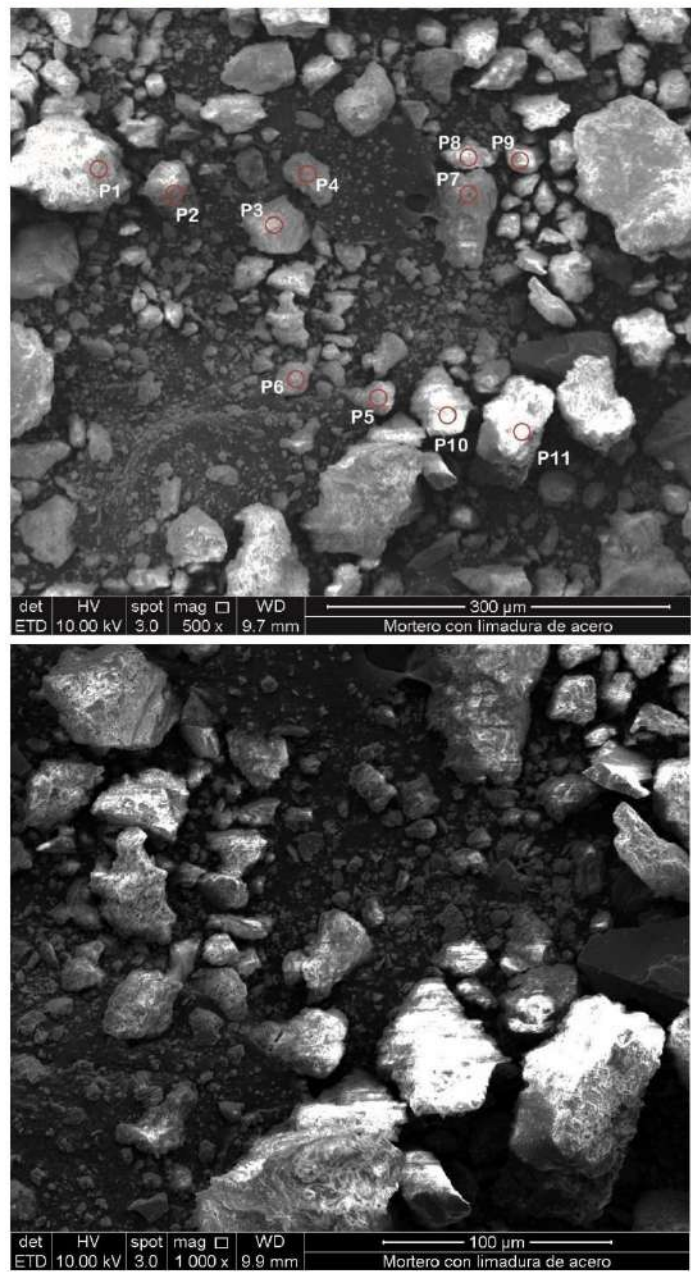
**Tabla 3.** Resultados de la composición elemental de la muestra **Mortero convencional** para diferentes puntos indicados en la **Figura 3** después de un ajuste por el método de eZAF de los espectros EDS.

Elemento químico	P1		P2		P3		P4		P5	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C (K)	1.43	2.41	2.99	5.57	4.5	7.9	4.13	7.58	15.4	22.94
O (K)	45.08	56.96	43.95	61.5	41.01	54.1	38.73	53.44	52.21	58.39
F (K)	-	-	-	-	0.22	0.24	-	-	-	-
Na (K)	11.9	10.46	0.67	0.65	0.67	0.61	0.41	0.4	-	-
Mg (K)	-	-	0.16	0.15	0.77	0.67	0.35	0.32	0.28	0.21
Al (K)	11.04	8.27	1.25	1.04	15.79	12.35	10.82	8.85	2.1	1.39
Si (K)	30.11	21.67	11.04	8.8	22.93	17.23	20.92	16.44	19.73	12.57
S (K)	-	-	0.69	0.48	0.85	0.56	-	-	0.76	0.42
K (K)	-	-	0.23	0.13	3.61	1.95	3.31	1.87	0.25	0.12
Ca (K)	0.44	0.22	38.27	21.38	4.97	2.61	17.23	9.49	7.89	3.52
Fe (K)	-	-	0.76	0.31	4.68	1.77	4.1	1.62	1.38	0.44
Elemento químico	P6		P7		P8		P9		P10	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C (K)	12.34	19.88	20.15	29.98	2.96	5.36	6.53	10.93	-	-
O (K)	50.24	60.77	48.36	54.01	50.11	68.04	41.32	51.91	44.54	64.25
F (K)	-	-	0.91	0.85	-	-	-	-	-	-
Na (K)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.82	0.83
Mg (K)	0.26	0.2	0.4	0.3	0.29	0.26	-	-	0.22	0.21
Al (K)	1.97	1.41	2.08	1.38	1.07	0.86	0.37	0.28	3.49	2.99
Si (K)	3.48	2.4	5.41	3.44	3.15	2.43	51.01	36.5	9.96	8.19
S (K)	1.15	0.7	0.54	0.3	0.39	0.26	-	-	1.6	1.15
K (K)	-	-	0.33	0.15	-	-	-	-	0.52	0.31
Ca (K)	29.73	14.36	20.65	9.21	42.03	22.78	0.77	0.38	37.13	21.38
Fe (K)	0.84	0.29	1.16	0.37	-	-	-	-	1.71	0.71

Elemento químico	P11	
	wt%	at%
C (K)	27.87	41.03
O (K)	37.37	41.31
Na (K)	0.29	0.22
Mg (K)	0.36	0.26
Al (K)	2.86	1.88
Si (K)	7.91	4.98
S (K)	2	1.11
K (K)	0.54	0.24
Ca (K)	19.21	8.48
Fe (K)	1.6	0.51

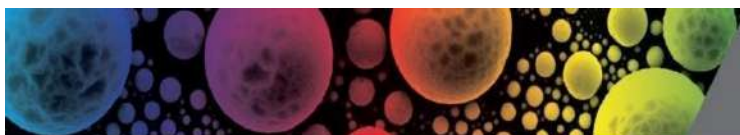


**Figura 4.** Espectro de EDS correspondiente al punto 2 de la **Figura 3** mostrando las bandas de emisión características de los elementos correspondientes a la Muestra.



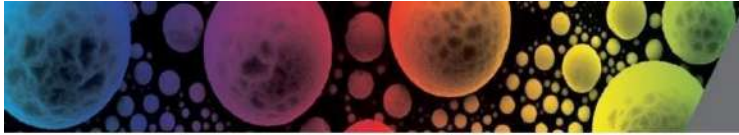
**Figura 5.** Micrografía de la muestra **Mortero con limadura de acero** a una magnificación de 500x y 1000x. Señal de electrones secundarios. Los círculos indican la posición en la que se midió la composición química.



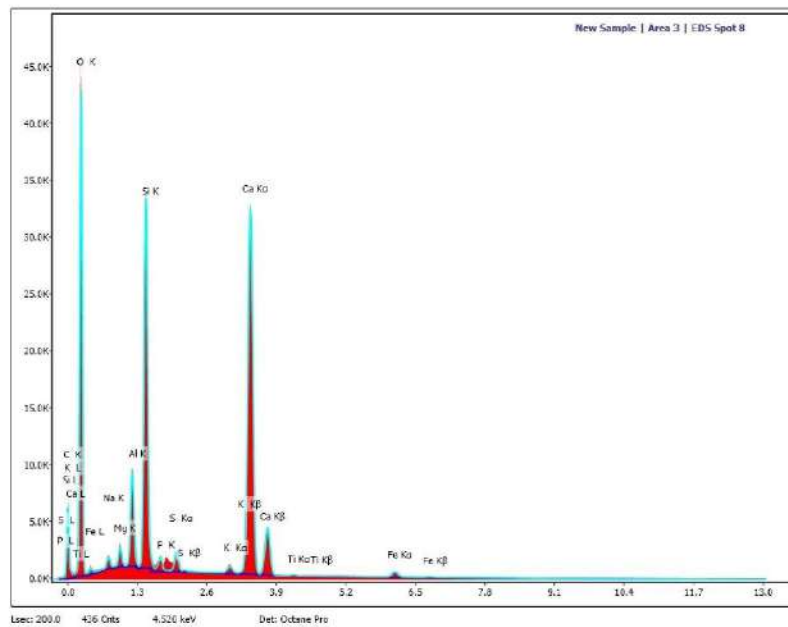


**Tabla 4.** Resultados de la composición elemental de la muestra **Mortero con limadura de acero** para diferentes puntos indicados en la **Figura 5** después de un ajuste por el método de eZAF de los espectros EDS.

Elemento químico	P1		P2		P3		P4		P5	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C (K)	8.08	13.63	7.72	13.17	5.95	9.77	4	7.42	6.29	10.77
O (K)	48.32	61.18	46.95	60.13	46.4	57.22	42.8	59.57	47.83	61.48
Na (K)	0.39	0.34	0.47	0.42	7.61	6.53	0.27	0.26	0.09	0.08
Mg (K)	1.09	0.91	0.43	0.36	0.08	0.07	2.33	2.13	1.69	1.43
Al (K)	3.17	2.38	4.84	3.67	8.81	6.44	9.08	7.49	5.54	4.22
Si (K)	9.51	6.86	10.33	7.54	23.19	16.29	3.47	2.75	12.09	8.85
S (K)	1.23	0.77	1.28	0.82	0.41	0.25	2.03	1.41	0.87	0.56
K (K)	0.18	0.09	0.46	0.24	0.24	0.12	0.03	0.02	1.12	0.59
Ca (K)	25.59	12.93	24.57	12.56	5.16	2.54	29.25	16.25	20.64	10.59
Fe (K)	2.28	0.83	2.79	1.02	2.14	0.76	6.53	2.6	3.74	1.38
Ti (K)	0.17	0.07	0.12	0.05	-	-	0.2	0.09	-	-
Elemento químico	P6		P7		P8		P9		P10	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C (K)	5.31	9.08	8.7	15.06	10.62	16.76	15.83	25.11	7.49	12.61
O (K)	40.7	52.28	41.93	54.49	53.3	63.14	35.68	42.5	46.12	58.26
Na (K)	5.82	5.2	0.4	0.36	0.69	0.57	-	-	2	1.76
Mg (K)	0.04	0.03	0.34	0.29	0.67	0.53	-	-	0.51	0.42
Al (K)	10.4	7.92	5.49	4.23	2.72	1.91	1.39	0.98	6.89	5.16
Si (K)	28.15	20.6	14.55	10.77	9.72	6.56	44.82	30.4	15.54	11.18
S (K)	0.61	0.39	1.51	0.98	0.6	0.35	-	-	0.58	0.37
K (K)	0.48	0.25	0.81	0.43	0.29	0.14	0.35	0.17	0.58	0.3
Ca (K)	7.73	3.96	24.66	12.79	20.17	9.54	1.34	0.64	18.23	9.2
Fe (K)	-	-	1.61	0.6	0.8	0.27	0.59	0.2	2.06	0.75
P (K)	-	-	-	-	0.35	0.21	-	-	-	-



Elemento químico	P11	
	wt%	at%
C (K)	8.1	13.76
O (K)	46.16	58.89
Na (K)	0.29	0.26
Mg (K)	0.82	0.69
Al (K)	5.12	3.87
Si (K)	13.87	10.08
S (K)	0.73	0.47
K (K)	1.11	0.58
Ca (K)	18.78	9.56
Fe (K)	5.01	1.83



**Figura 6.** Espectro de EDS correspondiente al punto 8 de la **Figura 5** mostrando las bandas de emisión características de los elementos correspondientes a la Muestra.

#### IV. CONCLUSIONES

Las muestras fueron analizadas mediante las técnicas de DRX y SEM-EDS. Como resultado de los análisis se observó que las muestras contienen principalmente silicatos, calcio, óxidos de silicio y sulfato de hierro, además de una fase amorfa que no es posible identificar con la técnica de Difracción de Rayos X (DRX). Con el análisis de EDS se evidenció un elevado contenido de oxígeno, calcio, silicio, aluminio y hierro, así como diversos elementos en menor cantidad.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Centro de Caracterización de Materiales



.....  
Dr. Jorge Andrés Guerra Torres  
Jefe

**ANEXO X. Encuesta sobre limaduras de acero**

**ENCUESTA PARA DESCRIBIR EL USO DE LIMADURAS DE ACERO**

Tesista	Carrasco Flores Jose Homero
Tema de investigación	Influencia de la limadura de acero en la caracterización microestructural y mecánica del mortero para uso de albañilería estructural
<b>Datos generales</b>	
Nombre de la empresa	Sr. De los Milagros
Representante legal	Oscar Tesen Chirinos
Dirección:	Psje. 10 de octubre N°151 - Chiclayo
N° de celular:	Fecha: 946328386 - 01/05/2003

Nombre del encuestado: Oscar Tesen Chirinos

**1. Tipo de establecimiento**

Tornaría     Metal mecánica     Vidriería     Otro.....

**2. Tipo de trabajo que realiza el establecimiento (Puede marcar más de una opción)**

Torneado     Fresado     Aserrado     Limados     Otro.....

**3. Tipo de residuos que genera**

Limaduras de acero     Limaduras de aluminio     Ambos     Otro

**4. Producción diaria (kg)**

5-10     11-20     20 a más

**5. ¿Posee limaduras de acero almacenadas por más de 6 meses?**

Si     no

**6. Destino de los residuos que genera (limaduras de acero, y/o aluminio)**

los Residuos se botan a la basura

  
Firma del encuestado

**ENCUESTA PARA DESCRIBIR EL USO DE LIMADURAS DE ACERO**

Tesista	Carrasco Flores Jose Homero
Tema de investigación	Influencia de la limadura de acero en la caracterización microestructural y mecánica del mortero para uso de albañilería estructural
<b>Datos generales</b>	
Nombre de la empresa	Mecánica Emanuel
Representante legal	Tesen Inga Walter
Dirección:	Av. Augusto B. Leguía - Chidayo
N° de celular:	Fecha: 945 611 349 - 01/05/2023

Nombre del encuestado: Tesen Inga Walter

**1. Tipo de establecimiento**

Turnería     Metal mecánica     Vidriería     Otro.....

**2. Tipo de trabajo que realiza el establecimiento (Puede marcar más de una opción)**

Torneado     Fresado     Aserrado     Limados     Otro.....

**3. Tipo de residuos que genera**

Limaduras de acero     Limaduras de aluminio     Ambos     Otro

**4. Producción diaria (kg)**

5-10     11-20     20 a más

**5. ¿Posee limaduras de acero almacenadas por más de 6 meses?**

Si     no

**6. Destino de los residuos que genera (limaduras de acero, y/o aluminio)**

...los residuos van a parar en vertederos.....

  
 Firma del encuestado

**ENCUESTA PARA DESCRIBIR EL USO DE LIMADURAS DE ACERO**

Tesista	Carrasco Flores Jose Homero
Tema de investigación	Influencia de la limadura de acero en la caracterización microestructural y mecánica del mortero para uso de albañilería estructural
<b>Datos generales</b>	
Nombre de la empresa	Estructuras Metalicas Chaylayo
Representante legal	Antony Flores Flores
Dirección:	Jlto. Cois N° 131 - Chiclayo
N° de celular:	Fecha: 01/05/2023

Nombre del encuestado: Antony Flores Flores

**1. Tipo de establecimiento**

Tornaría     Metal mecánica     Vidriería     Otro.....

**2. Tipo de trabajo que realiza el establecimiento (Puede marcar más de una opción)**

Torneado     Fresado     Aserrado     Limados     Otro.....

**3. Tipo de residuos que genera**

Limaduras de acero     Limaduras de aluminio     Ambos     Otro

**4. Producción diaria (kg)**

5-10     11-20     20 a más

**5. ¿Posee limaduras de acero almacenadas por más de 6 meses?**

Sí     no

**6. Destino de los residuos que genera (limaduras de acero, y/o aluminio)**

...Son botados a la basura.....

  
 Firma del encuestado

**ENCUESTA PARA DESCRIBIR EL USO DE LIMADURAS DE ACERO**

Tesista	Carrasco Flores Jose Homero
Tema de investigación	Influencia de la limadura de acero en la caracterización microestructural y mecánica del mortero para uso de albañilería estructural
<b>Datos generales</b>	
Nombre de la empresa	Mecánica Bustamante
Representante legal	Iván Bustamante González
Dirección:	Av. José Bolta N° 2540 SLO.
N° de celular:	Fecha: 042401054 - 01/05/2023

Nombre del encuestado:

1. Tipo de establecimiento *Iván Bustamante González*
- Tornería     Metal mecánica     Vidriería     Otro.....
2. Tipo de trabajo que realiza el establecimiento (Puede marcar más de una opción)
- Torneado     Fresado     Aserrado     Limados     Otro.....
3. Tipo de residuos que genera
- Limaduras de acero     Limaduras de aluminio     Ambos     Otro
4. Producción diaria (kg)
- 5-10     11-20     20 a más
5. ¿Posee limaduras de acero almacenadas por más de 6 meses?
- Si     no
6. Destino de los residuos que genera (limaduras de acero, y/o aluminio)
- ... Son botados a la basura, cuando se acumulan.*

*[Firma]*  
Firma del encuestado

**ENCUESTA PARA DESCRIBIR EL USO DE LIMADURAS DE ACERO**

Tesista	Carrasco Flores Jose Homero
Tema de investigación	Influencia de la limadura de acero en la caracterización microestructural y mecánica del mortero para uso de albañilería estructural
<b>Datos generales</b>	
Nombre de la empresa	"Los labradores"
Representante legal	Alejandro Cobos Flores
Dirección:	Sto. San Isidro - Chidlayo
N° de celular:	Fecha: 921691329 - 01/05/2023

Nombre del encuestado: Alejandro Cobos Flores

**1. Tipo de establecimiento**

Tornaría     Metal mecánica     Vidriería     Otro.....

**2. Tipo de trabajo que realiza el establecimiento (Puede marcar más de una opción)**

Torneado     Fresado     Aserrado     Limados     Otro.....S:

**3. Tipo de residuos que genera**

Limaduras de acero     Limaduras de aluminio     Ambos     Otro

**4. Producción diaria (kg)**

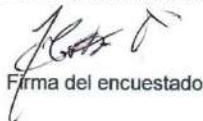
5-10     11-20     20 a más

**5. ¿Posee limaduras de acero almacenadas por más de 6 meses?**

Si     no

**6. Destino de los residuos que genera (limaduras de acero, y/o aluminio)**

...las limaduras son desechadas en la basura.....

  
 Firma del encuestado



### ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Se emplearon los siguientes materiales y mano de obra

Materiales	Unidad	Precio s/.
Cemento	Bls	32
L.A.	Kg	0
Arena	M <sup>3</sup>	42.37
Agua	M <sup>3</sup>	9

Mano de obra	Unidad	Precio s/.
Operario	hh	26.15
Peón	hh	18.6

Cantidad de ladrillos en un M<sup>2</sup> de muro 38.8727 Und  
 Volumen total de mortero en un M<sup>2</sup> de muro 0.02564 M<sup>3</sup>

Muestra 1: Mortero patrón  
 1:4(Cemento : arena)  
 Para 1m<sup>2</sup> de muro de soga

Partida	01.01.	MORTERO PATRÓN					
Rendimiento		12.00	M <sup>2</sup> /DIA	TOTAL S/ :			79.99
I.U.	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>							
47	OPERARIO		HH	1.00	0.667	26.15	17.442
	PEON		HH	0.50	0.333	18.60	6.194
<b>Materiales</b>							
04	Arena		M <sup>3</sup>		0.0265	42.370	1.123
21	Cemento Portland TIPO I (B 42.5KG)		BOL		0.246	32	7.872
39	Agua		M <sup>3</sup>		0.000879	9.000	0.008
17	Ladrillo Lark.KK.18 Huecos		Und		38.873	1.200	46.647
<b>Equipos y/o herramientas</b>							
37	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3%	23.64	0.709

Partida	01.01.	MORTERO CON 3% DE L.A.					
Rendimiento		12.00	M <sup>2</sup> /DIA	TOTAL S/ :			80.14
I.U.	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>							
47	OPERARIO		HH	1.00	0.667	26.15	17.442
	PEON		HH	0.50	0.333	18.60	6.194
<b>Materiales</b>							
04	Arena		M <sup>3</sup>		0.0269	42.370	1.140
21	Cemento Portland TIPO I (B 42.5KG)		BOL		0.25	32	8.000
04	Limaduras de acero		Kg		0.0004	0	0.000
39	Agua		M <sup>3</sup>		0.00074	9.000	0.007
17	Ladrillo Lark.KK.18 Huecos		Und		38.873	1.200	46.647
<b>Equipos y/o herramientas</b>							
37	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3%	23.64	0.709

Partida	01.01.	MORTERO CON 5% DE L.A.					
Rendimiento		12.00	M <sup>2</sup> /DIA	SUBTOTAL S/ :			80.18
I.U.	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>							
47	OPERARIO		HH	1.00	0.667	26.15	17.442
	PEON		HH	0.50	0.333	18.60	6.194
<b>Materiales</b>							
04	Arena		M <sup>3</sup>		0.026	42.370	1.119
21	Cemento Portland TIPO I (B 42.5KG)		BOL		0.25	32	8.000
04	Limaduras de acero		M <sup>3</sup>		0.0007	0	0.000
39	Agua		M <sup>3</sup>		0.0076	9.000	0.069
17	Ladrillo Lark.KK.18 Huecos		Und		38.873	1.200	46.647
<b>Equipos y/o herramientas</b>							
37	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3%	23.64	0.709

Partida	01.01.	MORTERO CON 7% DE L.A.					
Rendimiento		12.00	M <sup>2</sup> /DIA	SUBTOTAL S/ :		80.39	
I.U.	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>							
47	OPERARIO		HH	1.00	0.667	26.15	17.442
	PEON		HH	0.50	0.333	18.60	6.194
<b>Materiales</b>							
04	Arena		M <sup>3</sup>		0.0261	42.370	1.106
21	Cemento Portland TIPO I (B 42.5KG)		BOL		0.26	32	8.288
04	Limaduras de acero		M <sup>3</sup>		0.0096	0	0.000
39	Agua		M <sup>3</sup>		0.00074	9.000	0.007
17	Ladrillo Lark.KK.18 Huecos		Und		38.873	1.200	46.647
<b>Equipos y/o herramientas</b>							
37	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3%	23.64	0.709

Partida	01.01.	MORTERO CON 9% DE L.A.					
Rendimiento		12.00	M <sup>2</sup> /DIA	SUBTOTAL S/ :		80.43	
I.U.	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>							
47	OPERARIO		HH	1.00	0.667	26.15	17.442
	PEON		HH	0.50	0.333	18.60	6.194
<b>Materiales</b>							
04	Arena		M <sup>3</sup>		0.0256	42.370	1.085
21	Cemento Portland TIPO I (B 42.5KG)		BOL		0.2609	32	8.349
04	Limaduras de acero		M <sup>3</sup>		0.0125	0	0.000
39	Agua		M <sup>3</sup>		0.00073	9.000	0.007
17	Ladrillo Lark.KK.18 Huecos		Und		38.873	1.200	46.647
<b>Equipos y/o herramientas</b>							
37	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3%	23.64	0.709

## ANEXO XII. Certificados de calibración de los equipos del laboratorio



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2022/08/29

**Solicitante** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO  
E.I.R.L.

**Dirección** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON  
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** COPA CASAGRANDE

**Identificación** NO INDICA

**Marca** HUMBOLT

**Modelo** NO INDICA

**Serie** NO INDICA

**Mecanismo** Mecanico

**Ranurador** BRONCE

**Procedencia** NO INDICA

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON  
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Fecha de calibración** 2022/08/29

**Método/Procedimiento de calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
*[Signature]*  
Ing. Hugo Luis Arcevala Carrasco  
MTC 110

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C.Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION E.I.R.L.	Pie de Rey digital	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18 °C	Final: 17 °C
Humedad Relativa	Inicial: 56 %hr	Final: 57 %hr

Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Aparato de Límite Líquido							Ranurador		
	Conjunto de la Cazuela			Base				Extremo Curvado		
	A	B	C	N	K	L	M	a	b	e
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde Cortante	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1	1.5	5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.850	2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg.	0.08	0.004	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPESOR	1.91	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	26.96	+/- 1	OK



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Alvarez Carnicé  
METROLOGÍA



TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUÍA DEL ELEVADOR	48.4	+/- 1.5	OK
ESPESOR	50.6	+/- 5	OK
LARGO	152.2	+/- 5	OK
ANCHO	127.3	+/- 5	OK
HUELLA	13.0	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10.1	+/- 0.2	OK
ESPESOR	10.1	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	2.1	+/- 0.1	OK
ANCHO	13.4	+/- 0.1	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
*[Signature]*  
Ing. Hugo Luis Aravalo Carrica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LFP-084-2022

Página 1 de 3

<b>Fecha de emisión</b>	2022/08/29
<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Dirección</b>	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO</b>
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	PM20
Serie	202002
Capacidad	120000 KGF
Indicador	DIGITAL
Resolución	0,01 kN
Serie	11108
Bomba	ELECTRICA
Procedencia	ESTADOS UNIDOS
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO</b>
<b>Lugar de calibración</b>	<b>AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO</b>
<b>Fecha de calibración</b>	<b>2022/08/29</b>
<b>Método/Procedimiento de calibración</b>	El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
*[Signature]*  
Laboratorio de Metrología

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 t	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,6 °C	Final: 18,7 °C
Humedad Relativa	Inicial: 55 %hr	Final: 54 %hr

Resultados

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

SISTEMA DIGITAL "A"	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kN)				ROMEDI "B"	ERROR		RPTBLD
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR (1)	ERROR (2)		Ep	Rp	
kN	kN	kN	%	%	kN	%	%	
100	100.9	100.5	0.90	0.50	100.7	0.70	0.28	
200	200.5	201.2	0.25	0.60	200.9	0.42	0.25	
300	302.3	302.1	0.77	0.70	302.2	0.73	0.05	
400	403.5	401.3	0.88	0.33	402.4	0.60	0.39	
500	504.3	502.4	0.86	0.48	503.4	0.67	0.27	
600	604.2	602.3	0.70	0.38	603.3	0.54	0.22	
700	705.3	701.4	0.76	0.20	703.4	0.48	0.39	
800	806.2	803.2	0.78	0.40	804.7	0.59	0.26	

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



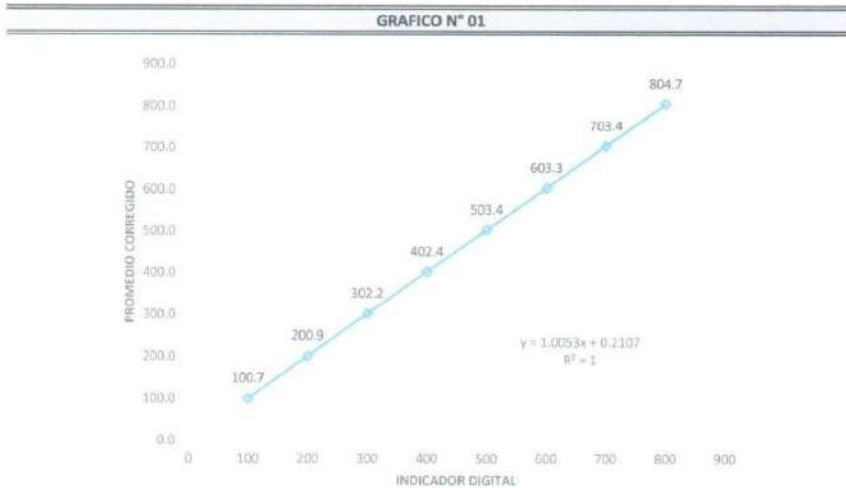
ARSOU GROUP S.A.C  
  
 Ing. Rudo Luis Arevalo Carnica  
 METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 1,0053x + 0,2107$

Coeficiente Correlación:  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kN)

Y : fuerza promedio (kN)



**Observaciones:**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LFP-085-2022

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2022/08/29
Solicitante	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
Dirección	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>PRESNA CBR CON CELDA DE CARGA</b>
Identificación	NO INDICA
Marca Prensa	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Serie	NO INDICA
Celda de Carga	2000-1966
Modelo	H3-C3-S.OT-6B
Indicador	HI WEIGH
Modelo	X8
Serie	19H0301045
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Fecha de calibración	2022/08/29

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arvalo Carnica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga 100 t	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18 °c	Final: 18 °C
Humedad Relativa	Inicial: 58 %hr	Final: 56 %hr

Resultados

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE CELDA DE CARGA**

SISTEMA DIGITAL "A"	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( kg)				PROMEDIO "B"	ERROR Ep	RPTBLD Rp
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR (1)	ERROR (2)			
kg	kg	kg	%	%	kg	%	%
500	489	483	-2.20	-3.40	486.0	-2.8	0.87
1000	990	983	-1.00	-1.70	986.5	-1.35	0.50
1500	1494	1483	-0.40	-1.13	1488.5	-0.77	0.52
2000	1999	1986	-0.05	-0.70	1992.5	-0.38	0.46
2500	2505	2440	0.20	-2.40	2472.5	-1.10	1.86
3000	3012	2993	0.40	-0.23	3002.5	0.08	0.45
3500	3518	3496	0.51	-0.11	3507.0	0.20	0.44
4000	4024	3999	0.60	-0.03	4011.5	0.29	0.44

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C.  
*[Signature]*  
 Ing. [Signature] Arevalo Carnica  
 METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



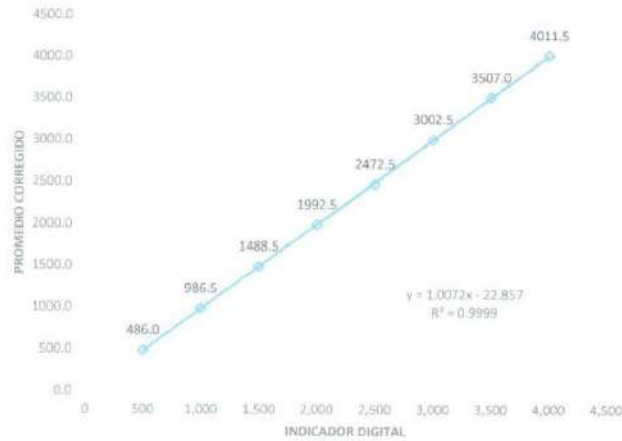
**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LFP-085-2022

Página 3 de 3

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:  
Donde:  $y = 1,0072x - 22,857$   
Coeficiente Correlación:  $R^2 = 0,9999$

X : Lectura de la pantalla (kg)  
Y : fuerza promedio (kg)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
*Pi...*  
Ing. Hugo Luis Araya Carnicé  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 18 °C Final: 18 °C  
Humedad Relativa Inicial: 58 %hr Final: 57 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 150 g			Carga L1= 300 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	150.00	0.01	-0.01	300	0.04	-0.02
2	150.00	0.02	-0.04	300	0.03	-0.01
3	150.00	0.03	-0.05	300	0.05	0.05
4	150.00	0.02	-0.06	300	0.09	-0.01
5	150.00	0.01	-0.06	300	0.06	-0.02
6	150.00	0.01	-0.01	300	0.07	-0.01
7	150.00	0.01	-0.04	300	0.06	0.01
8	150.00	0.01	-0.08	300	0.04	0.05
9	150.00	0.05	-0.02	300	0.03	-0.07
10	150.00	0.01	-0.01	300	0.03	-0.08

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
150	150.00	0.5
300	300	1



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	0.99	0.03	-0.01	150	199.93	0.05	-0.01	0.01
2		0.99	0.05	-0.02		199.97	0.01	-0.01	0.03
3		1.02	0.04	0.03		199.92	0.01	-0.02	-0.04
4		1.02	0.03	0.01		199.94	0.03	0.05	0.01
5		1.02	0.02	0.06		199.94	0.06	0.06	0.03

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1.0	1.00	0.04	-0.01						
5.0	5.00	0.06	0.03	0.04	5.0	0.01	0.01	0.04	0.5
10.0	10.00	0.01	0.06	0.03	10.0	0.01	0.04	-0.03	0.5
20.0	20.00	0.01	0.01	0.01	20.0	0.03	-0.03	-0.03	0.5
40.0	40.00	0.01	0.01	0.02	40.0	0.01	0.05	0.01	0.5
50.0	50.00	0.02	0.01	0.02	50.0	0.01	-0.02	0.03	0.5
100.0	160.00	0.05	0.03	0.01	100.0	0.05	0.01	0.04	0.5
150.0	150.00	0.04	0.05	0.03	150.00	0.01	-0.01	0.02	0.5
200.0	200.00	0.03	0.01	0.05	200.00	0.03	-0.02	-0.01	1
250.0	250.00	0.01	0.03	0.04	250.00	0.03	-0.01	-0.01	1
300.0	300.00	0.05	0.01	0.06	300.00	0.03	-0.01	-0.01	1

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_R = 2 \cdot \sqrt{0.00002 \text{ g}^2 + 0.0000045528232 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 182.961297942 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza (g)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.  
*P. Arevalo*  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicé  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vn. Las Flores de San Diego Mz. C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMA-179-2022

Página 1 de 3

**Fecha de emisión** 2022/08/29

**Solicitante** **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO  
E.I.R.L.**

**Dirección** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON  
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala 1 g  
Resolución

División de verificación 1 g  
(e)

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo EB30

N° de serie 8033071912

Procedencia ESTADOS UNIDOS

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS  
**Lugar de calibración** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON  
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Fecha de calibración** 2022/08/29

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental      Inicial: 17 °C                      Final: 18 °C  
 Humedad Relativa            Inicial: 58 %hr                      Final: 58 %hr

**Resultados**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	14998.0	0.001	-0.001	30000	0.007	-0.004
2	14998.0	0.002	-0.004	30000	0.003	-0.006
3	14998.0	0.007	0.005	30000	0.004	-0.004
4	14998.0	0.001	0.001	30000	0.001	-0.009
5	14997.0	0.004	-0.007	30000	0.001	-0.004
6	14997.0	0.001	-0.005	30000	0.002	-0.003
7	14998.0	0.003	-0.003	30000	0.003	-0.009
8	14998.0	0.009	-0.001	30000	0.003	-0.001
9	14998.0	0.007	-0.002	30000	0.004	-0.001
10	14997.0	0.005	-0.003	30000	0.003	-0.001
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
14997	0		1			
30000	0		5			



ARSOU GROUP S.A.C  
  
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
 METROLOGIA





**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0.004	-0.001	500	500	0.006	-0.001	0.001
2		10	0.006	-0.004		500	0.005	0.004	0.002
3		10	0.005	0.001		500	0.003	0.001	0.001
4		10	0.007	0.003		500	0.001	0.002	-0.001
5		10	0.009	-0.006		500	0.002	-0.002	-0.002

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10	10.0	0.010	0.001	0.001					
50	50.0	0.030	0.003	-0.002	50	0.008	-0.005	-0.002	0.1
100	100.0	0.020	-0.002	0.003	100	0.006	-0.001	0.003	0.1
200	200.0	0.002	-0.001	0.001	200	0.002	-0.005	0.001	0.1
500	500.0	0.090	0.004	0.004	500	0.004	0.006	0.008	0.1
1000	999.0	0.010	0.011	-0.002	1000	0.006	0.007	0.009	0.1
5000	4999.0	0.090	-0.005	0.008	4999	0.001	0.009	0.001	0.1
10000	9998.0	0.019	0.008	0.007	9998	0.007	0.001	-0.005	0.1
15000	14997.0	0.010	0.014	0.001	14997	0.017	-0.005	-0.001	0.1
30000	30000.0	0.060	0.004	0.011	29999.0	0.009	-0.001	0.012	0.8

**Leyenda**

- I: Indicación de la balanza
- ΔL: Carga Incrementada
- E: Error encontrado
- E<sub>0</sub>: Error en cero
- E<sub>c</sub>: Error corregido
- EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

Incertidumbre expandida de medición:  $U_k = 2 \cdot \sqrt{0.01150 \text{ g}^2 + 0.000000010835 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida:  $R_{\text{corregida}} = R + 1850041113 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

**Observaciones**

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Páez Carnica  
METROLOGÍA





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMA-180-2022

Página 1 de 3

**Fecha de emisión** 2022/08/29

**Solicitante** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO  
E.I.R.L.

**Dirección** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON  
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 3000 g

División de escala 0.1 g  
Resolución

División de verificación (e) 0.1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo EB3

N° de serie 8031358910

Procedencia ESTADOS UNIDOS

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS  
**Lugar de calibración** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON  
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Fecha de calibración** 2022/08/29

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
  
Ino. Hugo Luis Atevala Carnica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.  
AtoC. Vta. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf. +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMA-180-2022

Página 2 de 3

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental Inicial: 18 °C Final: 18 °C  
Humedad Relativa Inicial: 57 %hr Final: 57 %hr

**Resultados**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 1500 g			Carga L1= 3000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1500.1	0.001	-0.001	3000	0.007	-0.004
2	1500.0	0.002	-0.004	3000	0.003	-0.006
3	1500.0	0.007	0.005	3000	0.004	-0.004
4	1500.0	0.001	0.001	3000	0.001	-0.009
5	1500.0	0.004	-0.007	3000	0.001	-0.004
6	1500.0	0.001	-0.005	3000.1	0.002	-0.003
7	1500.0	0.003	-0.003	3000.1	0.003	-0.009
8	1500.0	0.009	-0.001	3000.1	0.003	-0.001
9	1500.0	0.007	-0.002	3000.1	0.004	-0.001
10	1500.0	0.005	-0.003	3000.1	0.003	-0.001
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
1500	0		1			
3000.1	0		2			



ARSO GROUP S.A.C  
*[Signature]*  
Ing. Augusto Leizaola Garnica  
M. E. C. M. D. I. A.

ARSO GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsogroup.com  
www.arsogroup.com



**ENSAYO DE EXCENRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.004	-0.001	500	500	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		500	0.005	0.004	0.002
3		1	0.005	0.001		500	0.003	0.001	0.001
4		1	0.007	0.003		500	0.001	0.002	-0.001
5		1	0.009	-0.006		500	0.002	-0.002	-0.002

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1	0.010	0.001	0.001					
5	5	0.030	0.003	-0.002	5	0.008	-0.005	-0.002	0.1
10	10	0.020	-0.002	0.003	10	0.006	-0.001	0.003	0.1
50	50	0.002	-0.001	0.001	50	0.002	-0.005	0.001	0.1
100	100	0.090	0.004	0.004	100	0.004	0.006	0.008	0.1
500	500	0.010	0.011	-0.002	500	0.006	0.007	0.009	0.1
1000	1000	0.090	-0.005	0.008	1000	0.001	0.009	0.001	0.1
5000	4999	0.019	0.008	0.007	5000	0.007	0.001	-0.005	0.1
10000	9999	0.010	0.014	0.001	9999	0.017	-0.005	-0.001	0.1
15000	14999	0.060	0.004	0.011	14999	0.009	-0.001	0.012	0.8
30000	30000	0.070	0.008	0.009	30000	0.005	0.004	-0.002	0.8

Incertidumbre de la medición: 1 g

**Legenda**

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

Incertidumbre expandida de medición:  $U_x = 2 \cdot \sqrt{0.01150 \text{ g}^2 + 0.000000010835 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida:  $R_{\text{corregida}} = R + 1658041113 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA





**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMI-042-2022

Página 1 de 5

**Fecha de emisión** 2022/08/29

**Solicitante** **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.**

**Dirección** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** **HORNO DE LABORATORIO**

**Identificación** NO INDICA

**Marca** MEMMERT

**Modelo** NO INDICA

**Serie** LT166

**Cámara** 50 Litros

**Ventilación** NO INDICA

**Pirómetro** NO INDICA

**Modelo** NO INDICA

**Procedencia** ALEMÁN

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Fecha de calibración** 2022/08/29

**Método/Procedimiento de calibración**

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.  
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
*[Signature]*  
Ing. Hugo Luis Argüello Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMI-042-2022

Página 2 de 5

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con 12 sondas TIPO K	0478-LT-2022

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental Inicial: 17 °C Final: 18 °C  
Humedad Relativa Inicial: 56 %hr Final: 56 %hr

**Resultados**

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	111.0	113.0	111.0	114.0	108.0	108.0	109.0	110.0	113.0	107.0	110.4	7.0
00:02	110	106.0	106.0	113.0	114.0	109.0	109.0	109.0	107.0	108.0	106.0	108.7	8.0
00:04	110	106.0	114.0	107.0	113.0	112.0	112.0	114.0	111.0	106.0	111.0	110.6	8.0
00:06	110	112.0	106.0	107.0	113.0	111.0	109.0	109.0	109.0	107.0	114.0	109.7	8.0
00:08	110	106.0	108.0	112.0	114.0	106.0	113.0	112.0	107.0	107.0	114.0	109.9	8.0
00:10	110	114.0	108.0	109.0	106.0	108.0	106.0	113.0	112.0	108.0	109.0	109.3	8.0
00:12	110	111.0	113.0	109.0	114.0	110.0	112.0	114.0	106.0	114.0	108.0	111.1	8.0
00:14	110	111.0	114.0	112.0	110.0	108.0	109.0	109.0	108.0	113.0	106.0	110.0	8.0
00:16	110	112.0	108.0	108.0	111.0	114.0	113.0	110.0	114.0	111.0	107.0	110.8	7.0
00:18	110	113.0	106.0	108.0	112.0	110.0	110.0	114.0	107.0	106.0	109.0	109.5	8.0
00:20	110	106.0	107.0	111.0	113.0	108.0	106.0	110.0	114.0	111.0	113.0	109.9	8.0
00:22	110	106.0	108.0	112.0	112.0	109.0	112.0	108.0	113.0	114.0	112.0	110.6	8.0
00:24	110	113.0	107.0	112.0	106.0	112.0	107.0	110.0	110.0	108.0	114.0	109.9	8.0
00:26	110	108.0	106.0	108.0	112.0	106.0	111.0	109.0	113.0	106.0	106.0	108.5	7.0
00:28	110	109.0	108.0	109.0	111.0	108.0	111.0	108.0	111.0	109.0	111.0	109.5	3.0
00:30	110	108.0	114.0	109.0	114.0	109.0	107.0	114.0	113.0	111.0	111.0	111.0	7.0
00:32	110	107.0	107.0	110.0	107.0	106.0	111.0	106.0	106.0	113.0	108.0	108.1	7.0
00:34	110	111.0	111.0	107.0	107.0	106.0	114.0	111.0	108.0	113.0	113.0	110.1	8.0
00:36	110	112.0	113.0	111.0	113.0	113.0	110.0	110.0	108.0	110.0	110.0	111.0	5.0
00:38	110	108.0	113.0	111.0	107.0	109.0	114.0	111.0	110.0	109.0	112.0	110.4	7.0
00:40	110	114.0	111.0	109.0	106.0	112.0	111.0	106.0	110.0	111.0	109.0	109.9	8.0
00:42	110	110.0	107.0	108.0	106.0	112.0	107.0	112.0	113.0	108.0	111.0	109.4	7.0
00:44	110	114.0	106.0	108.0	107.0	107.0	111.0	106.0	113.0	110.0	107.0	108.9	8.0
00:46	110	108.0	114.0	109.0	113.0	111.0	108.0	111.0	109.0	108.0	108.0	109.9	6.0
00:48	110	111.0	109.0	113.0	110.0	110.0	109.0	107.0	111.0	109.0	114.0	110.3	7.0
00:50	110	108.0	110.0	112.0	106.0	108.0	111.0	113.0	107.0	111.0	114.0	110.0	8.0
T. PROM.	110	109.8	109.5	109.8	110.4	109.3	110.0	110.2	110.0	109.8	110.2	109.9	
T. MAX.	110	114.0	114.0	113.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0		
T. MIN.	110	106.0	106.0	107.0	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0		

**Nomenclatura:**

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tm Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

**ARSOU GROUP S.A.C.**

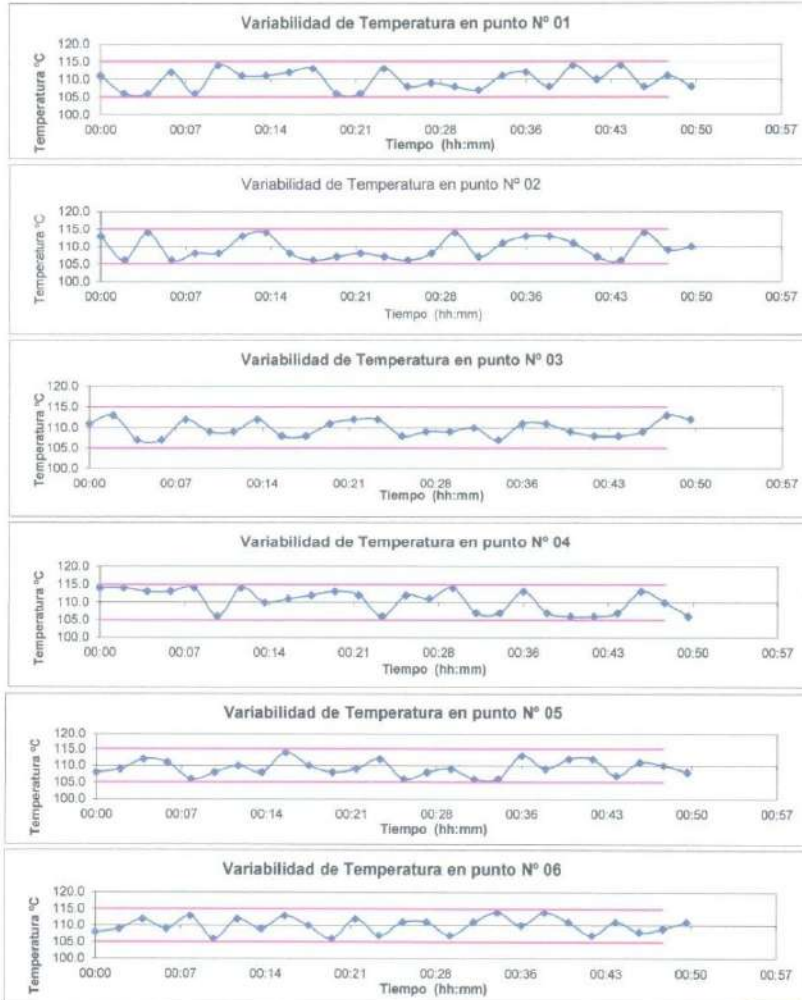
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Catnic  
METROLOGÍA



GRÁFICO



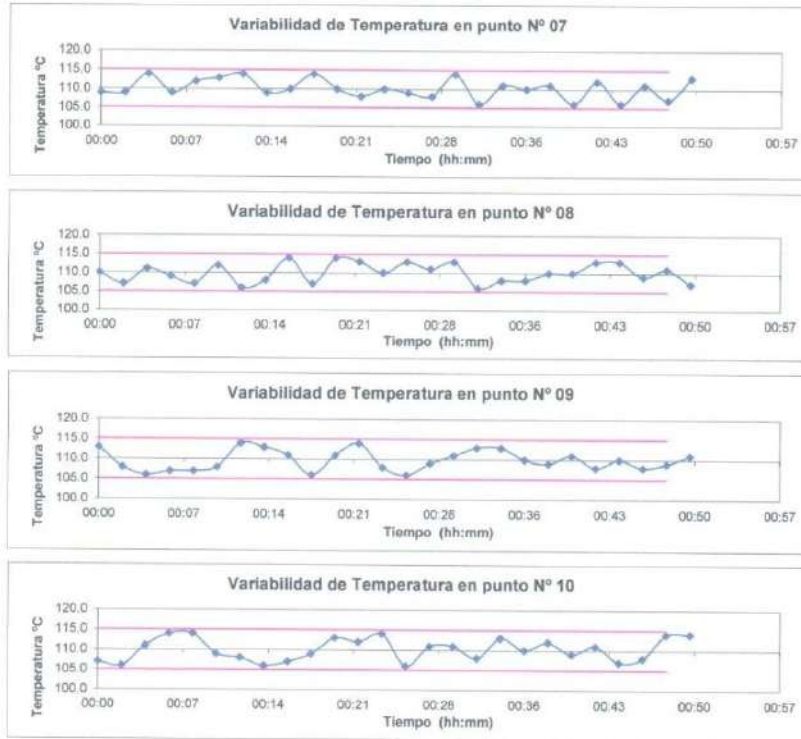
ARSOU GROUP S.A.C  
*[Signature]*  
Ing. Hugo Luis Azevalo Carrico  
METROLOGÍA



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



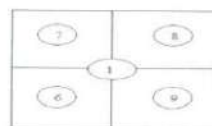
**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología



**DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO**



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



ARSOU GROUP S.A.C.  
  
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carnice  
 METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



**Colegiatura N.º 155109**

**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
Patazca Rojas Pedro Ramón	Docente en USS, UCV y USAT	Prueba de Compresión Diagonal, Adherencia Por Flexión, Compresión de Pilas y Compresión De Mortero, Flexión De Mortero, Difracción de rayos X y Microscopía electrónica de barrido	Carrasco Flores Jose Homero
<b>Título de la Investigación:</b> Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

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

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión Diagonal	A	CONFORME
Adherencia Por Flexión	A	CONFORME
Compresión de Pilas	A	CONFORME
Compresión De Mortero	A	CONFORME
Flexión De Mortero	A	CONFORME
Difracción de rayos X	A	CONFORME
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	A	CONFORME

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

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Propiedades mecánicas</b>								
1	Compresión Diagonal	X		X		X		X	
2	Adherencia Por Flexión	X		X			X	X	
3	Compresión de Pilas	X		X		X		X	
4	Compresión De Mortero	X		X		X		X	
5	Flexión De Mortero	X		X		X		X	
	<b>Características Microestructurales</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
1	Difracción de rayos X	X		X		X		X	
2	Microscopía electrónica de barrido	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural"

Opinión de aplicabilidad:

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

Apellidos y nombres del juez validador: Patazca Rojas Pedro Ramón.

Especialidad: Ingeniero Civil



Juez  
Experto

Colegiatura N.º 320584

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
Toro coronado Luis Deiner	INVERSIONES, SERVICIOS Y CONSULTORÍAS NORTE ALTO SAC	Prueba de Compresión Diagonal, Adherencia Por Flexión, Compresión de Pilas y Compresión De Mortero, Flexión De Mortero, Difracción de rayos X y Microscopía electrónica de barrido	Carrasco Flores Jose Homero
<b>Título de la Investigación:</b>			
Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural			

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.

ÍTEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión Diagonal	A	CONFORME
Adherencia Por Flexión	A	CONFORME
Compresión de Pilas	A	CONFORME
Compresión De Mortero	A	CONFORME
Flexión De Mortero	A	CONFORME
Difracción de rayos X	A	CONFORME
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	A	CONFORME

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

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
<b>Propiedades mecánicas</b>								
1 Compresión Diagonal	X		X		X		X	
2 Adherencia Por Flexión	X		X		X		X	
3 Compresión de Pilas		X	X		X		X	
4 Compresión De Mortero	X		X		X		X	
5 Flexión De Mortero	X		X		X		X	
<b>Características Microestructurales</b>	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1 Difracción de rayos X	X		X		X		X	
2 Microscopía electrónica de barrido (SEM)	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural"

Opinión de aplicabilidad:

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

Apellidos y nombres del juez validador: Toro Coronado Luis Deiner.

Especialidad: Ingeniero Civil



**LUIS DEINER TORO CORONADO**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 320584

Juez  
Experto

**Colegiatura N.º 206408**

**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
Barreto Requejo Jhonatan David	Municipalidad Distrital de Saucepampa	Prueba de Compresión Diagonal, Adherencia Por Flexión, Compresión de Pilas y Compresión De Mortero, Flexión De Mortero, Difracción de rayos X y Microscopía electrónica de barrido	Carrasco Flores Jose Homero
<b>Título de la Investigación:</b> Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural			

**II. Aspectos de validación de cada Item**

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

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión Diagonal	A	CONFORME
Adherencia Por Flexión	A	CONFORME
Compresión de Pilas	A	CONFORME
Compresión De Mortero	A	CONFORME
Flexión De Mortero	A	CONFORME
Difracción de rayos X	A	CONFORME
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	A	CONFORME

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

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
<b>Propiedades mecánicas</b>								
1 Compresión Diagonal	X		X		X		X	
2 Adherencia Por Flexión		X	X		X		X	
3 Compresión de Pilas	X		X		X		X	
4 Compresión De Mortero	X		X		X		X	
5 Flexión De Mortero	X		X		X		X	
<b>Características Microestructurales</b>	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1 Difracción de rayos X	X		X		X		X	
2 Microscopía electrónica de barrido (SEM)	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural"

Opinión de aplicabilidad:

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

Apellidos y nombres del juez validador: Barreto Requejo Jhonatan David.

Especialidad: Ingeniero Civil



BARRETO REQUEJO JHONATAN DAVID  
CIP 206408  
INGENIERO CIVIL

Juez  
Experto

**Colegiatura N.º 84752**

**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
Tepe Atoche Víctor Manuel	Docente en UTP	Prueba de Compresión Diagonal, Adherencia Por Flexión, Compresión de Pilas y Compresión De Mortero, Flexión De Mortero, Difracción de rayos X y Microscopía electrónica de barrido	Carrasco Flores Jose Homero
<b>Título de la Investigación:</b> Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

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

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión Diagonal	A	CONFORME
Adherencia Por Flexión	A	CONFORME
Compresión de Pilas	A	CONFORME
Compresión De Mortero	A	CONFORME
Flexión De Mortero	A	CONFORME
Difracción de rayos X	A	CONFORME
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	A	CONFORME

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

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Propiedades mecánicas</b>								
1	Compresión Diagonal	X		X			X		X
2	Adherencia Por Flexión	X		X		X		X	
3	Compresión de Pilas	X		X		X		X	
4	Compresión De Mortero	X		X		X		X	
5	Flexión De Mortero	X		X		X		X	
	<b>Características Microestructurales</b>								
1	Difracción de rayos X	X		X		X		X	
2	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	X			X	X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural"

Opinión de aplicabilidad:

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

Apellidos y nombres del juez validador: Tepe Atoche Víctor Manuel

Especialidad: Ingeniero Civil



Juez  
Experto



Colegiatura N.º 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 en USS	Prueba de Compresión Diagonal, Adherencia Por Flexión, Compresión de Pilas y Compresión De Mortero, Flexión De Mortero, Difracción de rayos X y Microscopía electrónica de barrido	Carrasco Flores Jose Homero
<b>Título de la Investigación:</b> Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural			

II. Aspectos de validación de cada Item

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

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión Diagonal	A	CONFORME
Adherencia Por Flexión	A	CONFORME
Compresión de Pilas	A	CONFORME
Compresión De Mortero	A	CONFORME
Flexión De Mortero	A	CONFORME
Difracción de rayos X	A	CONFORME
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	A	CONFORME

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

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
<b>Propiedades mecánicas</b>									
1	Compresión Diagonal	X		X		X		X	
2	Adherencia Por Flexión	X		X		X		X	
3	Compresión de Pilas	X		X		X		X	
4	Compresión De Mortero	X		X		X		X	
5	Flexión De Mortero	X			X	X		X	
<b>Características Microestructurales</b>									
1	Difracción de rayos X	X		X		X		X	
2	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural"

Opinión de aplicabilidad:

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

Apellidos y nombres del juez validador: Salinas Vásquez Néstor Raúl

Especialidad: Ingeniero Civil



Juez  
Experto

## ANEXO XIV. Informe estadístico de validez

### VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE LA INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACION MICROESTRUCTURAL Y MECANICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL

#### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.942	.964	39

#### Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
COMPRESION_DIAGONAL_M1	1149.6222	4030.821	.918	.939	.939
COMPRESION_DIAGONAL_M2	1150.6298	3993.847	.812	.939	.939
COMPRESION_DIAGONAL_M3	1150.1277	3850.331	.933	.937	.937
ADHERENCIA_POR_FLEXION_M1	1159.8059	4153.619	.479	.942	.942
ADHERENCIA_POR_FLEXION_M2	1159.1359	4129.894	.445	.941	.941
ADHERENCIA_POR_FLEXION_M3	1159.6490	4186.209	.203	.942	.942
ADHERENCIA_POR_FLEXION_M4	1158.2801	4129.096	.508	.941	.941
ADHERENCIA_POR_FLEXION_M5	1158.6493	4147.152	.501	.942	.942
ADHERENCIA_POR_FLEXION_M6	1158.5107	4116.094	.533	.941	.941
ADHERENCIA_POR_FLEXION_M7	1156.1333	4042.920	.779	.940	.940
ADHERENCIA_POR_FLEXION_M8	1156.4934	4097.698	.669	.941	.941
ADHERENCIA_POR_FLEXION_M9	1156.2743	4137.589	.608	.941	.941

COMPRESION_PILAS_M1	1098.7846	3904.182	.777	.	.938
COMPRESION_PILAS_M2	1094.8600	4031.629	.479	.	.941
COMPRESION_PILAS_M3	1090.9181	3905.494	.721	.	.939
COMPRESION_PILAS_M4	1088.2190	3893.867	.826	.	.938
COMPRESION_PILAS_M5	1087.5816	3820.100	.748	.	.938
COMPRESION_PILAS_M6	1088.6369	3620.132	.860	.	.937
COMPRESION_PILAS_M7	1085.2184	4071.682	.343	.	.942
COMPRESION_PILAS_M8	1082.6929	3806.982	.754	.	.938
COMPRESION_PILAS_M9	1083.4960	3624.787	.824	.	.938
COMPRESION_MORTERO_M1	1153.8904	4077.162	.840	.	.940
COMPRESION_MORTERO_M2	1153.1024	4188.756	.177	.	.942
COMPRESION_MORTERO_M3	1153.2744	4161.764	.669	.	.942
COMPRESION_MORTERO_M4	1150.9664	4117.528	.602	.	.941
COMPRESION_MORTERO_M5	1150.9084	4190.832	.102	.	.942
COMPRESION_MORTERO_M6	1152.0164	4085.953	.750	.	.940
COMPRESION_MORTERO_M7	1147.4724	4060.057	.674	.	.940
COMPRESION_MORTERO_M8	1148.0384	3906.940	.896	.	.938
COMPRESION_MORTERO_M9	1147.6164	3984.535	.868	.	.939
FLEXION_MORTERO_M1	1141.6628	4517.114	-.498	.	.954
FLEXION_MORTERO_M2	1141.8198	3908.551	.748	.	.939
FLEXION_MORTERO_M3	1138.6856	3936.092	.531	.	.941
FLEXION_MORTERO_M4	1131.8981	3754.412	.929	.	.936
FLEXION_MORTERO_M5	1129.8746	3575.696	.940	.	.936
FLEXION_MORTERO_M6	1131.6040	3709.106	.889	.	.937
FLEXION_MORTERO_M7	1124.0782	4216.394	-.060	.	.945
FLEXION_MORTERO_M8	1123.9632	3842.651	.603	.	.940
FLEXION_MORTERO_M9	1125.8714	3875.317	.466	.	.942

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos	430.928	4	107.732		
Intra sujetos					
Entre elementos	137766.203	38	3625.426	578.596	<.001
Residuo	952.417	152	6.266		
Total	138718.620	190	730.098		
Total	139149.547	194	717.266		

Media global = 29.8384

En las tablas se observa que, el instrumento es válido (correlaciones de Pearson superan el valor de 0.30 y el valor de la prueba de 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. INVESTIGACIÓN  
DRL. EDUCACIÓN  
COESPE 262

Validez y Confiabilidad Del Instrumento Sobre Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural

Claridad

	Propiedades mecánicas					Características microestructurales	
	Compresión Diagonal	Adherencia Por Flexión	Compresión de Pilas	Compresión De Mortero	Flexión De Mortero	Difracción de rayos X	Microscopía electrónica de barrido (SEM)
JUEZ 01	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 02	1	1	0	1	1	1	1
JUEZ 03	1	0	1	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 05	1	1	1	1	1	1	1

S= Suma de Valoracion de todos los expertos por ítems.

$$V = \frac{S}{n(c-1)}$$

S = Suma de valoración de todos los expertos por ítems.  
n = Numero de expertos que participaron en el estudio  
c = Numero de niveles de la escala de valorización utilizada

	Compresión Diagonal	Adherencia Por Flexión	Compresión de Pilas	Compresión De Mortero	Flexión De Mortero	Difracción de rayos X	Microscopía electrónica de barrido (SEM)
(S)	5	4	4	5	5	5	5
(N)	5						
(C)	2						
V de Aiken	1	0.8	0.8	1	1	1	1

Claridad

V de Aiken por criterio 0.943

Contexto

	Propiedades mecánicas					Características microestructurales	
	Compresión Diagonal	Adherencia Por Flexión	Compresión de Pilas	Compresión De Mortero	Flexión De Mortero	Difracción de rayos X	Microscopía electrónica de barrido (SEM)
JUEZ 01	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 02	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	1	1	1	1	0
JUEZ 05	1	1	1	1	0	1	1

	Compresión Diagonal	Adherencia Por Flexión	Compresión de Pilas	Compresión De Mortero	Flexión De Mortero	Difracción de rayos X	Microscopía electrónica de barrido (SEM)
(S)	5	5	5	5	4	5	4
(N)	5						
(C)	2						
V de Aiken	1	1	1	1	0.8	1	0.8

Contexto

V de Aiken por criterio 0.943

Congruencia

	Propiedades mecánicas					Características microestructurales	
	Compresión Diagonal	Adherencia Por Flexión	Compresión de Pilas	Compresión De Mortero	Flexión De Mortero	Difracción de rayos X	Microscopía electrónica de barrido (SEM)
JUEZ 01	1	0	1	1	1	1	1
JUEZ 02	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 04	0	1	1	1	1	1	1
JUEZ 05	1	1	1	1	1	1	1

	Compresión Diagonal	Adherencia Por Flexión	Compresión de Pilas	Compresión De Mortero	Flexión De Mortero	Difracción de rayos X	Microscopía electrónica de barrido (SEM)
(S)	4	4	5	5	5	5	5
(N)	5						
(C)	2						
V de Aiken	0.8	0.8	1	1	1	1	1

Congruencia

V de Aiken por criterio 0.943

**dominio del Constructo**

	Propiedades mecánicas					Características microestructurales	
	Compresión Diagonal	Adherencia Por Flexión	Compresión de Pilas	Compresión De Mortero	Flexión De Mortero	Difracción de rayos X	Microscopía electrónica de barrido (SEM)
JUEZ 01	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 02	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 04	0	1	1	1	1	1	1
JUEZ 05	1	1	1	1	1	1	1

	Compresión Diagonal	Adherencia Por Flexión	Compresión de Pilas	Compresión De Mortero	Flexión De Mortero	Difracción de rayos X	Microscopía electrónica de barrido (SEM)
(S)	4	5	5	5	5	5	5
(N)	5						
(C)	2						
V de Aiken	0.8	1	1	1	1	1	1

**dominio del Constructo**

V de Aiken por criterio 0.971

V de Aiken del cuestionario 0.950

En las Tablas se observa que el instrumento utilizado para la investigación sobre "Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural" es válido (este coeficiente puede obtener valores de 0 a 1, a medida que va aumentando el valor de computado, el ítem tendrá una mayor validez de contenido)

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

## ANEXO XV. Evidencia de ejecución

### Visita a las canteras



Cantera (La victoria) – Pátapo



Cantera (Tres tomas) - Ferreñafe.





Cantera (Pacherrez) - Pucalá.

**Encuesta para saber la procedencia de las limaduras de acero**



Entrevista en la "Mecánica Emanuel"

**Ensayos realizados al agregado fino y limaduras de acero**



**Granulometría del agregado fino (arena)**



**Granulometría a las limaduras de acero**



Peso específico del agregado fino y limaduras de acero recicladas



Peso unitario suelto del agregado fino



Peso unitario compactado del agregado fino

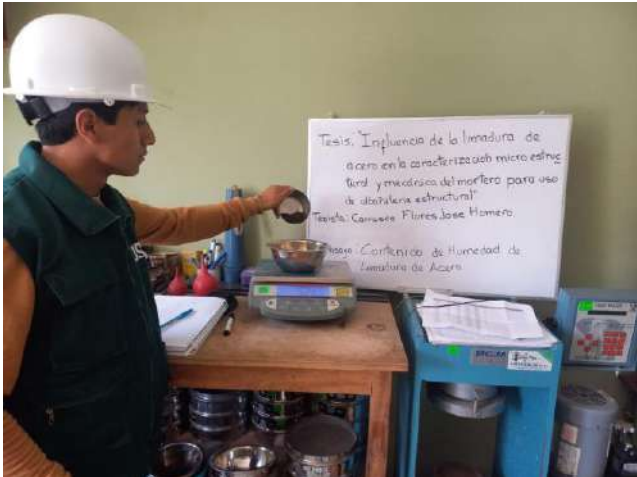


Peso unitario suelto y compactado de las limaduras de acero recicladas

**Contenido de humedad**



**Contenido de humedad al agregado fino**



**Contenido de humedad a las limaduras de acero recicladas**

**Unidades de albañilería**



**Variación Dimensional.**



**Porcentaje de vacíos.**



Peso de la arena Ottawa para el porcentaje de vacíos.



Ensayo de absorción.



Muestras secas al horno.



Peso de las unidades de albañilería





Ensayo de succión



Ensayo de alabeo



Refrentado de unidades de albañilería



Resistencia a la compresión ( $f'c$ ).

### Ensayos realizados al mortero en estado fresco



Ensayo de fluidez del mortero.



Toma de temperatura del mortero



Elaboración de cubos (5cm x 5cm x 5cm)



Cubos y vigas vaciados en los moldes



Curado de cubos

**Resistencia a compresión del mortero en cubos de 50 mm de lado**



### Ensayo de resistencia a la compresión en cubos a la edad de 28 días



### Resistencia a compresión del mortero en cubos de 50 mm de lado



Especímenes después de ser ensayados a la edad de 28 días

### Ensayo de resistencia a la flexión en barras de 40 mm x 40 mm x 160 mm



Ensayo de resistencia a la flexión en vigas a la edad de 28 días



Especímenes ensayados a los 28 días de curado

Ensayo de resistencia a compresión de pilas de albañilería



## Elaboración de pilas de albañilería



## Refrentado de pilas de albañilería



## Ensayo de resistencia a compresión axial

## Ensayo de resistencia a la adherencia por flexión en pilas de albañilería



Resistencia a adherencia por flexión

### Ensayo de resistencia a compresión diagonal en muros de albañilería



Elaboración de muretes de albañilería





Rotura de muretes de albañilería



## AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Chiclayo, 05 de Julio de 2023

Quien suscribe:

**Sr. Tomapasca Panta Jorge Anibal**

Representante Legal – Empresa LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO-CHICLAYO E.I.R.L. (LMSCEACH E.I.R.L.)

**AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL.**

Por el presente, el que suscribe, Tomapasca Panta Jorge Anibal representante legal de la empresa LMSCEACH E.I.R.L. AUTORIZO al estudiante Carrasco Flores Jose Homero identificado con DNI N°71091564, estudiante del Programa de Estudios de Ingeniería Civil y autor del trabajo de investigación denominado INFLUENCIA DE LA LIMADURA DE ACERO EN LA CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL Y MECÁNICA DEL MORTERO PARA USO DE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.

**LMSCEACH**  
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Tomapasca Panta Jorge Anibal  
DNI N°:41562471  
Tec. de laboratorio/ LMSCEACH E.I.R.L.

22

NOMBRE DEL TRABAJO

**Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero pa**

AUTOR

**Jose Homero Carrasco Flores**

RECuento DE PALABRAS

**16167 Words**

RECuento DE CARACTERES

**81320 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**76 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.0MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 9, 2023 4:40 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 9, 2023 4:40 PM GMT-5**

● **19% de similitud general**

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

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 2% 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