



**FACULTAD DE INGENIERIA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Caracterización física y mecánica de ladrillos
artesanales de arcilla usando escorias de aluminio y
teja triturada**

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

Autores

Bach. Torres Vasquez Michael
<https://orcid.org/0000-0001-5375-5093>

Bach. Vasquez Torres Edwar Jhorli
<https://orcid.org/0000-0001-8561-9598>

Asesor

MBA. Ing. Patazca Rojas, Pedro Ramón
<https://orcid.org/0000-0001-9630-7936>

Línea de Investigación

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

Sublínea de Investigación

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

Pimentel – Perú

2023



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

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

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA
USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA**

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:

Torres Vasquez Michael	DNI: 48268648	
Vasquez Torres Edwar Jhorli	DNI: 76584014	

Pimentel, 10 de octubre de 2023.

NOMBRE DEL TRABAJO

Caracterización física y mecánica de ladrillos artesanales de arcilla usando escorias de aluminio y

AUTOR

Michael - Edward Jhorli Torres Vásquez - Vásquez Torres

RECuento DE PALABRAS

19252 Words

RECuento DE CARACTERES

97914 Characters

RECuento DE PÁGINAS

104 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.7MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 22, 2023 1:03 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 22, 2023 1:05 PM GMT-5

● **16% de similitud general**

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

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% 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

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE
ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA**

Aprobación del jurado

MAG. CÉSPEDES DEZA JOSÉ ALFREDO ROLANDO
presidente de jurado de tesis

MAG. CHÁVEZ COTRINA CARLOS OVIDIO
secretario de jurado de tesis

MAG. MEDRANO LIZARZABURO EITHEL YVÁN
vocal de jurado de tesis

Dedicatoria

Dedico esta tesis, a mis padres quienes me han brindado su apoyo y amor incondicional siendo ellos mis pilares durante este trayecto de la vida fortaleciéndome con sus buenos sentimientos, hábitos y valores logrando así que mis tristezas hayan sido divididas y mis alegrías multiplicadas.

Torres Vásquez Michael

La presente tesis está dedicada a todos y cada uno de mis familiares, en especial para Hermitaño V., María T., Dayeli, Luis y Karen que me brindaron todo su apoyo en mi carrera profesional y durante el desarrollo de la investigación, a Angie S. que fue una compañera incondicional durante mi proceso de formación brindándome la confianza para tomar buenas decisiones.

Vásquez Torres Edwar Jhorli

Agradecimientos

A Dios por darnos la vida y permitirnos cumplir nuestros sueños de ser profesionales

A todos nuestros familiares y amigos que contribuyeron con su apoyo moral y desinteresado en todo el proceso profesional y desarrollo de la investigación.

A la Universidad Señor de Sipán, a sus autoridades y docentes que con sus enseñanzas nos guiaron por el camino de la exigencia y que sus consejos servirán para ser excelentes ingenieros civiles.

Un agradecimiento especial para el Ing. Patazca Rojas, Pedro Ramón que fue una guía esencial en la estructuración y todo el proceso de desarrollo de la presente tesis.

***Torres Vásquez Michael
Vásquez Torres Edwar Jhorli***

Índice

Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de ecuaciones	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Formulación del problema	27
1.3. Hipótesis.....	27
1.5. Teorías relacionadas con el tema	28
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	52
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	52
2.2. Variables, operacionalización	54
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección	42
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	43
2.5. Procedimiento de análisis de datos	45
2.6. Criterios éticos.....	73
III. RESULTADOS Y DISCUSION	74
3.1. Resultados	74
3.2. Discusión.....	100
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
4.2. Conclusiones.....	104
4.3. Recomendaciones.....	105
REFERENCIAS	106
ANEXOS.....	112

Índice de Tablas

Tabla 1. clases de unidades de albañilería para fines estructurales	28
Tabla 2. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales	29
Tabla 3. Métodos para determinar (f´m) y (v´m).....	30
Tabla 4. Resistencia Característica de la Albañilería en Kg/cm ²	30
Tabla 5. Factores de corrección (f´m) por esbeltez	31
Tabla 6. Requisitos de resistencia	33
Tabla 7. Granulometría de la arena gruesa	45
Tabla 8. Tipos de mortero.....	45
Tabla 9. Operacionalización de variables	55
Tabla 10. Cantidad de ladrillos a ensayar.....	42
Tabla 11. Porcentajes de sustitución	43
Tabla 12. Granulometría (Escoria de Aluminio)	74
Tabla 13. Granulometría (Tejas trituradas)	76
Tabla 14. Variación dimensional del ladrillo patrón	78
Tabla 15. Variación dimensional del ladrillo/escoria de aluminio.....	78
Tabla 16. Variación dimensional del ladrillo/teja triturada	79
Tabla 17. Alabeo del ladrillo patrón.....	80
Tabla 18. Alabeo del ladrillo con adición de escoria de aluminio	81
Tabla 19. Alabeo del ladrillo con adición de teja triturada	81
Tabla 20. Succión en unidades de albañilería	83
Tabla 21. Resistencia de las unidades patrón	85
Tabla 22. Resistencia de las unidades con incorporación de 5% de escorias de aluminio..	85
Tabla 23. Resistencia de las unidades con incorporación de 10% de escorias de aluminio	86
Tabla 24. Resistencia de las unidades con incorporación de 15% de escorias de aluminio	86
Tabla 25. Resistencia de las unidades con incorporación de 20% de escorias de aluminio	87
Tabla 26. Resistencia de las unidades con incorporación de 5% de tejas trituradas.....	87

Tabla 27. Resistencia de las unidades con incorporación de 10% de tejas trituradas.....	88
Tabla 28. Resistencia de las unidades con incorporación de 15% de tejas trituradas.....	88
Tabla 29. Resistencia de las unidades con incorporación de 20% de tejas trituradas.....	89
Tabla 30. Compresión diagonal en muretes (ladrillo patrón)	90
Tabla 31. Compresión diagonal en muretes (ladrillo +5% escoria de aluminio)	90
Tabla 32. Compresión diagonal en muretes (ladrillo +10% escoria de aluminio)	91
Tabla 33. Compresión diagonal en muretes (ladrillo +15% escoria de aluminio)	91
Tabla 34. Compresión diagonal en muretes (ladrillo +20% escoria de aluminio)	92
Tabla 35. Compresión diagonal en muretes (ladrillo +5% de teja triturada)	92
Tabla 36. Compresión diagonal en muretes (ladrillo +10% de teja triturada)	93
Tabla 37. Compresión diagonal en muretes (ladrillo +15% de teja triturada)	93
Tabla 38. Compresión diagonal en muretes (ladrillo +20% de teja triturada)	93
Tabla 39. Compresión a pila de los ladrillos elaborados	95
Tabla 40. Porcentaje óptimo de ladrillos con adición de escoria de aluminio	97
Tabla 41. Porcentaje óptimo de ladrillos con adición de teja triturada.....	98

Índice de Figuras

figura 1. tipo de zona según departamento	29
figura 2. Ladrillo King Kong 15 huecos.....	32
figura 3. Muestras para resistencia a la compresión (f´b)	33
figura 4. Fallas de ensayo resistencia a la compresión de prismas de albañilería	35
figura 5. Extracción manual de arcillas	37
figura 6. Mezcla en reposo por 24 horas	38
figura 7. Moldes para la fabricación de sistemas de albañilería.....	39
figura 8. Ladrillera y sus patios de secado de ladrillo	40
figura 9. Ubicación de los ladrillos dentro del horno	40
figura 10. Introducción de leña para el proceso de quemado de ladrillos	41
figura 11. Almacenamiento de ladrillos de arcillas	42
figura 12. Hornos de unidades de albañilería artesanales	43
figura 13. Mortero para sentado de ladrillos	44
figura 14. color característico del aluminio	46
figura 15. Escorias de aluminio	48
figura 16. Piezas de motores para reciclaje.....	49
figura 17. obtención artesanal de arcillas	51
figura 18. Tipo y diseño de investigación.....	53
figura 19. Flujograma del procedimiento	46
figura 20. C.P. Invernillo – Pomalca (6°45´21´´ S, 79°46´41´´ W).....	47
figura 21. Chacupe Alto (6°48´55´´ S – 79°50´28´´ W)	48
figura 22. Pueblo Joven Samán (6°46´49´´ S – 79°48´31´´ W).....	48
figura 23. Extracción de la arcilla para la mezcla.....	49
figura 24. Recolección de las escorias de aluminio	50
figura 25. Recolección de teja proveniente de botaderos informales.....	50
figura 26. Trituración de teja reciclada	51
figura 27. Tamizado de escoria de aluminio	52
figura 28. Elaboración de la mezcla de ladrillos artesanales	53
figura 29. Mezcla para los ladrillos artesanales	54
figura 30. Moldes de los ladrillos artesanales	54
figura 31. Moldeado de los ladrillos artesanales.....	55
figura 32. Totalidad de ladrillos artesanales elaborados.....	56
figura 33. Secado de los ladrillos artesanales	56
figura 34. Carga de los ladrillos artesanales.....	57

figura 35. Horno de quemado.....	57
figura 36. Introducción del combustible en el horno	58
figura 37. Desmontaje y descarga de ladrillos	59
figura 38. Ladrillos listos para ser llevados al almacén.....	60
figura 39. Transporte de muestras	60
figura 40. Muestras de teja triturada para la granulometría	61
figura 41. Muestras de escorias de aluminio para la granulometría.....	61
figura 42. balanza gramera	62
figura 43. Proceso de tamizado.....	62
figura 44. taras.....	63
figura 45. brocha	63
figura 46. dimensionamiento de unidades de albañilería.....	64
figura 47. Distorsión de superficie cóncava	65
figura 48. Distorsión de borde convexo	65
figura 49. Ensayo de succión	66
figura 50. Peso de la unidad saturada.....	66
figura 51. Recubrimiento con diablo fuerte en las unidades con irregularidades	67
figura 52. Preparación de la prensa hidráulica	67
figura 53. Prensa hidráulica.....	68
figura 54. Balanza gramera.....	68
figura 55. bernier.....	68
figura 56. Flujograma OE2	69
figura 57. murete de ladrillo.....	70
figura 58. Aplicación de la carga	71
figura 59. Flujograma OE3	72
figura 60. Curva granulométrica (Escoria de aluminio)	75
figura 61. Curva granulométrica (teja triturada	77
figura 62. Comparación de las variaciones dimensionales de los ladrillos.....	79
figura 63. Comparación del alabeo promedio de los diseños de ladrillos.....	82
figura 64. Succión en unidades de albañilería	84
figura 65. Comparación de la resistencia a la compresión de los ladrillos	89
figura 66. Comparación de la resistencia a la compresión diagonal en muretes.....	94
figura 67. Comparación de la resistencia a pila de los ladrillos artesanales	96
figura 68. Gráfico de ladrillos con adición de escoria de aluminio.....	97
figura 69. Gráfico ladrillos con adición de teja triturada.	99

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. resistencia a la compresión.....	33
Ecuación 2: resistencia de la albañilería al corte (V´m).....	36
Ecuación 3: área bruta de murete.....	36

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA

Resumen

La contaminación y las consecuencias que esta causa en el medio ambiente y la salud humana es una de las más grandes preocupaciones desde hace varios años, las escorias de aluminio proveniente de la fundición artesanal de ollas y los desperdicios de teja se encuentran dentro de los principales factores contaminantes, por lo que se explora la viabilidad de usar estos elementos como incorporaciones a los ladrillos artesanales. La presente investigación tuvo como objetivo general caracterizar ladrillos artesanales de arcilla incorporando escorias de aluminio (EA) y teja triturada (TT), incorporando porcentajes parciales de 5%, 10%, 15% y 20% con respecto a la masa de un ladrillo seco no cocido. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, de diseño cuantitativo experimental. Los resultados mostraron que: el porcentaje óptimo para la adición de escoria de aluminio fue del 10%: resistencia a la compresión (86 kg/cm^2), compresión diagonal (3.6 kg/cm^2), y compresión a pila (25.27 kg/cm^2); el porcentaje óptimo para la adición de teja triturada fue del 20%: resistencia a la compresión (75.84 kg/cm^2), compresión diagonal (5.73 kg/cm^2), y compresión a pila (30.56 kg/cm^2), posicionándolo como el mejor diseño al adicionar teja triturada. Se concluyó que ladrillos artesanales elaborados con arcilla, y también al adicionarles porcentajes de escoria de aluminio y teja triturada, respecto a lo estipulado por la normativa peruana, los porcentajes que representan los diseños óptimos si cumplen con la norma E.070, por lo tanto, la caracterización resulta exitosa a nivel físico como mecánico.

Palabras clave: Ladrillos artesanales, escoria de aluminio, teja triturada, caracterización física y mecánica.

Abstract

Pollution and the consequences it causes on the environment and human health has been one of the biggest concerns for several years, Aluminum slag from the artisanal casting of pots and tile waste are among the main Polluting factors, so the feasibility of using these elements as additions to handmade bricks is explored. The present research had as a general objective to characterize artisanal clay bricks incorporating aluminum slag (EA) and crushed tile (TT), incorporating partial percentages of 5%, 10%, 15% and 20% with respect to the mass of an unfired dry brick. The methodology used was of applied type, of experimental quantitative design. The results showed that: the optimal percentage for the addition of aluminum slag was 10%: compressive strength (86 kg/cm²), diagonal compression (3.6 kg/cm²), and stack compression (25.27 kg/cm²); The optimal percentage for the addition of crushed tile was 20%: compressive strength (75.84 kg/cm²), diagonal compression (5.73 kg/cm²), and pile compression (30.56 kg/cm²), positioning it as the best design when adding crushed tile. It was concluded that handmade bricks made with clay, and also by adding percentages of aluminum slag and crushed tile, with respect to what is stipulated by Peruvian regulations, the percentages that represent the optimal designs if they comply with the E.070 standard, therefore, The characterization is successful on a physical and mechanical level.

Keywords: Handmade bricks, aluminum slag, crushed tile, physical and mechanical characterization.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Tan solo con extraer cobre (siendo este un proceso pirometalúrgico), se estima que genera un aproximado de 2.2 toneladas de escoria metálica por cada tonelada de cobre extraído [1]. Asimismo, el proceso que permite la transformación de metales en productos genera gran cantidad de desperdicios, siendo este el caso de Cuba, país en el cual entre los años 2010-2014 se produjeron 360 000 toneladas de acero al carbono y acero corrugado, generándose en este proceso 13 700 toneladas de residuos y escorias metálicas [2].

Función a Presión, S.A., empresa dedicada a la conformación y fundición de piezas metálicas, fue clausurada temporalmente por la Profepa⁹, organismo ambiental de nuestro país, por no cumplir con las condiciones ni los equipos necesarios para controlar las emisiones producidas por sus procesos [3]., China es uno de los grandes países que necesita grandes cantidades de materias primas metálicas, por lo tanto el control de emisiones toxicas es muy deficiente ya que Su capacidad de fundición de estos metales está alcanzando su máxima demanda, alcanzando los 8,34 millones de toneladas a finales de 2020. También se estima que, con la implementación de los proyectos, China se convertirá en una de las ciudades más recicladoras en cuanto a su industria de fundición [4].

La investigadora Maite Berasaluse, en estudios realizados en conjunto con la Universidad Católica de Valparaíso, encontró arsénico en habitantes cercanas a la fundición Codelco Ventanas, así como en uñas y cabello de niños menores de 5 años, a quienes, luego de aplicar el análisis, se les demostró Tener niveles elevados de este mineral en el organismo puede provocar cáncer [5]. De igual forma estudios realizados a las aguas subterráneas, el aire y los recursos marinos de la ciudad de Tuticorin (India), se encontró una grave contaminación por metales pesados lo que llevo a varios meses de protesta entre los habitantes de dicha ciudad [6].

Desde hace aproximadamente siete años, el Callao ha sido centro de muchas investigaciones que permitieron observar cuales son las fuentes que exponen y contaminan a los niños con plomo, se estima que el 12% de fallas en lectura y 15% en matemáticas se debe a la presencia de este metal en la sangre de los menores, determinando así a las zonas concentradas de minerales como la principal fuente de contaminación. En el distrito de Mi Perú, debido a los reportes y monitoreo se determinó la presencia de plomo en el aire superiores a los estándares establecidos, esto debido a la presencia de fábricas industriales dedicadas a la fundición de metales y recuperación de plomo [7] .

En nuestro país, el Callao ha sido centro de numerosas investigaciones que han permitido observar los focos que exponen y contaminan a los niños con plomo. Se estima que el 12% de los errores de lectura y el 15% de los errores matemáticos se deben a la presencia de este metal en la sangre de los menores, debido a la presencia de fábricas industriales dedicadas a la fundición de metales y recuperación de plomo [7], de igual manera La empresa de fundición de metales “La Oroya”, que hasta entonces producía casi 120.000 toneladas anuales de estaño, arrojaría enormes ganancias si fuera subastada para que nuevos inversionistas vinieran a nuestro país, pero continúa produciendo de 20 a 250 microgramos de dióxido de azufre por metro cúbico, teniendo en cuenta que este compuesto que se encuentra en el aire se asocia con un aumento de alergias, enfermedades respiratorias y asma, además de producir lluvia ácida[8].

En la ciudad de Moquegua se realizaron estudios a 110 niños de una institución educativa para determinar la cantidad de metales pesados en su organismo. del cual resulto que 60 de 80 niños contenían niveles muy elevados de plomo y cadmio en la sangre [9]. Por otra parte, la OEFA, organismo que controla todo lo relacionado con la contaminación ambiental, en ciudad de Lima las principales empresas fundidoras de plomo en particular en Ventanilla, ha decidido cerrar definitivamente estas operaciones. Los cierres también se produjeron porque las empresas no contaban con mecanismos para controlar y reducir las emisiones de plomo y otros elementos al aire. [10].

Pero, no todo es contaminación en el Perú, existen muchos esfuerzos en conjunto para disminuir los impactos que generan las empresas hacia el medio ambiente, dedicadas íntegramente a la fundición de metales para producir ciertos productos como ollas, piezas, perfiles metálicos, etc. La Universidad Andina del Cusco (UAC) y CONCYTEC están en busca de revalorizar la escoria de fundición de cobre, que al ser procesada correctamente mediante molinos que trituran hasta una escala en que se convierta en un árido con características de cemento, es decir, este tipo de escorias puede sustituir parcialmente al cemento [11]. Igualmente, con respecto a la situación jurídica de las personas que producen elementos contaminantes al medio ambiente en la ciudad de Chiclayo [12].

De manera que las personas jurídicas sólo reciben responsabilidad indirecta, es decir, sólo están sujetas a sanciones materiales. Si las pérdidas son demasiado graves, pueden ser sometidas a procedimientos civiles, administrativos o penales y luego pueden estar sujetas a las sanciones necesarias. de conformidad con lo dispuesto en la Ley N°30424 [13], entonces la acumulación de residuos, que la población llama “basura” desde hace varios años, está generando problemas muy graves a la misma población; El ineficiente manejo de sólidos en los distritos y municipios de la ciudad de Chiclayo se debe esencialmente a factores sociales como falta de autoridad, educación, pobreza, nivel social, etc. [14].

la asociación de recicladores de Chiclayo cumple una función muy importante y de grandes ingresos para las familias pertenecientes a esta asociación. Sin embargo, es necesario que las autoridades brinden el apoyo incondicional ya que durante los periodos 2015-2017 ellos generaron ganancias de S/. 132,150.69, siendo los plásticos, latas, cartones y papeles los materiales más reciclados durante ese periodo de tiempo, asimismo, se debe aumentar hasta un 40% de personas participantes en la asociación y en la buena práctica del reciclaje, para poder tener una ciudad limpia de materiales que para las industrias son desperdicios, pero para la población representa una gran fuente ganancias netas [15].

En el municipio de La Victoria fueron descubiertas más de 30 fábricas secretas productoras de vasijas. Estas fábricas no cumplían con los parámetros necesarios para mitigar la contaminación que provocaban, ya que la fundición de metales para producir estos elementos genera una gran contaminación de los lugares aledaños. Sin embargo, las autoridades han fijado ciertos plazos para que los propietarios completen los trámites que les permitan trabajar dentro de la ley y con los requisitos necesarios para no provocar una contaminación masiva en el distrito o el surgimiento de enfermedades, como se sabe que el Los gases y residuos metálicos que se esparcen en el aire provocan diversas enfermedades respiratorias [16].

La creciente contaminación de la atmósfera es uno de los problemas más habituales de los últimos años. Esto se debe a sustancias tóxicas expulsadas por la acción humana o natural [17], Además, con el incremento acelerado de la población, han aumentado de manera exponencial los tipos y las cantidades de desechos metálicos producidos por las grandes industrias, fábricas y del sector construcción [18].

Así, Lemounga, et al., [19] realizaron estudios cuantitativos-comparativos en muestras de ladrillos donde se agregaron porcentajes de caolín a una temperatura de cocción de las muestras de 950 a 1150° C en intervalos de 50 ° C. Los resultados obtenidos fueron, la resistencia de 140 MPa de las muestras mejoró con una adición de 50% en peso de caolín 50% en peso de escoria de cobre a una temperatura de 1050-1100 ° C, lo que significa una gran capacidad de estos ladrillos para resistir grandes cargas y pueden ser utilizados en muros estructurales o portantes.

Así mismo, Quecan [20] en su investigación propuso el uso de los desperdicios de unidades de albañilería para medir el impacto en la economía en Colombia, para ello, se estudió dos metodologías que consisten en: la elaboración mecánica de ladrillos, tomando como el final de su ciclo de vida la acumulación en los basurales y el segundo la elaboración mecánica, donde los desperdicios son reutilizados con el propósito de señalar cuál de ambos procesos origina mayor contaminación. El proceso de ACV está conformado por cuatro

etapas: el propósito - alcance, análisis, la determinación de la contaminación del ecosistema y la interpretación. Se concluye que la reutilización de unidades de albañilería es una buena alternativa para la producción de mezclas de concreto y la disminución de los efectos ambientales.

Asimismo, Contreras De Villar [21] en su investigación tuvo como objetivo tratar de evaluar uno de los materiales de desecho que genera. El resto del estudio fue una batalla en un horno de arco eléctrico de acero inoxidable (EAFSS). La solución de restauración correrá a cargo de EAFSS, que consiste en la sustitución de áridos finos para la producción de dos tipos de hormigón. Los estudios se basaron en los siguientes puntos: la naturaleza de EAFSS. Se realizaron estudios reológicos del mortero correspondiente para luego comparar los resultados con el concreto fresco. Se efectuaron pruebas de solidez mecánica a los dos tipos de hormigón propuestos y se compararon con el hormigón de referencia. Finalmente, se realizaron pruebas para asegurar el correcto comportamiento ambiental de la solución de restauración propuesta. El estudio se basó en el uso de EAFSS en el estado en que salió de fábrica, es decir, no requiere ninguna modificación posterior. Los estudios reológicos han demostrado que la trabajabilidad y la resistencia del hormigón al que se añade EAFSS está mejorando. La densidad obtenida es también superior a la del hormigón convencional. Dependiendo del porcentaje aumenta la resistencia mecánica del hormigón. Es posible diseñar hormigón autocompactante a partir de EAFSS. En definitiva, es posible ofrecer una solución de reparación de EAFSS con resultados más útiles para un amplio abanico de aplicaciones y materiales imprescindibles en nuestras técnicas constructivas actuales.

Así también Santacruz [22] en su tesis, quien tenía el objetivo de estudiar y analizar el impacto técnico- ambiental el uso de escoria proveniente de la fundición de plomo en reemplazo por partes de la arcilla en la elaboración de ladrillos de arcilla cerámica. Se realizaron cuatro fases para la evaluación. El primero corresponde a las cualidades físico-químicas y mineralógicas respecto a la fundición secundaria de plomo estudiada, El segundo es equivalente a la producción de prototipos de fragmentos cerámicos con un 15% de

sustitución de arcilla por soplado, con una ebullición a 4 temperaturas (900°C, 950°C, 1000°C y 1050°C), Respecto a la tercera fase, esta consiste en la fabricación de índole industrial de fragmentos cerámicos con un 10% de sustitución de arcilla, teniendo una medida equitativa de parámetros que en la fase segunda y contrastándolos con la normatividad para la clase de material. Finalmente, como cuarta fase, se llevó a cabo un examen cualitativo de los resultados de la implementación de esta alternativa en la industria ladrillera del Cáucaso Norte, reconociendo los beneficios ambientales de reducir el consumo de suelos arcillosos naturales. espacio, la estabilización de residuos contiene lixiviados eco tóxicos, etc. En el ese estudio se pudo llegar a las siguientes conclusiones; que la variación de temperatura para el cocido del ladrillo tiene que variar entre los 5°C/min hasta una temperatura máxima de 1000°C, asimismo al combinarlos con materiales cerámicos transfieren propiedades colorantes. También se pudo encontrar residuos de plomo en cantidades un poco elevadas (2%-6%). Finalmente concluyó que al incorporar el 15% de escoria en los ladrillos, estos aumentaban su resistencia mecánica, así como el porcentaje de absorción de agua.

Asimismo Herrero [23] en su investigación realizó un estudio detallado de la humectación de la lava blanca de acerería para crear pastas y morteros y utilizarlo en el asentado de ladrillo. Para ello, se presenta un plan de trabajo en cuatro capítulos experimentales, antes de exponer el contexto del problema, el propósito principal y la estructura de la tesis, y otros dos finales con conclusiones y bibliografía relacionada con la tesis. Por medio de todo el desarrollo abordado en la presente tesis doctoral, podría finalmente concluirse que el ensayo de humedad-sequedad no altera en modo alguno la apariencia superficial de los morteros con escorias blancas. Las resistencias a compresión se ven incrementadas, probablemente, a causa de que el agua absorbida permanezca disponible para promover reacciones hidráulicas, y así generarse gel CSH. Se observa también una disminución del diámetro de los poros de menor tamaño y, por ende, de su tamaño promedio. Este hecho puede deberse a la generación de nuevos productos de

hidratación o a la precipitación de nuevas fases asociadas a la hidratación de la escoria blanca; así mismo, producción de morteros, con sustitución parcial de cemento por escoria blanca, conviene incluirlos en la cuantía de casi el 10%.

De igual manera, Quaranta , et al., [24] en su estudio los testigos elaborados para el estudio, se realizaron unos reemplazando el 15% de arcilla por escoria de plomo, y los otros sin escoria, en ambos testigos se logró observar un porcentaje de contracción al secado al llegar ambos testigos a una temperatura de cocción de 1050°C, de los cuales, los ladrillos con adición de escoria obtuvieron la mayor caracterización entre los 7 y 8% de contracción al secado, mientras que los ladrillos sin adición obtuvieron una caracterización entre 3 y 4%. Asimismo, al determinar el coeficiente de absorción en cada muestra, se obtuvieron resultados muy distintos, ya que en los ladrillos con escoria disminuyó de manera drástica respecto al de los ladrillos sin escoria, tan solo con 5% del coeficiente de absorción.

Sin embargo, los ladrillos modificados obtuvieron un resultado muy favorable en cuanto a resistencia, llegando a los 65 Kg/cm² aproximadamente, mientras que los testigos de muestra normal obtuvieron no sobrepasaron 45 Kg/cm² de resistencia, tomando en cuenta que ambas pruebas llegaron a una temperatura de 1000 °C en la cocción.

Así también Reynaga [25], en su tesis tuvo como finalidad mitigar los daños ambientales fabricando ladrillos con escorias de acero y PET reciclado, por lo que la materia prima es la arcilla y su uso causa grandes daños , ya que los suelos extraídos de la arcilla se dañan para su fabricación. Además, para lograr la durabilidad requerida, se compran en hornos que emiten mucho CO₂, lo que perjudica a las familias que viven alrededor de estas fábricas. Se realizaron 3 diseños de mezcla; Se calculó la huella de carbono de estos 3 diseños y la piedra de arcilla para comparar el impacto ambiental de cada uno. Las 3 propuestas en este estudio redujeron la afectación ambiental ocasionada por la fabricación de bloques de ladrillos elaborados en base de barro a un aproximado superior del 50%. Además, se realizaron pruebas mecánicas a las muestras, las cuales muestran que el eco-

acero diseñado se encontraba en los parámetros E.070 para el tabique.

Así mismo, la Cruz [26] en su tesis, la finalidad es verificar que el empleo de tepetate incrementa las cualidades físicas y mecánicas sobre los ladrillos, para ello, se elaboraron pruebas de compresión, compresión a pila y absorción. El diseño de esta investigación es cuasiexperimental. Se incorporaron cifras porcentuales de 5%, 10% y 15% de tepetate obteniendo para ello los efectos de compresión 20.35kg/cm², 29.03 kg/cm², 34.26kg/cm² y 36.19kg/cm². En los ensayos a compresión a pila con incorporación de 5%; 10% y 15%, se alcanzaron aquellos valores de 50,37 kg/cm²; 55,41 kg/cm²; 58,72 kg/cm³ y 61,47 kg/cm².

Los resultados de absorción con incorporación de 5%; 10% y 15%, se alcanzaron cifras de 14,165%; 14,575%; 15,356% y 15,642%, respectivamente. Concluyendo que la incorporación de tepetate como remplazo de la arcilla mejoró sus características en función a los ensayos anteriores.

Del mismo modo, Figueroa [27] en su investigación tuvo como objetivo la caracterización mecánica de las escorias negras con el fin de utilizarlas en la pavimentación de una carretera de 15 Km en la ciudad de Pisco. La escoria negra (EAFS) extraída de la industria siderúrgica como residuo ha sido investigada en cuanto a su uso como material agregado en capas de fijación y también en cuanto a diseño. Por lo tanto, es necesario realizar investigaciones nacionales e internacionales sobre este tema. El trabajo académico examina los activos presentados por EAFS en relación a los requerimientos fijados por el MTC. Por otro lado, se estimó la cantidad de metales pesados encontrados en EAFS, divididos en esenciales y tóxicos. Se sabe que, si bien los golpes ahora son ligeramente superiores al rango permisible para tierras agrícolas en términos de cromo y cobre, se pueden reducir mediante fitorremediación para que su uso sobreviva. Con los resultados favorables obtenidos se obtuvo un espesor de vía de 15 cm en base al requerimiento mínimo de los manuales de la cartera MTC no consolidada. Finalmente, es necesario asegurar la viabilidad económica para la introducción de EAFS en proyectos viales. Para ello se comparan los precios de compra y transporte de áridos convencionales respecto al transporte de EAFS. El radio de transporte optimista de 50 km se obtuvo de la instalación de

Aceros Arequipa en Pisco. Aunque este radio se puede aumentar, dependerá de la ubicación del proyecto vial, como la distancia al proveedor más cercano de agregados convencionales o ranuras. Se concluyó que estos elementos presentan grandes propiedades físico-mecánicas que pueden aumentar o mejorar el trabajo que realizan los materiales comunes de la construcción, así como también disminuye el impacto ambiental generado por este tipo de escoria.

Así como también Espinoza [28] en su tesis tuvo como objetivo la utilización de la escoria de acero agregado en cantidades como parte del agregado fino en ladrillos tipo IV. Se empleó para la presente investigación un diseño experimental, ya que el autor realizó una cantidad finita de ensayos para luego ser comparados. Los resultados de la investigación fueron muy variados, entre ellos se tiene que la resistencia por cada unidad de albañilería con una adición del 30% de reemplazo del residuo se logró obtener 138.68 kg/cm^2 de un promedio entre todas las muestras, superando así lo estipulado por el RNE.

De igual manera, Poémape y Patricia [29] efectuaron la comparación de los especímenes mencionados anteriormente, los cuales fueron ensayados en el laboratorio GEOMG S.A.C. con el fin de analizar sus características. La contrastación de estos elementos de mampostería se realizó elaborando pruebas de soporte a la compresión, variación dimensional, absorbencia y deformación. La variable independiente evaluada han sido la propiedad física y mecánica del ladrillo de barro manual y de aquellos ladrillos añadiendo, agregando desecho de fogón de tipo eléctrico, empleando un diseño de tipo no experimental en la investigación y un tipo descriptivo-comparativo de investigación. Las poblaciones de este estudio son individualidades de ladrillos artesanales de barro y aquellos de desecho, constituyendo una muestra de 80 cifras de albañilería según norma Itintec 331.019. Protocolos desarrollados de acuerdo con GEOMG S.A.C. se utilizaron como herramientas donde se pudo realizar cada una de las pruebas realizadas. La conclusión es que los ladrillos fabricados con hornos eléctricos según E 070 e Itintec 331 017, 331 018 y 331 019 optimizan sus cualidades en comparación con aquellos ladrillos estándar fabricados con ladrillos Jhossepa, en conjunto aumenta su resistencia a la compresión.

[30] en su investigación consideró como propósito principal analizar las propiedades del concreto simple, así como el aspecto económico del reemplazar escoria de acero proporcionalmente con relación al agregado grueso. La metodología utilizada para la investigación fue la siguiente; en el caso de los materiales como los agregados y las escorias, se realizaron los estudios físicos para lograr estudiar sus propiedades, las cuales cumplieron correctamente con lo establecido en la NTP. Luego se realizaron probetas de concreto con reemplazo de 25%, 50% y 100% respecto al agregado grueso y probetas patrón de concreto simples, para luego ser ensayados y conocer su resistencia en máquinas de compresión a los 7, 14 y 28 días de curado de cada probeta realizada. Las conclusiones a la que se pudo llegar fue que, el uso de las escorias de acero ayuda a mejorar las características físicas de resistencia en el caso del concreto simple, además que el concreto patrón llega a ser económicamente más ventajoso respecto a los concretos adicionados con el tipo de escoria.

Asimismo, Peña [31] en su investigación consideró como finalidad la evaluación de atributos mecánicas de ladrillos ecológicos prensados a mano a partir de barro y barro/plástico en mampostería limitada para establecer el empleo adecuado, para la investigación se aplicó un enfoque cuantitativo con una metodología cuasiexperimental. Para este estudio se propone explicar dos nuevas unidades de mampostería, denominadas ladrillos ecológicos, inspiradas en los ladrillos artesanales, con el fin de sustituir los ladrillos ordinarios. Para ello se utiliza como ingredientes principales arcilla, arena, cemento y plástico reutilizado y molido en individualidades elegidas para ejecutar la fabricación de ladrillos. Con respecto al monitoreo de las mezclas en las cuales se produce arcilla ecológica y arcilla/piedras plásticas, las proporciones de materiales son diferentes; un material menos común es un producto de plástico cortado reciclado como aditivo.

La incorporación de este residuo reduce la contaminación ambiental, ya que los desperdicios plásticos generan grandes daños ambientales. Los ladrillos ecológicos prensados y arcilla/plástico ecológicos cumplen no solo con la buena apariencia sino también con criterios ecológicos y sustentables, porque requieren bajos niveles de potencia para su producción y disminuyen las emisiones de fluidos tóxicos al aire, porque son ladrillos que no necesitan decocción. Se concluye que los ensayos realizados en arcilla ecológica y ladrillos de arcilla/plástico encontraron que las unidades ambientales contenían propiedades físicas óptimas, sin embargo, no poseían propiedades automáticas suficientes para ser clasificadas como elementos de mampostería con fines estructurales o como elementos portantes (muro portante); sin embargo, es adecuado para su uso en paredes divisorias.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la caracterización física y mecánica de ladrillos artesanales usando escorias de aluminio y teja triturada?

1.3. Hipótesis

Las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería varían positivamente de acuerdo con los porcentajes de adición de escorias de aluminio y teja triturada en la elaboración de ladrillos artesanales.

1.4. Objetivo

General

- Determinar las características físicas y mecánicas de ladrillos artesanales de arcilla usando escorias de aluminio.

Objetivos específicos

- Analizar las características físicas de los ladrillos artesanales de arcilla al incorporar parcialmente los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% de escorias de aluminio y teja triturada.
- Analizar las características mecánicas de los ladrillos artesanales de arcilla al incorporar los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% de escorias de aluminio y teja triturada.
- Determinar el porcentaje óptimo de la escoria de aluminio y teja triturada en la fabricación de ladrillos artesanales de arcilla.

1.5. Teorías relacionadas con el tema

1.5.1. Norma E.070 Albañilería

Existen una variedad de normas que rigen los atributos reflejados en las unidades de albañilería, pero quién supervisa en el Perú es la E.0.70 de albañilería, contenida en el RNE, establece un monitoreo óptimo sobre la totalidad de componentes que llegarán a ser utilizados en la construcción, además que supervisa e inspecciona el proceso constructivo de las obras donde se utilice unidades básicas de construcción [32].

1.5.2. Unidades de Albañilería

Los ladrillos que hoy en día son utilizados para los procesos constructivos están básicamente hechos de materiales arcillosos, bloque de concreto y recientemente sílice-cal. La diferencia entre uno y otro es que los ladrillos (arcilla, sílice-cal) tienen menores dimensiones y por ende pueden ser manipulados con una sola mano, por otro lado, el bloque presenta mayores dimensiones y mayor masa, lo que requiere una manipulación con ambas manos [32].

1.5.3. Clasificación de Albañilería

Con el fin de realizar las unidades básicas de albañilería se tendrá en consideración las siguientes características brindadas por el RNE.

Tabla 1.

clases de unidades de albañilería para fines estructurales

Clase	Variación de la dimensión (máximo en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a compresión mínimo f'_{b} en Mpa (Kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Mas de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	±4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	±4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	±4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	±4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P (1)	±4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	±4	8	2.0 (20)

Nota. Clases de unidades de albañilería según Norma E.0.70 de Albañilería. [32]

1.5.4. Usos y limitaciones de las unidades básicas de construcción

Las unidades de albañilería tienen diversos usos en cualquier proceso constructivo, pero deberán estar bajo lo indicado en la tabla n°2. En las zonas que presentan mayor índice sísmico están se encuentran en la normativa E0.30 del 2006 [32].

Tabla 2.

Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

tipo	Zona sísmica 2 y 3		Zona sísmica 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal*	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	NO	No	Sí

Nota. Uso de unidades de albañilería según zona sísmica. [32]

figura 1.

tipo de zona según departamento



Nota. Norma E.0.30. diseño sismorresistente. [32]

1.5.5. Resistencia de prismas de Albañilería

La fuerza que poseen las unidades básicas de construcción se caracteriza respecto a la compresión ($f'm$) y a corte ($v'm$) que este presenta, la determinación de estas características se dará de manera práctica (tomando como guía los datos de resistencia de las unidades) para esto se tomará en cuenta la zona de sismos y la importancia por cada edificación según lo indica la tabla n° 3 [32].

Tabla 3.

Métodos para determinar ($f'm$) y ($v'm$)

Resistencia Característica	Edificios de 1 a 2 pisos			Edificios de 3 a 5 pisos			Edificios de más de 5 pisos		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
$f'm$	A	A	A	B	B	A	B	B	B
$v'm$	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Nota. Determinación de $f'm$ y $V'm$ según RNE. [32]

A: se obtiene prácticamente observando la calidad de cada unidad

B: se obtienen de los ensayos provenientes de resistencia de condensación de pilas y condensación oblicua de muretes de ladrillo contemplados en la normativa [33].

Tabla 4.

Resistencia Característica de la Albañilería en Kg/cm²

Materia Prima	Denominación	Unidad $f'm$	Pilas $f'm$	Unidad $v'm$	
Arcilla	King Kong artesanal	4,5 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)	
	King Kong industrial	12,4 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)	
	Rejilla industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)	
Sílice - cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)	
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)	
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)	
Concreto		4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)	
	Bloque Tipo P (*)		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
			7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
			8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Nota. Resistencias mínimas de ladrillos según RNE. [32]

La resistencia por compactación axial en las principales unidades de construcción (f'm) se alcanzará por la corrección por esbeltez que se refleja en la tabla 5. Los componentes por esbeltez de cada unidad vienen a ser el alto total de la pila / la longitud inferior diagonal [32].

Tabla 5.

Factores de corrección (f'm) por esbeltez

<i>Esbeltez</i>	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
<i>Factor</i>	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0

Nota: corrección f'm por esbeltez según RNE. [32]

1.5.6. Clasificación según la NTP

La tipología de las básicas unidades de construcción de barro cocinado [34] se clasifican en:

Tipo 21: es usado donde se requiere una elevada resistencia a las bajas temperaturas, a la resistencia de penetración por humedad y alta fuerza a la compresión.

Tipo 17: es usado cuando se necesite una templada fuerza al frío, humedad y sobretodo a la compactación.

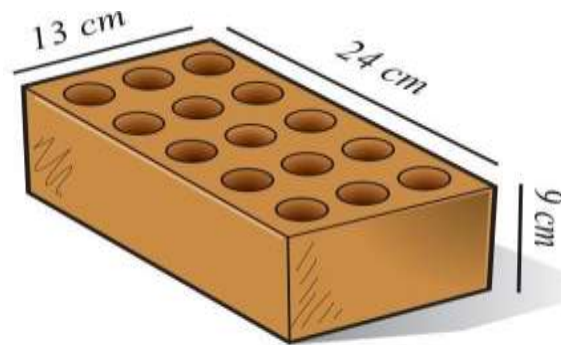
Tipo 14: es de uso global, con una resistencia a término medio. Tipo 10: es de uso general, con regular resistencia a la compresión

1.5.7. Dimensiones

Tal como lo señala la [34] el dimensionamiento con el cual se trabajará las unidades de albañilería artesanal será de 9 cm de altura x 13 cm de ancho x 24 cm de longitud.

figura 2.

Ladrillo King Kong 15 huecos



*Máxima cantidad
de huecos: 30%*

Nota. Dimensiones de ladrillo King Kong. [34]

1.5.8. Ensayos mecánicos a las unidades de albañilería

Según lo establecido en la [34] organiza los ensayos del ladrillo de la siguiente manera:

A. Resistencia a la compresión (f'_{b})

La [35] refiere la necesidad de una prueba de las unidades de albañilería secas partidos a la mitad. Si la capacidad de resistencia de los testigos es mayor al volumen de una maquinaria de ensayo, se tiene que practicar con menores especímenes de un área bruta no menos a los 90 cm². La cantidad mínima de especímenes a ensayar será de cinco.

Asimismo, la velocidad de ensayo según la [35], señala la realización de una aplicación de carga hasta la mitad de lo esperado por el investigador, para luego, controlar minuciosamente la máquina, de manera que se aplique de manera uniforme, no menor a 60 segundos ni menos de 120 segundos. Finalmente se calculará el soporte a la compresión de determinada unidad según la siguiente fórmula [36], debiendo darse aquellos resultados un aproximado establecido en la [34].

Ecuación 1. resistencia a la compresión

$$f' b = \frac{PAG}{A}$$

En donde:

f 'b: es la resistencia característica a la compresión del testigo de ladrillo en N / cm². [36]

PAG: es la lectura de la carga aplicada por la maquina N. [36]

A: es el área en cm², determinada luego de hacer un promedio de cada espécimen (cara superior e inferior) [36].

Tabla 6.

Requisitos de resistencia

Tipo	Resistencia a la compresión, mínimo, respecto al área bruta promedio, Mpa	
	Promedio de 5 ladrillos	Unidad individual
21	21	17
17	17	15
14	14	10
10	10	8

Nota. Resistencia mínima en pila y ladrillos individuales. [36]

figura 3.

Muestras para resistencia a la compresión (f' b)



Nota. Selección de muestras don teja triturada para resistencia a la compresión (f' b)

B. La resistencia a la compresión de prismas de albañilería (f´m)

La [33] señala que para efectuar el ensayo de fuerza a los prismas se necesitan muestras de ladrillos que cumplan con las características físicas primordiales (color, forma y sin agrietamientos) y se requerirá de los siguientes pasos:

B.1. Transporte: si las muestras o prismas se encuentran lejos del centro de experimentación, se deberán zunchas o amarrar para evitar vuelcos o sacudones durante el transporte.

B.2. Curado: los prismas de albañilería deberán ser almacenados en un laboratorio donde la temperatura se encuentre entre los 24° C +- 8°C.

B.3. Dispositivo de ensayo: la maquina utilizada para el ensayo contará de una cabeza superior con un diámetro mínimo de 150 mm. De preferencia utilizar una placa metálica de acero endurecido en la parte inferior para evitar el desgaste de la máquina.

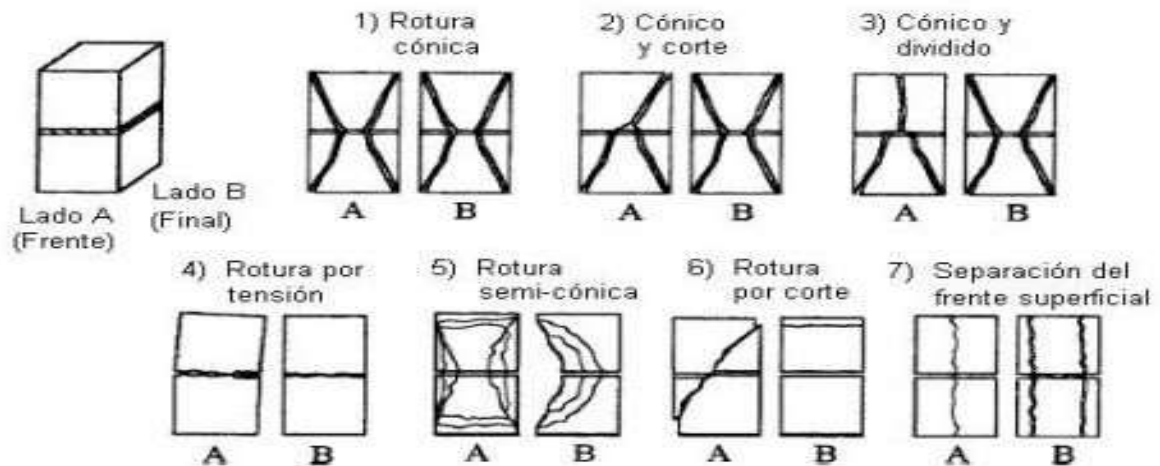
B.4. Colocación del prisma: se debe realizar una limpieza a la parte superior e inferior de la máquina, colocar el espécimen y alinearlos correctamente para lograr un apoyo uniforme.

B.5. Cargas: las cargas deben ser aplicadas remanente mente en una tasa variable de entre 2 a 4 minutos.

B.6. Observaciones: se debe describir lo más exactamente posible el tipo de falla, se recomienda ilustrar o tomar fotografías la muestra ensayada, asimismo identificar el modo de falla mostrados en los siguientes esquemas:

figura 4.

Fallas de ensayo resistencia a la compresión de prismas de albañilería



Nota. descripción de fallas de prismas de albañilería. [33]

Cálculos: determinar la resistencia del prisma de albañilería al dividir la carga mayor soportada entre el área del prisma, dicho resultado debe ser expresado en unidades Kpa.

C. La resistencia de la albañilería a corte (V'm)

La [37] indica que se necesitan de las siguientes características para realizar el ensayo:

Tamaño y forma: los muretes para el ensayo deben ser de una geometría cuadrada con una magnitud ínfima de 600mm x 600mm, con 2 unidades de albañilería como mínimo por hilada.

Número de especímenes: el ensayo consta de al menos 3 especímenes construidos con las mismas unidades de albañilería y personal calificada.

Curado: al momento de ser construidos los mampuestos no deben ser perturbados durante 7 días como mínimo a una temperatura de 24°C +/- 8°C.

Cargas: se aplicarán las cargas a una velocidad constante durante un periodo no menor a 60 segundos ni mayor de 2 minutos.

Cálculos: se determinará la resistencia al corte del murete con las siguientes fórmulas:

Ecuación 2: resistencia de la albañilería al corte ($V'm$)

$$V'm = \frac{0.707P}{A_b}$$

Donde:

V_m : Esfuerzo cortante en MPa.

P: carga aplicada en N.

A_b : Área bruta en mm^2

Ecuación 3: área bruta de murete

$$A_b = \frac{l + h}{2} * t$$

Donde:

L: largo en mm

H: altura de murete en mm:

espesor en mm.

1.5.9. Proceso de elaboración de las unidades de albañilería

Al fabricarse ladrillos cerámicos estos constituyen un trabajo minucioso y laborioso, pero las entidades públicas y gubernamentales brindan ciertas guías que pueden mejorar esta práctica, haciendo que el proceso de elaboración artesanal sea lo más parecido al de un proceso industrial, lo ideal al momento de elaborar ladrillos cerámicos.

Según la guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales [38], se indica que para poder elaborar artesanalmente ladrillos de arcilla existen un total de ocho secuencias o procedimientos técnicos a cumplir:

A. Extracción de materia prima

Este proceso implica la sustracción de aquellas tierras y arcillas que tienen su procedencia en canteras o chacras. Dicho material es conducido a la zona donde se procederá con la elaboración y posterior quemado.

figura 5.

Extracción manual de arcillas



Nota. Arcillas obtenidas ubicadas en el contorno de los hornos de quemado

B. Mezclado

El segundo aspecto es la mezcla homogénea ya sea de manera manual (palanas o lampas) o el uso de maquinaria. Tal mixtura debe reposar alrededor de 1 día para que las partículas de mayor tamaño puedan adoptar tamaños más pequeños para lograr una mezcla consistente y moldeable, teniendo siempre en cuenta que las impurezas de la mezcla deben ser retirados ya que pueden afectar su estructura.

figura 6.

Mezcla en reposo por 24 horas



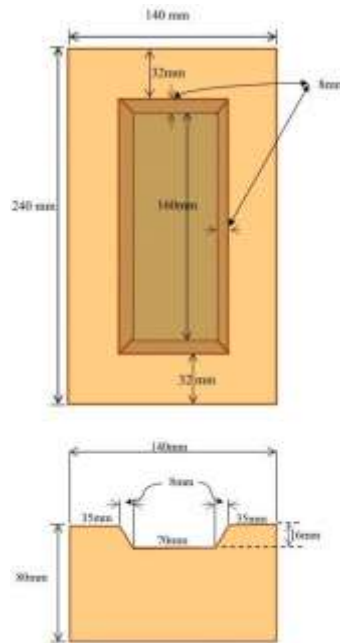
Nota. Mezclado de arcilla para la producción de ladrillos

C. Moldeo

Proceso donde la mezcla obtenida del procedimiento anterior se lleva hacia un molde donde se dará la forma deseada, ya sea ladrillos solidos o huecos. Los moldes empleados serán de metal o madera, depende a la disposición y con las medidas optimas presentadas según la guía. Para un mejor moldeamiento y desmoldeamiento de la unidad se empleará arenilla (arena fina) debiéndose rosear el interior del molde, así como la superficie donde se verterá el ladrillo crudo, evitando algunas patologías de moldeo.

figura 7.

Moldes para la fabricación de sistemas de albañilería



Nota. Dimensiones de ladrillo artesanal con chaflan.

D. Secado

este proceso debe ser en lugares abiertos donde puedan accionar el viento y los rayos del sol. La característica principal de este proceso es que el ladrillo obtenido del paso anterior pierde en aproximado un 13% de la humedad, debiéndose realizar este proceso en un tiempo de 7 días con las condiciones climáticas apropiadas (sol y viento ininterrumpido). Pasado un tiempo de 3 días, las unidades deben ser giradas de manera que la todas las caras sean expuestas a la intemperie, para generar un secado homogéneo, sin olvidar raspar las caras que presentan impurezas. Como punto final de este proceso, las unidades deben ser apiladas de manera que se pueda obtener un último secado.

figura 8.

Ladrillera y sus patios de secado de ladrillo



Nota. Instituto Nacional de ecología y Cambio Climático

E. Carga

Consiste en el transporte y ubicación de los ladrillos secos en el horno, para este proceso es recomendable la utilización de carbón de piedra o combustible a utilizar colocado estratégicamente en la base del horno, donde primero se colocará una base de ladrillos para que tenga la función de una parrilla para luego sobre esta, colocar otra capa de briquetas de carbón, así sucesivamente hasta llegar a completar la capacidad máxima del horno. Sin embargo, otra de las formas de colocar los ladrillos es siguiendo una secuencia de 1 ½, que consta en la ubicación un ladrillo de soga y un ladrillo de cabeza y así sucesivamente, siempre dejando un espacio entre ladrillos para que pueda distribuirse correctamente el calor.

figura 9.

Ubicación de los ladrillos dentro del horno



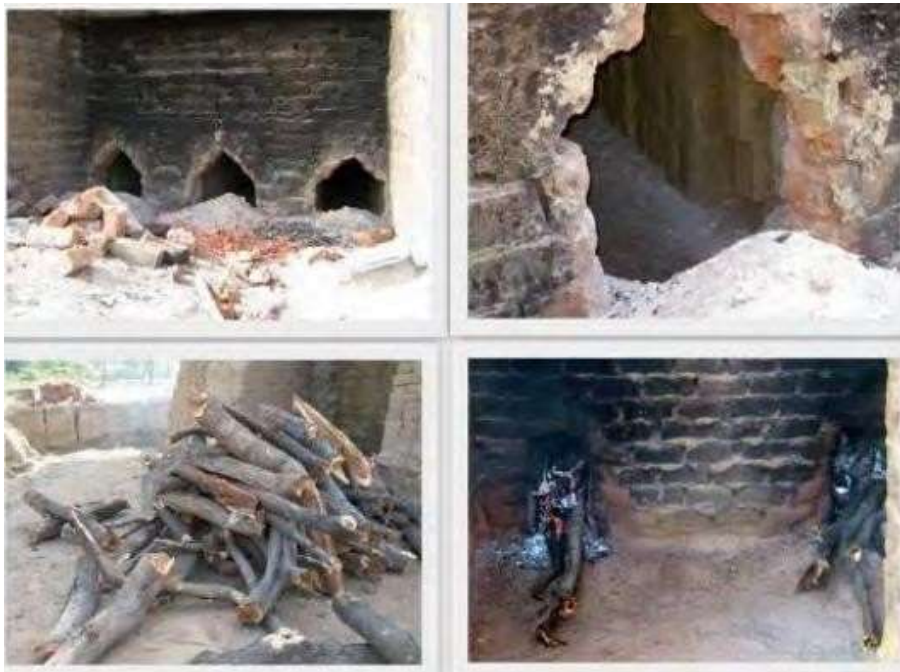
Nota. Ladrillos dentro del horno para su quemado

F. Quemado

Consiste en mantener el fuego y la temperatura adecuada, además de que el calor se distribuya correctamente por todo el horno. Este proceso se debe realizar de acuerdo a normativas y estudios realizados previamente. Según [39] para una adecuada cocción del ladrillo se debe obtener una temperatura de 1000°C con incrementos de 5°C/h – 7°C/h. [40] en el estudio realizado mencionan temperaturas de quemado entre los 950°C – 1050°C, temperatura a la cual se obtiene mejores características en los ladrillos. Asimismo [41] determina una temperatura de 950°C durante 7 días aproximadamente.

figura 10.

Introducción de leña para el proceso de quemado de ladrillos



Nota. Espacios del horno por dónde se introduce materiales para el quemado de ladrillos.

G. Descarga y desmontaje:

Como séptimo punto se tiene que considerar la descarga y desmontaje del horno, en este proceso se debe dejar al aire libre el horno, destapando todos los orificios para el enfriamiento de los ladrillos, aproximadamente esto demora de cuatro a seis días para luego ser descargados de manera tal que no se pierda elemento alguno.

H. Almacenamiento:

Finalmente se procede a clasificar y almacenamiento del material obtenido, esto debe cumplir las características de aspecto rojizo, dimensión uniforme, sonido metálico, sin agrietamientos u otras características que puedan ser perjudiciales en el proceso constructivo.

figura 11.

Almacenamiento de ladrillos de arcillas



Nota. Formas de almacenamiento de las ladrilleras artesanales

1.5.10. Hornos de quemado

La producción de ladrillos se encuentra repartida en todo el territorio peruano. Tenemos que las grandes organizaciones empresariales suelen estar bien formalizadas para los gobiernos a nivel local y para el ente sectorial representado por el Ministerio de la Producción. Todos cuentan con herramientas tecnológicas perfectamente diseñadas respecto a la clasificación de hornos y combustibles que emplean, mejoran los niveles de optimización y cooperan al medio ambiente. Ni siquiera están formadas de manera empresarial, desarrollan adecuadas tácticas de gestión y mercadeo con vía a fuentes de financiamiento y préstamos. A pesar de ello, casi la totalidad de empresas ladrilleras peruanas, ya sea micro y pequeñas, tienen un nivel bajo de formalidad y emplean

estrategias manuales con el fin de elaborar sus productos. La fábrica suele estar equipada con un horno y un terreno como espacio de cultivo [38].

Es de saberse que, los hornos fabricados por ladrillos a mano utilizan techos abiertos de calentamiento directo, hornos masivos de alto tiro para el procedimiento de quemado de las individualidades de albañilería. Los muros de dichos hornos carecen de un óptimo apartamiento ya que son finas y la geometría posee una basta superficie de cocción a modo horizontal; propiedades que les imposibilita permite tener productos de calidad tanto en velocidad de cocción especialmente al momento de emplearse combustibles rígidos como el carbón; siendo que los dueños emplean materiales de ínfimo costo y un valor calorífico alto, por ejemplo, neumáticos usados, aceite de automóvil quemado y plásticos generando una contaminación a gran escala [38].

Por lo general los artesanos se ubican en las afueras de las ciudades en lugares donde existe material para su fabricación y un clima optimo como poca lluvia y bastante viento; así nuevos artesanos llegan a la zona para realizar la misma actividad siendo una característica principal de estas zonas los elevados relieves de los hornos. El producto final tiene muchas deficiencias siendo muy poco aceptable por el mercado; al utilizar los combustibles señalados anteriormente se generan grandes contaminaciones ambientes y una serie de enfermedades para los pobladores que trabajan en su elaboración y a los que viven en su contorno [38].

figura 12.

Hornos de unidades de albañilería artesanales



Nota. ciencias de la ingeniería y tecnología. [38]

1.5.11. Morteros

Mezcla constituida por cemento, agua y agregado fino empleado para la adherencia de las unidades de albañilería [42].

El mortero estará hecho de una mixtura de aglutinantes y arena voluminosa, a la que se le agregará la mayor cantidad de agua para formar un mortero adhesivo trabajable sin separación de agregados. Con el fin de elaborar el mortero encaminado a planes de albañilería, se considerará lo especificado en la normativa [35] [33] [32].

figura 13.

Mortero para sentado de ladrillos



Nota. Mortero de cemento portland Tipo I

Los componentes aglomerantes llegan a hacer a base de cemento portland tipo I y II, cemento agregado IP, o una combinación de estos y cal hidratada estandarizada. La arena gruesa será natural, sin residuos orgánicos y sales, considerando las especificaciones indicadas en la Tabla 7. Además, se aprobarán distintas dimensiones de sus partículas si las pruebas de pilas y muretes se rehúsan, de acuerdo con lo señalado en las precisiones de los planos [32].

Tabla 7.

Granulometría de la arena gruesa

Malla ASTM	% que pasa
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

Nota. La arena no debe contener residuos orgánicos

No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas seguidas.

- El módulo de fineza estará dado entre 1,6 y 2,5.
- La cifra porcentual límite de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- No se usará arena de mar

El agua será potable y exenta de mezclas que dañen su estructura atómica

Los morteros tienen la siguiente clasificación: tipo P, usado en la elaboración de los muros portantes; y NP, empleado en los muros no portantes (ver la tabla 8).

Tabla 8.

Tipos de mortero

Tipo	Componentes			Usos
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a ¼	3 a 3 ½	Muros portantes
P2	1	0 a ½	4 a 5	Muros portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros no portantes

Nota. Se debe cumplir con las cantidades los elementos del mortero

Los elementos del mortero poseerán volumétricas cantidades (en estado suelto) señaladas en la Tabla 8.

Será posible emplear diversas estructuras de morteros, ya sea con cementos de albañilería o fabricados (embolsado o premezclado), si estos cumplen con las especificaciones técnicas de los planos y se salvaguarde la calidad de la albañilería [32].

1.5.12. El aluminio

El aluminio se ha encontrado concurrente a lo largo de toda la humanidad y la inclinación indica que las aleaciones en base aluminio continuarán avanzando en la innovación tecnológica e investigación científica. tiene un gran empleo manufacturado y en la ciencia de aleaciones modernas y sustancias compuestas que actualmente están en desarrollo, los cuales indican un alcance sin límites para futuros materiales con mejores características, que cumplan con los requisitos óptimos de la industria que necesitan los productos futuros metalúrgicos a nivel mundial [43].

figura 14.

color característico del aluminio



Nota. Color característico del aluminio

A. Obtención del aluminio

El aluminio es aproximadamente el 8% de la fatiga del suelo, que es el componente químico básico posteriormente al oxígeno (47%) y el silicio (28%). Únicamente no es encontrado en el medio ambiente, ya que encuentra junto con el oxígeno, componiendo hidróxidos y óxidos, los cuales se encuentran mezclados con óxidos de diferentes metales y con sílice. El mineral del cual se extrae el aluminio se denomina generalmente bauxita (Sistema Español de Inventario de Emisiones). El producto del aluminio se lleva a cabo en dos etapas:

La sustracción de la alúmina (Al₂O₃) de la bauxita (proceso Bayer): La primigenia etapa de la sustracción del aluminio está referida en la separación de la alúmina (óxido de aluminio) de aquellos minerales que lo escoltan. El primer paso es triturar la bauxita y conseguir un polvo fino, el cual se combina con sosa cáustica líquida y aumentando su temperatura a un nivel alto de presión. La sosa disgrega los componentes del aluminio que, al hallarse en un ambiente sólidamente común se hidratan:

La adquisición del aluminio desde la alúmina a través de la electrólisis: La alúmina obtenida en la etapa precedente posee un punto muy elevado en el que se fusiona (2000 °C), lo cual imposibilita que se someta a un procedimiento de electrólisis. Por esta razón, la alúmina se mezcla con fluoruro de sodio (criolita), que se presenta como fundente, y el punto de fusión de esta combinación desciende a 900 °C., seguido de electrolisis, sumergiendo los electrodos de carbono (tanto ánodos como cátodos) en un tanque. Para obtener una tonelada de aluminio es necesaria la presencia de cuatro toneladas de bauxita, de las que se obtendrá dos toneladas de alúmina, ya que, mediante electrólisis, se conseguirá una tonelada de aluminio (Sistema Español de Inventario de Emisiones).

1.5.13. Escorias Metálicas

Son desechos provenientes de la transformación de metales en productos, que principalmente se originan en las empresas e industrias metalúrgicas [44].

A. Importancia

Las escorias metálicas contienen cierta cantidad de metales que mediante procesos químicos y/o físicos pueden ser recuperados, asimismo las propiedades que estas presentan pueden ser de gran ayuda en combinación con otros elementos para mejorar sus propiedades ya sea físicas o mecánicas. Finalmente, la liberación de las escorias metálicas al medio ambiente es muy perjudicial, ya que de la misma forma que poseen metales que pueden ser recuperados, también poseen agentes químicos que pueden degradar los suelos donde son depositados, así como liberar gases hacia el aire que respiran las poblaciones aledañas [44].

B. Escoria aluminio

La escoria de aluminio, respecto al concepto general de escorias metálicas, viene a ser los residuos que se generan del proceso de fundición del mismo metal en productos nuevos o en lingotes destinados para un proceso secundario de transformación.

figura 15.

Escorias de aluminio



Nota. escorias de fundición

i. Proceso de obtención de la escoria secundaria de aluminio

El aluminio pasa por dos principales procesos de producción, la producción primaria contempla la extracción de las minas para ser transformados en lingotes que posteriormente se convertirán en productos, en la metalurgia secundaria se observa la transformación de productos derivados del aluminio (latas, botellas, empaques, entre otros) provenientes del reciclaje para ser fundidos y luego ser transformados en nuevos productos o lingotes, que de la misma manera de la producción primaria, luego se convertirán en elementos siguiendo así un proceso circular [45]. La producción secundaria comprende los puntos siguientes:

Recolección de chatarra

La chatarra de aluminio presenta dos tipos generales; chatarra vieja y chatarra nueva, la primera consiste en materiales provenientes de desechos que ya dieron término a su útil o que han sido descartados por los consumidores (latas, marcos, artefactos, etc.). La chatarra nueva es proveniente de los sobrantes originados durante en el proceso de variación o fundición de nuevos elementos o de los lingotes.

figura 16.

Piezas de motores para reciclaje



Nota. Recolección de chatarra de aluminio para refundición

Triturado

Consiste en la trituración del material reciclado para luego ser compactado en pequeños lingotes para poder almacenarlos y transportarlo de manera segura y menos costes.

Refundición

Es el paso final donde los elementos de aluminio son introducidos en cámaras de fundición a una temperatura de 700°C para luego ser transformado en lingotes o directamente en nuevos productos.

Al completarse todo este proceso, se generan las escorias de aluminio que son considerados desperdicios y posteriormente se almacenan sin un fin determinado.

1.5.14. Origen de las arcillas

La arcilla es una roca pétreo degradada constituida por compuestos de aluminosilicatos hidratados, provenientes de la separación de rocas que consisten en feldespato, por ejemplo, granito. Tiene distintas coloraciones de acuerdo a las impurezas que está constituida, como el rojo anaranjado y el blanco cuando es limpia.

Se considera de forma física un coloide con átomos sumamente pequeños y una superficie plana. La dimensión del diámetro de los átomos de barro arcilla está por debajo de los 0,0039 mm. En la textura la fracción llega a tener no minerales, fitolitos. En la química se trata de un silicato hidratado de alúmina, cuya ecuación es: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$.

Tiene la característica de generar plasticidad cuando es combinada con agua, y además sonoridad y aspereza al ponerlo en hornos sobre los 800°C. La arcilla dura a través de hornos fue la primera cerámica realizada por las personas, y sigue siendo un material de uso amplio y cómodo. También es usada en una serie de procedimientos industriales, como en la fabricación de papel, elaboración de cemento y procedimientos químicos [46].

A. Arcillas utilizadas en la fabricación de ladrillos

Los materiales usados elaborar unidades de albañilería son principalmente arcillas de color amarillas o rojas compuestas de forma heterogénea o parcialmente impura (mayormente secundarias).

Sus componentes deben tener la adecuada conexión para controlar la firmeza de la unidad posteriormente del molde y tener la capacidad de adhesión fundándose al momento en que se calientan a temperaturas altas [47]. La obtención de Arcilla y Tierra Arenosa se hace zonas alejados de producción o aledañas a esta. El proceso de extracción para los ladrilleros manuales es mediante excavación a mano de canteras con y sin denuncia.

La industria ladrillera grande y mediana (de 500 a mil millares por mes) genera el material de canteras con denuncia minero empleando maquinaria de producción a gran escala. El material es transportado en camiones y se lleva al área en la que se encuentran los hornos para cocer [38].

figura 17.

obtención artesanal de arcillas



Nota. Obtención de arcillas para fabricación de ladrillos artesanales. [38].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

para el desarrollo del presente estudio se utilizó un tipo de investigación aplicada, ya que el propósito principal es crear nuevos métodos, generar conocimientos y nuevas tecnologías a partir de la información con la que se dispone, y a su vez poder generar cambios en la población. La característica principal de este tipo de investigación es que presenta resultados claros y preciso, lo cual permite un mayor entendimiento en la comunidad [52].

De igual manera, la variable numérica utilizada tiene un enfoque cuantitativo, ya que la investigación busca de manera numérica mostrar las características de las variables a investigar, mediante herramientas de análisis estadísticas [53]. El uso de este enfoque se debió principalmente a que se utilizaron cálculos numéricos, normativas y métodos nacionales e internacionales durante la etapa experimental del proyecto, pudiendo obtener así las características numéricas requeridas en el objetivo principal.

Según Arias [54], la investigación experimental es la secuencia referida a tratar a un equipo de sujetos o elementosa ciertos requisitos (variable dependiente), con el fin de observar cuales son las reacciones o efectos que se producen (variable dependiente). En el caso de la investigación presente se utilizó este diseño debido a que se realizó la manipulación de las variables independientes (escoria de aluminio y teja triturada), analizado el impacto físico y mecánico (variable dependiente) de los ladrillos artesanales de arcilla.

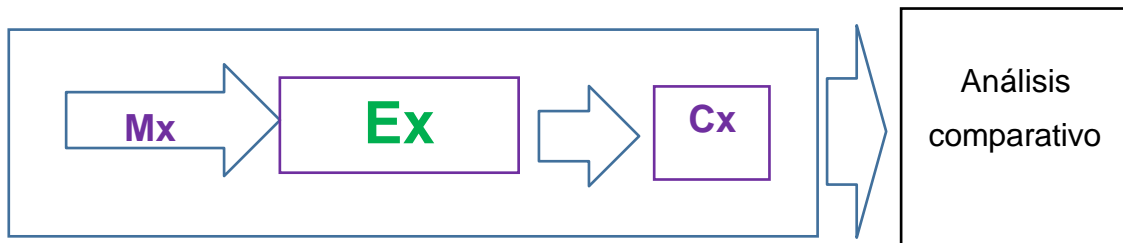
Asimismo [53], definen que la investigación de tipo comparativo propone y establece las causas que afectan a un determinado grupo que presentan el mismo problema, con el fin de determinar el factor que incide en cada uno de ellos.

En este caso, los datos obtenidos de la experimentación (características físicas y mecánicas) fueron minuciosamente filtrados y analizados con el fin de obtener el factor de incidencia (% de adición) en cada uno de los grupos de ladrillos.

En tal sentido, la figura 18 representa un bosquejo del tipo y diseño de investigación planteado.

figura 18.

Tipo y diseño de investigación



Nota. Ingreso, experimentación y salida de variables

Donde:

Mx: ladrillos de arcilla

Ex: experimentación físico - mecánica de cada muestra de ladrillo

Cx: características resultantes de cada muestra de ladrillo

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1 variables

En la investigación experimental existen dos grupos de variables, siendo la variable independiente el factor a ser manipulado por el investigador durante la experimentación con el fin de analizar los efectos causados en la otra variable de estudio, siendo esta la variable dependiente, la cual representa el producto o resultados de la experimentación.

Para la presente investigación se determinaron las siguientes dos variables:

Variable dependiente (VD):

Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de arcilla

Variable independiente (VI):

Escoria de aluminio y teja triturada

2.2.2 Operacionalización

La operacionalización de variables consiste en definir y medir las variables que se utilizarán en una investigación o estudio, mediante un proceso para convertir la variable (conceptual) a una variable Operativa, estableciendo indicadores específicos y medibles que representen las variables de interés.

De esta manera se detalló el proceso de operacionalización de variables de la investigación presente mediante la tabla 9 presentada a continuación:

Tabla 9.
Operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
VARIABLE DEPENDIENTE									
Propiedades físico – mecánicas de ladrillos	Se denominan ladrillos a aquellas unidades de albañilería elaboradas principalmente con arcillas o concreto, las cuales pueden ser manipuladas con una sola mano.	Se logrará evaluar los cambios originados al añadir los elementos ecológicos, esto mediante la observación y realización de los ensayos	Propiedades físicas	Variación dimensional	cm	Observación y análisis de las fichas de recaudación de datos	%	Variable numérica	De razón
				Alabeo	mm				
			Propiedades mecánicas	succión	%				
				Resistencia a la compresión	Kg/cm2				
compresión de pila									
			Compresión de murete						
VARIABLE INDEPENDIENTE									
Escoria de aluminio y teja triturada	Residuos o subproductos secundarios que se obtiene al final de un proceso metalúrgico. Pieza de arcilla recocida cuyo fin es brinda una cubierta.	Se evaluará mediante el diseño de ladrillos de arcilla, para luego reemplazar cuatro porcentajes de cada elemento respecto a la masa de cada ladrillo.	Caracterización física	Análisis granulométrico	mm	Observación y análisis de las fichas de recaudación de datos	%	Variable numérica	De razón
			Porcentajes de sustitución	5%, 10%, 15% y 20%	Kg				

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

2.3.1. Población

La población es definida como el cúmulo de situaciones o elementos que presentan rasgos característicos comunes [53]. Para la presente investigación se determinó que la población está representada por los ladrillos artesanales de arcilla comunes, ladrillos con adición de escoria metálica y con adición de teja triturada.

2.3.2. Muestra

Ahora bien, la definición de la muestra se basa en el subgrupo de componentes pertenecientes al universo o población, de los cuales resultarán los datos necesarios para el examen y futuros resultados [54]. La muestra total a utilizar fue de 1240 unidades de albañilería con y sin adición de escorias de aluminio y teja triturada de acuerdo a las normas que rigen cada tipo de ensayo.

Tabla 10.

Cantidad de ladrillos a ensayar

Ensayos	Norma	Unidad	Cantidad de muestras	Cantidad de ladrillos
Ladrillos patrón y sustitución de escorias de aluminio y teja 5%, 10%, 15% y 20%		UND	45	1240
Compresión	NTP 399.613 y 399.604	UND	5	45
Compresión a pila	NTP 399.605	UND	5	135
Compresión Diagonal	NTP 399.621	UND	5	790
Variación Dimensional	NTP 399.613 y 399.604	UND	10	90
Alabeo	NTP 399.613	UND	10	90
Succión	NTP 399.613	UND	10	90

Nota: normativas y cantidad de unidades a ensayar

Asimismo, en la tabla 11 observamos los pesos de escoria de aluminio y teja triturada que fueron incorporados de acuerdo con la masa de ladrillos secos no cocidos.

Tabla 11.

Porcentajes de sustitución

Muestra	Peso (gr)	Ensayo	Cantidad de unidades	% a incorporar de teja y escoria (Kg) respecto al peso promedio de la muestra			
				5%	10%	15%	20%
M1	2923	Compresión	45	6.57	13.14	19.70	26.27
M2	2929	Compresión a pila	135	19.70	39.41	59.11	78.81
M3	2878	Compresión diagonal	790	115.30	230.60	345.90	461.20
M4	2950	Variación dimensional, Alabeo, succión	270	39.41	78.81	118.22	157.63
M5	2916						
Promedio (Kg)	2919						

Nota: porcentajes de sustitución de escoria de aluminio y teja triturada

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

2.4.1. Técnicas.

Con el fin de recabar datos e información necesaria se utilizaron las técnicas de observación y análisis documental según Borja Suárez (2013):

Observación directa. Esta técnica ha sido utilizada para la evaluación del comportamiento de las unidades de albañilería durante el proceso de su fabricación y el posterior ensayo de estos.

Análisis documental. La búsqueda de información en fuentes como revistas, libros, noticias, y en especial del reglamento nacional de edificaciones y normativas relacionadas al ensayo de unidades de albañilería para obtener el conocimiento necesario.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

los instrumentos para la recolección veraz de los datos se encuentran conformados principalmente por los formatos brindados por el centro de ensayos en cuestión (LEMS W&C), los cuales también fueron clasificados de acuerdo a las características deseadas a obtener de cada ensayo:

A. fichas de caracterización granular

- caracterización granulométrica de las escorias de aluminio
- caracterización granulométrica de la teja triturada

B. fichas de caracterización física de las unidades de albañilería

- variación dimensional
- alabeo
- succión

C. fichas de caracterización mecánica de las unidades de albañilería

- compresión a la unidad de albañilería (f'_{b})
- compresión a la pila de albañilería (f'_{m})
- compresión diagonal a muretes (V'_{m})

2.4.3. Validez y confiabilidad de datos

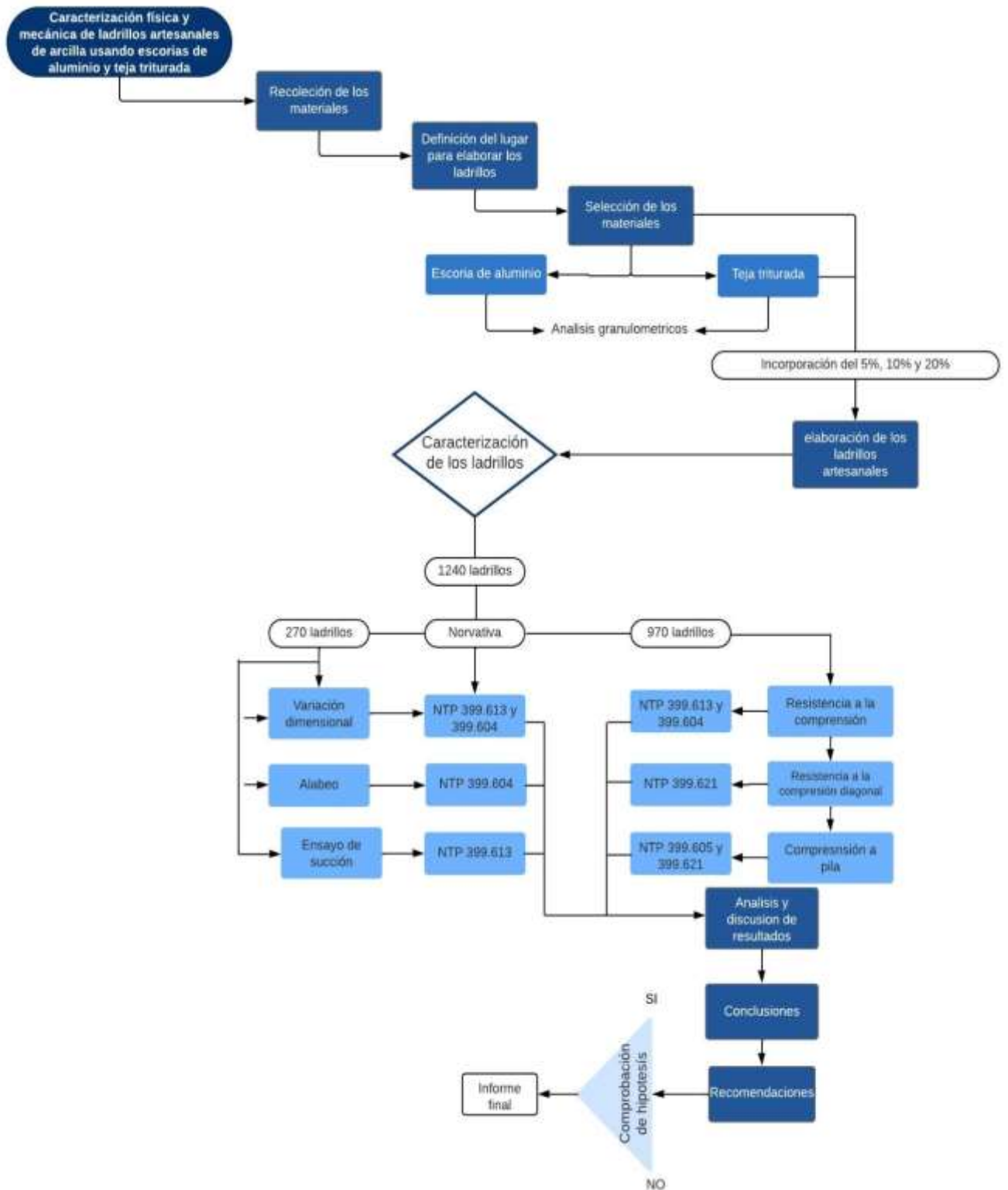
Estos conceptos básicos y primordiales de una investigación hacen referencia a la correlación y afinidad entre lo que el investigador desea medir y lo que realmente se mide analizando la información recolectada en los instrumentos en cuanto a la validez, por otro lado, la confiabilidad es la credulidad de los datos obtenidos [55]. Para el cumplimiento adecuado de estos conceptos y adecuarlo a cada uno de los objetivos planteados en la investigación, las caracterizaciones y ensayos realizados a los materiales y testigos se regularon bajo normas peruanas e internacionales NTP Y ASTM respectivamente. De igual manera, los equipos prestados por el laboratorio quedan bajo supervisión de expertos que confirman la adecuada condición de cada uno de estos, así como el desarrollo íntegro de cada uno de los ensayos.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Cada proceso investigativo requiere de pasos y procesos que deben ser reflejados mediante gráficos de flujo que resaltan los aspectos más importantes y de gran relevancia hacia el tema de interés investigado [55]. Para lo cual se detalló el flujograma de procedimiento de toda la experimentación en la figura 19.

figura 19.

Flujograma del procedimiento



Nota. Procedimiento seguido para la experimentación

2.5.1. Descripción general de procesos

2.5.1.1. Definición de lugares

a) Ladrilleras artesanales

Las ladrilleras artesanales están ubicadas en el C.P El Invernillo, ubicado en el distrito de Pomalca, provincial Chiclayo en la región Lambayeque, dichos centros de elaboración cuentan con centros de extracción de materia prima (arcillas) locales y cumplen con las características de ladrilleras artesanales en su proceso de fabricación de unidades de albañilería.

figura 20.

C.P. Invernillo – Pomalca (6°45'21'' S, 79°46'41'' W).



Nota. Obtenido de Google Earth, 2022.

b) Escorias de aluminio

Las escorias secundarias de aluminio se lograron ubicar en los vertederos artesanales de las fábricas de ollas de aluminio en la zona denominada Chapuce Alto en el distrito de la Victoria, Provincia de Chiclayo en el departamento de Lambayeque

figura 21.

Chacupe Alto (6°48'55" S – 79°50'28" W)



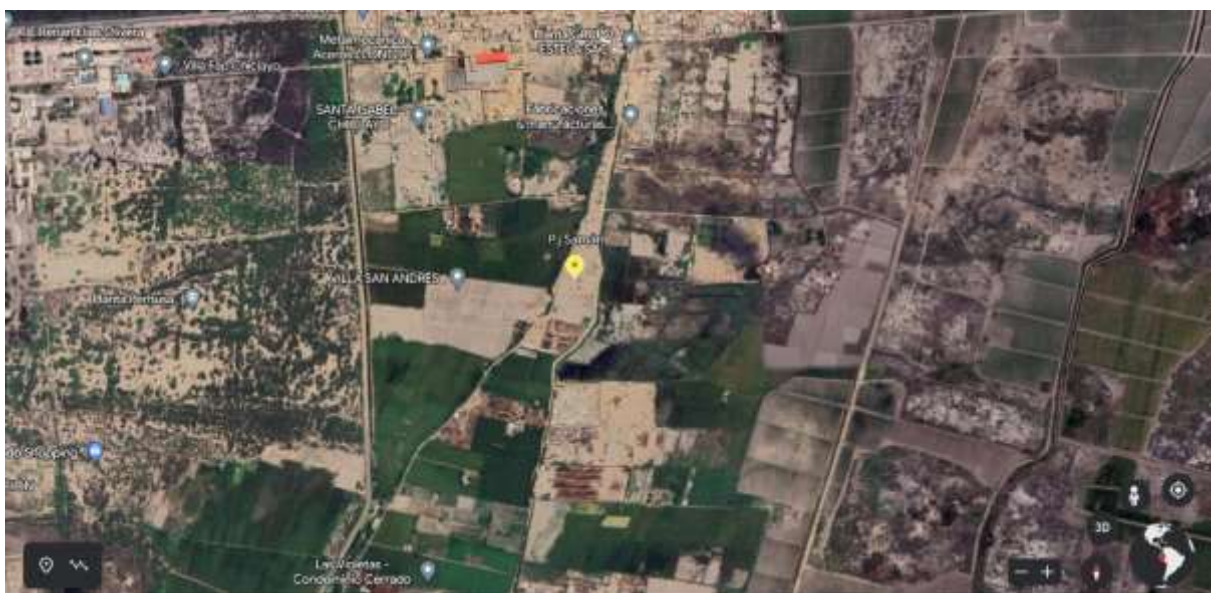
Nota. Obtenido de Google Earth, 2022.

c) Teja

La ubicación de los desperdicios de teja se logró ubicar en vertederos informales proveniente de los desperdicios de construcción ubicado en la zona denominada pueblo joven Samán, ubicado en el desvío de la carretera Pomalca – Chiclayo.

figura 22.

Pueblo Joven Samán (6°46'49" S – 79°48'31" W)



Nota: Obtenido de Google Earth, 2022.

2.5.1.2. Proceso de extracción y obtención de materias primas

Para el proceso de elaboración se llevaron a cabo la selección de materiales a utilizar durante el proceso de elaboración de las unidades de albañilería.

a) Extracción manual de arcillas:

Las arcillas fueron extraídas y obtenidas de las zonas aledañas a los centros de elaboración de las ladrilleras artesanales

figura 23.

Extracción de la arcilla para la mezcla



Nota. Extracción y remojo de arcillas

b) Extracción de escorias de aluminio:

Las escorias secundarias de aluminio fueron obtenidas directamente de las zonas anteriormente mencionadas, mencionados desperdicios se encontraron contaminando el medio ambiente en un lugar transitable y de comercio.

figura 24.

Recolección de las escorias de aluminio



Nota. Recolección de escoria de aluminio vertido en vía pública

c) obtención de teja:

La teja triturada incorporada en la investigación fue recolectada del botadero informal de desmonte proveniente de la construcción ubicado en las coordenadas anteriormente mencionadas, tales desmontes eran desechados sin supervisión o consentimiento gubernamental.

figura 25.

Recolección de teja proveniente de botaderos informales



Nota. Desmonte de teja

2.5.1.3. Proceso de selección

a) Teja triturada

La teja obtenida fue transportada al lugar de la elaboración de los ladrillos para luego ser triturada mecánicamente mediante la máquina denominada abrasión de los ángulos, esto con el fin de lograr una trituración pareja y sin generar desperdicios hasta lograr un tamaño nominal y homogéneo para realizar las pruebas de granulometría para luego ser seleccionado únicamente el material que sea retenido por la malla #200.

figura 26.

Trituración de teja reciclada



Nota: trituración gradual de la teja

b) Escoria de aluminio

La escoria de aluminio, como anteriormente fue mencionada, se obtuvo de los botaderos de escoria proveniente de las fábricas de ollas artesanales ubicadas en el C. P de Chapuce Alto. Para la selección de la escoria de aluminio se dispusieron de los siguientes materiales:

- Tamiz n° 200 (este material sirvió para categorizar el tamaño de las partículas de escoria de aluminio en el rango de las arcillas)
- Bandejas de almacenamiento para guardar el material y ser transportadas al lugar de desarrollo y elaboración de los ladrillos.

figura 27.

Tamizado de escoria de aluminio



Nota: tamizaje y selección de escoria de aluminio

2.5.1.4. Proceso de elaboración de las unidades de albañilería

a) Mezclado

a.1. Mezcla de la materia prima

Se combinaron las materias primas con el proceso artesanal tradicional, así como el seguimiento de los procesos estipulados por la “Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales” (figura 27).

a.2. Mezcla con escoria metálica y teja triturada

durante el proceso de mezclado y una vez determinada la masa correspondiente a la cantidad de ladrillos requeridos, se procedió a asignar los porcentajes de escoria metálica y teja triturada en cada mezcla, para luego dejar reposar dicha mezcla durante 12 horas nocturnas (figura 28).

figura 28.

Elaboración de la mezcla de ladrillos artesanales



Nota. Mezclado artesanal de arcillas

figura 29.

Mezcla para los ladrillos artesanales



Nota. Reposo de arcillas preparadas

b) Moldeo

b.1. Moldes para fabricar las unidades de albañilería

Se utilizaron moldes los cuales tenían la forma y características, así como las medidas necesarias para poder elaborar de manera eficiente las unidades de albañilería.

figura 30.

Moldes de los ladrillos artesanales



Nota. moldura artesanal de ladrillos

b.2. inserción en molde

luego de haber seleccionado el molde correcto se procede a la inserción de la masa obtenida del mezclado en cada uno de los moldes individuales del molde general o primario, presionando fuertemente para evitar vacíos o burbujas de aire que pueden causar el desperdicio de los elementos afectados.

figura 31.

Moldeado de los ladrillos artesanales



Nota. Proceso manual de moldeo

c) Secado

Posterior al moldeado, se retiraron los ladrillos artesanales cuidadosamente, para ser expuestos al sol en un proceso de secado natural con un plazo no mínimo de 7 días.

figura 32.

Totalidad de ladrillos artesanales elaborados



Nota. Elaboración de ladrillos

figura 33.

Secado de los ladrillos artesanales



Nota. Secado de ladrillos moldeados

d) Carga

después de 7 días de secado los ladrillos fueron ordenados para poder introducirlos en los hornos, para proceder con el siguiente paso de secado

figura 34.

Carga de los ladrillos artesanales



Nota. Carga manual a horno

figura 35.

Horno de quemado



Nota. Horno artesanal de barro y adobe

e) Quemado

Los ladrillos fueron expuestos a altas temperaturas según lo indicado en la “Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales” teniendo en cuenta la continuidad del fuego para una cocción pareja de cada uno de los ladrillos puesto en horno, asimismo, la supervisión por parte de los investigadores era continua con el objetivo de lograr los mejores resultados en la investigación.

figura 36.

Introducción del combustible en el horno



Nota. Las Llantas de caucho y guano de animal sirven de combustible

f) Desmontaje y descarga

f.1. Desmontaje

Se retiraron los tapones del horno, para que pueda bajar la temperatura y posteriormente se puedan retirar los ladrillos.

f.2. Descarga

Se retiraron los ladrillos totalmente cocinados, para posteriormente ser apilados de manera ordenada.

figura 37.

Desmontaje y descarga de ladrillos



Nota. Descarga manual por parte de los dueños del horno

g) Almacenamiento

Cuando los ladrillos se encontraban a temperatura ambiente, se apilaron y guardaron de manera ordenada, para no estropear ninguna unidad lista.

figura 38.

Ladrillos listos para ser llevados al almacén



Nota. Almacenar en lugares libre humedad

h) Transporte

El proceso de transporte hacia el laboratorio de ensayo se realizó con los parámetros establecidos según la NTP para el transporte de muestras de unidades de albañilería, la cual menciona reforzar cada pila y murete con elementos de caucho para un mejor confinamiento y evitar algún daño tal como se muestra en la figura 38.

figura 39.

Transporte de muestras



Nota: muestras contenidas mediante cuerdas de caucho

2.5.1.5. Ensayos de laboratorio

1. Análisis granulométrico

Los procesos estuvieron sujetos a la normativa ASTM D-422 y AASHTO T88, donde se estipula el proceso para determinar la granulometría de los materiales. El objetivo de la granulometría fue determinar de manera cuantitativa la distribución de tamaños de las partículas de la muestra (teja triturada y escorias metálicas).

figura 40.

Muestras de teja triturada para la granulometría



Nota. Muestra de 1000 gr

figura 41.

Muestras de escorias de aluminio para la granulometría



Nota. Muestra de 2000 gr

1.1. Equipos y materiales

Se utilizaron los siguientes:

- **Balanza:** Se utilizó para pesar el material, y tuvo una sensibilidad de 0.1 gr.

figura 42.

balanza gramera



Nota. Peso de la tara vacía

- **Tamices**

Correspondieron a las mallas para determinar los tamaños de cada material, cuantificando los porcentajes que pasan en cada una de ellas, dichos tamices fueron proporcionados por el técnico laboratorista con sus respectivas validaciones.

figura 43.

Proceso de tamizado



Nota. Tamizaje de teja triturada

- **Envases:** Estos fueron proporcionados por el laboratorio, y estaban hechos a base de metal.

figura 44.

taras



Nota. Uso indispensable para estudios de laboratorio

- **Cepillo y brocha:** Fueron utilizados para limpiar el material de las mallas con menor dimensión, para recolectar y pesar con precisión cada porcentaje.

figura 45.

brocha



Nota. Uso indispensable para la limpieza

2. Variación dimensional:

Para el análisis dimensional, el proceso de medición estuvo en función de las normas NTP 399.613 y 399.604, lo que corresponde a los procedimientos, equipos y materiales necesarios para medir esta característica. Se identificaron las muestras de estudio con una etiqueta, para posteriormente tener los datos de cada una de las unidades sin confundirlas:

2.1. Equipos y materiales:

- vernier
- Libreta de apuntes

figura 46.

dimensionamiento de unidades de albañilería



Nota. Uso de vernier y libreta de apuntes para la toma de datos

3. Alabeo

Se toma en cuenta lo estipulado por la normativa NTP 399.613, la cual estipula lo siguiente: Se obtiene 2 tipos de distorsiones de la unidad (cóncava y convexa), al obtener los datos precisos se debe tener en cuenta también la cantidad de muestras mínimas requeridas por el ensayo.

figura 47.

Distorsión de superficie cóncava



Nota. Medición de concavidad

figura 48. Distorsión de borde convexo



Nota. Medición de convexidad

4. Ensayo de succión:

Se trabajó en base a la norma NTP399.613: Se pesó la unidad, se tomó nota de los valores, así como de las dimensiones del ladrillo, se colocaron los soportes para los ladrillos de 150 mm, se colocó una bandeja nivelada y se agregó agua hasta el nivel de 3.18 mm sobre los soportes; seguidamente se colocaron los ladrillos y justamente al contacto con el agua, se inició el cronómetro durante 1 minuto \pm 1 segundo; cuando se pasó el tiempo, se retiró la unidad y se secó con un paño para tomar los valores necesarios.

figura 49.

Ensayo de succión



Nota. Se observa la succión de agua de ladrillo artesanal

figura 50.

Peso de la unidad saturada



Nota. Pesaje de unidad saturada

5. Resistencia a la compresión de unidades, pilas y muretes

Seguimos la guía de la normativa (NTP 399.613 y 399.604), (NTP 399.605) y (NTP 399.621) se tomaron las medidas de las dimensiones de las unidades (largo, ancho, alto y peso) para el registro en la ficha correspondiente; posteriormente se cubrió con arcilla las irregularidades de las unidades que las presentaban.

figura 51.

Recubrimiento con diablo fuerte en las unidades con irregularidades



Nota. El recubrimiento es usado con el finde ayudar en la nivelación de la prensa

figura 52.

Preparación de la prensa hidráulica



Nota: uso de prensa por el encargado de laboratorio

5.1. Equipos y materiales:

figura 53.

Prensa hidráulica



Nota. Prensa hidráulica en laboratorio

figura 54.

Balanza gramera



Nota. Balanza para tomar medidas de diablo fuerte

figura 55. bernier



Nota. para medir áreas brutas de testigos

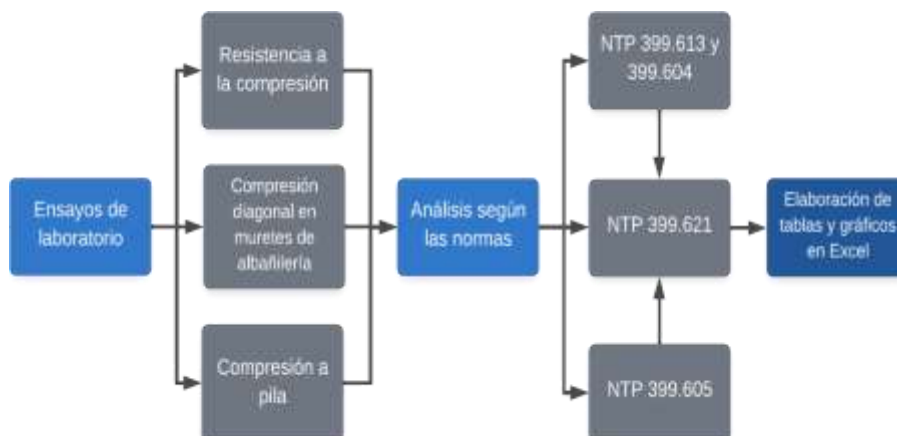
2.5.1.6. Análisis según las normas

1. **Análisis según las normas:** Las normas que se tendrán en cuenta serán las mencionadas anteriormente, las cuales poseen tablas y guías, las cuales serán utilizadas para seguir el proceso y protocolo necesario para presentar los datos y resultados obtenidos en el proceso de experimentación en laboratorio.
2. **Elaboración de tablas en Microsoft Excel:** Eso servirá para tener los datos de cada una de las pruebas y resultados de las mismas.

OE2: Analizar las características mecánicas de los ladrillos artesanales de arcilla al incorporar los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% de escorias de aluminio y teja triturada.

figura 56.

Flujograma OE2



Nota. OE2 representa el proceso de ensayos y análisis de testigos

3. Compresión diagonal en muretes de albañilería: Se realizó según los procedimientos especificados por la NTP 399.621.

- **Procedimiento:** Al elaborar los muretes, se midieron las longitudes de cada uno de sus lados, cabe resaltar que la construcción de estos ya tenía una edad de 7 días, se colocó el murete justamente con los cabezales centrados. Cabe mencionar que el pegado de ladrillos se realizó con mortero para asentado de ladrillos Pacasmayo, con el fin de no alterar los resultados o fallas por mortero, ya que este tipo de morteros cumple con las normas técnicas peruanas e internacionales (anexo 4).

figura 57.

murete de ladrillo



Nota. Asentado con nivel, plomada y reglas de guía

La resistencia a la compresión diagonal de cada uno de los muretes ($V'm$), se determinó con las fórmulas mencionadas con anterioridad y según normativa.

4. **Compresión a pila:** Nos basamos en la normativa NTP 399.605 y 399.621.

- **Procedimiento:** Se ubicaron las escuadras de carga (inferior y superior), se asentó la unidad a plomo y centrada sobre la cama de material que está en la escuadra inferior de carga. Se empezó a aplicar la carga de manera continua, a 1 tonelada por minuto. Cabe mencionar que el pegado de ladrillos se realizó con mortero para asentado de ladrillos Pacasmayo, con el fin de no alterar los resultados o fallas por mortero, ya que este tipo de morteros cumple con las normas técnicas peruanas e internacionales (anexo 4).

figura 58.

Aplicación de la carga

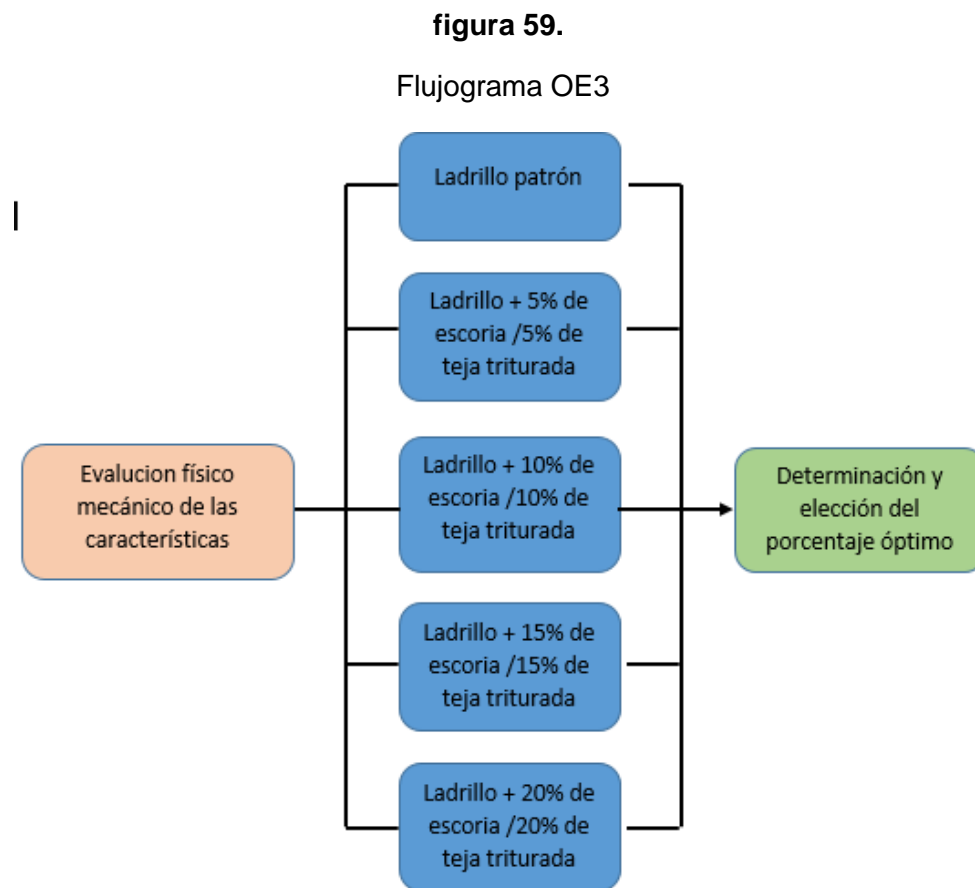


Nota. Incremento de cargas según norma técnica

La resistencia a la compresión de pilas de unidades de albañilería se determinó con las fórmulas mencionadas con anterioridad y según normas.

5. Determinación de porcentajes óptimos

OE3: Determinar el porcentaje óptimo de la escoria de aluminio y teja triturada en la fabricación de ladrillos artesanales de arcilla.



Nota. Proceso de análisis de datos y determinación de porcentaje óptimo

2.6. Criterios éticos

Los ensayos fueron realizados en laboratorios certificados con equipos calibrados. Los resultados obtenidos son interpretados de acuerdo a la normativa correspondiente y de forma objetiva; así mismo, la validación de los instrumentos está dado por juicio de expertos.

De igual manera, los criterios éticos brindados por la universidad Señor de Sipán S.A.C en los Art. 5 y Art. 6 en el Código de Ética que rigen un correcto citado en cada parte de la investigación, la obtención de información mediante fuentes confiables y otorgar la correspondiente acreditación de autores y/o investigaciones que han sido tomadas como trabajos previos para el proceso de elaboración de nuestro proceso investigativo.

Finalmente concluyendo que cada uno de los tesisistas participantes practicaron la honestidad, empatía y distintos valores éticos morales con el fin de lograr resultados de mejor calidad y con la mayor efectividad sin alteraciones en ningún proceso investigativo.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Resultados

3.1.1. Granulometría a escoria de aluminio y teja triturada

A. Granulometría de la escoria de aluminio

Tabla 12.

Granulometría (Escoria de Aluminio)

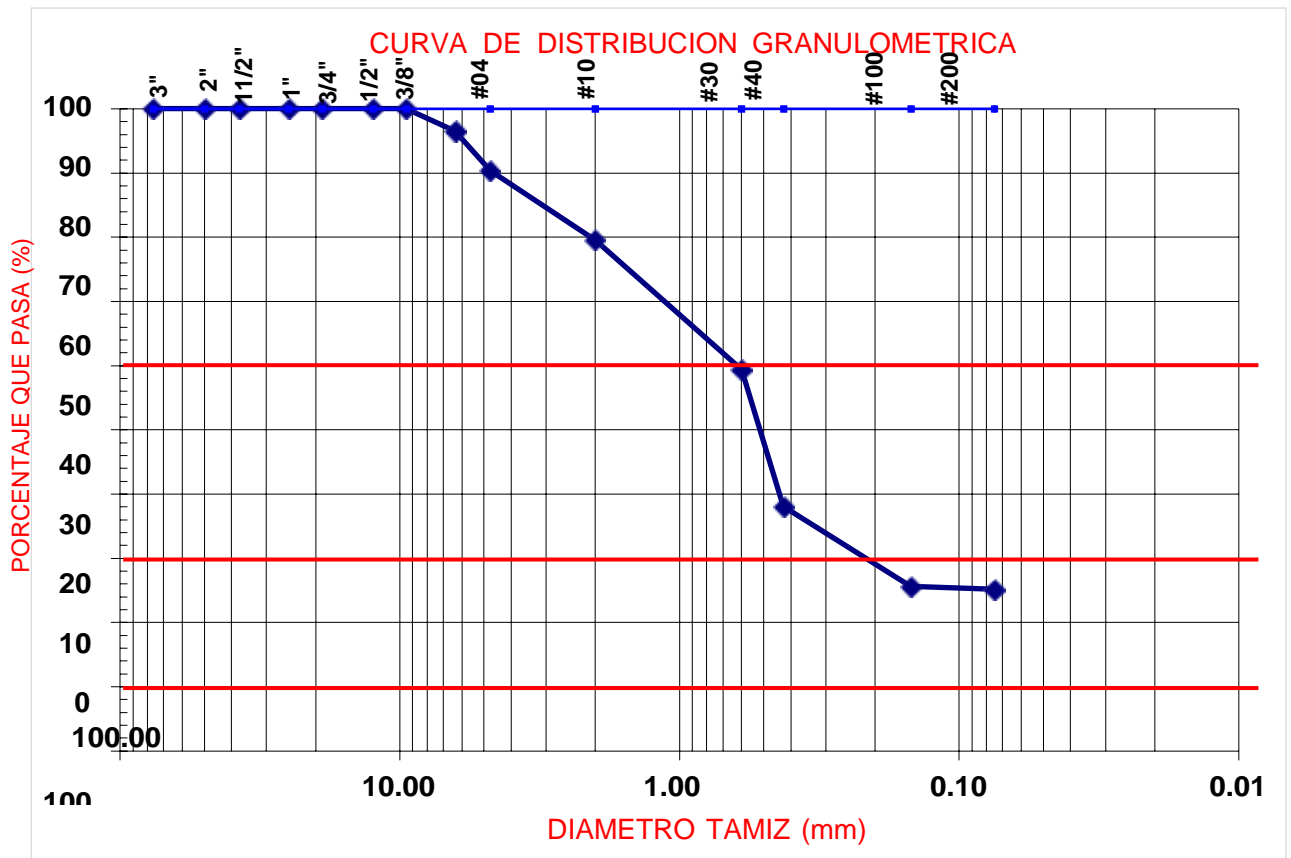
No de malla	Abertura mm	W retenido	W retenido acumulado	% retenido	% que pasa
1 1/2"	38.1	0	0	0.000	100.000
1"	25.4	0	0	0.000	100.000
3/4"	19.05	0	0	0.000	100.000
1/2"	12.7	226	226	9.613	90.387
3/8"	9.52	0	226	0.000	90.387
1/4"	6.35	274	500	11.655	78.732
4	4.75	0	500	0.000	78.732
10	2.00	346	846	14.717	64.015
20	0.85	287	1133	12.208	51.808
40	0.42	477	1610	20.289	31.519
60	0.25	383	1993	16.291	15.228
100	0.15	0	1993	0.000	15.228
200	0.075	253	2246	10.761	4.466
charola	0	105	2351	4.466	0.000
SUMA		2351		100.000	

Nota. Granulometría de escoria de aluminio

En la tabla anterior, se muestran los resultados referentes a la granulometría de las escorias de aluminio en una muestra de 1000 gr (1Kg), que fueron utilizadas para la elaboración de los ladrillos artesanales, los resultados están en función de los tamices; resultados los cuales serán plasmados de mejor manera en el siguiente gráfico:

figura 60.

Curva granulométrica (Escoria de aluminio)



Nota. Curva granulométrica de escoria de aluminio

Como se puede observar en el anterior gráfico, la granulometría de la escoria de aluminio presenta una curvatura que permite observar los porcentajes y los tamaños nominales de las partículas del material, siendo lo más importante el porcentaje de material fino que pasa de la malla #200 (10.76%), que, en comparación con la granulometría de la teja triturada, indica una mayor cantidad de material fino.

B. Granulometría de las tejas trituradas

Tabla 13.

Granulometría (Tejas trituradas)

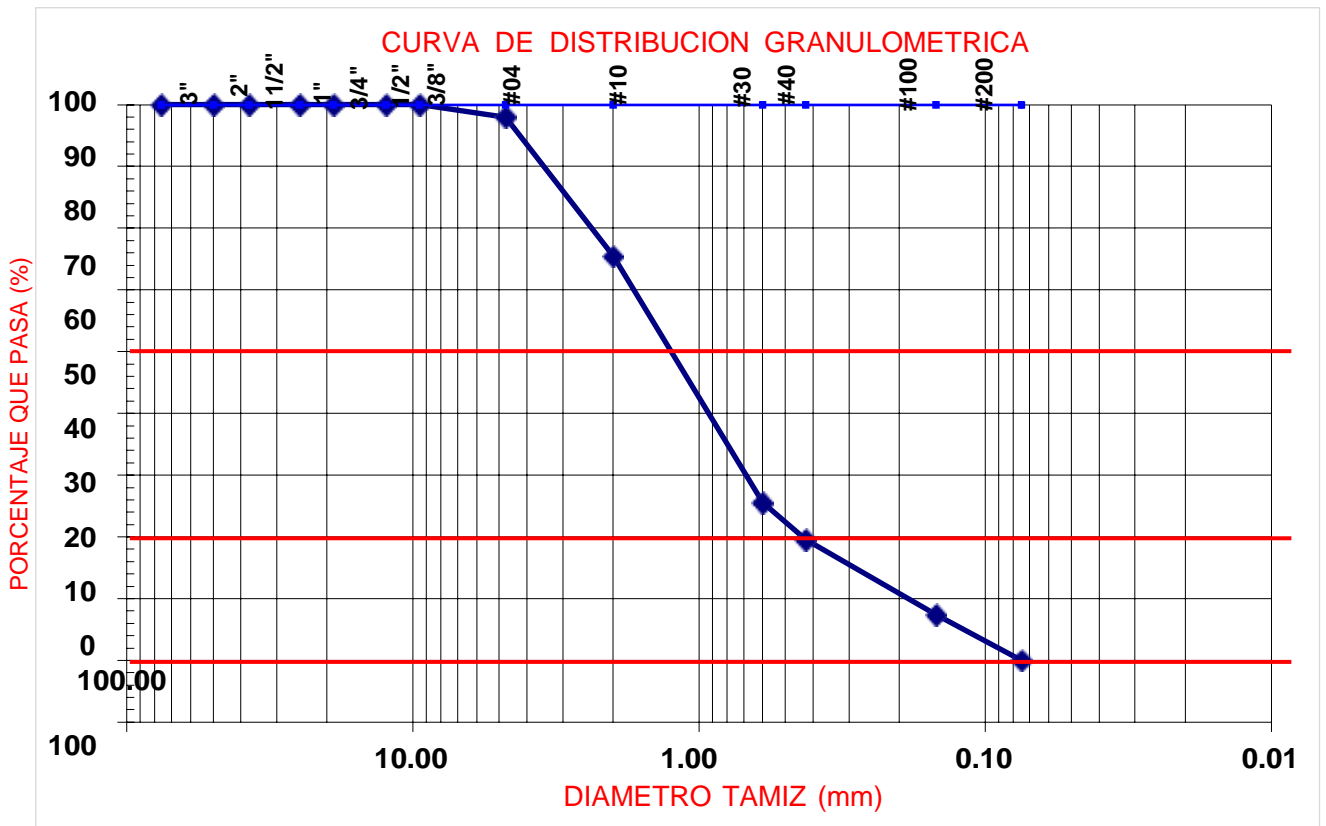
No de malla	Abertura mm	W retenido	W retenido acumulado	% retenido	% que pasa
1 1/2"	38.1	0	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0	0.00	100.00
1/2"	12.5	0	0	0.00	100.00
3/8"	9.5	0	0	0.00	100.00
1/4"	6.35	0	0	0.00	100.00
4	4.75	4	4	2.25	97.75
8	3.36	27	31	15.16	82.59
10	2.00	21	52	11.79	70.80
20	0.85	58	110	32.57	38.24
30	0.60	27	137	15.16	23.08
40	0.42	13	150	7.30	15.78
50	0.30	4	154	2.25	13.53
60	0.25	0	154	0.00	13.53
100	0.15	0	154	0.00	13.53
200	0.075	24.1	178.1	13.53	0.00
charola	0	0	178.1	0.00	0.00
SUMA		178.1		100.000	

Nota. Granulometría de teja triturada

Como se puede apreciar en la tabla 13, se muestran los resultados referentes a la granulometría correspondiente a la teja triturada en una muestra por cuarteo de 213 gr (0.213Kg) que fue usada para la elaboración de los ladrillos artesanales; para tener una visión más clara y objetiva, tendremos el siguiente gráfico:

figura 61.

Curva granulométrica (teja triturada)



Nota. Curva granulométrica de teja triturada

La figura 60 grafica literalmente la granulometría de la teja triturada mostrando un porcentaje de 0% de material fino que pasa la malla #200, lo cual indica una mayor presencia de material grueso en comparación al material de escoria de aluminio, de igual manera, la forma de la curva difiere en la cantidad de material que pasa por la malla #30.

3.1.2. Variación dimensional

Tabla 14.

Variación dimensional del ladrillo patrón

Ladrillo patrón

Característica	Largo	Ancho	Altura
Medida estándar	22	12.6	6.5
Desviación estándar	0.335	0.224	0.049
Medias promedio	21.15	12.65	6.465
Variación dimensional	3.870%	0.396%	0.538%

Nota. Cuadro resumen de variación dimensional en ladrillos patrón

En la tabla 14, podemos evidenciar las variaciones dimensionales respecto a los ladrillos patrón de la investigación, donde se evidencia de manera explícita, que los ladrillos tienen variación negativa en la dimensión ancho, pero, por otra parte, las dimensiones largas y altas mantienen indicadores de variación positiva. También cabe recalcar que, gracias a los datos obtenidos del ladrillo patrón, podemos clasificar a los ladrillos de la investigación como ladrillos de tipo I, por lo tanto, se evaluarán con esta clasificación a los demás resultados y en función de lo estipulado por la normativa E.070.

Tabla 15.

Variación dimensional del ladrillo/escoria de aluminio

Característica	Largo	Ancho	Altura
Medida estándar	22	12.6	6.5
Desviación estándar	0.284	0.246	0.183
Medias promedio	21.36	12.58	6.48
Variación dimensional	2.910%	0.159%	0.308%

Nota. Variación dimensional promedio en ladrillos con escoria de aluminio

Respecto a la tabla 15, respecto al diseño de ladrillo con sustitución de escoria de aluminio, se evidencian de manera clara y precisa que las dimensiones tanto en largo, ancho y alto se han visto integradas en valores positivos, presentando resultados similares, viéndose con una variación más alta la dimensión larga.

Tabla 16.

Variación dimensional del ladrillo/teja triturada

Ladrillo/teja triturada

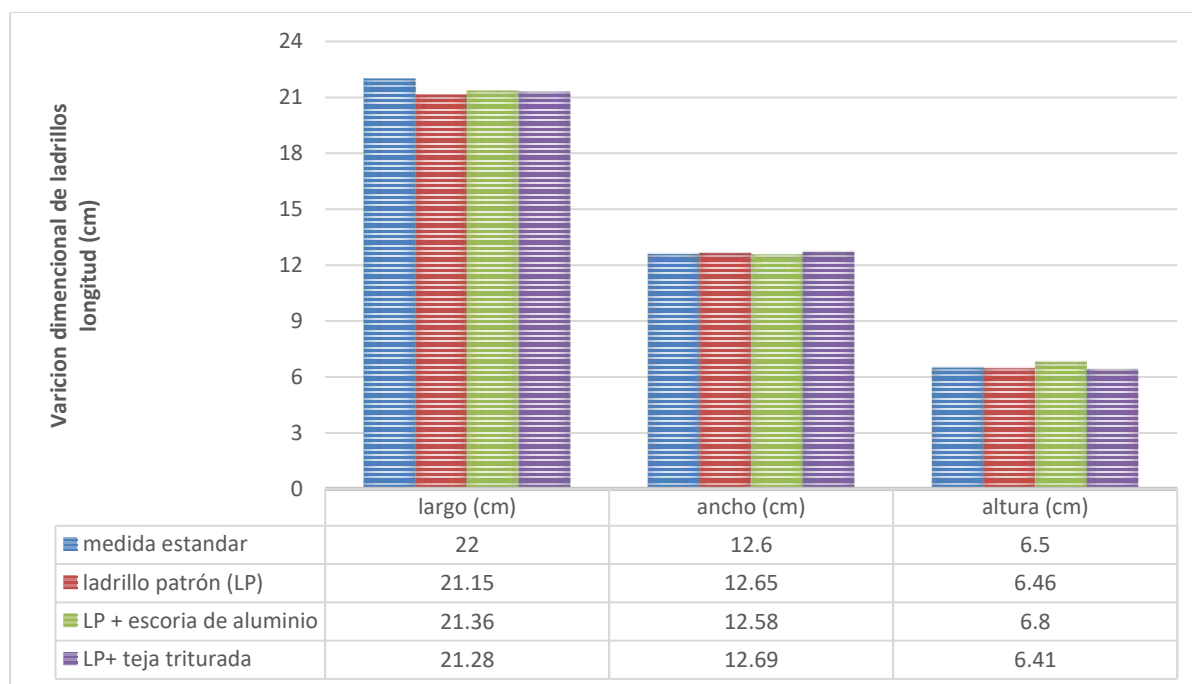
Característica	Largo	Ancho	Altura
Medida estándar	22	12.6	6.5
Desviación estándar	0.344	0.108	0.104
Medias promedio	21.28	12.69	6.41
Variación dimensional	3.280%	-0.714%	1.385%

Nota. Variación dimensional promedio en ladrillos con teja triturada

Para los ladrillos con la sustitución de teja triturada, también evidenciamos a con las características de dimensionamiento pertenecientes a los ladrillos de tipo I según la normativa, por lo que las variaciones de los ladrillos con cualquier tipo de adición (escoria de aluminio o teja triturada) cumplen positivamente los estándares normalizados.

figura 62.

Comparación de las variaciones dimensionales de los ladrillos



Nota. Comparación grafica de variación dimensional

La tabla 16 y la figura 61 muestran los resultados de variación dimensional del diseño de ladrillo con sustitución de teja triturada, respecto a las variaciones, la dimensión ancha se ve variada a nivel negativo significando una disminución de valor en cuanto a lo establecido por la NTP; por otro lado, las dimensiones largo y altura se evidencian con variaciones positivas. Estos ladrillos también han sido clasificados como **ladrillos tipo I**.

3.1.3. Alabeo

Tabla 17.

Alabeo del ladrillo patrón

Muestra N°	Identificación	PATRON			
		Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	L-01-LP	1.00	0.00	1.00	0.00
2	L-02-LP	3.00	0.00	1.00	0.00
3	L-03-LP	0.00	2.00	1.00	0.00
4	L-04-LP	0.00	2.00	2.00	0.00
5	L-05-LP	1.00	0.00	1.00	0.00
	CÓNCAVO		1.10		
PROMEDIO	CONVEXO		0.40		

Nota. Cuadro resumen de alabeo en ladrillo patrón

Por lo observado en la tabla 17, los resultados promedio del alabeo en cara superior e inferior, así como los resultados a nivel de concavidad y convexidad, demuestran que los ladrillos patrón cumplen con lo estipulado por la norma E.070, puesto que el alabeo máximo es (+/- 10).

Tabla 18.
Alabeo del ladrillo con adición de escoria de aluminio
escoria de aluminio

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	L-01-EA	1.00	0.00	0.00	2.00
2	L-02-EA	2.00	0.00	0.00	1.00
3	L-03-EA	1.00	0.00	0.00	2.00
4	L-04-EA	1.00	0.00	0.00	2.00
5	L-05-EA	0.00	0.00	0.00	0.00
PROMEDIO	CONCAVO		0.50		
	CONVEXO		0.70		

Nota. Cuadro resumen de alabeo en ladrillo con escoria de aluminio

Por lo observado en la tabla 18, los resultados promedio del alabeo en cara superior e inferior, así como los resultados a nivel de concavidad y convexidad, demuestran que los ladrillos con sustitución de escorias de aluminio cumplen con lo estipulado por la norma E.070, puesto que el alabeo máximo es (+/- 10).

Tabla 19.
Alabeo del ladrillo con adición de teja triturada
teja triturada

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	L-0.1-TT	1.00	0.00	0.00	0.10
2	L-0.1-TT	1.00	0.00	0.00	0.20
3	L-0.1-TT	1.00	0.00	0.00	0.20
4	L-0.1-TT	0.00	0.00	0.00	0.00
5	L-0.1-TT	1.00	0.00	0.00	0.20
PROMEDIO	CONCAVO		0.6		
	CONVEXO		0.37		

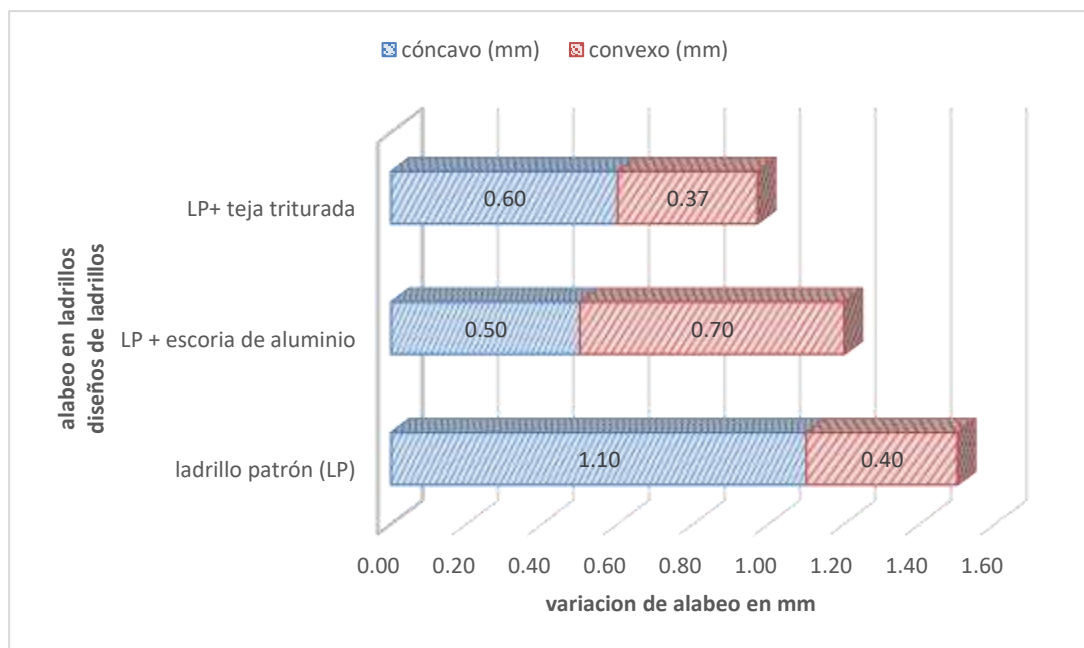
Nota. Cuadro resumen de alabeo en ladrillo con teja triturada

Por los resultados presentes en la tabla 19, el promedio del alabeo en cara superior e inferior, así como los resultados a nivel de concavidad y convexidad, demuestran que los ladrillos con adición de teja triturada cumplen con lo estipulado por la norma E.070.

La totalidad y resumen de los resultados se presentan a continuación en la figura 62:

figura 63.

Comparación del alabeo promedio de los diseños de ladrillos



Nota. Comparación gráfica del ensayo de alabeo

De acuerdo a la figura 62, la concavidad en ladrillo patrón es superior en 45.5% respecto a ladrillo con escoria de aluminio y 54.5% con respecto a ladrillo con teja triturada. En el caso de la convexidad el ladrillo con escoria de aluminio presenta mayor variación en cuanto a ladrillo con teja triturada (52.85%) y ladrillo patrón (57.14%), lo cual implica que, en cuanto a variación en alabeo, los ladrillos con adición de escoria y teja triturada presentar una mejora muy considerable a comparación de los ladrillos patrón.

3.1.4. Succión

Respecto al ensayo de succión, se evidencian los resultados respecto a las pruebas realizadas en las unidades de albañilería. Los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio fueron analizados y procesados con el fin de obtener la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación para el ladrillo patrón y cada uno de los ladrillos con porcentajes de sustitución con el fin de obtener datos estadísticos con mejor entendimiento y comparación.

Tabla 20.

Succión en unidades de albañilería

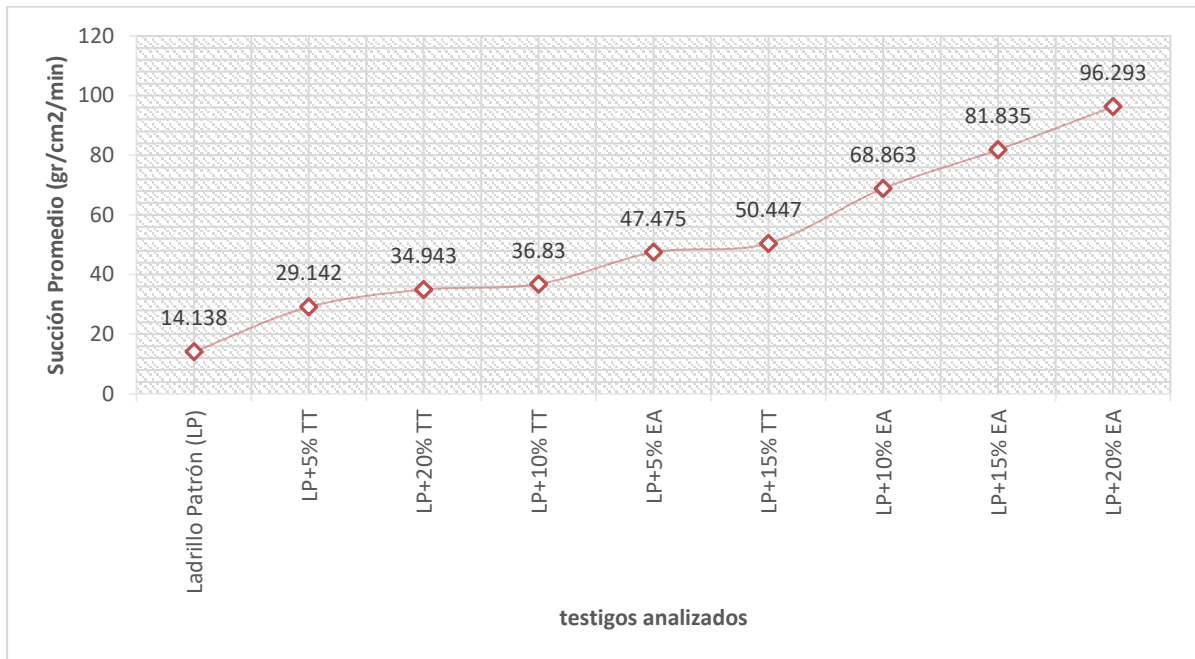
Succión de las unidades de albañilería

Succión Promedio				
Diseños	(gr/200cm²/mi n)	Varianz a	Desviació n estándar	Coef. Var.
<i>Ladrillo Patrón (LP)</i>	14.138	3.89	1.972	13.95
<i>LP+5% Escoria de aluminio</i>	47.475	2.741	1.656	3.487
<i>LP+10% Escoria de aluminio</i>	68.863	31.184	5.584	8.109
<i>LP+15% Escoria de aluminio</i>	81.835	7.954	2.82	3.446
<i>LP+20% Escoria de aluminio</i>	96.293	6.13	2.476	2.571
<i>LP+5% Teja triturada</i>	29.142	9.445	3.073	10.545
<i>LP+10% Teja triturada</i>	36.834	37.466	6.121	16.619
<i>LP+15% Teja triturada</i>	50.447	7.375	2.716	5.383
<i>LP+20% Teja triturada</i>	34.943	5.499	2.345	6.711

Nota. El cuadro resumen se generó con el fin de obtener una comparación más directa

figura 64.

Succión en unidades de albañilería



Nota. Comparación gráfica del ensayo a succión

Respecto a lo evidenciado, y en función de lo mencionado anteriormente respecto a la E.070, evidencia que los ladrillos patrones presenta el menor índice de succión promedio (14.14 gr/200cm²/min) en comparación con los demás testigos analizados, siendo los ladrillos con adición del 20% de escoria de aluminio quienes presentaron el mayor índice de succión (96.29 gr/200cm²/min), lo cual se representa el acelerado proceso de succión de agua durante el asentado.

3.1.5. Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (f´b)

Para determinar las características mecánicas de las unidades de albañilería, tendremos las siguientes tablas, las cuales representan los cálculos de los diseños de unidades de albañilería (patrón, escorias de aluminio, y teja triturada)

Tabla 21.

Resistencia de las unidades patrón

Compresión de las unidades de albañilería patrón	
Resistencia a la compresión promedio	37.67 kg/cm²
Desviación estándar	5.86
Resistencia a la compresión final	31.81 kg/cm²
Dispersión de los resultados	15.56%

Nota. Resistencia promedio de testigos ensayados en ladrillo patrón

Evidenciamos que, según la tabla 21, la resistencia a la compresión promedio de los ladrillos patrón es de 37.67 kg/cm², con una desviación estándar de 5.86, lo que corresponde a una resistencia a la compresión final de 31.81 kg/cm², representando este resultado una dispersión respecto a los resultados de cada unidad en un 15.56%.

Tabla 22.

Resistencia de las unidades con incorporación de 5% de escorias de aluminio

Compresión de las unidades + 5% escoria de aluminio	
Resistencia a la compresión promedio	41.21 kg/cm²
Desviación estándar	3.5
Resistencia a la compresión final	37.71 kg/cm²
Dispersión de los resultados	8.49%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (5% EA)

Según la tabla 22, la resistencia a la compresión promedio de los ladrillos al sustituir 5% escorias de aluminio es de 41.21 kg/cm², representando una desviación estándar de 3.5, lo que nos representa una resistencia a la compresión final de 37.71 kg/cm², teniendo presente una dispersión de 8.49% respecto a los resultados unitarios de cada ladrillo.

Tabla 23.

Resistencia de las unidades con incorporación de 10% de escorias de aluminio

Compresión de las unidades + 10% escoria de aluminio

Resistencia a la compresión promedio	94.67 kg/cm²
Desviación estándar	8.37
Resistencia a la compresión final	86.3 kg/cm²
Dispersión de los resultados	8.84%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (10% EA)

La tabla 23 muestra los resultados de los cálculos respecto a la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con sustitución de 10% de escoria de aluminio, se evidencia una resistencia promedio de 94.67 kg/cm², con una desviación estándar de 8.37, lo que corresponde a una resistencia a la compresión final de 86.3 kg/cm², teniendo presente una dispersión de 8.84% respecto a los resultados de cada ladrillo.

Tabla 24.

Resistencia de las unidades con incorporación de 15% de escorias de aluminio

Compresión de las unidades + 15% escoria de aluminio

Resistencia a la compresión promedio	69.42 kg/cm²
Desviación estándar	2.9
Resistencia a la compresión final	66.52 kg/cm²
Dispersión de los resultados	4.18%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (15% EA)

En la tabla 24 se tiene que, la resistencia a la compresión promedio fue 69.42 kg/cm², con una desviación estándar de 2.9, lo que resulta en una resistencia final de 66.52 kg/cm², donde la dispersión de resultados es de 4.18% respecto a los resultados de cada ladrillo.

Tabla 25.

Resistencia de las unidades con incorporación de 20% de escorias de aluminio

Compresión de las unidades + 20% escoria de aluminio

Resistencia a la compresión promedio	53.00 kg/cm²
Desviación estándar	4.73
Resistencia a la compresión final	48.27 kg/cm²
Dispersión de los resultados	8.93%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (20% EA)

La tabla 25 muestra que la resistencia promedio de los ladrillos con adición de 20% de escoria de aluminio fue de 53.00 kg/cm², con una desviación estándar de 4.73, lo que resulta en una resistencia final de 48.27 kg/cm², la cual refleja una dispersión de resultados de 8.93%.

Tabla 26.

Resistencia de las unidades con incorporación de 5% de tejas trituradas

Compresión de las unidades + 5% teja triturada

Resistencia a la compresión promedio	53.68 kg/cm²
Desviación estándar	4.58
Resistencia a la compresión final	49.10 kg/cm²
Dispersión de los resultados	8.53%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (5% TT)

La tabla 26 muestra que la resistencia promedio de los ladrillos con adición de 5% de tejas trituradas es de 53.68 kg/cm², con una desviación estándar de 4.58, donde la resistencia a la compresión final fue de 49.10 kg/cm², con una dispersión de resultados de 8.53%.

Tabla 27.

Resistencia de las unidades con incorporación de 10% de tejas trituradas

Compresión de las unidades + 10% teja triturada

Resistencia a la compresión promedio	56.89 kg/cm²
Desviación estándar	4.24
Resistencia a la compresión final	52.65 kg/cm²
Dispersión de los resultados	7.45%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (10% TT)

La tabla 27 muestra que los ladrillos con incorporación de 10% de tejas trituradas tienen una resistencia promedio 56.89 kg/cm², con una desviación estándar de 4.24, lo que resulta en una resistencia final de 52.65 kg/cm², que se evidencia con una dispersión de resultados unitarios de 7.45%.

Tabla 28.

Resistencia de las unidades con incorporación de 15% de tejas trituradas

Compresión de las unidades + 15% teja triturada

Resistencia a la compresión promedio	68.77 kg/cm²
Desviación estándar	42.71
Resistencia a la compresión final	26.06 kg/cm²
Dispersión de los resultados	62.11%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (15% TT)

Los resultados de la tabla 28 demuestran que la resistencia a la compresión promedio fue de 68.77 kg/cm², con una desviación estándar de 42.81, lo que correspondió a una resistencia final de 26.06 kg/cm², lo que resulto en una dispersión de resultados de 62.11%.

Tabla 29.

Resistencia de las unidades con incorporación de 20% de tejas trituradas

Compresión de las unidades + 20% teja triturada

Resistencia a la compresión promedio	96.49 kg/cm²
Desviación estándar	20.65
Resistencia a la compresión final	75.84 kg/cm²
Dispersión de los resultados	21.40%

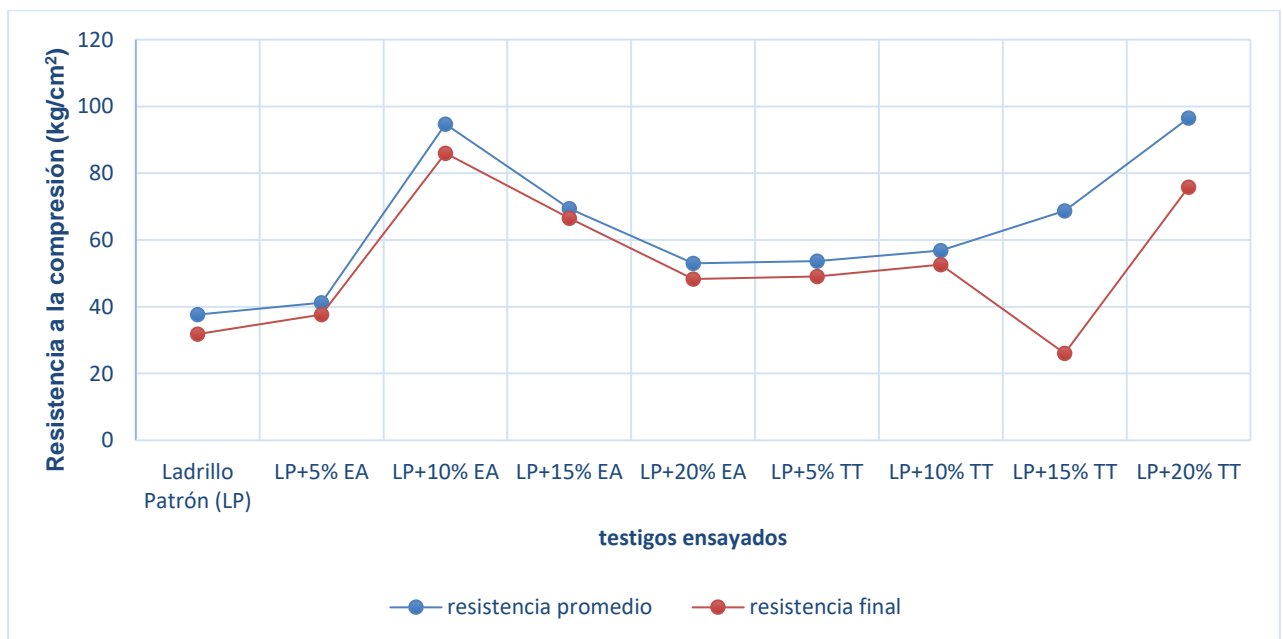
Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (20% TT)

En la tabla 29, tendremos que la resistencia a la compresión promedio de las unidades con adición de 20% de teja triturada es de 96.49 kg/cm², donde la desviación estándar fue de 20.65, lo que resulta en una resistencia a la compresión final de 75.84 kg/cm², con una dispersión de resultados de 21.40%.

Estos resultados se han agrupado y resumido en la figura 66 para una mejor representación y entendimiento de los resultados:

figura 65.

Comparación de la resistencia a la compresión de los ladrillos



Nota. Comparación gráfica de resistencia a la compresión de los ladrillos

3.1.6. Resistencia a la compresión diagonal en muretes (V'm)

Seguidamente, tendremos los resultados de acuerdo a los ensayos para determinar la resistencia a la compresión diagonal de muretes, tanto del ladrillo patrón, como de los muretes con ladrillos con adición de escoria de aluminio y teja triturada.

Tabla 30.

Compresión diagonal en muretes (ladrillo patrón)

Compresión diagonal en muretes de albañilería de diseño patrón

Resistencia a la compresión promedio	2.91 kg/cm²
Desviación estándar	0.15
Resistencia a la compresión final	2.76 kg/cm²
Dispersión de resultados	5.16%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (ladrillo patrón)

En la tabla 30 evidenciamos que la resistencia a la compresión en muretes promedio respecto a los ladrillos patrón fue de 2.91 kg/cm², con una desviación estándar de 0.15, la cual determinó una resistencia a la compresión final de 2.76 kg/cm², con una dispersión respecto a los resultados unitarios de 5.16%.

Tabla 31.

Compresión diagonal en muretes (ladrillo +5% escoria de aluminio)

Compresión diagonal en muretes de albañilería + 5% escoria de aluminio

Resistencia a la compresión promedio	3.34 kg/cm²
Desviación estándar	0.17
Resistencia a la compresión final	3.17 kg/cm²
Dispersión de resultados	5.09%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (5% EA)

En la tabla 31 se evidencia la resistencia a la compresión en muretes de unidades con adición de 5% de escoria de aluminio, la cual fue de 3.34 kg/cm², con una desviación estándar de 0.17, la cual determinó la resistencia final de 3.17 kg/cm², con una dispersión de resultados de 5.09%.

Tabla 32.

Compresión diagonal en muretes (ladrillo +10% escoria de aluminio)

Compresión diagonal en muretes de albañilería + 10% escoria de aluminio	
Resistencia a la compresión promedio	3.69 kg/cm²
Desviación estándar	0.09
Resistencia a la compresión final	3.60 kg/cm²
Dispersión de resultados	2.44%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (10% EA)

Respecto a la tabla 32, la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con adición del 10% de escoria de aluminio promedio fue de 3.69 kg/cm², con una desviación estándar de 0.09, lo que resulta en una resistencia a la compresión diagonal final de 3.60 kg/cm², con una dispersión de resultados de 2.44%.

Tabla 33.

Compresión diagonal en muretes (ladrillo +15% escoria de aluminio)

Compresión diagonal en muretes de albañilería + 15% escoria de aluminio	
Resistencia a la compresión promedio	3.52 kg/cm²
Desviación estándar	0.14
Resistencia a la compresión final	3.38 kg/cm²
Dispersión de resultados	3.98%

Nota: Resistencia promedio de los testigos ensayados (15% EA)

La tabla 33 muestra la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con adición del 15% de escoria de aluminio promedio fue 3.52 kg/cm², y la desviación estándar fue 0.14, por lo tanto, la resistencia a la compresión diagonal final fue de 3.38 kg/cm², con una dispersión de resultados de 3.98%.

Tabla 34.

Compresión diagonal en muretes (ladrillo +20% escoria de aluminio)

Compresión diagonal en muretes de albañilería + 20% escoria de aluminio

Resistencia a la compresión promedio	3.67 kg/cm²
Desviación estándar	0.5
Resistencia a la compresión final	3.17 kg/cm²
Dispersión de resultados	13.62%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (20% EA)

La tabla 34 muestra la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con adición del 20% de escoria de aluminio promedio fue 3.67 kg/cm², donde la desviación estándar fue de 0.5, donde la resistencia a la compresión final fue de 3.17 kg/cm², y la dispersión de resultados fue de 13.62%.

Tabla 35.

Compresión diagonal en muretes (ladrillo +5% de teja triturada)

Compresión diagonal en muretes de albañilería +5% teja triturada

Resistencia a la compresión promedio	3.13 kg/cm²
Desviación estándar	0.19
Resistencia a la compresión final	2.94 kg/cm²
Dispersión de resultados	6.07%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (5% TT)

En la tabla 35, la compresión diagonal en muretes de albañilería adicionando teja triturada fue 3.13 kg/cm², donde la desviación estándar fue 0.19, lo que resultó en una resistencia a la compresión diagonal final de 2.94 kg/cm², con una dispersión de resultados de 6.07%.

Tabla 36.

Compresión diagonal en muretes (ladrillo +10% de teja triturada)

Compresión diagonal en muretes de albañilería +10% teja triturada

Resistencia a la compresión promedio	3.88 kg/cm²
Desviación estándar	0.27
Resistencia a la compresión final	3.61 kg/cm²
Dispersión de resultados	6.96%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (10% TT)

En la tabla 36, la compresión diagonal en muretes de albañilería adicionando teja triturada fue 3.88 kg/cm², donde la desviación estándar fue 0.27, la cual determinó que la resistencia a la compresión diagonal final sea de 3.61 kg/cm², con una dispersión de resultados de 6.07%.

Tabla 37.

Compresión diagonal en muretes (ladrillo +15% de teja triturada)

Compresión diagonal en muretes de albañilería +15% teja triturada

Resistencia a la compresión promedio	4.78 kg/cm²
Desviación estándar	0.057
Resistencia a la compresión final	4.72 kg/cm²
Dispersión de resultados	1.19%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (15% TT)

En la tabla 37, la compresión diagonal en muretes de albañilería al adicionar teja triturada fue 4.78 kg/cm², donde la desviación estándar fue 0.057, lo que resultó en la resistencia a la compresión diagonal final de 4.72 kg/cm², con una dispersión de 1.19%.

Tabla 38. Compresión diagonal en muretes (ladrillo +20% de teja triturada)

Compresión diagonal en muretes de albañilería +20% teja triturada

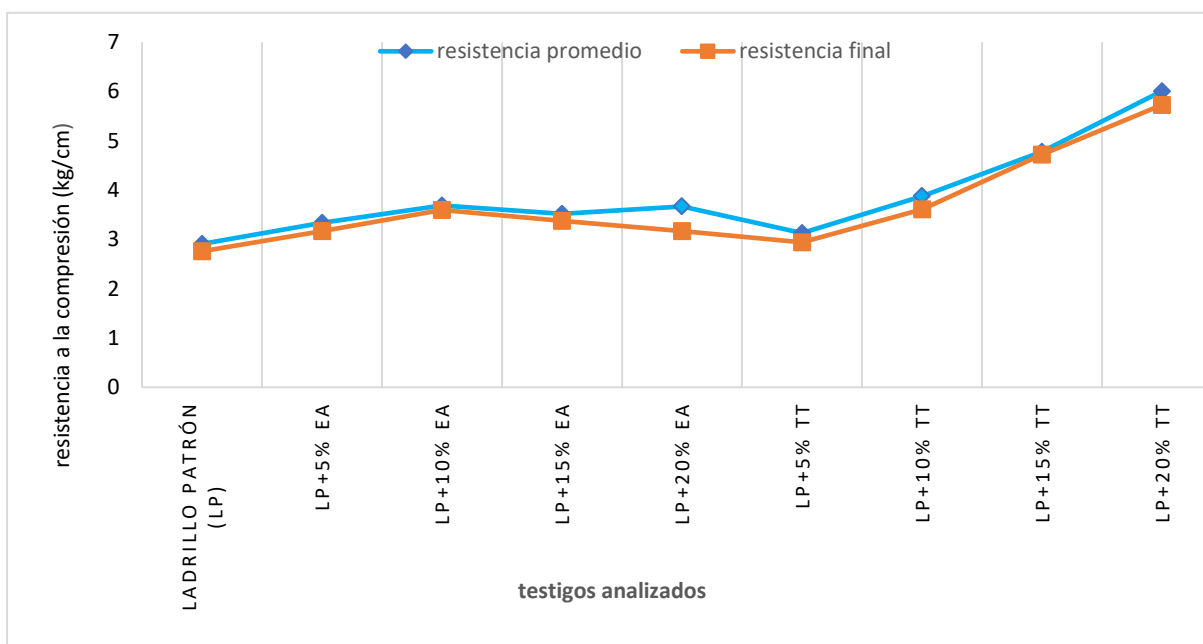
Resistencia a la compresión promedio	6.01 kg/cm²
Desviación estándar	0.28
Resistencia a la compresión final	5.73 kg/cm²
Dispersión de resultados	4.66%

Nota. Resistencia promedio de los testigos ensayados (20% TT)

Respecto a la tabla 38, la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con adición del 20% de teja triturada promedio fue de 6.01 kg/cm², con una desviación estándar de 0.28, lo que resulta en una resistencia a la compresión diagonal final de 5.73 kg/cm², con una dispersión de resultados de 4.66%.

figura 66.

Comparación de la resistencia a la compresión diagonal en muretes



Nota. Comparación grafica de la resistencia a la compresión diagonal en muretes

3.1.7. Resistencia a la compresión a pila (f'm)

A continuación, se presentan los resultados respecto a la compresión a pila, tanto de los ladrillos patrón, como de los ladrillos con adición de escorias de aluminio y adición de tejas trituradas.

Tabla 39.

Compresión a pila de los ladrillos elaborados

Compresión a pila de los ladrillos

MUESTRA	resistencia Promedio (kg/cm ²)	Desviación estándar	Res. Comp. Fin	Dispersión
PATRÓN	15.39	1.55	13.84 kg/cm ²	10.07%
5% escoria de aluminio	14.74	1.65	13.09 kg/cm ²	11.19%
10% escoria de aluminio	26.95	1.68	25.27 kg/cm ²	6.23%
15% escoria de aluminio	22.38	0.92	21.46 kg/cm ²	4.11%
20% escoria de aluminio	17.33	5.59	11.74 kg/cm ²	32.26%
5% teja triturada	13.42	1.11	12.31 kg/cm ²	8.27%
10% teja triturada	22.67	1.01	21.66 kg/cm ²	4.46%
15% teja triturada	30.18	1.34	28.84 kg/cm ²	4.44%
20% teja triturada	34.00	3.44	30.56 kg/cm ²	10.12%

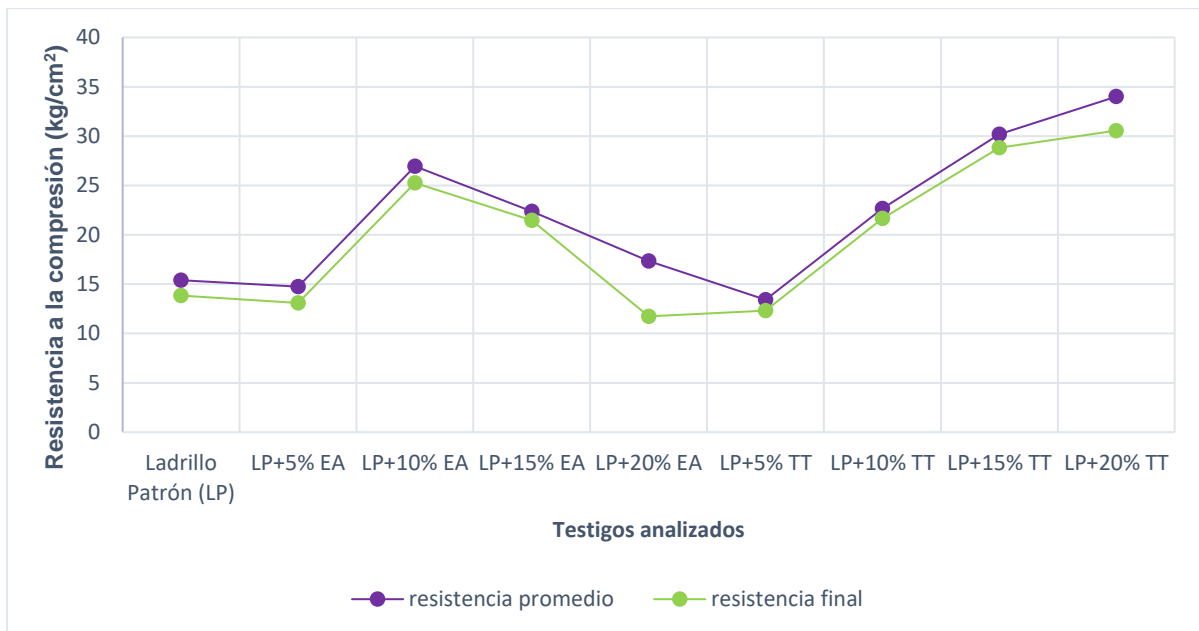
Nota. Cuadro comparativo de resistencia a la compresión a pila

Por lo observado en la tabla 39, tendremos las resistencias a la compresión a pila promedio de los ladrillos, tanto del diseño patrón, como de los ladrillos con adición de escoria de aluminio y con adición de teja triturada: para el ladrillo patrón tendremos una resistencia a la compresión a la pila final de 13.84 kg/cm², con una dispersión del 10.07% (desviación estándar de 1.55); por otro lado, para los ladrillos con adición de escoria de aluminio del 5%, 10%, 15% y 20%, tuvimos una resistencia a la compresión final (13.09 kg/cm², 25.27 kg/cm², 21.46 kg/cm², y 11.74 kg/cm² respectivamente), con una dispersión de 11.19%, 6.23%, 4.11% y 32.26% (desviación estándar de: 1.65, 1.68, 0.92, y 5.59)

Asimismo, para los ladrillos con adición de teja triturada de 5%, 10%, 15% y 20%, tuvimos una resistencia a la compresión final (12.31 kg/cm², 21.66 kg/cm², 28.84 kg/cm², y 30.56 kg/cm² respectivamente), con una dispersión de 8.27%, 4.46%, 4.44% y 10.12% (desviación estándar: 1.11, 1.01, 1.34 y 3.44). Por lo que podemos evidenciar que, existe al menos un diseño defectuoso por cada adición, aun así, cumplen con lo estipulado por la normativa.

figura 67.

Comparación de la resistencia a pila de los ladrillos artesanales



Nota. Comparación grafica de la resistencia a pila de los ladrillos artesanales

3.1.8. Porcentaje óptimo de adición de escoria de aluminio para la elaboración de ladrillos artesanales de arcilla

Para determinar el porcentaje óptimo de la escoria de aluminio en la fabricación de ladrillos artesanales, se realizó la siguiente tabla comparativa, con su respectivo gráfico de barras:

Tabla 40.

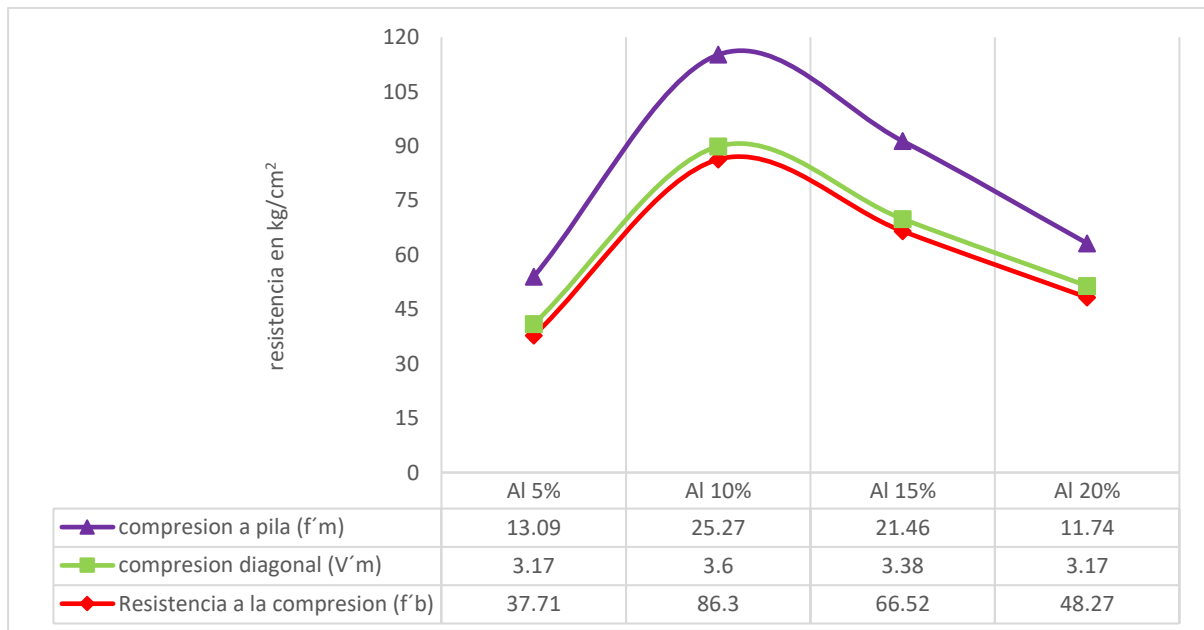
Porcentaje óptimo de ladrillos con adición de escoria de aluminio

Ladrillos con escoria de aluminio	Características mecánicas		
	Resistencia a la compresión	Compresión diagonal	Compresión a pila
Al 5%	37.71 kg/cm ²	3.17 kg/cm ²	13.09 kg/cm ²
Al 10%	86.3 kg/cm ²	3.60 kg/cm ²	25.27 kg/cm ²
Al 15%	66.52 kg/cm ²	3.38 kg/cm ²	21.46 kg/cm ²
Al 20%	48.27 kg/cm ²	3.17 kg/cm ²	11.74 kg/cm ²

Nota. Selección de porcentajes óptimos según características mecánicas

figura 68.

Gráfico de ladrillos con adición de escoria de aluminio



Nota. Comparación de resistencias en ladrillos con escoria de aluminio

Como se evidencia en la tabla 40 y la figura 67, el porcentaje de adición de escorias de aluminio respecto al diseño de ladrillos de arcilla artesanal fue del 10%, puesto que este diseño presenta mejores resultados respecto a la resistencia a la compresión (86 kg/cm²), compresión diagonal (3.6 kg/cm²), y compresión a pila (25.27 kg/cm²), ubicándolo como el mejor diseño experimental de ladrillo artesanal con este tipo de adición.

3.1.9. Porcentaje óptimo de adición de teja triturada para la elaboración de ladrillos artesanales de arcilla

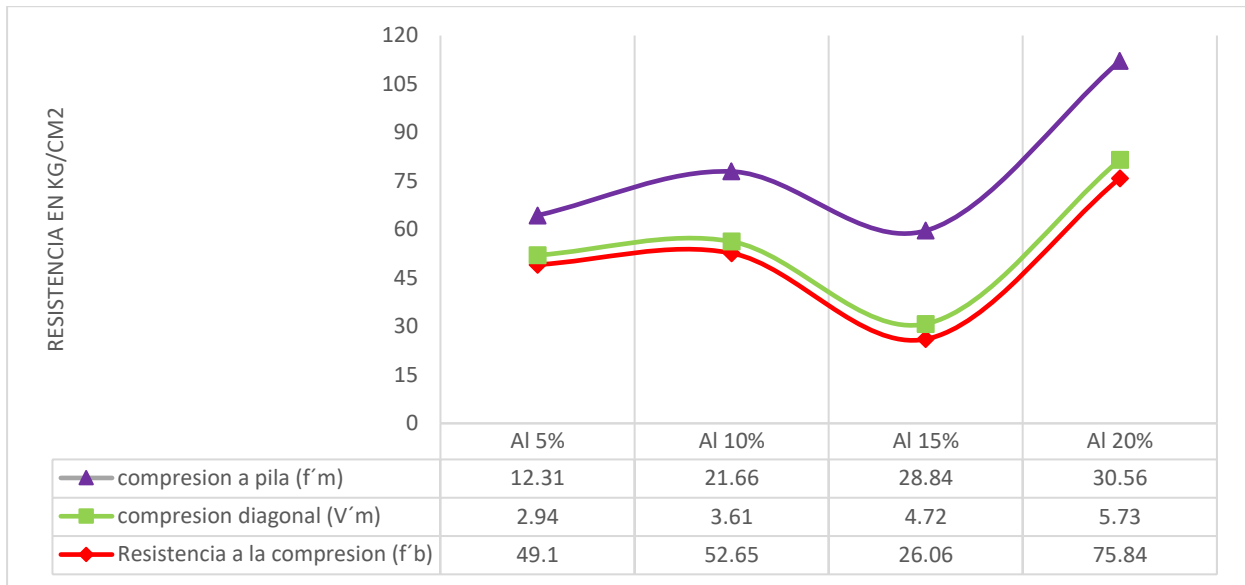
Tabla 41.

Porcentaje óptimo de ladrillos con adición de teja triturada

Ladrillos con teja triturada	Características mecánicas		
	Resistencia a la compresión	Compresión diagonal	Compresión a pila
Al 5%	49.10 kg/cm ²	2.94 kg/cm ²	12.31 kg/cm ²
Al 10%	52.65 kg/cm ²	3.61 kg/cm ²	21.66 kg/cm ²
Al 15%	26.06 kg/cm ²	4.72 kg/cm ²	28.84 kg/cm ²
Al 20%	75.84 kg/cm ²	5.73 kg/cm ²	30.56 kg/cm ²

Nota. Selección de porcentajes óptimos según características mecánicas

figura 69. Gráfico ladrillos con adición de teja triturada.



Nota. Gráfico comparativo de resistencias mecánicas (TT)

Por lo que se observa en la tabla 41 y la figura 68, respecto al diseño de ladrillos artesanales al adicionar teja triturada para su elaboración, el porcentaje que tiene mejor comportamiento respecto al diseño es el diseño con la adición del 20% de teja triturada, puesto que presenta mejores resultados respecto a la resistencia a la compresión (75.84 kg/cm²), compresión diagonal (5.73 kg/cm²), y compresión a pila (30.56 kg/cm²), posicionándolo como el mejor diseño al adicionar teja triturada.

3.2. Discusión

Tras analizar e identificar las características físicas y mecánicas de ladrillos artesanales de arcilla al adicionar escoria de aluminio y teja triturada, podremos sustentar y contrastar los resultados obtenidos a través de este capítulo:

Con respecto a analizar las características físicas de los ladrillos artesanales de arcilla al incorporar parcialmente los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% de escorias de aluminio y teja triturada, obtuvimos que para el diseño patrón, los estándares respecto a la normativa clasificaron al ladrillo como un ladrillo artesanal tipo I, y en base a esto se juzgaron los resultados de los concernientes diseños posteriores; para este objetivo, el apoyo se ve fundamentado por [31], el cual realizó una investigación para caracterizar de manera mecánica a las unidades de albañilería con la variante del uso de plásticos para el diseño de los mismos, los cuales también cumplen con las normativas mínimas, así como el buen aspecto y los criterios ecológicos y sustentables; así también [2], realizó una comparación de las características del ladrillo artesanal de arcilla y ladrillo con incorporación de escoria de horno eléctrico, donde se determinó que los ladrillos con incorporación de escoria de horno eléctrico según la E.070, Intec 331-017, 331-018 y 331-019 optimizan sus características en comparación a los ladrillos estándar, por lo cual resulta en una mejora en su resistencia a la compresión; por lo que podremos afirmar en base a lo estipulado anteriormente que, resulta beneficioso establecer diferentes diseños los cuales nos provean de diferentes rangos los cuales permitirán tanto al investigador como a los futuros lectores e investigadores para evidenciar la mejora significativa que resulta de este tipo de planteamientos científicos, los cuales demuestran que, al sustentarse de manera teórica en diferentes autores que ya hayan establecido porcentajes de adición, resulta positivo para corroborar y aplicar los conocimientos y protocolos para la obtención de resultados propios, como se evidencia en este apartado.

De igual manera al analizar las características mecánicas de los ladrillos artesanales de arcilla al incorporar los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% de escorias de aluminio y 5%, 10%, 15% y 20% de teja triturada, se obtuvieron que, tanto para los apartados de resistencia a la compresión, resistencia a la compresión diagonal y resistencia a la pila, aunque se evidenciaron al menos dos diseños defectuosos, la totalidad de diseño cumplían con los estándares mínimos de la normativa E.070, por lo cual, resulta positivo el diseño de los ladrillos justamente en los indicadores antes mencionados; respecto a la succión que se utilizó como indicador respecto a la saturación de las unidades, la norma E.070, no manifiesta la necesidad de realizar esta prueba para determinar la calidad y el uso estandarizado de un diseño de ladrillos; respecto a lo obtenido, se manifiesta un coeficiente de variación mucho menor al 40%, lo que indica una uniformidad buena en función de esta prueba, también, aunado a la NTP. 399.613, no se estipula como una prueba normada por la misma ya que no es obligatoria su realización puesto que, normalmente cada diseño de ladrillo excede los límites permisibles, en este caso, también cabe resaltar que los diseños óptimos concuerdan con las demás pruebas, lo que resulta altamente significativo para su futura aplicación en métodos de construcción; por otro lado [21], donde se planteó que utilizando tepetate en la elaboración de ladrillos de arcilla artesanales, estos se vieran influenciados de manera positiva a niveles físicos y mecánicos, donde se utilizaron porcentajes de adición similares a la investigación (5%, 10% y 15%), donde se evidenciaron mejoras significativas de los apartados de resistencia a la compresión, resistencia a la compresión diagonal y resistencia a la pila (mejoras del 10,01%, 16.58% y 22.04% respectivamente, respecto a la resistencia a la compresión patrón), lo que resultó en la determinación de que la incorporación de tepetate mejoró sus características en función a los ensayos anteriores; por otro lado, [28], donde se planteó determinar las características mecánicas de ladrillos usando escoria de acero, con un ladrillo clasificado como tipo IV, lo que predispone a una superioridad de diseño patrón, al ser un diseño específico, las incorporaciones de escoria de acero mostraron resultados bastante variados, resultando con un valor de resistencia promedio de 138.68 kg/cm², lo que supera con creces lo

estipulado por el RNE (E.070); por lo tanto, es evidente que al mezclar este tipo de agregado metálico resulta beneficioso, puesto que las características a nivel mecánico se ven incrementadas de manera satisfactoria, lo cual incrementa el uso tanto ecológico como estructural de este tipo de unidades de albañilería, beneficiando no solo a la investigación, así también a las futuras edificaciones de la zona de estudio, el medio ambiente y a las futuras investigaciones que se realicen.

Finalmente, para Determinar el porcentaje óptimo de la escoria de aluminio y teja triturada en la fabricación de ladrillos artesanales de arcilla, se planteó determinar el porcentaje óptimo de la escoria de aluminio y teja triturada en la fabricación de ladrillos artesanales de arcilla, donde obtuvimos que, para la escoria de aluminio, los resultados que incrementaron las características de las unidades de albañilería fueron los del porcentaje del 10% de incorporación de escorias de aluminio, y por otra parte, para la incorporación de la teja triturada, según los resultados, el porcentaje que presentó la mejoría más significativa en las dimensiones estipuladas fue del 20% de incorporación de escorias de aluminio; estos resultados se relacionan con los de [24], puesto que en su investigación, se realizaron diseños con reemplazo del 15% de arcilla por escoria de plomo, lo que resultó beneficioso, puesto que, por ejemplo, la resistencia a la compresión del ladrillo patrón alcanzaba los 45 kg/cm², pero al reemplazar este porcentaje, se veía incrementada la resistencia en un 44,44% (65 kg/cm² aprox.), por lo que podemos determinar que el 15% de reemplazo fue el porcentaje óptimo; por otra parte, [25], estableció su investigación en base a determinar el porcentaje de incorporación de escoria de acero y PET reciclado para aminorar la huella de carbono de este tipo de ladrillos, puesto que el enfoque fue diferente en esta investigación, no se establecieron indicadores respecto a las características físicas o mecánicas, puesto que se tomaron en cuenta las características químicas de las unidades de albañilería, donde se evidenció que, de los 3 diseños que se elaboraron para la investigación, redujeron la afectación ambiental hasta en un 50% en base al ladrillo patrón, además de que los ladrillos con la adición de escoria de acero y PET si cumplen con los mínimos estipulados por la E.070; integrándose a los porcentajes óptimos, el autor [26], estableció diferentes

porcentajes de incorporación de tepetate (5%, 10% y 15%), donde, a través de los resultados mostrados por la investigación, se evidencia la superioridad de los resultados referentes al porcentaje del 15% de adición de tepetate, tanto a nivel físico como mecánico, resultado superior y cumpliendo con los estándares impuestos por el RNE (E.070); así también [28], al caracterizar de manera mecánica a las unidades de albañilería reemplazando la arcilla por escoria de acero, se pudo evidenciar que existió un porcentaje óptimo para los resultados, el cual fue del 30% de reemplazo de residuo de escoria de acero, el cual logró obtener 138.68 kg/cm² respecto a su resistencia a la compresión (ladrillo tipo IV), cumpliendo con creces lo estipulado por el RNE (E.070); evidenciando así que, aunque los resultados sean heterogéneos y no compartan una relación directa, siempre existirá un diseño el cual represente una mejora significativa y representativa frente a las otras incorporaciones o sustituciones del material, puesto que así, se puede tener un rango de determinación el cual supondrá una seguridad para la aplicación de manera normalizada, puesto que la mejora supone tanto una optimización física como mecánica (en algunos casos ambiental), y que predispone un factor determinante para la elaboración de edificaciones en las cuales se pueda aplicar este tipo de unidades de albañilería elaboradas artesanalmente.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.2. Conclusiones

La caracterización de los ladrillos artesanales elaborados con arcilla, y también al adicionarles porcentajes de escoria de aluminio y teja triturada, respecto a lo estipulado por la normativa peruana, los porcentajes que representan los diseños óptimos si cumplen con la norma E.070, por lo tanto, la caracterización resulta exitosa a nivel físico como mecánico.

En función de las características físicas promedio de ladrillo patrón se obtuvo una disminución en cuanto a ladrillos de medida estándar. En cuanto a las características de succión, los ladrillos patrones presentaron un valor de 14.138 gr/200cm²/min, siendo superados ampliamente por los ladrillos con adición de escoria y teja triturada, clasificándolos como ladrillo artesanal de tipo I según el RNE.

Respecto a los diseños, el porcentaje óptimo para la adición de escoria de aluminio fue del 10%, ya que presentó mejores resultados en las características mecánicas: resistencia a la compresión (86 kg/cm²), compresión diagonal (3.6 kg/cm²), y compresión a pila (25.27 kg/cm²), clasificándolos como ladrillos artesanales de tipo 1, según el RNE.

Respecto a los diseños, el porcentaje óptimo para la adición de teja triturada fue del 20%, ya que presentó mejores resultados en las características mecánicas: resistencia a la compresión (75.84 kg/cm²), compresión diagonal (5.73 kg/cm²), y compresión a pila (30.56 kg/cm²), posicionándolo como el mejor diseño al adicionar teja triturada, clasificándolos como ladrillos artesanales de tipo 1, según el RNE.

Finalmente, en función de las características físicas, el diseño que cumple con los requerimientos estipulados por la normativa es el del diseño patrón, seguido del diseño al adicionar escoria de aluminio, para finalmente seguir con los resultados de los ladrillos con adición de teja triturada.

4.3. Recomendaciones

respecto a la zona de estudio, se recomienda que se utilicen los porcentajes óptimos obtenidos, ya que resulta un impacto muy beneficioso el uso de este tipo de ladrillos los cuales demuestran una mejora tanto económica como estructural para el sector de construcción.

Se recomienda verificar si en la zona de estudio, aún se permite realizar este tipo de ladrillos artesanales, puesto que se presentaron dificultades respecto a la quema de caucho para la elaboración de los ladrillos en la zona de estudio, tener en cuenta este aspecto al momento de realizar la elaboración de estos.

Para las futuras investigaciones, se recomienda indagar respecto a otro tipo de aplicaciones para la elaboración de ladrillos, cuyos materiales sean nativos de la zona o los cuales sean difíciles de procesar para su correcta recolección y posterior desecho.

Se recomienda realizar investigaciones donde se elabore combinaciones de las escorias de aluminio y la teja triturada, para desarrollar diseños híbridos que recojan las mejores características de ambos diseños, puesto que la consistencia de los ladrillos con escoria de aluminio y su peso aligerado resulta beneficioso, pero la resistencia aumentada de los ladrillos con teja triturada resultaría en un diseño aún más óptimo.

REFERENCIAS

- [1] L. Echeverry-Vargas, N. R. Rojas-Reyes, y E. Estupiñán, «Characterization of copper smelter slag and recovery of residual metals from these residues», *Facultad de Ingeniería*, vol. 26, n.º 44, pp. 61-71, 2017.
- [2] I. Gómez Ríos, L. Perdomo González, A. Cruz Crespo, y R. Quintana Puchol, «Alternativa de recuperación de elementos metálicos en residuos sólidos industriales. centro azúcar», *Centro Azúcar*, vol. 46, n.º 2, pp. 35-44, jun. 2019.
- [3] NOTIMEX, «Clausuran empresa por carecer de equipo de control de emisiones contaminantes», 2017. <https://www.proquest.com/docview/1927567314/514A16D687A24D95PQ/1> (accedido 11 de junio de 2023).
- [4] Finance, «Capacidad de fundición de cobre de China alcanzará su punto máximo "pronto": funcionario», *Finance*, 12 de abril de 2021. <https://es-us.finanzas.yahoo.com/noticias/capacidad-fundici%C3%B3n-cobre-china-alcanzar%C3%A1-202330979.html> (accedido 11 de junio de 2023).
- [5] La Nación, «Exigen a Gobierno aplicar exámenes de metales a menores de Puchunca...», *La Nación*, 3 de agosto de 2019. <https://www.lanacion.cl/exigen-a-gobierno-aplicar-exámenes-de-metales-a-menores-de-puchuncavi-y-quintero/> (accedido 11 de junio de 2023).
- [6] Thoothukudi., «Una batalla en la India por el medio», 2018. <https://www.proquest.com/docview/2055386995/4AAFC444239F4EF7PQ/1> (accedido 11 de junio de 2023).
- [7] J. Morales, J. Fuentes-Rivera, y V. Bax, «Niveles de plomo sanguíneo y factores asociados en niños residentes de un distrito del Callao», *Sociedad Venezolana de Farmacología Clínica y Terapéutica, Venezuela*, vol. 38, n.º 2, p. 15, 2018.
- [8] A. Zucchetti, «Nuevos aires en el Perú, por Anna Zucchetti», *El Comercio*, Lima, 22 de junio de 2017. Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/opinion/colaboradores/nuevos-aires-peru-anna-zucchetti-436531-noticia/>
- [9] EFE New Services, «Perú analiza a 110 niños por contaminación por metales pesados: PERÚ CONTAMINACIÓN.», 2019. <https://www.proquest.com/docview/2195678689?accountid=39560&forcedol=true> (accedido 11 de junio de 2023).
- [10] El Comercio, «OEFA cierra dos fundiciones de plomo en Ventanilla», 2017.

https://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2017/08/elcomercio_2017-08-17_p12.pdf (accedido 11 de junio de 2023).

- [11] CONCYTEC, «Cusco: Investigadores buscan aprovechar residuos mineros para ser utilizados como material de construcción», 2021. <https://www.gob.pe/institucion/concytec/noticias/344305-cusco-investigadores-buscan-aprovechar-residuos-mineros-para-ser-utilizados-como-material-de-construccion> (accedido 11 de junio de 2023).
- [12] L. R. Norte, «Chiclayo: clausuran de forma definitiva local de reciclaje en La Victoria | Sociedad | La República», 12 de abril de 2021. <https://larepublica.pe/sociedad/2021/04/12/chiclayo-clausuran-de-forma-definitiva-local-de-reciclaje-en-la-victoria-lrnd> (accedido 11 de junio de 2023).
- [13] L. Rojas Vasquez, «Responsabilidad penal de las personas jurídicas en el delito de contaminación ambiental», 2020, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2780>
- [14] M. N. Chinguel Rodríguez, «Análisis de las relaciones de género en la gestión de residuos sólidos urbanos en Chiclayo distrito», oct. 2017, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/6067>
- [15] B. R. Arias Cornejo y B. T. Panduro Rocillo, «Plan estratégico para mejorar la gestión de residuos sólidos de la Asociación de Recicladores del distrito de Chiclayo», *Repositorio Institucional - USS*, 2018, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5244>
- [16] RPP, «Unas 30 fábricas clandestinas de ollas metálicas funcionan en La Victoria | RPP Noticias», 23 de diciembre de 2015. <https://rpp.pe/peru/lambayeque/unas-30-fabricas-clandestinas-de-ollas-metalicas-funcionan-en-la-victoria-noticia-924297> (accedido 11 de junio de 2023).
- [17] C. Ubilla y K. Yohannessen, «Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria en el niño.», *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 28, n.º 1, pp. 111-118, ene. 2017, doi: 10.1016/j.rmclc.2016.12.003.
- [18] O. S. I. Fayomi, O. Agboola, S. O. Oyedepo, B. Ngene, y N. E. Udoe, «A Review of Energy Consumption in Foundry Industry», *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 665, n.º 1, p. 012024, mar. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/665/1/012024.
- [19] P. N. Lemougna *et al.*, «Reuse of copper slag in high-strength building

ceramics containing spodumene tailings as fluxing agent», *Minerals Engineering*, vol. 155, p. 106448, ago. 2020, doi: 10.1016/j.mineng.2020.106448.

- [20] S. J. Quecan, «Propuesta de alternativas para el aprovechamiento del ladrillo como RCD en Colombia – estudio de caso de Bogotá», Universidad de La Salle, Bogota, 2019. [En línea]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2173&context=ing_ambiental_sanitaria
- [21] F. Contreras De Villar, «Validación de escorias de horno de arco eléctrico mediante su uso como adición al hormigón.», jun. 2017, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/16075>
- [22] J. Santacruz Torres, «Viabilidad técnica y ambiental de la utilización de una escoria de fundición como reemplazo parcial de arcilla en ladrillos cerámico», nov. 2016, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57892>
- [23] T. Herrero Vázquez, «Estudio del efecto de la hidratación de la escoria blanca de acería de HEA: aplicación en pastas y morteros de cemento», may 2015, doi: 10/15785.
- [24] N. Quaranta, G. Pelozo, y O. Díaz, «Evaluation of Different Steel Wastes and its Influence in Ceramic Bricks Shaping by Extrusion», *Procedia Materials Science*, vol. 8, pp. 236-244, ene. 2015, doi: 10.1016/j.mspro.2015.04.069.
- [25] W. L. Reynaga Flores y D. Y. Rodriguez Llerena, «Propuesta de un eco-ladrillo con escoria de acero y material de reciclaje PET para uso de tabiquería, con el fin de reducir el impacto ambiental ocasionado por la fabricación de ladrillos de arcilla en Lima», *Proposal of an eco-brick with steel slag and PET recycling material for use in partitioning, in order to reduce the environmental impact caused by the manufacture of clay bricks in Lima*, ene. 2022, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659186>
- [26] P. D. la Cruz y D. Gherson, «Incorporación del tepetate para mejorar las propiedades del ladrillo artesanal, Huaraz, Ancash - 2021», *Repositorio Institucional - UCV*, 2021, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79564>
- [27] I. D. Figueroa Chavez y C. C. Mamani Quinto, «Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales.», *Universidad Peruana de Ciencias*

Aplicadas (UPC), ene. 2019, doi: 10.19083/tesis/625099.

- [28] I. P. Espinoza Campos y K. L. Pejerrey Saurin, «Propiedades mecánicas del ladrillo con escoria de acero para viviendas unifamiliares, San Juan de Lurigancho - 2018», *Universidad Cesar Vallejo*, 2018, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34754>
- [29] R. Poémape y N. Patricia, «Análisis comparativo de las propiedades del ladrillo artesanal de arcilla y el ladrillo adicionando escoria de horno eléctrico – Distrito de Santa – Ancash – 2017», *Universidad César Vallejo*, 2017, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2983273>
- [30] K. K. Torres Delgado, «Evaluación de Las propiedades del concreto adicionado con escoria de acero para una resistencia de $f'c=280$ kg/cm² en Chiclayo- Lambayeque», *Repositorio Institucional - UCV*, 2019, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38446>
- [31] E. T. Peña Becerra, «Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en albañilería confinada, Chiclayo, Lambayeque 2018.», *Repositorio Institucional - USS*, 2019, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6289>
- [32] «Norma Técnica E.070 Albañilería.» Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://jilsac.com/rnc/Albanileria.pdf>
- [33] INDECOPI, «NTP399 605-2013. Unidades de Albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería». Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI, 2013.
- [34] INACAL, «NTP 331.017 - Unidades de Albañilería Ladrillos de Arcilla.» Norma Técnica Peruana, 2015.
- [35] INDECOPI, «NTP-399.613-2005 - Unidades de Albañilería de Arcilla. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería». Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 2005. Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/170404039/7338-399-613>
- [36] INACAL, «NTP 331.018 - Ladrillos de Arcilla usados en Albañilería Requisitos». Norma Técnica Peruana, 1978. Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://docplayer.es/23879067-Norma-tecnica->

peruana-elementos-de-arcilla-cocida-ladrillos-de-arcilla-usados-en-albanileria-requisitos.html

- [37] INDECOPI, «NTP 399 621-2004. Albañilería. Compresión en Muretes | PDF». Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 2004. Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/525659148/NTP-399-621-2004-Albanileria-Compresion-en-muretes>
- [38] PRODUCE, «Guía-de-buenas-practicas-ladrilleras-artesanales.pdf». Ministerio de la Producción, 2010. Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/AMBIENTE/guia-de-buenas-practicas-ladrilleras-artesanales.pdf>
- [39] A. A. Akinwade *et al.*, «Study of the Effects of Waste Glass Additives on the Properties and Compliance level of Fired Ceramic Masonry Bricks», *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 1107, n.º 1, p. 012053, abr. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1107/1/012053.
- [40] A. Stolboushkin, A. Ivanov, V. Syromyasov, y O. Fomina, «A study on sintering of ceramic bricks made from waste coal», *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 45, oct. 2016, doi: 10.1088/1755-1315/45/1/012018.
- [41] I. Ginchitskaia *et al.*, «Structural Modification of Ceramic Brick with Multi-Walled Carbon Nanotubes», *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 471, n.º 3, p. 032002, feb. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/471/3/032002.
- [42] M. Vysvaril, T. Zizlavsky, y P. Rovnanikova, «Rheological and mechanical properties of lime-brick powder mortars with expanded clay aggregate», *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 385, n.º 1, p. 012063, jul. 2018, doi: 10.1088/1757-899X/385/1/012063.
- [43] M. A. Ruiz Esparza Rodríguez y R. Martínez Sánchez, «El aluminio, material trascendente en la historia humana», ene. 2017, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utm.mx:8080/jspui/handle/123456789/355>
- [44] C. V. Salinas Candia, «Estudio técnico - económico para un proceso “zero waste” en el procesamiento de escorias de cobre para la producción de arrabio y cemento portland.», 2020, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/465>
- [45] R. Martín Crespo, «Incorporación de escorias de aluminio en la fabricación de productos de Arcilla cocida», phd, E.T.S.I de Minas y Energía, 2015. Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://oa.upm.es/39791/>

- [46]Ladrillera Mecanizada, «Qué es Arcilla y su Origen | Fábrica de Ladrillos | Ladrillera», *LadrilleraMecanizada*, 2018. <https://www.ladrillramecanizada.com/blog/el-origen-de-la-arcilla/> (accedido 11 de junio de 2023).
- [47]J. E. Barranzuela Lescano, «Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura», *Universidad de Piura*, abr. 2014, Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1755>
- [48]J. Santacruz Torres y J. Torres Agredo, «Aprovechamiento de escorias de fundición secundaria de plomo en ladrillos cerámicos», *Cien.Ing.Neogranadina*, vol. 29, n.º 1, pp. 7-18, ago. 2019, doi: 10.18359/rcin.3495.
- [49]F. Ballester, «Comentario. Contaminación atmosférica y salud: acción estratégica en salud pública», *Gaceta Sanitaria*, vol. 23, n.º 3, pp. 198-199, jun. 2009.
- [50]INNOVA, «Escoria para agregados de concreto, una solución sólida», *studylib.es*, 2012. <https://studylib.es/doc/5297084/escoria-para-agregados-de-concreto--una-solucion-solida> (accedido 11 de junio de 2023).
- [51]V. J. Ferreira *et al.*, «Evaluation of the steel slag incorporation as coarse aggregate for road construction: technical requirements and environmental impact assessment», *Journal of Cleaner Production*, vol. 130, pp. 175-186, sep. 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.08.094.
- [52]F. G. Arias, *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica.*, 5º. Fidas G. Arias Odón, 2006.
- [53]R. Hernandez-Sampieri y C. P. Mendoza Torres, *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education, 2018. Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvscl/1385>
- [54]R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, y M. D. P. Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación*, 6º. Mexico: Mc Graw Hill Education, 2014. Accedido: 11 de junio de 2023. [En línea].
- [55]J. J. Zárate, S. Meza Sánchez and J. D. Batista García, Investigación en el desarrollo de proyectos, Grupo Editorial Éxodo, 2019, p. 153.

ANEXOS

ANEXO 1

Instrumentos de recolección de datos

ANEXO 1.1

Autorización para el recojo de información

AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Pimentel, 24 de Julio de 2022

Quien suscribe:

Sr. Wilson Olaya Aguilar

REPRESENTANTE LEGAL DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y
SUELOS W & C E.I.R.L.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado:

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA

Por el presente, el que suscribe, Wilson Olaya Aguilar representante legal representante legal del laboratorio de ensayos de materiales y suelos W & C, autorizo a los estudiantes: Vasquez Torres Edwar Jhorli y Torres Vasquez Michael, identificados con DNI N° 76584014 y DNI N° 48268648 ,estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y autor del trabajo de investigación denominado CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA, al uso de dicha información para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de investigación, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.



LEMS W&C E.I.R.L.
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Atentamente.

Wilson Olaya Aguilar: DNI N°41437114

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L

ANEXO 1.2

Ensayos de caracterización física para materias
primas y unidades de albañilería

Anexo 1.2.1.

formato de granulometría para escoria de aluminio y teja triturada



RNP Servicios S0608589

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

Solicitante: :

Proyecto: :

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

Fecha de Ensayo : :

Norma : NTP 399.613

Título

Ensayo : Medida del tamaño.

No de malla	Abertura mm	W retenido	W retenido acumulado	% retenido	% que pasa
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
1/4"					
4					
10					
20					
40					
60					
100					
200					
charola					
SUMA					

muestra:

W tara:

Anexo 1.2.2.

formato de alabeo de la unidad de albañilería cerámico



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante :
Proyecto :

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo :

Norma : NTP 399.613

Título : metodo de alabeo de la unidad de albañilería cerámico

Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	L-01-EA				
02	L-02-EA				
03	L-03-EA				
04	L-04-EA				
05	L-05-EA				
PROM.	L-EA				

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Anexo 1.2.3.

formato de variación dimensional de la unidad de albañilería cerámico



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante: :

Proyecto: :

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

Fecha de Ensayo :

Norma NTP 399.613

Título variacion dimensional de unidad de albañilería

Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Anexo 1.2.4.

formato del método de succión de la unidad de albañilería cerámico



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : 0

Proyecto : 0

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

Fecha de ensayo : 0

Norma : NTP. 399.613

Título : metodo de succion de unidad de albañileria

Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm ² /min)
01	0	0.00
02	0	0.00
03	0	0.00
04	0	0.00
05	0	0.00

OBERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

ANEXO 1.3

Ensayos de caracterización mecánica para
unidades de albañilería

Anexo 1.3.1.

formato de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería cerámico



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante :
Proyecto : 0

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de ensayo : 0

Norma : NTP 399.613.

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Resistencia a la compresión.

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm2)
01	0					
02	0					
03	0					
04	0					
05	0					

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Anexo 1.3.2.

formato de resistencia a la compresión de prismas de albañilería



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

Solicitante :

Proyecto / Obra :

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.

Fecha de elaboración :

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.

Referencia : N.T.P. 399.605 : 2018

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01												
02												
03												
04												
05												
06												

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; ap: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Anexo 1.3.3.

formato de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería cerámico



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante :
Proyecto / Obra :

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de elaboración :

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

ANEXO 2

Evidencia de ejecución de estudios y ensayos



Anexo 2.1: botadero de residuos sólidos (materiales de construcción)



Anexo 2.2: botadero de residuos sólidos (materiales de construcción) tejas a seleccionar para las respectivas pruebas.



Anexo 2.3: Pesaje de la materia prima.



Anexo 2.4: concentración de todos los elementos para obtener una mezcla homogénea para la elaboración de las unidades de albañilería artesanal



Anexo 2.5: Elaboración de la maza en su etapa inicial.



Anexo 2.6: Obtención de la maza lista para el moldeado correspondiente.



Anexo 2.7: Medición del molde de ladrillo artesanal con vernier.



Anexo 2.8: Medición del molde de ladrillo artesanal con cinta métrica.



Anexo 2.9: Residuos sólidos de escorias metálicas.



Anexo 2.10: moldeado y secado de las unidades de albañilería con sus respectivos porcentajes.



Anexo 2.11: Muestreo de las unidades de albañilería antes de ingresar al horno.



Anexo 2.12: Hidratación de las unidades de albañilería.



Anexo 2.13: Elaboración de pilas con sus respectivos porcentajes 5%, 10%, 15%, 20% .



Anexo 2.14: Elaboración de muretes con sus respectivos porcentajes 5%, 10%, 15%, 20% .



Anexo 2.15: Acopio de pilas para su traslado a laboratorio.



Anexo 2.16: Acopio de muretes para su traslado a laboratorio.



Anexo 2.17: Tamices para granulometría.



Anexo 2.18: Platillo y balanza para muestreo.



Anexo 2.19: Peso inicial de la materia prima.



Anexo 2.20: Cuarteo de la materia prima.



Anexo2.21: tamizado de materia prima.



Anexo 2.22: Peso retenido por cada número de tamiz.



Anexo 2.23: Alabeo a unidades de albañilería adicionadas escorias de aluminio.



Anexo 2.24: Alabeo a unidades de albañilería adicionadas escorias de aluminio.



Anexo 2.25: nivelación de imperfecciones en pilas.



Anexo 2.26: nivelación de imperfecciones a unidades de albañilería.



Anexo 2.27: resistencia a la compresión a unidades de albañilería.



Anexo 2.28: resistencia a la compresión a pilas.



Anexo 2.29: resistencia a la compresión de muretes.



Anexo 2.30: fraccionamiento de muretes.

ANEXO 3

Ensayos de laboratorio

ANEXO 3.1

Ensayos de caracterización física a materias
primas

Anexo 3.1.1.

ensayo de granulometría a escoria de aluminio



RNP Servicios S0608589

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

Solicitante: : Vásquez Torres Edwar Jhorli, Torres Vásquez Michael
Proyecto: : Tesis: "CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Miércoles, 16 de junio del 2022
Norma : NTP 399.613
Título : Granulometría de escorias de aluminio
Ensayo : Medida del tamaño.

No de malla	Abertura mm	W retenido	W retenido acumulado	% retenido	% que pasa
1 1/2"	38.1	0	0	0.000	100.000
1"	25.4	0	0	0.000	100.000
3/4"	19.05	0	0	0.000	100.000
1/2"	12.7	226	226	9.613	90.387
3/8"	9.52	0	226	0.000	90.387
1/4"	6.35	274	500	11.655	78.732
4	4.75	0	500	0.000	78.732
10	2.00	346	846	14.717	64.015
20	0.85	287	1133	12.208	51.808
40	0.42	477	1610	20.289	31.519
60	0.25	383	1993	16.291	15.228
100	0.15	0	1993	0.000	15.228
200	0.075	253	2246	10.761	4.466
charola	0	105	2351	4.466	0.000
SUMA		2351		100.000	

muestra 1Kg
W tara 178 gr



Anexo 3.1.2.

curva granulométrica de escoria de aluminio



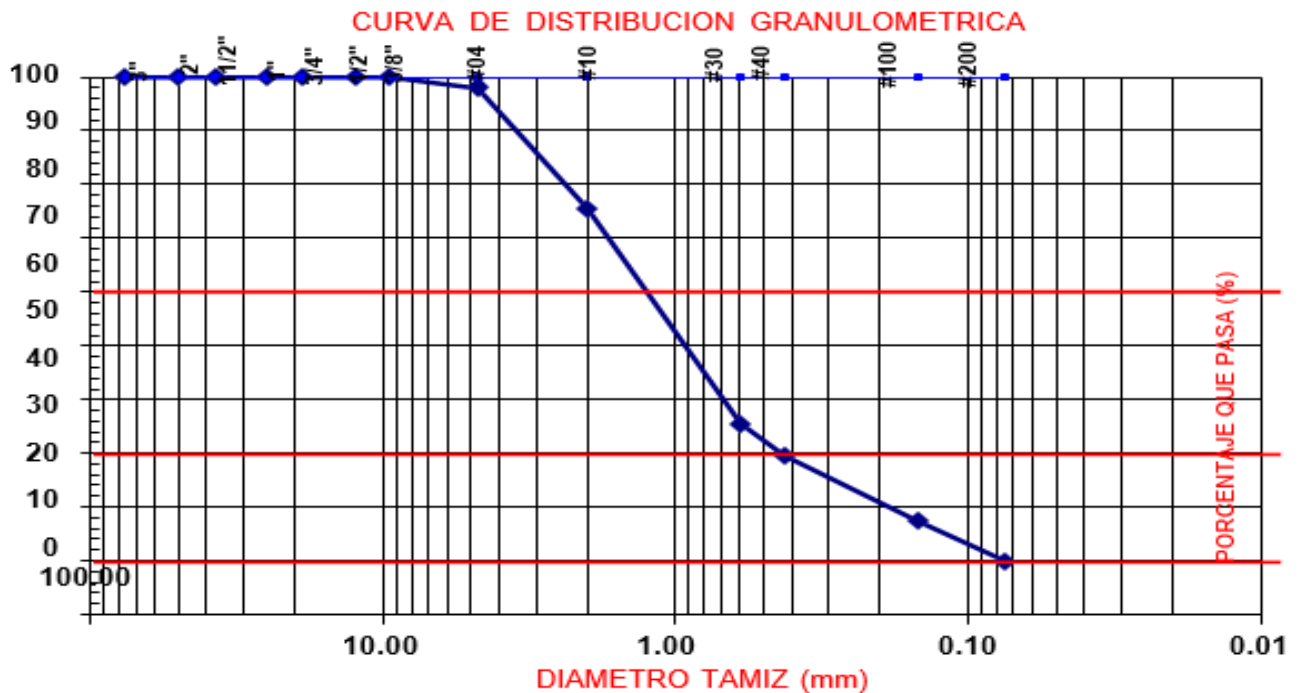
RNP Servicios S0608589

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

Solicitante: : Vásquez Torres Edwar Jhorli, Torres Vásquez Michael
 Proyecto: : Tesis: "CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE
 Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de Ensayo : : Miércoles, 16 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : Granulometría de escorias de aluminio

Ensayo : : Medida del tamaño.



muestra 1Kg
 W tara 178 gr



Anexo 3.1.3.

ensayo de granulometría a teja triturada



RNP Servicios S0608589

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

Solicitante: : Vásquez Torres Edwar Jhorli, Torres Vásquez Michael
Proyecto: : Tesis:
"CARACTERIZACIÓN
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Miércoles, 16 de junio del 2022
Norma : NTP 399.613
Título : Granulometría teja triturada
Ensayo : Medida del tamaño.

No de malla	Abertura mm	W retenido	W retenido acumulado	% retenido	% que pasa
1 1/2"	38.1	0	0	0.000	100.000
1"	25.4	0	0	0.000	100.000
3/4"	19.05	0	0	0.000	100.000
1/2"	12.5	0	0	0.000	100.000
3/8"	9.5	0	0	0.000	100.000
1/4"	6.35	0	0	0.000	100.000
4	4.75	4	4	2.246	97.754
8	3.36	27	31	15.160	82.594
10	2.00	21	52	11.791	70.803
20	0.85	58	110	32.566	38.237
30	0.60	27	137	15.160	23.077
40	0.42	13	150	7.299	15.778
50	0.30	4	154	2.246	13.532
60	0.25	0	154	0.000	13.532
100	0.15	0	154	0.000	13.532
200	0.075	24.1	178.1	13.532	0.000
charola	0	0	178.1	0.000	0.000
SUMA		178.1		100.000	

muestra 1Kg

W cuarteo 213 gr



WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Anexo 3.1.4.

curva granulométrica de teja triturada

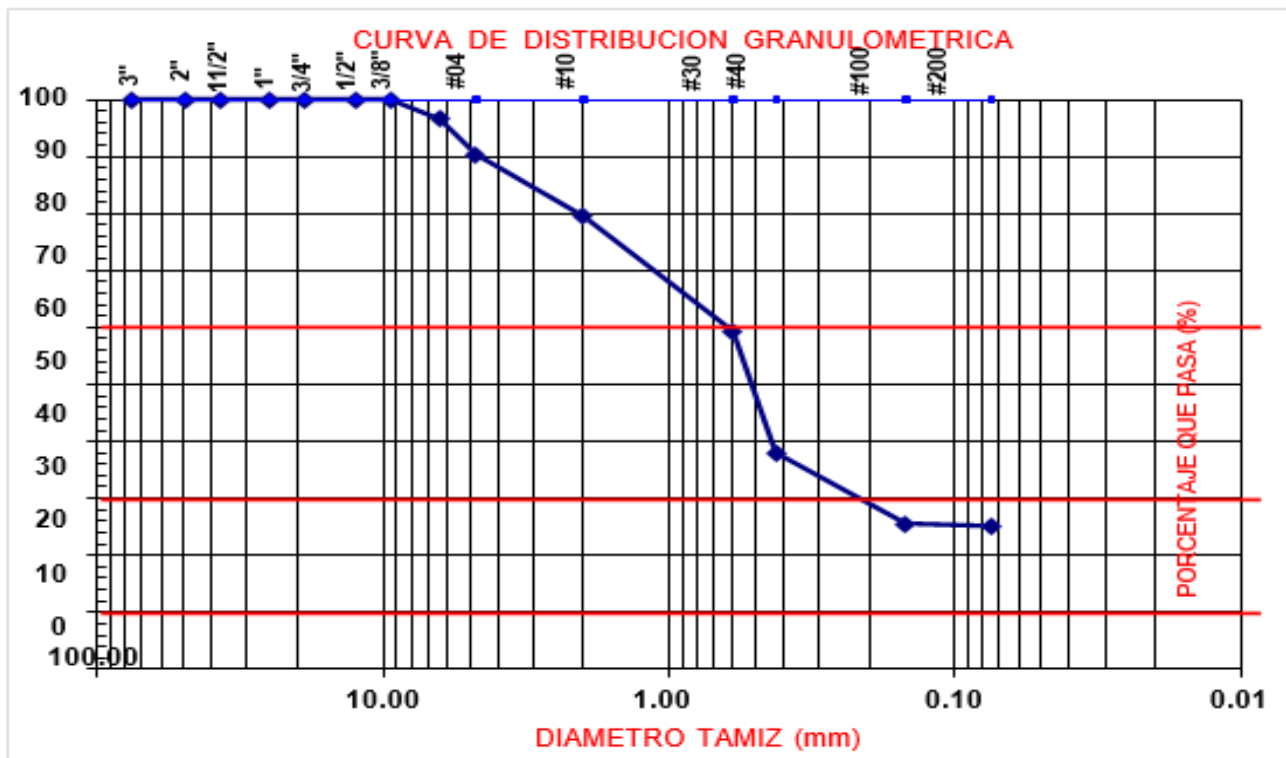


RNP Servicios S0608589

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

Solicitante: : Vásquez Torres Edwar Jhorli, Torres Vásquez Michael
Proyecto: : Tesis:
"CARACTERIZACIÓN
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Miércoles, 16 de junio del 2022

Norma NTP 399.613
Título Granulometría teja triturada



muestra 1Kg

W cuarteo 213 gr



ANEXO 3.2

Ensayos de caracterización física a albañilería

ANEXO A

Ensayos de variación dimensional

Anexo 3.2.1

ensayo de variación dimensional a ladrillo patrón



RNP Servicios S0608589

Troncalón Bolognesi Km. 3.
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@emswyceir.com

Solicitante: : VASQUEZ TORRES EDUAR
Proyecto: : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS
ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA
TRITURADA"
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma NTP 399.613

Título UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos patrón

Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	L-01-LP	214	126	65
02	L-02-LP	211	130	65
03	L-03-LP	211	124	64
04	L-04-LP	206	126	64
05	L-05-LP	215	126	65
PROMEDIO	L-EA	212	127	65

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


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


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.2.2.

ensayo de variación dimensional a ladrillo + 5% escoria de aluminio (EA)



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante: : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto: : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"

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

Fecha de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con escoria de Aluminio (5%)

Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	L-01-EA	215	122	68
02	L-02-EA	216	124	66
03	L-03-EA	216	124	65
04	L-04-EA	214	127	67
05	L-05-EA	215	122	66
PROMEDIO	L-EA	215	124	66

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 3.2.3.

ensayo de variación dimensional a ladrillo + 10% escoria de aluminio (EA)



RNP Servicios S0608589

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

Solicitante: : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto: : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"

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

Fecha de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con escoria de Aluminio (10%)

Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	L-01-EA	215	123	65
02	L-02-EA	212	121	66
03	L-03-EA	213	124	64
04	L-04-EA	216	122	63
05	L-05-EA	215	123	64
PROMEDIO	L-EA	214	123	64

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 3.2.4.

ensayo de variación dimensional a ladrillo + 15% escoria de aluminio (EA)



RNP Servicios S0608589

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

Solicitante: : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto: : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022
Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con escoria de Aluminio (15%)
Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	L-01-EA	214	122	65
02	L-02-EA	212	121	66
03	L-03-EA	212	123	64
04	L-04-EA	214	121	66
05	L-05-EA	213	122	65
PROMEDIO	L-EA	213	122	65

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 3.2.5.

ensayo de variación dimensional a ladrillo + 20% escoria de aluminio (EA)



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante: : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto: : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con escoria de Aluminio (20%)
Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	L-01-EA	213	124	66
02	L-02-EA	215	124	66
03	L-03-EA	214	125	65
04	L-04-EA	215	122	63
05	L-05-EA	215	125	64
PROMEDIO	L-EA	214	124	65

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 3.2.6.

ensayo de variación dimensional a ladrillo + 5% teja triturada (TT)



RNP Servicios S0608589

rolongación Bolognesi Km. 3
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.c

Solicitante: : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto: : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS
ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA
TRITURADA"
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en
ladrillos con teja triturada (5%)
Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	L-01-TT	215	129	65
02	L-02-TT	212	126	65
03	L-03-TT	209	126	65
04	L-04-TT	211	127	64
05	L-05-TT	218	126	63
PROMEDIO	L-EA	213	127	64

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 3.2.7.

ensayo de variación dimensional a ladrillo + 10% teja triturada (TT)



RNP Servicios S0608589

rolongación Bolognesi Km. 3
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyc.eirl.c

Solicitante: : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto: : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS
ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA
TRITURADA"
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en
ladrillos con teja triturada (10%)
Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	L-01-TT	213	128	66
02	L-02-TT	213	127	67
03	L-03-TT	214	127	67
04	L-04-TT	215	126	66
05	L-05-TT	214	126	65
PROMEDIO	L-EA	214	127	66

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 3.2.8.

ensayo de variación dimensional a ladrillo + 15% teja triturada (TT)



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante: : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto: : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con teja triturada (15%)
Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	L-01-TT	215	127	64
02	L-02-TT	215	126	64
03	L-03-TT	215	126	64
04	L-04-TT	123	125	66
05	L-05-TT	214	125	67
PROMEDIO	L-EA	196	126	65

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.2.9.

ensayo de variación dimensional a ladrillo + 20% teja triturada (TT)



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante: : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto: : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS
ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA
TRITURADA"
Ubicación: : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en
ladrillos con teja triturada (20%)
Ensayo : Medida del tamaño.

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	L-01-TT	216	126	66
02	L-02-TT	216	126	66
03	L-03-TT	216	126	65
04	L-04-TT	215	125	65
05	L-05-TT	215	126	66
PROMEDIO	L-EA	216	126	66

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



ANEXO B

Ensayos de succión

Anexo 3.2.10.

ensayo de succión en ladrillo patrón



RNP - Servicios S0608589

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

Solicitante : Torres Vásquez, Michael :Vásquez Torres, Edwar Jhorli
Proyecto : Tesis:CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS
ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA
RECICLADA
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : sabado, 25 de junio de 2022

Norma : NTP. 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm ² /min)
01	C-01 - LADRILLO ARTESANAL	15.80
02	C-02 - LADRILLO ARTESANAL	13.26
03	C-03 - LADRILLO ARTESANAL	14.58
04	C-04 - LADRILLO ARTESANAL	15.88
05	C-05 - LADRILLO ARTESANAL	11.17

OBERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


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


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.2.11.

ensayo de succión en ladrillo patrón + 5% de TT



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

:mail: servicios@lemswyceirl.cor

Solicitante : Torres Vásquez, Michael :Vásquez Torres, Edwar Jhorli
Proyecto : Tesis:CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA RECICLADA
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : sabado, 25 de junio de 2022
Norma : NTP. 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm2/min)
01	C-01 - CON TEJA TRITURADA AL 5%	33.55
02	C-02 - CON TEJA TRITURADA AL 5%	39.94
03	C-03 - CON TEJA TRITURADA AL 5%	32.16
04	C-04 - CON TEJA TRITURADA AL 5%	32.32
05	C-05 - CON TEJA TRITURADA AL 5%	46.18

OBERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 3.2.11.

ensayo de succión en ladrillo patrón + 10% de TT



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

:mail: servicios@lemswyceirl.cor

Solicitante : Torres Vásquez, Michael :Vásquez Torres, Edwar Jhorli
Proyecto : Tesis:CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA RECICLADA
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : sabado, 25 de junio de 2022
Norma : NTP. 399.613
Albañilería. Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm2/min)
01	C-01 - CON TEJA TRITURADA AL 10%	33.55
02	C-02 - CON TEJA TRITURADA AL 10%	39.94
03	C-03 - CON TEJA TRITURADA AL 10%	32.16
04	C-04 -CON TEJA TRITURADA AL 10%	32.32
05	C-05 -CON TEJA TRITURADA AL 10%	46.18


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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.2.12.

ensayo de succión en ladrillo patrón + 15% de TT



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Torres Vásquez, Michael :Vásquez Torres, Edwar Jhorli
Proyecto : Tesis:CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA RECICLADA
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : sabado, 25 de junio de 2022
Norma : NTP. 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm2/min)
01	C-01 - CON TEJA TRITURADA AL 15%	52.29
02	C-02 - CON TEJA TRITURADA AL 15%	49.81
03	C-03 - CON TEJA TRITURADA AL 15%	50.68
04	C-04 -CON TEJA TRITURADA AL 15%	46.22
05	C-05 -CON TEJA TRITURADA AL 15%	53.24


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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.2.13.

ensayo de succión en ladrillo patrón + 20% de TT



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
:mail: servicios@lemswceirl.cor

Solicitante : Torres Vásquez, Michael :Vásquez Torres, Edwar Jhorli
Proyecto : Tesis:CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA RECICLADA
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : sabado, 25 de junio de 2022
Norma : NTP. 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm ² /min)
01	C-01 - CON TEJA TRITURADA AL 20%	30.95
02	C-02 - CON TEJA TRITURADA AL 20%	35.50
03	C-03 - CON TEJA TRITURADA AL 20%	37.06
04	C-04 -CON TEJA TRITURADA AL 20%	36.02
05	C-05 -CON TEJA TRITURADA AL 20%	35.18


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


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.2.14.

ensayo de succión en ladrillo patrón + 5% de EA



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

:mail: servicios@lemswyceirl.cor

Solicitante : Torres Vásquez, Michael :Vásquez Torres, Edwar Jhorli
Proyecto : Tesis:CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA RECICLADA
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : sabado, 25 de junio de 2022
Norma : NTP. 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm2/min)
01	C-01 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 5%	49.99
02	C-02 -CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 5%	47.90
03	C-03 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 5%	47.42
04	C-04 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 5%	45.68
05	C-05 -CON ESCORIAS DE ALUMINOAL 5%	46.37


LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.2.15.

ensayo de succión en ladrillo patrón + 10% de EA



RNP - Servicios S0608589

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

Solicitante : Torres Vásquez, Michael :Vásquez Torres, Edwar Jhorli
Proyecto : Tesis:CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA RECICLADA
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : sabado, 25 de junio de 2022
Norma : NTP. 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm2/min)
01	C-01 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 10%	64.00
02	C-02 -CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 10%	61.66
03	C-03 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 10%	72.99
04	C-04 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 10%	73.39
05	C-05 -CON ESCORIAS DE ALUMINOAL 10%	72.28



Anexo 3.2.16.

ensayo de succión en ladrillo patrón + 15% de EA



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
:mail: servicios@lemswyceirl.cor

Solicitante : Torres Vásquez, Michael :Vásquez Torres, Edwar Jhorli
Proyecto : Tesis:CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA RECICLADA
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : sabado, 25 de junio de 2022
Norma : NTP. 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm2/min)
01	C-01 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 15%	84.56
02	C-02 -CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 15%	79.81
03	C-03 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 15%	84.09
04	C-04 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 15%	78.03
05	C-05 -CON ESCORIAS DE ALUMINOAL 15%	82.68



Anexo 3.2.17.

ensayo de succión en ladrillo patrón + 20% de EA



RNP - Servicios S0608589

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

Solicitante : Torres Vásquez, Michael :Vásquez Torres, Edwar Jhorli
Proyecto : Tesis:CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA RECICLADA
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : sabado, 25 de junio de 2022
Norma : NTP. 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm ² /min)
01	C-01 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 20%	91.98
02	C-02 -CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 20%	97.54
03	C-03 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 20%	96.42
04	C-04 - CON ESCORIAS DE ALUMINO AL 20%	97.77
05	C-05 -CON ESCORIAS DE ALUMINOAL 20%	97.77


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


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO C

Ensayos de Alabeo

Anexo 3.2.18.

ensayo de alabeo en ladrillo patrón



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos patrón
Ensayo : medida alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	L-01-LP	1.00	0.00	1.00	0.00
02	L-02-LP	3.00	0.00	1.00	0.00
03	L-03-LP	0.00	2.00	1.00	0.00
04	L-04-LP	0.00	2.00	2.00	0.00
05	L-05-LP	1.00	0.00	1.00	0.00
PROM.	L-LP	0.80	0.60	0.40	0.14

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 3.2.19.

ensayo de alabeo en ladrillo patrón + 5% de EA



RNP Servicios S0608589

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

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con escoria de aluminio (5%)
Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	L-01-EA	1.00	0.00	0.00	2.00
02	L-02-EA	2.00	0.00	0.00	1.00
03	L-03-EA	1.00	0.00	0.00	2.00
04	L-04-EA	1.00	0.00	0.00	2.00
05	L-05-EA	0.00	0.00	0.00	0.00
PROM.	L-EA	1.00	0.00	0.00	1.40

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 3.2.20.

ensayo de alabeo en ladrillo patrón + 10% de EA



RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con escoria de aluminio (10%)
Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	L-01-EA	1.50	0.00	0.00	2.00
02	L-02-EA	1.00	0.00	0.00	2.00
03	L-03-EA	1.20	0.00	0.00	1.00
04	L-04-EA	1.00	0.00		1.50
05	L-05-EA	1.00	0.00	0.00	0.00
PROM.	L-EA	1.14	0.00	0.00	1.30

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 3.2.21.

ensayo de alabeo en ladrillo patrón + 15% de EA



RNP Servicios S0608589

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

Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con escoria de aluminio (15%)
Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	L-01-EA	1.00	0.00	0.00	1.00
02	L-02-EA	2.00	0.00	0.00	1.00
03	L-03-EA	1.00	0.00	0.00	2.00
04	L-04-EA	1.00	0.00		1.00
05	L-05-EA	1.30	0.00	0.00	0.00
PROM.	L-EA	1.26	0.00	0.00	1.00

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 3.2.22.

ensayo de alabeo en ladrillo patrón + 20% de EA



RNP Servicios S0608589

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

Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con escoria de aluminio (20%)
Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	L-01-EA	1.20	0.00	0.00	1.50
02	L-02-EA	1.50	0.00	0.00	2.00
03	L-03-EA	1.00	0.00	0.00	1.00
04	L-04-EA	2.00	0.00	0.00	0.50
05	L-05-EA	1.20	0.00	0.00	1.00
PROM.	L-EA	1.38	0.00	0.00	1.20

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


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


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.2.23.

ensayo de alabeo en ladrillo patrón + 5% de TT



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con teja triturada (5%)
Ensayo : medidad alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	L-0.1-TT	0.50	0.00	0.00	0.50
02	L-0.2-TT	1.50	0.00	0.00	0.70
03	L-0.3-TT	1.00	0.00	0.00	1.00
04	L-0.4-TT	2.00		2.00	1.00
05	L-0.5-TT	1.00	0.00	0.00	0.50
PROM.	L-TT	1.20	0.00	0.40	0.74

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


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


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.2.24.

ensayo de alabeo en ladrillo patrón + 10% de TT



RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con teja triturada (10%)
Ensayo : medidad alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	L-0.1-TT	0.70	0.00	0.00	1.00
02	L-0.2-TT	1.00	0.00	0.00	1.50
03	L-0.3-TT	1.00	0.00	0.00	0.70
04	L-0.4-TT	1.50		2.00	0.50
05	L-0.5-TT	0.50	0.00	0.00	0.70
PROM.	L-TT	0.94	0.00	0.40	0.88

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.2.25.

ensayo de alabeo en ladrillo patrón + 15% de TT



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con teja triturada (15%)

Ensayo : medidad alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	L-0.1-TT	1.00	0.00	0.00	0.50
02	L-0.2-TT	1.00	0.00	0.00	0.70
03	L-0.3-TT	1.00	0.00	0.00	1.00
04	L-0.4-TT	0.78		2.00	1.00
05	L-0.5-TT	1.00	0.00	0.00	0.50
PROM.	L-TT	0.96	0.00	0.40	0.74

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.2.26.

ensayo de alabeo en ladrillo patrón + 20% de TT



RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y dimensionamiento en ladrillos con teja triturada (20%)
Ensayo : medidad alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	L-0.1-TT	1.00	0.00	0.00	0.10
02	L-0.2-TT	1.00	0.00	0.00	0.20
03	L-0.3-TT	1.00	0.00	0.00	0.20
04	L-0.4-TT	0.00	3.00	2.00	0.00
05	L-0.5-TT	1.00	0.00	0.00	0.20
PROM.	L-TT	0.80	0.60	0.40	0.14

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 3.3

Ensayos de caracterización mecánica a albañilería

ANEXO A

Ensayo de compresión de la unidad de albañilería

(b´m)

Anexo 3.3.1.

ensayo de compresión de la unidad de albañilería de ladrillo patrón



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613.

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : resistencia a la compresion de unidades de albañileria patrón (f'b)

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm ²)	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm2)
01	L-01-LP	10/06/2022	24520	6742.50	3.64	37.08
02	L-02-LP	10/06/2022	28210	6593.81	4.28	43.63
03	L-03-LP	10/06/2022	18540	6746.88	2.75	28.02
04	L-04-LP	10/06/2022	25130	6450.00	3.90	39.73
05	L-05-LP	10/06/2022	19980	6507.81	3.07	31.31
06	L-06-LP	10/06/2022	20150	6640.63	3.03	30.94
07	L-07-LP	10/06/2022	28420	6834.38	4.16	42.40
08	L-08-LP	10/06/2022	27510	6878.44	4.00	40.78
09	L-09-LP	10/06/2022	29020	6534.38	4.44	45.29
10	L-10-LP	10/06/2022	24140	6562.50	3.68	37.51
RESISTENCIA PROMEDIO					3.69	37.67



WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.3.2.

ensayo de compresión de la unidad de albañilería de ladrillo patrón + 5% de EA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : resistencia a la compresion de unidades de albañilería con escoria de aluminio (f'b)

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA	ÁREA	F'b	F'b
			(N)	(mm ²)	(Mpa)	(Kg/Cm ²)
LADRILLO CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 5%						
01	L-01-EA	10/06/2022	27960	6508	4.30	43.81
02	L-02-EA	10/06/2022	25700	6715	3.83	39.03
03	L-03-EA	10/06/2022	24070	6584	3.66	37.28
04	L-04-EA	10/06/2022	29780	6634	4.49	45.78
05	L-05-EA	10/06/2022	25720	6534	3.94	40.14
RESISTENCIA PROMEDIO					4.04	41.21



WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.3.3.

ensayo de compresión de la unidad de albañilería de ladrillo patrón + 10% de EA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613.

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : resistencia a la compresion de unidades de albañileria con escoria de aluminio (f' b)

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA	ÁREA	F'b	F'b
			(N)	(mm ²)	(Mpa)	(Kg/Cm ²)
LADRILLO CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 10%						
01	L-01-EA	10/06/2022	68370	6525.00	10.48	106.85
02	L-02-EA	10/06/2022	56450	6615.00	8.53	87.02
03	L-03-EA	10/06/2022	64250	6718.75	9.56	97.51
04	L-04-EA	10/06/2022	62710	6707.81	9.35	95.33
05	L-05-EA	10/06/2022	57980	6825.00	8.50	86.63
RESISTENCIA PROMEDIO					9.28	94.67


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


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.3.4.

ensayo de compresión de la unidad de albañilería de ladrillo patrón + 15% de EA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022
Norma : NTP 399.613.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : resistencia a la compresion de unidades de albañilería con escoria de aluminio (f' b)

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA	ÁREA	F'b	F'b
			(N)	(mm ²)	(Mpa)	(Kg/Cm2)
LADRILLO CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 15%						
01	L-01-EA	10/06/2022	46080	6793	6.78	69.18
02	L-02-EA	10/06/2022	46110	6525	7.07	72.06
03	L-03-EA	10/06/2022	45210	7014	6.45	65.72
04	L-04-EA	10/06/2022	46280	6506	7.11	72.53
05	L-05-EA	10/06/2022	44580	6725	6.63	67.59
RESISTENCIA PROMEDIO					6.81	69.42



Anexo 3.3.5.

ensayo de compresión de la unidad de albañilería de ladrillo patrón + 20% de EA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022
Norma : NTP 399.613.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : resistencia a la compresion de unidades de albañilería con escoria de aluminio (f'b)

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA	ÁREA	F'b	F'b
			(N)	(mm ²)	(Mpa)	(Kg/Cm2)
LADRILLO CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 20%						
01	L-01-EA	10/06/2022	35700	6483.75	5.51	56.15
02	L-02-EA	10/06/2022	37860	6534.38	5.79	59.08
03	L-03-EA	10/06/2022	31500	6831.94	4.61	47.02
04	L-04-EA	10/06/2022	34570	6752.81	5.12	52.20
05	L-05-EA	10/06/2022	32640	6586.65	4.96	50.53
RESISTENCIA PROMEDIO					5.20	53.00



Anexo 3.3.6.

ensayo de compresión de la unidad de albañilería de ladrillo patrón + 5% de TT



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VASQUEZ MICHAEL
Proyecto Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"

Ubicación Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613.

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : resistencia a la compresion de unidades de albañileria con teja reciclada (f'b)

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA	ÁREA	F'b	F'b
			(N)	(mm ²)	(Mpa)	(Kg/Cm2)
LADRILLO CON TEJA RECICLADA AL 5%						
01	L-01-TT	10/06/2022	34190	6943	4.92	50.21
02	L-02-TT	10/06/2022	32640	6675	4.89	49.86
03	L-03-TT	10/06/2022	37670	6758	5.57	56.84
04	L-04-TT	10/06/2022	32440	6444	5.03	51.34
05	L-05-TT	10/06/2022	36880	6252	5.90	60.15
RESISTENCIA PROMEDIO					5.26	53.68


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


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.3.7.

ensayo de compresión de la unidad de albañilería de ladrillo patrón + 10% de TT



Certificado INDECOPÍ N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VASQUEZ MICHAEL
Proyecto Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"

Ubicación Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : resistencia a la compresion de unidades de albañileria con teja reciclada (f'b)

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA	ÁREA	F'b	F'b
			(N)	(mm ²)	(Mpa)	(Kg/Cm2)
LADRILLO CON TEJA RECICLADA AL 10%						
01	L-01-TT	10/06/2022	39590	6848.08	5.78	58.95
02	L-02-TT	10/06/2022	39290	6615.00	5.94	60.57
03	L-03-TT	10/06/2022	34520	6885.00	5.01	51.13
04	L-04-TT	10/06/2022	34280	6514.63	5.26	53.66
05	L-05-TT	10/06/2022	40350	6841.70	5.90	60.14
RESISTENCIA PROMEDIO					5.58	56.89


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


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.3.8.

ensayo de compresión de la unidad de albañilería de ladrillo patrón + 15% de TT



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VASQUEZ MICHAEL
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022
Norma : NTP 399.613.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.
Ensayo : resistencia a la compresion de unidades de albañilería con teja reciclada (f'b)

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA	ÁREA	F'b	F'b
			(N)	(mm ²)	(Mpa)	(Kg/Cm2)
LADRILLO CON TEJA RECICLADA AL 15%						
01	L-01-TT	10/06/2022	46390	6906	6.72	68.50
02	L-02-TT	10/06/2022	45310	6715	6.75	68.80
03	L-03-TT	10/06/2022	42840	7005	6.12	62.36
04	L-04-TT	10/06/2022	49930	3850	12.97	132.24
05	L-05-TT	10/06/2022	41450	35373	1.17	11.95
RESISTENCIA PROMEDIO					6.74	68.77


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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.3.9.

ensayo de compresión de la unidad de albañilería de ladrillo patrón + 20% de TT



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VASQUEZ MICHAEL
Proyecto : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de junio del 2022

Norma : NTP 399.613.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : resistencia a la compresion de unidades de albañilería con teja reciclada (f'b)

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA	ÁREA	F'b	F'b
			(N)	(mm ²)	(Mpa)	(Kg/Cm2)
LADRILLO CON TEJA RECICLADA AL 20%						
01	L-01-TT	10/06/2022	71110	6752.81	10.53	107.38
02	L-02-TT	10/06/2022	59660	6765.63	8.82	89.92
03	L-03-TT	10/06/2022	54150	6990.50	7.75	78.99
04	L-04-TT	10/06/2022	52150	6725.03	7.75	79.07
05	L-05-TT	10/06/2022	51180	4107.25	12.46	127.07
RESISTENCIA PROMEDIO					9.46	96.49



ANEXO B

Ensayo de resistencia a la compresión de prismas
de albañilería (f'm)

Anexo 3.3.10.

ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo patrón



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VÁSQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de elaboración : 10 junio,2022
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería ladrillo patron (F'm).
Referencia : N.T.P. 399.605 : 2018

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	LP-01	10/06/2022	208	126	238	26041	1.89	37500	1.44	1.07	1.54	15.71
02	LP-02	10/06/2022	210	130	228	27300	1.75	35500	1.30	1.05	1.37	13.92
03	LP-03	10/06/2022	215	130	233	27950	1.79	36800	1.32	1.05	1.38	14.10
04	LP-04	10/06/2022	213	126	226	26775	1.79	41900	1.56	1.05	1.64	16.76
05	LP-05	10/06/2022	215	123	230	26338	1.88	42500	1.61	1.07	1.73	17.61
06	LP-06	10/06/2022	218	125	299	27188	1.99	36000	1.32	1.06	1.40	14.25

OBSERVACIONES:

- bp: Largo del prisma; ap: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo 3.3.11.

ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo patrón + 5% de TT



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VÁSQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
 Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
 Fecha de elaboración : Lunes, 2 mayo,2022
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería conteja triturada (F'_m).
 Referencia : N.T.P. 399.605 : 2018

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo	lp	tp	hp	Área	hp/tp	Carga	f'_m	Factor	f_{mt}	f_{mt}
Nº		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)		(N)	(Mpa)	Correc.	(Mpa)	(kg/cm ²)
CON TEJA TRITURADA AL 5%												
01	LTT-01	10/06/2022	214	130	230	27820	1.77	31700.00	1.14	1.08	1.23	12.55
02	LTT-02	10/06/2022	218	128	228	27731	1.78	32990.00	1.19	1.08	1.28	13.10
03	LTT-03	10/06/2022	225	128	229	28624	1.80	38690.00	1.35	1.09	1.47	15.02
04	LTT-04	10/06/2022	223	133	232	29481	1.75	33720.00	1.14	1.06	1.21	12.36
05	LTT-05	10/06/2022	217	128	228	27604	1.78	35210.00	1.28	1.08	1.38	14.05
RESISTENCIA PROMEDIO											1.32	13.42



WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.3.12.

ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo patrón + 10% de TT



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

Solicitante : VÁSQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
Fecha de elaboración : Lunes, 2 mayo,2022
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería conteja triturada (F´m).
Referencia : N.T.P. 399.605 : 2018

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo	lp	tp	hp	Área	hp/tp	Carga	f´ _m	Factor	f _{mt}	f _{mt}
Nº		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)		(N)	(Mpa)	Correc.	(Mpa)	(kg/cm ²)
CON TEJA TRITURADA AL 10%												
01	LTT-01	10/06/2022	218	128	233	27731	1.82	54470	1.96	1.08	2.12	21.63
02	LTT-02	10/06/2022	223	125	228	27813	1.82	59350	2.13	1.08	2.30	23.50
03	LTT-03	10/06/2022	220	128	230	28050	1.80	57420	2.05	1.09	2.23	22.75
04	LTT-04	10/06/2022	218	130	228	28340	1.75	62370	2.20	1.06	2.33	23.79
05	LTT-05	10/06/2022	214	135	228	28890	1.69	56820	1.97	1.08	2.12	21.66
RESISTENCIA PROMEDIO											2.22	22.67



Anexo 3.3.13.

ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo patrón + 15% de TT



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VÁSQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
 Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
 Fecha de elaboración : Lunes, 2 mayo,2022
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería con teja triturada (F'm).
 Referencia : N.T.P. 399.605 : 2018

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo	lp	tp	hp	Área	hp/tp	Carga	f'm	Factor	f _{mt}	f _{mt}
Nº		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)		(N)	(Mpa)	Correc.	(Mpa)	(kg/cm ²)
CON TEJA TRITURADA AL 15%												
01	LTT-01	10/06/2022	215	128	233	27413	1.83	77380.00	2.82	1.08	3.05	31.09
02	LTT-02	10/06/2022	216	129	230	27692	1.79	75080.00	2.71	1.06	2.87	29.31
03	LTT-03	10/06/2022	219	128	232	27859	1.82	72460.00	2.60	1.08	2.81	28.64
04	LTT-04	10/06/2022	225	125	229	28125	1.83	76420.00	2.72	1.08	2.93	29.92
05	LTT-05	10/06/2022	221	128	229	28178	1.79	82540.00	2.93	1.07	3.13	31.96
RESISTENCIA PROMEDIO											2.96	30.18

LEMS W&C EIRL

 WILSON OLAYA AGUILAR
 TCC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo 3.3.14.

ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo patrón + 20% de TT



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VÁSQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
 Proyecto / Obra :
 Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
 Fecha de elaboración : Lunes, 2 mayo,2022
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería con teja triturada (F' m).
 Referencia : N.T.P. 399.605 : 2018

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo	lp	tp	hp	Área	hp/tp	Carga	f' m	Factor	f _{mt}	f _{mt}
Nº		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)		(N)	(Mpa)	Correc.	(Mpa)	(kg/cm ²)
CON TEJA TRITURADA AL 20%												
01	LTT-01	10/06/2022	226	126	229	28413	1.82	84780	2.98	1.08	3.22	32.86
02	LTT-02	10/06/2022	228	128	230	29006	1.80	82940	2.86	1.06	3.03	30.91
03	LTT-03	10/06/2022	217	127	230	27451	1.82	99420	3.62	1.08	3.91	39.89
04	LTT-04	10/06/2022	226	128	231	28815	1.81	85690	2.97	1.08	3.21	32.75
05	LTT-05	10/06/2022	233	124	229	28830	1.85	88710	3.08	1.07	3.29	33.57
RESISTENCIA PROMEDIO											3.33	34.00



Anexo 3.3.15.

ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo patrón + 5% de EA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VÁSQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
 Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
 Fecha de elaboraciór : Lunes, 2 mayo,2022
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería con escoria de aluminio (F'm).
 Referencia : N.T.P. 399.605 : 2018

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo	lp	tp	hp	Área	hp/tp	Carga	f' m	Factor	f _{mt}	f _{mt}
Nº		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)		(N)	(Mpa)	Correc.	(Mpa)	(kg/cm ²)
CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 5%												
01	LEA-01	10/06/2022	218	130	230	28275	1.77	35500.00	1.26	1.08	1.36	13.83
02	LEA-02	10/06/2022	213	128	228	27094	1.78	36500.00	1.35	1.08	1.45	14.84
03	LEA-03	10/06/2022	213	128	229	27094	1.80	39400.00	1.45	1.09	1.59	16.16
04	LEA-04	10/06/2022	218	133	232	28819	1.75	33200.00	1.15	1.06	1.22	12.45
05	LEA-05	10/06/2022	218	128	228	27731	1.78	41300.00	1.49	1.08	1.61	16.40
RESISTENCIA PROMEDIO											1.45	14.74

LEMS W&C EIRL

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

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

Anexo 3.3.16.

ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo patrón + 10% de EA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VÁSQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
 Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
 Fecha de elaboración : Lunes, 2 mayo,2022
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería con escoria de aluminio (F'm).
 Referencia : N.T.P. 399.605 : 2018

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo	lp	tp	hp	Área	hp/tp	Carga	f'm	Factor	f _{mt}	f _{mt}
Nº		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)		(N)	(Mpa)	Correc.	(Mpa)	(kg/cm ²)
CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 10%												
01	LEA-01	10/06/2022	208	128	233	26456	1.82	68310	2.58	1.08	2.79	28.44
02	LEA-02	10/06/2022	213	125	228	26563	1.82	69710	2.62	1.08	2.83	28.90
03	LEA-03	10/06/2022	208	128	230	26456	1.80	63640	2.41	1.09	2.62	26.74
04	LEA-04	10/06/2022	208	130	228	26975	1.75	63720	2.36	1.06	2.50	25.53
05	LEA-05	10/06/2022	208	135	228	28013	1.69	64010	2.29	1.08	2.47	25.17
RESISTENCIA PROMEDIO											2.64	26.95

LEMS W&C EIRL

 WILSON CLAYA AGUILAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo 3.3.17.

ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo patrón + 15% de EA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VÁSQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
 Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
 Fecha de elaboración : Lunes, 2 mayo,2022
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería con escoria de aluminio (F'm).
 Referencia : N.T.P. 399.605 : 2018

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo	lp	tp	hp	Área	hp/tp	Carga	f' m	Factor	f _{mt}	f _{mt}
Nº		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)		(N)	(Mpa)	Correc.	(Mpa)	(kg/cm ²)
CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 15%												
01	LEA-01	10/06/2022	208	128	233	26456	1.83	35700.00	1.34	1.08	1.45	14.79
02	LEA-02	10/06/2022	214	129	230	27499	1.79	37860.00	2.53	1.06	2.68	27.32
03	LEA-03	10/06/2022	210	128	232	26775	1.82	36500.00	1.33	1.08	1.43	14.61
04	LEA-04	10/06/2022	220	125	229	27500	1.83	37560.00	1.32	1.08	1.42	14.48
05	LEA-05	10/06/2022	224	128	229	28560	1.79	38640.00	1.42	1.07	1.52	15.45
RESISTENCIA PROMEDIO											1.70	17.33



Anexo 3.3.17.

ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo patrón + 20% de EA

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo	lp	tp	hp	Área	hp/tp	Carga	f _m	Factor	f _{mt}	f _{mt}
Nº		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)		(N)	(Mpa)	Correc.	(Mpa)	(kg/cm ²)
CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 20%												
01	LEA-01	10/06/2022	211	126	229	26586	1.82	35700	1.34	1.08	1.45	14.79
02	LEA-02	10/06/2022	118	128	230	14981	1.80	37860	2.53	1.06	2.68	27.32
03	LEA-03	10/06/2022	218	127	230	27514	1.82	36500	1.33	1.08	1.43	14.61
04	LEA-04	10/06/2022	224	128	231	28560	1.81	37560	1.32	1.08	1.42	14.48
05	LEA-05	10/06/2022	220	124	229	27280	1.85	38640	1.42	1.07	1.52	15.45
RESISTENCIA PROMEDIO											1.70	17.33



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VÁSQUEZ TORRES EDWAR, TORRES VÁSQUEZ MICHAEL
 Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
 Fecha de elaboración : Lunes, 2 mayo,2022
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería con escoria de aluminio (F_m).
 Referencia : N.T.P. 399.605 : 2018






ANEXO C

Ensayo de resistencia de albañilería al corte /
compresión diagonal (V'm)

Anexo 3.3.17.

ensayo de resistencia de albañilería al corte / compresión diagonal de ladrillo patrón

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Chiclayo – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com									
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589											
Solicitante		: VASQUEZ TORRES EDWAR, MICHAEL VASQUEZ TORRES									
Proyecto / Obra		: Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"									
Ubicación		: Chiclayo, Lambayeque.									
Fecha de elaboración		: viernes 11, mayo de 2022									
Ensayo		: UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería de ladrillo patrón.									
Referencia		: N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)									
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	M-01-LP	11/05/2022	10/06/2022	30	604	603	124	74501	28410	0.27	2.75
02	M-02-LP	11/05/2022	10/06/2022	30	603	604	125	75406	32922	0.31	3.15
03	M-03-LP	11/05/2022	10/06/2022	30	603	605	129	77884	32216	0.29	2.98
04	M-04-LP	11/05/2022	10/06/2022	30	603	604	128	76914	29195	0.27	2.74
05	M-05-LP	11/05/2022	10/06/2022	30	603	600	129	77261	31578	0.29	2.95
OBSERVACIONES:											
- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.											
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.											
 LEMS W&C EIRL WILSON OLAYA AGUILAR TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS						 Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL CIP. 246904					

Anexo 3.3.18.

ensayo de resistencia de albañilería al corte / compresión diagonal de ladrillo patrón
+ 5% de EA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, MICHAEL VASQUEZ TORRES
Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
: viernes 11, mayo de 2022
Ensayo : UNIDADES DE ALBILERIA. Metodo de ensayo de compresion diagonal en murtes de albañilería con escoria de aluminio (V'm)
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

LADRILLO CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 5%											
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	M-01-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	604	604	128	76978	3842	0.35	3.53
02	M-02-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	603	606	125	75531	3654	0.34	3.42
03	M-03-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	604	603	131	79026	3841	0.34	3.44
04	M-04-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	602	604	132	79563	3522	0.31	3.13
05	M-05-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	601	601	128	76596	3453	0.31	3.19
RESISTENCIA PROMEDIO										0.33	3.34

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.3.19.

ensayo de resistencia de albañilería al corte / compresión diagonal de ladrillo patrón
+ 10% de EA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

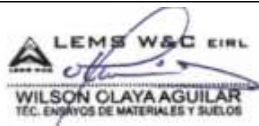
Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, MICHAEL VASQUEZ TORRES
Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
viernes 11, mayo de 2022
Ensayo : UNIDADES DE ALBILERIA. Metodo de ensayo de compresion diagonal en murtes de albañilería con escoria de aluminio (V'm)
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

LADRILLO CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 10%

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	M-01-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	602	604	128	76883	38808	0.36	3.64
02	M-02-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	604	600	130	78260	39505	0.36	3.64
03	M-03-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	602	604	132	79295	40574	0.36	3.69
04	M-04-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	604	601	128	76787	38789	0.36	3.64
05	M-05-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	604	604	130	78186	41751	0.38	3.85
RESISTENCIA PROMEDIO										0.36	3.69




OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.






Anexo 3.3.20.

ensayo de resistencia de albañilería al corte / compresión diagonal de ladrillo patrón
+ 15% de EA

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Chiclayo – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com									
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589											
Solicitante	:	VASQUEZ TORRES EDWAR, MICHAEL VASQUEZ TORRES									
Proyecto / Obra	:	Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"									
Ubicación	:	Chiclayo, Lambayeque.									
	:	viernes 11, mayo de 2022									
Ensayo	:	UNIDADES DE ALBILERIA. Metodo de ensayo de compresion diagonal en murtes de albañilería con escoria de aluminio (V/m)									
Referencia	:	N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)									
LADRILLO CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 15%											
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensavo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	M-01-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	600	604	128	76723	39358	0.36	3.70
02	M-02-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	604	602	131	78960	37543	0.34	3.43
03	M-03-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	601	605	131	78626	37759	0.34	3.46
04	M-04-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	603	607	130	78650	36748	0.33	3.37
05	M-05-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	604	606	129	77678	39348	0.36	3.65
RESISTENCIA PROMEDIO										0.35	3.52
OBSERVACIONES:											
- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.											
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.											
 LEMS W&C EIRL WILSON OLAYA AGUILAR TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS						 Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL CIP. 246904					

Anexo 3.3.21.

ensayo de resistencia de albañilería al corte / compresión diagonal de ladrillo patrón
+ 20% de EA

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Chiclayo – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com									
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589											
Solicitante	:	VASQUEZ TORRES EDWAR, MICHAEL VASQUEZ TORRES									
Proyecto / Obra	:	Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"									
Ubicación	:	Chiclayo, Lambayeque.									
	:	viernes 11, mayo de 2022									
Ensayo	:	UNIDADES DE ALBILERIA. Metodo de ensayo de compresion diagonal en murtes de albañilería con escoria de aluminio (V'm)									
Referencia	:	N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)									
LADRILLO CON ESCORIA DE ALUMINIO AL 20%											
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	M-01-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	602	604	124	74471	36572	0.35	3.54
02	M-02-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	601	306	131	59149	37396	0.45	4.56
03	M-03-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	602	603	129	77389	37376	0.34	3.48
04	M-04-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	604	604	129	77916	36120	0.33	3.34
05	M-05-EA	11/05/2022	10/06/2022	30	605	605	131	78920	37258	0.33	3.40
RESISTENCIA PROMEDIO										0.36	3.67
OBSERVACIONES:											
- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.											
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.											
 LEMS W&C EIRL WILSON CLAYA AGUILAR TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS						 Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL CIP. 246904					

Anexo 3.3.22.

ensayo de resistencia de albañilería al corte / compresión diagonal de ladrillo patrón
+ 5% de TT



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, MICHAEL VASQUEZ TORRES
Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
viernes 11, mayo de 2022
Ensayo : UNIDADES DE ALBILERIA. Metodo de ensayo de compresion diagonal en murtes de albañilería con teja triturada (V m)
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

LADRILLO CON TEJA TRITURADA AL 5%

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	M-01-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	602	602	128	76723	34276	0.32	3.22
02	M-02-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	603	603	126	75947	34963	0.33	3.32
03	M-03-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	604	604	126	76073	33511	0.31	3.18
04	M-04-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	603	601	133	80033	34865	0.31	3.14
05	M-05-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	603	604	129	77550	30234	0.28	2.81
RESISTENCIA PROMEDIO										0.31	3.13

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.3.23.

ensayo de resistencia de albañilería al corte / compresión diagonal de ladrillo patrón
+ 10% de TT



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, MICHAEL VASQUEZ TORRES
Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
viernes 11, mayo de 2022
Ensayo : UNIDADES DE ALBILERIA. Metodo de ensayo de compresion diagonal en murtes de albañilería con teja triturada (V'm)
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

LADRILLO CON TEJA TRITURADA AL 10%

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensavo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	M-01-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	604	602	129	77723	46038	0.42	4.27
02	M-02-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	603	601	129	77594	42517	0.39	3.95
03	M-03-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	605	603	130	78186	40662	0.37	3.75
04	M-04-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	603	604	130	78153	38416	0.35	3.54
05	M-05-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	605	603	128	77280	41800	0.38	3.90
RESISTENCIA PROMEDIO										0.38	3.88

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.3.24.

ensayo de resistencia de albañilería al corte / compresión diagonal de ladrillo patrón
+ 15% de TT



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, MICHAEL VASQUEZ TORRES
Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
viernes 11, mayo de 2022
Ensayo :
UNIDADES DE ALBILERIA. Metodo de ensayo de compresion diagonal en murtes de albañilería con teja triturada (V m)
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

LADRILLO CON TEJA TRITURADA AL 15%											
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	M-01-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	603	602	129	77690	52248	0.48	4.85
02	M-02-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	603	604	130	78121	51483	0.47	4.75
03	M-03-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	604	603	128	76914	50541	0.46	4.74
04	M-04-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	604	605	129	77646	52081	0.47	4.84
05	M-05-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	604	604	131	78822	51709	0.46	4.73
RESISTENCIA PROMEDIO										0.47	4.78

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo 3.3.25.

ensayo de resistencia de albañilería al corte / compresión diagonal de ladrillo patrón
+ 20% de TT



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Senicios S0608589

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

Solicitante : VASQUEZ TORRES EDWAR, MICHAEL VASQUEZ TORRES
Proyecto / Obra : Tesis: "CARACTERIZACION FISICO MECANICO DE LADRILLOS ARTESANALES DE ARCILLA USANDO ESCORIAS DE ALUMINIO Y TEJA TRITURADA"
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
viernes 11, mayo de 2022
Ensayo : UNIDADES DE ALBILERIA. Metodo de ensayo de compresion diagonal en murtes de albañileria con teja triturada (V'm)
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

LADRILLO CON TEJA TRITURADA AL 15%

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	M-01-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	603	604	126	75978	68130	0.63	6.46
02	M-02-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	601	604	131	78561	64187	0.58	5.89
03	M-03-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	603	603	130	78089	63157	0.57	5.83
04	M-04-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	604	602	126	75947	60665	0.56	5.76
05	M-05-TT	11/05/2022	10/06/2022	30	604	605	126	75802	64030	0.60	6.09
RESISTENCIA PROMEDIO										0.59	6.01

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 4

Ficha técnica de mortero para asentado de

ladrillos y bloques

MORTERO PARA ASENTADO DE LADRILLOS Y BLOQUES



☐ Materiales

Cemento:

Conforme a las normas
ASTM C150 / NTP 334.009. ASTM C595 / NTP 334.090. ASTM C1157 / NTP 334.082.

Agregados:

Conforme a ASTM C33 / NTP 400.047, con gradación ajustada para darle al mortero homogeneidad en la mezcla y trabajabilidad.

Adiciones:

Dosificadas especialmente para conferirle al mortero mayor adherencia, plasticidad y facilidad de colocación.

☐ Modo de Empleo

Preparar:

El lugar en donde se va a realizar el trabajo. Verificar que los bloques, piedras o ladrillos estén libres de polvo; Humedecer ligeramente.

Colocar:

El contenido de la bolsa en un recipiente limpio y seco.

Agregar:

La cantidad de agua recomendada ($7.0 \pm 0.5L$). Mezclar hasta lograr una consistencia uniforme.

Aplicar:

Rapímix para asentar piedra, ladrillos y bloques. No utilizar la mezcla luego de 2 horas del mezclado inicial.



