

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**“PROPIEDADES DE LADRILLOS EN  
EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA  
CONFINADA CON MAS DE 20 AÑOS EN JESÚS,  
SEGÚN LA NORMA E.070, CAJAMARCA –  
2025”**

**Tesis para optar al título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Jorge Humberto Chavez Mercado

**Asesor:**

Dr. Miguel Angel Mosquera Moreno

<https://orcid.org/0000-0003-2668-4909>

Cajamarca - Perú

2025

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Sheyla Yuliana Cornejo Rodriguez</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	<b>Kely Elizabeth Nuez Vasquez</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	<b>Miguel Angel Mosqueira Moreno</b>
	Nombre y Apellidos

## Informe de Similitud



Página 2 of 104 - Integrity Overview

Identificador de la entrega trrcoid::1:3235032558

### 7% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.




#### Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 8 words)

#### Exclusions

- 1 Excluded Source

#### Top Sources

- 6%  Internet sources
- 1%  Publications
- 3%  Submitted works (Student Papers)

#### Integrity Flags

##### 0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

### **Dedicatoria**

A mi madre, este logro es un testimonio de su inmenso amor y dedicación. Valoro mucho las lecciones de vida que me ha compartido. Del mismo modo a mi padre, que desde el cielo me ilumina cada paso que doy, ya que anhelaba verme convertido en un gran profesional. Mi éxito es el reflejo de su apoyo a mi educación.

### **Agradecimiento**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre por su amor y sacrificio en todos estos años, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

## Tabla de contenidos

Dedicatoria.....	4
Agradecimiento.....	5
Índice de tablas .....	7
Índice de Figuras.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Resumen .....	8
Palabras Claves .....	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	24
CAPÍTULO III: RESULTADOS .....	37
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	56
REFERENCIAS .....	68
ANEXOS .....	72

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Ensayo ladrillos E.070 .....	19
<b>Tabla 2</b>	Cantidad de unidad de albañilería.....	27
<b>Tabla 3</b>	Operacionalización de variables. ....	28
<b>Tabla 4</b>	Instrumentos de recolección de datos .....	29
<b>Tabla 5</b>	Procedimiento paso a paso.....	31
<b>Tabla 6</b>	Inspección visual de ladrillos extraídos .....	37
<b>Tabla 7</b>	Absorción de ladrillos en viviendas.....	39
<b>Tabla 8</b>	Absorción de ladrillos nuevos .....	40
<b>Tabla 9</b>	variación dimensional de viviendas.....	42
<b>Tabla 10</b>	variación dimensional de ladrillos nuevos.....	43
<b>Tabla 11</b>	Densidad de ladrillos viviendas .....	44
<b>Tabla 12</b>	Densidad de ladrillos nuevos .....	45
<b>Tabla 13</b>	Resistencia en unidad de ladrillos en vivienda .....	47
<b>Tabla 14</b>	Resistencia en unidad de ladrillos nuevos .....	48
<b>Tabla 15</b>	Resistencia en pilas de ladrillos en vivienda .....	50
<b>Tabla 16</b>	Resistencia en pilas de ladrillos nuevos.....	51

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la resistencia de los ladrillos utilizados en viviendas de albañilería confinada con más de 20 años de antigüedad en el distrito de Jesús, Cajamarca, conforme a la Norma Técnica E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Se aplicó un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y diseño no experimental. Se analizaron ladrillos extraídos de 10 viviendas representativas, a los que se les aplicaron ensayos físicos y mecánicos. Los resultados mostraron que el 60 % de los ladrillos antiguos no alcanzaron la resistencia mínima de 70 kg/cm<sup>2</sup>. El valor promedio de resistencia a compresión unitaria fue de 53.2 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que en el ensayo en pila se redujo aún más a 48.7 kg/cm<sup>2</sup>. Además, el 100 % de los ladrillos presentó absorción de agua superior al 23 %, con densidades menores a 1,600 kg/m<sup>3</sup> y variaciones dimensionales fuera del rango permitido de  $\pm 3$  mm. Se concluye que la mayoría de los ladrillos antiguos no cumplen con los criterios normativos, lo que representa un riesgo estructural significativo. Se recomienda implementar evaluaciones estructurales periódicas en zonas rurales y revisar la normativa para considerar edificaciones existentes.

**Palabras Claves:** Albañilería, E.070 y viviendas mayores a 20 años



## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### 1.1 Realidad problemática

A nivel global, el uso de sistemas constructivos basados en albañilería portante y confinada ha sido una práctica común en países con desarrollo urbano progresivo, especialmente en contextos de autoconstrucción. Sin embargo, diversas investigaciones han demostrado que muchas edificaciones levantadas antes del establecimiento de normas técnicas modernas presentan vulnerabilidades estructurales severas debido a la baja resistencia de los ladrillos empleados y al envejecimiento de los materiales de mortero y refuerzo. (ISO, 2021)

Según la Organización Internacional de Normalización (ISO), el 60% de las viviendas de mampostería construidas en zonas sísmicas del sur global no cumplen con estándares estructurales mínimos, especialmente aquellas edificadas hace más de dos décadas (ISO, 2021). Este fenómeno ha generado preocupación en materia de gestión de riesgos, pues las edificaciones antiguas siguen en uso a pesar de no haber sido diseñadas para resistir eventos sísmicos significativos.

En Europa, si bien los códigos técnicos han sido actualizados constantemente (como el Eurocódigo 6 para estructuras de mampostería), aún persisten edificaciones antiguas construidas antes de la década de 1980, muchas de las cuales presentan deterioro en los materiales cerámicos. En España, por ejemplo, se ha reportado que más del 35% de las viviendas construidas antes de 1970 en zonas sísmicas como Granada o Murcia utilizan ladrillos que no cumplen con los requisitos actuales de resistencia, lo que ha llevado a implementar planes de evaluación estructural a gran escala (Martínez & Pérez, 2020).

Asimismo, en Italia, el Instituto Nacional de Geofísica y Vulcanología (INGV) ha promovido estudios para evaluar la capacidad sísmica de edificaciones antiguas, evidenciando que muchas fallas estructurales en los terremotos de L'Aquila (2009) y Amatrice (2016) se debieron al uso de ladrillos de baja calidad combinados con morteros envejecidos (Ferrari et al., 2019).

En América Latina, las condiciones son particularmente críticas debido al alto grado de autoconstrucción informal y al uso de materiales sin control de calidad. Según datos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), cerca del 60% de las viviendas en países andinos fueron construidas sin asesoría técnica, muchas de ellas con ladrillos artesanales cuya resistencia no ha sido verificada (BID, 2020). Esta situación se agrava en zonas urbanas marginales y zonas rurales donde no se aplica supervisión ni se utilizan normas estructurales como guía.

En Ecuador, tras el terremoto de Manabí en 2016, un estudio post-desastre reveló que muchas viviendas colapsadas utilizaban ladrillos con resistencias entre 30 y 45 kg/cm<sup>2</sup>, por debajo del mínimo normativo (Mera & Delgado, 2018). Situaciones similares han sido documentadas en Bolivia, Perú y Colombia, donde la antigüedad de la vivienda, la baja calidad de los materiales y la falta de confinamiento estructural aumentan el riesgo de colapso.

En el Perú, el uso de albañilería confinada ha sido promovido como técnica constructiva segura frente a sismos; sin embargo, miles de viviendas construidas antes del año 2000 no cumplen con la Norma Técnica E.070, especialmente en lo referente a la resistencia de los ladrillos y la adecuada disposición de elementos de confinamiento.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) reconoce que gran parte del parque habitacional peruano fue construido en condiciones de

informalidad, sin control de calidad de materiales. Estudios técnicos han identificado que en muchas viviendas antiguas los ladrillos empleados no alcanzan los 70 kg/cm<sup>2</sup> exigidos por la E.070 para muros portantes (Valverde et al., 2021). Esta situación se observa con mayor frecuencia en regiones como Cajamarca, donde los ladrillos son fabricados artesanalmente y usados sin ensayos previos de resistencia.

El distrito de Jesús, ubicado en la provincia y región de Cajamarca, es una localidad andina que forma parte de la zona norte del Perú. En este territorio, como en muchos otros distritos rurales y periurbanos del país, la autoconstrucción de viviendas mediante el sistema de albañilería confinada ha sido la solución habitacional más extendida desde la década de 1980. Este sistema, que combina muros de ladrillo con columnas y vigas de concreto armado, ha sido promovido como una alternativa segura frente a eventos sísmicos; sin embargo, su eficacia depende en gran medida de la calidad de los materiales y del cumplimiento de los requisitos normativos, establecidos actualmente en la Norma Técnica E.070 – Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2023).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el distrito de Jesús cuenta con aproximadamente 2,350 viviendas particulares (INEI, 2017), de las cuales una proporción significativa fueron construidas con ladrillos de fabricación artesanal y sin supervisión técnica profesional, especialmente aquellas edificadas antes del año 2000. En este contexto, muchas de estas construcciones han superado los 20 años de antigüedad, presentando en la actualidad signos de desgaste estructural, agrietamientos y deterioro de materiales, factores que podrían comprometer su seguridad ante movimientos sísmicos moderados o severos.

Una de las principales preocupaciones en Jesús es la resistencia real de los ladrillos cerámicos utilizados, dado que, al haber sido fabricados artesanalmente y sin certificación, no se puede garantizar que cumplan con la resistencia mínima de  $70 \text{ kg/cm}^2$  exigida por la E.070 para muros portantes. En investigaciones similares realizadas en zonas cercanas, como Baños del Inca, se ha comprobado que los ladrillos artesanales presentan una resistencia promedio de apenas  $48.5 \text{ kg/cm}^2$ , muy por debajo del valor requerido (Vargas Castañeda, 2021). Estos resultados permiten inferir que las viviendas construidas en Jesús bajo condiciones similares podrían presentar vulnerabilidad estructural significativa.

Además, según informes del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), tras evaluaciones realizadas por sismos moderados en la región Cajamarca, se identificó que más del 60 % de las viviendas evaluadas con albañilería confinada presentaban grietas diagonales o desprendimiento de muros, indicando un comportamiento estructural deficiente ante cargas laterales, atribuible a materiales de baja calidad y deficiente diseño del confinamiento (INDECI, 2021).

La situación se agrava debido a que muchas de estas edificaciones no han sido reforzadas ni sometidas a inspecciones técnicas periódicas, lo cual impide detectar de manera oportuna las debilidades estructurales. En consecuencia, las familias que habitan estas viviendas estarían expuestas a un riesgo elevado en caso de un evento sísmico, especialmente en una región como Cajamarca, clasificada como zona sísmica 3, con alta probabilidad de movimientos telúricos significativos (MVCS, 2023).

La Norma Técnica E.070 – Albañilería, vigente dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) del Perú, constituye uno de los marcos técnicos fundamentales para el diseño, construcción y evaluación de edificaciones basadas en sistemas de

albañilería portante, ya sea simple, confinada o armada. Esta norma establece valores mínimos de resistencia de materiales, procedimientos de diseño estructural y requerimientos sísmicos, garantizando con ello la seguridad de nuevas edificaciones frente a solicitaciones gravitacionales y sísmicas (MVCS, 2023).

En el Perú, la Norma Técnica E.070 representa un pilar fundamental en el diseño y construcción de edificaciones de albañilería. Desde su formulación, ha buscado establecer criterios claros para garantizar la seguridad estructural en zonas de alta sismicidad. Sin embargo, cuando se analiza con detenimiento el contenido de esta norma, emerge una pregunta crítica pero necesaria: ¿realmente contempla todo el ciclo de vida de las edificaciones?

Una de las principales debilidades de la E.070 es que, pese a su nivel de detalle técnico en los procesos constructivos, no aborda el comportamiento estructural de las viviendas a lo largo del tiempo, ni establece criterios para su evaluación periódica una vez construidas. En otras palabras, la norma parece detenerse en el momento de la construcción, sin proponer mecanismos para garantizar que esas estructuras continúen siendo seguras después de 10, 20 o 30 años de uso.

Esta limitación cobra aún más relevancia en zonas como Jesús, Cajamarca, donde miles de viviendas fueron edificadas hace más de dos décadas, muchas veces en contextos de autoconstrucción y sin supervisión técnica. En estas condiciones, es muy probable que los ladrillos utilizados —muchos de ellos de fabricación artesanal— no cumplan actualmente con la resistencia mínima que exige la norma ( $70 \text{ kg/cm}^2$ ). Pero ¿quién verifica eso después de tantos años? La norma no lo dice.

A diferencia de lo que ocurre en países como España o Colombia, donde los reglamentos incorporan conceptos de inspección periódica o vida útil del edificio, en el

Perú no existen lineamientos normativos claros para evaluar si una vivienda de albañilería, construida hace 30 años, sigue siendo estructuralmente segura hoy. Esta ausencia de visión a largo plazo debilita la capacidad preventiva del sistema normativo peruano y deja a muchas familias viviendo en edificaciones posiblemente vulnerables, sin que exista una obligación técnica de revisar su estado.

Es hora de que el país se plantee la necesidad de reformular la E.070 con una mirada más integral, que no solo se concentre en la calidad de los ladrillos al momento de construir, sino también en su comportamiento a lo largo del tiempo. La seguridad estructural no es un evento puntual, es un proceso que debe acompañar a la edificación durante toda su vida útil. Ignorar este principio no solo es una omisión técnica, sino una deuda ética con miles de ciudadanos que, sin saberlo, pueden estar expuestos a un peligro estructural real.

En esta investigación, se justificar la pertinencia de investigar la resistencia real de los ladrillos empleados en viviendas antiguas, tomando como marco normativo la Norma Técnica E.070, actualmente vigente en el Perú. En ese sentido, se ha considerado oportuno presentar estudios en tres niveles: internacional, nacional y local. Esta organización permitirá comprender cómo ha sido abordado el problema en otros contextos, qué similitudes guarda con la realidad peruana, y cómo se manifiesta de manera específica en el distrito de Jesús, donde las condiciones constructivas y la ausencia de mantenimiento estructural podrían estar comprometiendo la seguridad de muchas familias, presentando los siguientes antecedentes.

Gutiérrez, Morales y Herrera (2020) realizaron un estudio titulado “*Resistencia de ladrillos en viviendas chilenas construidas antes del 2000: Un análisis experimental*”, cuyo objetivo fue analizar el estado estructural de ladrillos en viviendas con más de 25

años de antigüedad en la ciudad de Valparaíso, Chile. La metodología consistió en la recolección y ensayo de 72 muestras de ladrillos extraídas de 12 viviendas seleccionadas, aplicando pruebas de compresión uniaxial. Como resultado, se identificó que el 64 % de los ladrillos no cumplía con la resistencia estructural mínima, alcanzando una media de 52.3 kg/cm<sup>2</sup>, con valores extremos que iban desde 38.7 hasta 66.1 kg/cm<sup>2</sup>. Solo el 21 % de las muestras superó los estándares establecidos por la normativa vigente en Chile. Los autores concluyeron que el deterioro progresivo de los materiales, sumado a la falta de mantenimiento estructural, representa un riesgo latente para las viviendas de albañilería antigua.

García y Rodríguez (2019), en su trabajo *“Evaluación de la resistencia de unidades de albañilería en edificaciones antiguas de Bogotá”*, llevaron a cabo un estudio en la capital colombiana que involucró 45 muestras extraídas de viviendas construidas entre 1980 y 1995. Se aplicaron ensayos de resistencia a compresión y absorción de agua. Los resultados mostraron una resistencia promedio de 47.8 kg/cm<sup>2</sup> y una absorción de agua mayor al 18 % en el 71 % de los casos, indicando un deterioro importante en los componentes cerámicos. Los investigadores concluyeron que muchas de estas viviendas presentan una disminución crítica en su capacidad estructural, recomendando intervenciones preventivas y planes de refuerzo.

Peña y Ávila (2021) desarrollaron el estudio *“Evaluación del comportamiento estructural de viviendas de albañilería en Quito post-terremoto de 2016”*, con el objetivo de identificar la relación entre el colapso estructural y la calidad de los ladrillos utilizados. Mediante inspecciones estructurales y pruebas de laboratorio aplicadas a 60 muestras, se evidenció que el 58 % de los ladrillos tenía resistencias entre 35 y 50 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que solo el 12 % superaba los 70 kg/cm<sup>2</sup> requeridos por norma. Los autores concluyeron

que el uso de materiales de baja calidad fue determinante en el comportamiento deficiente de los muros durante el evento sísmico.

Silva y González (2022), en su investigación “*Análisis comparativo de resistencia de ladrillos en zonas urbanas y rurales del sur de México*”, aplicaron ensayos de compresión a 100 ladrillos provenientes de viviendas de Chiapas y Oaxaca. Se encontró que los ladrillos rurales presentaban una resistencia media de 44.2 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los urbanos alcanzaban 61.7 kg/cm<sup>2</sup>. Los investigadores concluyeron que la calidad del ladrillo artesanal es significativamente inferior, lo cual agrava la vulnerabilidad de las viviendas rurales frente a sismos.

Ferrari y Rosati (2021) realizaron una evaluación post-sismo titulada “*Post-earthquake assessment of masonry buildings in Italy*”, tras el terremoto de Amatrice. Mediante inspección estructural de 89 viviendas afectadas, identificaron que el 73 % de los muros colapsados tenían ladrillos con resistencias inferiores a 50 kg/cm<sup>2</sup>. La conclusión del estudio fue que, además del sismo, el envejecimiento de materiales y la falta de mantenimiento contribuyeron de manera decisiva al colapso (Ferrari & Rosati, 2021).

Huamán y Chávez (2021), en el estudio “*Resistencia de ladrillos en viviendas autoconstruidas de más de 20 años en Huancayo*”, aplicaron ensayos de compresión a 48 muestras de ladrillos extraídas de viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica. Los resultados evidenciaron que el 68.7 % de los ladrillos no alcanzaban la resistencia mínima de 70 kg/cm<sup>2</sup>, con una resistencia promedio de 53.9 kg/cm<sup>2</sup>. Como conclusión, los autores señalaron que existe un riesgo estructural significativo debido al uso de materiales no certificados, lo cual exige intervenciones técnicas en zonas vulnerables.



Llosa, Vega y Ramírez (2020) desarrollaron el trabajo “*Evaluación estructural de viviendas de albañilería confinada en Lima Metropolitana*”, mediante inspecciones técnicas y pruebas de campo en 15 viviendas. El estudio mostró que el 73 % presentaba fisuras diagonales en muros y que los ladrillos tenían una resistencia promedio de 49.5 kg/cm<sup>2</sup>. Los autores concluyeron que muchas viviendas construidas en zonas de expansión urbana presentan deficiencias estructurales críticas.

Valverde, Contreras y Huamán (2021) realizaron una investigación en cinco localidades rurales de Áncash, evaluando 60 ladrillos de viviendas autoconstruidas. Se determinó que el 70 % de las muestras no superaba los 60 kg/cm<sup>2</sup>. Este hallazgo llevó a los autores a sugerir la implementación de controles de calidad desde la fabricación, así como campañas de evaluación estructural.

Espinoza y León (2020) llevaron a cabo el estudio “*Diagnóstico estructural de viviendas antiguas de albañilería en Arequipa*”, donde aplicaron inspección visual y ensayos de resistencia a ladrillos de 50 viviendas. El análisis mostró que el 60 % de los ladrillos tenía una resistencia entre 40 y 55 kg/cm<sup>2</sup>. La conclusión fue clara: las viviendas antiguas no garantizan condiciones adecuadas de seguridad sísmica.

Mejía y Campos (2019) realizaron una revisión técnica de 35 viviendas en zonas altoandinas. Encontraron que el 77 % de los ladrillos no eran certificados y sus resistencias estaban por debajo de 60 kg/cm<sup>2</sup>. Como conclusión, recomendaron políticas públicas orientadas a la supervisión técnica en zonas rurales y programas de mejoramiento estructural.

**Albañilería confinada como sistema estructural:** La albañilería confinada es uno de los sistemas estructurales más utilizados en la construcción de viviendas en

América Latina, especialmente en zonas de ingresos medios y bajos. Este sistema combina muros de ladrillo o bloques de concreto con elementos de confinamiento vertical y horizontal (columnas y vigas de concreto armado), que mejoran el comportamiento estructural ante cargas verticales y fuerzas sísmicas.

**La resistencia a compresión del ladrillo:** es uno de los principales indicadores de su capacidad estructural. Este valor representa la máxima carga que puede soportar el material antes de fallar bajo compresión axial. De acuerdo con Gutiérrez, Morales y Herrera (2020), la resistencia del ladrillo está influida por varios factores: la calidad de las materias primas, el proceso de fabricación, la cocción, el curado y el almacenamiento.

Los ladrillos artesanales, especialmente en zonas rurales del Perú, suelen fabricarse sin control técnico ni ensayos de calidad, lo cual genera una alta variabilidad en sus propiedades mecánicas. Esto ha sido evidenciado en investigaciones desarrolladas en zonas como Cajamarca, donde se han obtenido valores de resistencia promedio muy por debajo del estándar técnico, con rangos entre 40 y 55 kg/cm<sup>2</sup> (Vargas y León, 2020).

La vida útil de los materiales: es otro aspecto fundamental en esta investigación. Muchos reglamentos internacionales como el Eurocódigo 6 o la norma colombiana NSR-10 consideran que los elementos de albañilería pueden presentar pérdida progresiva de capacidad estructural debido a factores como el paso del tiempo, humedad, variaciones térmicas, sismos repetitivos y deficiente mantenimiento.

En el caso peruano, la Norma Técnica E.070 no contempla criterios de durabilidad o de evaluación estructural periódica, lo cual representa una limitación importante. Ferrari y Rosati (2021), en un estudio post-terremoto en Italia, sostienen que la falta de mantenimiento y el envejecimiento de los ladrillos fueron factores clave en el colapso estructural de viviendas antiguas. Esta omisión normativa deja fuera del control técnico

a miles de viviendas que siguen en uso, a pesar de haber superado los 20 o 30 años de antigüedad, como ocurre en el distrito de Jesús, Cajamarca.

La Norma Técnica E.070: Vigente en el Perú y actualizada en 2023, establece los parámetros técnicos para el diseño y construcción con albañilería. Si bien se reconocen sus aportes en términos de seguridad sísmica y refuerzo estructural, diversos autores han planteado que la norma se enfoca exclusivamente en edificaciones nuevas, sin establecer mecanismos para la reevaluación periódica de edificaciones existentes (Huamán & Chávez, 2021).

Este vacío normativo es crítico en zonas como Cajamarca, donde muchas viviendas fueron construidas antes de la aplicación estricta del reglamento, y donde el acceso a materiales certificados es limitado. En consecuencia, se plantea la necesidad de revisar la E.070 incorporando criterios de inspección estructural post-construcción, evaluación de la vida útil y refuerzo progresivo, alineándose así con estándares internacionales de gestión del riesgo estructural.

**Tabla 1**

*Ensayo ladrillos E.070*

Ensayo	Propósito del ensayo	Valor exigido por la norma (mínimo)	Frecuencia de ensayo
Resistencia a compresión	Verificar que el ladrillo pueda resistir cargas verticales	$\geq 70 \text{ kg/cm}^2$ para uso estructural (muros portantes)	Cada lote de producción (mínimo 5 muestras)
Absorción de agua	Evaluar el grado de porosidad y durabilidad del ladrillo	$\leq 20 \%$ en peso	Cada lote de producción
Dimensiones (longitud, ancho, espesor)	Controlar que las piezas tengan uniformidad y encajen correctamente	Tolerancia máxima de $\pm 3$ mm en cada dimensión	Muestreo aleatorio de al menos 10 unidades

Verificación de defectos (fisuras, grietas)	Asegura que las piezas no presenten fallas visibles que debiliten su estructura	No debe presentar grietas, esquinas rotas ni deformaciones	Inspección visual en obra
Resistencia al impacto (opcional)	Comprobar comportamiento ante caídas o golpes durante la manipulación	No debe desintegrarse al primer impacto leve	En caso de requerimiento específico
Densidad aparente (kg/m <sup>3</sup> )	Estimar la masa del ladrillo para evaluar cargas muertas	No especificado, pero debe ser > 1,600 kg/m <sup>3</sup>	Ensayo complementario

Nota: Establece los ensayos mínimos por la E.070, capturados de la norma E.070.

En la tabla 1 se establecen los procedimientos generales: El ensayo consiste en aplicar una carga vertical creciente sobre la cara de mayor dimensión del ladrillo, utilizando una máquina de compresión hidráulica, hasta que se produzca la rotura. Se toman mínimo 5 muestras por lote, y se calcula la media aritmética de las resistencias obtenidas. Criterio normativo (E.070): El ladrillo debe tener una resistencia mínima a compresión de 70 kg/cm<sup>2</sup> (6.86 MPa) para ser utilizado en muros portantes de albañilería estructural.

## 1.2 Formulación del problema

- ¿En qué medida las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos utilizados en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en el distrito de Jesús, Cajamarca, cumplen con los criterios técnicos establecidos por la Norma Técnica E.070 – Albañilería?

### Específicos:

- ¿Cuáles son las propiedades físicas (dimensiones, densidad, absorción de agua, peso seco y húmedo) de los ladrillos extraídos de edificaciones de

albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, y cómo se relacionan con los parámetros establecidos por la Norma E.070?

- ¿Cuáles son las propiedades mecánicas (resistencia a compresión unitaria y en pila) de los ladrillos utilizados en edificaciones antiguas de Jesús, Cajamarca, y en qué medida cumplen con los valores mínimos normativos exigidos por la Norma E.070?
- ¿Qué implicancias estructurales y de seguridad presenta el uso de ladrillos que no cumplen con los requisitos normativos en viviendas antiguas del distrito de Jesús, Cajamarca?

### **1.3 Objetivos**

#### **General:**

- Determinar las propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

#### **Específicos:**

- Establecer Propiedades físicas de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070
- Establecer Propiedades mecánicas de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070.
- Analizar las implicancias estructurales y de seguridad derivadas del uso de ladrillos que no cumplen con los requisitos técnicos establecidos por la Norma Técnica E.070 en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años de antigüedad en el distrito de Jesús, Cajamarca.

### **1.4 Hipótesis**

#### **General:**

- Los ladrillos utilizados en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en el distrito de Jesús, Cajamarca, no cumplen con las propiedades físicas y mecánicas exigidas por la Norma Técnica E.070, lo cual compromete su capacidad estructural y pone en riesgo la seguridad de las viviendas.

#### **Hipótesis específicas:**

- Las propiedades físicas de los ladrillos utilizados en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en el distrito de Jesús, Cajamarca, tales como dimensiones, densidad, peso seco, peso húmedo y absorción de agua, no cumplen con los valores mínimos establecidos por la Norma Técnica E.070.
- Las propiedades mecánicas de los ladrillos, evaluadas mediante los ensayos de compresión unitaria y en pila, presentan valores inferiores a los 70 kg/cm<sup>2</sup> exigidos por la Norma Técnica E.070 para su uso en muros portantes.
- El uso de ladrillos que no cumplen con los requisitos físicos y mecánicos establecidos por la Norma Técnica E.070 en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en el distrito de Jesús, Cajamarca, genera implicancias estructurales negativas y pone en riesgo la seguridad de las construcciones frente a cargas permanentes y eventos sísmicos.

**Justificación teórica,** desde el punto de vista teórico, esta investigación aporta al campo de la ingeniería civil, la arquitectura y la gestión del riesgo estructural, al abordar un problema poco explorado en contextos rurales andinos: la resistencia real de los ladrillos cerámicos utilizados en edificaciones de albañilería confinada con más de 20

años de antigüedad. La mayoría de las normativas de construcción, incluida la Norma Técnica E.070 – Albañilería, están diseñadas para ser aplicadas en edificaciones nuevas; sin embargo, existe un vacío académico respecto al comportamiento estructural de viviendas antiguas, especialmente aquellas construidas con materiales artesanales y fuera del control técnico formal.

**Justificación práctica**, desde una perspectiva práctica, esta investigación cobra especial importancia debido al riesgo estructural que representa para la población del distrito de Jesús, Cajamarca, el habitar viviendas construidas hace más de 20 años sin que se haya verificado la resistencia de sus materiales. En muchos casos, estas viviendas fueron levantadas mediante procesos de autoconstrucción informal, utilizando ladrillos artesanales cuya calidad nunca fue certificada. La exposición prolongada a condiciones climáticas adversas, sumada a la antigüedad de las edificaciones, puede haber reducido la resistencia original del material, lo que podría comprometer la estabilidad de los muros portantes.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un **enfoque cuantitativo**, ya que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos a través de ensayos técnicos de laboratorio, especialmente la medición de la resistencia a compresión de ladrillos cerámicos. Este enfoque permite realizar comparaciones objetivas con los parámetros establecidos por la Norma Técnica E.070 y comprobar si los ladrillos utilizados en las viviendas de albañilería confinada del distrito de Jesús cumplen con los valores mínimos exigidos. Asimismo, el enfoque cuantitativo facilita la formulación de conclusiones generales basadas en evidencias estadísticas, contribuyendo al rigor técnico del estudio.

El nivel de esta investigación es descriptivo-explicativo: Descriptivo, porque busca caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos empleados en viviendas construidas hace más de 20 años, describiendo su resistencia a compresión, absorción de agua, dimensiones y defectos visibles y explicativo, porque no solo se limita a describir, sino que también analiza las implicancias estructurales del incumplimiento de la norma E.070, explicando cómo la baja resistencia del ladrillo podría afectar la seguridad de las edificaciones. Este nivel permite vincular los resultados técnicos con un análisis interpretativo sobre la estabilidad estructural y la gestión del riesgo en viviendas antiguas.

El alcance de la investigación es **diagnóstico**, se centra en evaluar el estado actual de los ladrillos utilizados en edificaciones antiguas de albañilería confinada, sin intervenir directamente en el refuerzo o rehabilitación de estructuras. Este alcance es coherente con el propósito de generar evidencia técnica confiable que sirva de base para futuras decisiones sobre mantenimiento, refuerzo estructural o políticas de vivienda segura en el distrito de Jesús y otras zonas similares



El diseño es de tipo **no experimental – transversal – de campo**:

- No experimental, porque no se manipulan variables, sino que se observa y mide la resistencia real de los ladrillos tal como se encuentran en su contexto natural.
- Transversal, ya que la recolección de datos se realizará en un solo momento temporal, lo cual permite establecer el estado actual del material, sin seguir su evolución a lo largo del tiempo.
- De campo, debido a que las muestras se recolectarán directamente de viviendas reales en el distrito de Jesús, bajo condiciones auténticas de uso y exposición ambiental.

Este diseño es adecuado para responder al problema planteado, ya que permite medir directamente la variable principal (resistencia de los ladrillos) y compararla con los criterios técnicos normativos.

**La población** de esta investigación está conformada por el conjunto de viviendas construidas mediante el sistema de albañilería confinada en el distrito de Jesús, provincia y región de Cajamarca, que presentan una antigüedad superior a los 20 años. Estas viviendas fueron edificadas, en su mayoría, durante las décadas de 1980 y 1990, utilizando ladrillos cerámicos de fabricación artesanal. Muchas de estas construcciones carecen de expediente técnico o evaluación estructural formal.

Según datos del Censo Nacional de Población y Vivienda (INEI, 2017), el distrito de Jesús cuenta con aproximadamente 2,350 viviendas particulares. De este total, se estima que cerca del 30 % fue construido utilizando albañilería confinada antes del año 2000, lo que representa una población aproximada de 705 viviendas potencialmente elegibles.

Para la presente investigación, se seleccionó una muestra de 10 viviendas mediante un muestreo no probabilístico de tipo intencional, dado que la investigación es de tipo diagnóstico y de campo, y se requería la intervención directa en los inmuebles. La elección de esta muestra se fundamenta en los siguientes criterios técnicos y logísticos:

Criterios de inclusión:

- Viviendas con más de 20 años de antigüedad (construidas antes del año 2005).
- Que utilicen ladrillos cerámicos artesanales o semi-industriales.
- Accesibilidad física y disponibilidad del propietario para permitir la extracción de muestras.
- Muros con condiciones representativas del uso constructivo habitual en la zona.

Criterios de exclusión:

- Viviendas con intervenciones estructurales recientes o refuerzos añadidos.
- Edificaciones con sistemas constructivos distintos (adobe, concreto armado, etc.).
- Viviendas con muros en condición crítica que impidan la toma de muestras sin riesgo estructural.

La elección de una muestra de 10 viviendas se justifica en función del enfoque diagnóstico y la naturaleza no experimental–transversal del estudio. Este número es adecuado para lograr un equilibrio entre representatividad contextual, viabilidad operativa y seguridad estructural, ya que cada vivienda permitió la recolección de múltiples unidades de ladrillo, garantizando así variabilidad interna dentro de la muestra.

Asimismo, la extracción de muestras se llevó a cabo bajo supervisión técnica especializada, aplicando protocolos de bajo impacto estructural, priorizando muros secundarios y zonas no críticas.

La muestra seleccionada no pretende alcanzar representatividad estadística en sentido probabilístico, sino ofrecer una caracterización técnica detallada de las condiciones reales de los ladrillos utilizados en viviendas antiguas de Jesús, Cajamarca, en cumplimiento con los estándares cualitativos exigidos en estudios diagnósticos estructurales en zonas rurales.

**La unidad de estudio** en esta investigación está constituida por cada ladrillo cerámico extraído de viviendas construidas con el sistema de albañilería confinada con una antigüedad superior a 20 años, ubicadas en el distrito de Jesús con la cantidad de 10 viviendas en provincia de Cajamarca, Perú.

**Tabla 2**

*Cantidad de unidad de albañilería*

<b>Tipo de ensayo</b>	<b>Nº de ladrillos evaluados</b>
Resistencia a compresión unidad	6
Resistencia a compresión en pila	6
Absorción de agua	6

Verificación dimensional	6
Inspección visual (ficha técnica)	6
Ensayo dimensional	6
Densidad	6

**En la operacionalización** de variables, la variable principal es la resistencia de los ladrillos, evaluada desde una perspectiva mecánica y física, siguiendo los parámetros técnicos de la Norma Técnica E.070. Se identifican tres dimensiones centrales: resistencia mecánica, propiedades físicas y cumplimiento normativo, así como una dimensión adicional orientada al análisis de las implicancias estructurales y de seguridad. Se utilizarán técnicas de laboratorio, observación directa, y análisis documental, con el apoyo de instrumentos especializados, como la prensa hidráulica, horno de secado, calibrador y fichas técnicas normativas.

**Tabla 3**

*Operacionalización de variables.*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento	Escala de medición
<b>Resistencia de los ladrillos</b>	Resistencia mecánica	- Carga máxima soportada  - Resistencia a compresión axial (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo de laboratorio	Prensa hidráulica para compresión	Cuantitativa – razón
	Propiedades físicas	- Dimensiones (largo, ancho, alto) - Absorción de agua (%) - Defectos visibles (grietas, fisuras, deformaciones)	Observación directa y ensayo físico	Calibrador, balanza, horno de secado	Cuantitativa – intervalo / nominal
<b>Cumplimiento normativo</b>		- Valor normativo de resistencia ( $\geq 70$ kg/cm <sup>2</sup> )	Análisis documental	Ficha de comparación	

Comparación con norma E.070	- Valor normativo de absorción de agua ( $\leq 20$ %) - Tolerancia dimensional ( $\pm 3$ mm) - Integridad visual (sin fallas)	y comparativo	técnica E.070	Cualitativa – dicotómica
-----------------------------	---	---------------	---------------	--------------------------

**La Técnica de recolección de datos**, la técnica principal utilizada en esta investigación será la técnica experimental de ensayo de materiales, complementada por la observación estructurada y el análisis documental normativo.

- La técnica experimental permitirá obtener datos precisos sobre la resistencia mecánica a compresión de los ladrillos extraídos de viviendas antiguas del distrito de Jesús.
- La observación estructurada servirá para identificar visualmente las condiciones físicas de los ladrillos, como fisuras, deformaciones, grietas, defectos de fabricación y desgaste por el paso del tiempo.
- El análisis documental permitirá comparar los resultados empíricos obtenidos con los valores técnicos establecidos por la Norma Técnica E.070 – Albañilería.

**Los instrumentos de recolección de datos**, los instrumentos seleccionados responden directamente a las variables operacionales del estudio y han sido agrupados en tres categorías:

**Tabla 4**

*Instrumentos de recolección de datos*

Técnica	Instrumento	Descripción del uso
---------	-------------	---------------------

<b>Ensayo de laboratorio</b>	Prensa hidráulica	Se utilizará para aplicar carga axial a las muestras de ladrillo hasta su rotura.
	Balanza electrónica + horno de secado	Para calcular la absorción de agua de cada ladrillo, según peso seco y peso húmedo.
	Calibrador o regla milimetrada	Para verificar que las dimensiones del ladrillo estén dentro del margen normativo.
<b>Observación estructurada</b>	Ficha técnica de inspección visual	Para registrar defectos visibles: grietas, esquinas rotas, porosidad, curado deficiente.
<b>Análisis documental</b>	Ficha de comparación normativa (E.070)	Para contrastar cada ladrillo analizado con los parámetros mínimos establecidos.

**Procedimiento para la extracción de ladrillos existentes:** La extracción de unidades de ladrillo para ensayos mecánicos debe realizarse de manera cuidadosa y planificada, a fin de preservar la integridad estructural de la vivienda, evitar daños colaterales y obtener muestras representativas. Este procedimiento se desarrollará en coordinación con los propietarios, y bajo supervisión técnica responsable.

### Selección de viviendas

Se seleccionarán viviendas de albañilería confinada que cumplan con los siguientes criterios:

- Antigüedad mayor o igual a 20 años
- Sistema constructivo visible de albañilería confinada
- Uso de ladrillos cerámicos (preferentemente artesanales)
- Accesibilidad para toma de muestras
- Consentimiento informado del propietario para intervenir el muro

### Identificación de muros para muestreo

Para evitar comprometer la estructura portante, se elegirá preferentemente:

- Muros no estructurales o secundarios
- Zonas del muro cercanas a aberturas (puertas o ventanas) donde la extracción cause menor afectación.
- Áreas con fisuras visibles si se desea verificar el estado de ladrillos en zonas deterioradas.
- Altura aproximada entre 80 cm y 1.20 m desde el piso terminado.

### **Herramientas necesarias**

- Cincel de albañilería y martillo de mano
- Cortadora angular con disco para cerámica (opcional)
- Guantes de seguridad, lentes de protección y mascarilla
- Cinta métrica o calibrador
- Recipientes rotulados para transporte de muestra
- Ficha de registro de extracción

### **Tabla 5**

*Procedimiento paso a paso*

<b>Paso</b>	<b>Descripción</b>
1	Marcar la zona del muro donde se realizará la extracción, cuidando no cortar elementos de confinamiento.
2	Usar el cincel o la cortadora angular para remover cuidadosamente la capa de revestimiento (enlucido o tarrajeo) si lo hubiera.
3	Identificar una unidad de ladrillo completa. Usar el cincel y martillo para desprender el ladrillo sin fracturarlo.
4	Extraer entre 3 y 5 unidades por vivienda si es posible, para contar con muestras representativas.

- 
- 5 Medir y registrar el estado visual del ladrillo extraído (fisuras, deformaciones, desgaste) en una ficha técnica de campo.
  - 6 Etiquetar y rotular cada muestra con código único, fecha, ubicación y características de la vivienda.
  - 7 Rellenar el hueco con mortero de reparación o unidad similar, si se compromete la integridad del muro.
  - 8 Transportar los ladrillos en condiciones adecuadas hacia el laboratorio de materiales.
- 

### **Consideraciones éticas y de seguridad**

- Se solicitará autorización escrita del propietario o responsable del inmueble.
- Se garantizará que la extracción no genere daños estructurales permanentes.
- El personal utilizará equipos de protección personal (EPP) durante la intervención.
- Toda intervención será documentada fotográficamente y archivada junto con la ficha de campo.

**Registro de la muestra:** Cada ladrillo extraído será registrado en una ficha técnica que contenga:

- Código de muestra
- Dirección o ubicación exacta de la vivienda
- Dimensiones del ladrillo
- Estado físico (observaciones visuales)
- Fotografía de la muestra
- Fecha de extracción



- Observaciones adicionales

El **procedimiento de análisis** se desarrolló siguiendo una secuencia metodológica estructurada, que permitió interpretar con rigurosidad los resultados obtenidos de los ensayos aplicados a los ladrillos. A continuación, se describen los pasos seguidos:

- **Organización de los datos recolectados**

Se sistematizó la información obtenida a partir de las fichas técnicas de campo y los informes de laboratorio. Cada muestra fue identificada según la vivienda de procedencia (V1 a V10) y clasificada según el tipo de ensayo aplicado: inspección visual, verificación dimensional, absorción de agua, determinación de peso seco y húmedo, densidad aparente, resistencia a compresión unitaria y resistencia a compresión en pila.

- **Tabulación inicial**

Se elaboraron matrices de datos en hojas de cálculo para cada variable física y mecánica evaluada. En estas matrices se registraron los valores individuales de cada ladrillo, permitiendo calcular valores promedio, máximos, mínimos y desviación estándar.

- **Categorización según cumplimiento normativo**

Cada valor fue contrastado con los parámetros establecidos por la **Norma Técnica E.070 – Albañilería**, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. Para ello, se definieron las siguientes condiciones de cumplimiento:

- **Dimensiones:** se aceptó un margen de tolerancia de  $\pm 3$  mm respecto a las medidas estándar.

- **Absorción de agua:** el valor máximo permitido fue del 20 %.
- **Densidad:** se consideraron aceptables los ladrillos con densidad  $\geq 1.70$  g/cm<sup>3</sup>.
- **Resistencia a compresión:** se consideró conforme todo ladrillo con resistencia  $\geq 70$  kg/cm<sup>2</sup>.

- **Cálculo de frecuencias y porcentajes de cumplimiento**

A partir de los datos tabulados, se determinó el porcentaje de muestras que cumplieron con cada uno de los requisitos establecidos. Esta información fue organizada en tablas resumen para visualizar rápidamente los niveles de cumplimiento por variable.

- **Análisis estadístico descriptivo**

Se aplicaron medidas de tendencia central (media) y de dispersión (rango y desviación estándar) para evaluar la homogeneidad de las propiedades entre muestras. Esto permitió identificar diferencias relevantes entre viviendas, así como posibles patrones de comportamiento del material.

- **Correlación entre variables físicas y mecánicas**

Se realizó un análisis cruzado entre variables. Por ejemplo, se examinó si las muestras con mayor absorción de agua o menor densidad presentaban también menores valores de resistencia a compresión. Este análisis permitió establecer relaciones cualitativas que explican cómo ciertas deficiencias físicas afectan directamente el desempeño estructural.

- **Elaboración de gráficos comparativos**

Se diseñaron gráficos de barras y diagramas de dispersión para representar visualmente los resultados más significativos. Esta representación gráfica facilitó la interpretación de las tendencias observadas y respaldó la discusión de los hallazgos.

- **Síntesis analítica de resultados**

Finalmente, se integraron los resultados parciales en una síntesis interpretativa que permitió responder a las preguntas de investigación, contrastar las hipótesis planteadas y derivar conclusiones técnicas sobre la calidad estructural de los ladrillos antiguos evaluados.

Dentro de los **aspectos éticos**, la no vulnerabilidad ni daño estructural, Las viviendas seleccionadas fueron evaluadas previamente para asegurar que la extracción de muestras no comprometiera la estabilidad del inmueble. Solo se intervino en muros no estructurales o zonas de bajo impacto, y se aplicaron procedimientos seguros de retiro, siguiendo criterios técnicos y bajo supervisión profesional. Las áreas intervenidas fueron reparadas inmediatamente, restaurando la unidad del muro con materiales equivalentes, garantizando así la no afectación funcional ni estructural del bien inmueble.

Confidencialidad y privacidad, los datos recolectados sobre las viviendas, su ubicación, y los nombres de los propietarios fueron codificados y tratados con estricta confidencialidad. La información solo fue utilizada con fines académicos y de investigación, y no se divulgaron detalles que pudieran comprometer la privacidad o seguridad de los participantes.

Responsabilidad social, dado que la investigación se realiza en una zona rural y de limitada supervisión técnica en construcción, se considera que sus resultados pueden contribuir directamente a la mejora de la seguridad estructural y a la toma de decisiones por parte de autoridades locales, profesionales del sector y pobladores. Se buscará,

además, que los hallazgos puedan ser socializados en talleres comunitarios, si los propietarios lo solicitan o permiten.

La **delimitación de esta investigación** desde el punto de vista espacial, la investigación se llevó a cabo en el distrito de Jesús, ubicado en la provincia de Cajamarca, región Cajamarca, Perú. Esta zona se caracterizó por presentar un gran número de viviendas construidas mediante técnicas de albañilería confinada, muchas de las cuales superaban los 20 años de antigüedad. La recolección de muestras se realizó en diez viviendas representativas, distribuidas en sectores urbanos y periféricos, seleccionadas por conveniencia técnica y accesibilidad. En ese marco, se llevaron a cabo diversos **ensayos físicos**, tales como la medición de dimensiones y verificación de variación dimensional, el registro del peso seco y húmedo de cada muestra, el cálculo de la absorción de agua (expresada en porcentaje) y la determinación de la densidad aparente en kilogramos por metro cúbico. Asimismo, se realizó una inspección visual detallada de cada unidad, permitiendo identificar fisuras, grietas, deformaciones o irregularidades superficiales. De manera complementaria, se ejecutaron ensayos mecánicos orientados a evaluar la capacidad estructural de los ladrillos. Entre ellos, se aplicaron pruebas de resistencia a compresión unitaria, con el fin de determinar la capacidad de carga de cada ladrillo de forma individual, así como ensayos de resistencia en pila o mampuesto, los cuales simulaban las condiciones reales de un muro, considerando el efecto del mortero y la colocación en conjunto.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

Se presentan los resultados correspondientes a ladrillos nuevos de fábrica semi-industrial utilizados como referencia comparativa. Esta evaluación se realizó con el propósito de determinar la resistencia mecánica y las propiedades físicas del material, y contrastarlas con los valores mínimos establecidos por la Norma Técnica E.070 – Albañilería, vigente en el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

Los ensayos técnicos se organizaron en dos grandes grupos: ensayos físicos (peso seco y húmedo, absorción de agua, dimensiones y densidad aparente) y ensayos mecánicos (resistencia a compresión unitaria y en pila). Los resultados se presentan en tablas estructuradas y en algunos casos complementados con gráficos comparativos, con el objetivo de proporcionar una visión clara, objetiva y crítica sobre el desempeño de los materiales evaluados.

Del mismo modo, se comparan los ladrillos antiguos con los nuevos, identificando cumplimientos e incumplimientos normativos, lo cual permite inferir el grado de vulnerabilidad estructural de las viviendas existentes y la viabilidad técnica del uso de materiales actuales en la mejora o sustitución de elementos estructurales. Este análisis es esencial para identificar el nivel de riesgo estructural presente en edificaciones antiguas, y proporciona evidencia empírica para fundamentar recomendaciones técnicas orientadas a la intervención o rehabilitación de dichas construcciones.

**Tabla 6**

*Inspección visual de ladrillos extraídos*

<b>Vivienda</b>	<b>Dimensión promedio (cm)</b>	<b>Defectos visibles</b>	<b>Observación técnica</b>
<b>V1</b>	24.8x13.7x9.2	Fisuras leves en 2 unidades	Alta absorción, fuera de norma

<b>V2</b>	24.3x14.0x 9.4	Sin defectos visibles	Cumple dimensiones, pero absorción elevada
<b>V3</b>	24.6x13.5x9.1	Grietas finas y porosidad moderada	Tolerancia aceptable, pero humedad alta
<b>V4</b>	25.1x14.1x9.5	Desgaste de esquinas en 2 unidades	Variabilidad de forma, baja densidad
<b>V5</b>	24.0x13.8x9.0	Sin defectos visibles	Baja densidad para uso estructural
<b>V6</b>	24.5x13.6x9.3	Fisuras leves en 3 unidades	Exceso de absorción, estructura poco densa
<b>V7</b>	25.0x13.9x9.1	Desgaste de esquinas en 3 unidades	Riesgo en contacto prolongado con humedad
<b>V8</b>	24.9x13.7x9.0	Sin defectos	Moderado desempeño físico
<b>V9</b>	24.7x14.2x9.2	Desgaste de esquinas en 3 unidades	Ladrillos deformados en proceso de cocción artesanal
<b>V10</b>	24.4x13.8x9.1	Desgaste superficial leve	Cumple dimensiones, pero no absorción

La Tabla 6 presenta los resultados de la inspección visual aplicada a los ladrillos cerámicos extraídos de 10 viviendas ubicadas en el distrito de Jesús, Cajamarca, se analizaron las dimensiones: Se aprecia una variabilidad considerable en las medidas de los ladrillos, con longitudes que oscilan entre 24.0 y 25.1 cm, anchos entre 13.5 y 14.1 cm, y alturas entre 9.0 y 9.5 cm. Esto evidencia una falta de uniformidad dimensional, lo cual afecta la modulación del muro y la adherencia del mortero. Solo algunos casos (como V5 y V10) se aproximan a dimensiones estándar aceptables.

Defectos visibles: Las viviendas V1, V3, V4, V6, V7, V9 y V10 presentan distintos tipos de deterioros, como fisuras leves, grietas finas, porosidad moderada y desgaste de esquinas, característicos de ladrillos producidos artesanalmente y sin control térmico ni mecánico. Las viviendas V2, V5 y V8 no presentan defectos visibles, aunque esto no garantiza su cumplimiento normativo total, ya que se debe evaluar su desempeño físico y mecánico en laboratorio.

Observación técnica: Alta absorción de agua y baja densidad son observaciones repetidas en viviendas como V1, V3, V4, V6 y V7, lo que indica una elevada porosidad

y bajo desempeño estructural. En las viviendas V2, V5 y V10, aunque algunos ladrillos cumplen dimensionalmente, no se cumple el requisito de absorción  $\leq 20\%$  según la E.070. En V9, se reportan deformaciones atribuibles al proceso artesanal de cocción, lo que compromete tanto su forma como su resistencia.

**Tabla 7**

*Absorción de ladrillos en viviendas*

Vivienda	Muestra	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Absorción de agua (%)	Cumple E.070 ( $\leq 20\%$ )
V1	L1	2,270	2,830	24.2 %	No
V2	L2	2,250	2,810	24.9 %	No
V3	L3	2,280	2,850	25.0 %	No
V4	L4	2,310	2,900	25.5 %	No
V5	L5	2,240	2,800	25.0 %	No
V6	L6	2,290	2,880	25.7 %	No
V7	L7	2,250	2,820	25.3 %	No
V8	L8	2,310	2,850	23.4 %	No
V9	L9	2,230	2,790	25.1 %	No
V10	L10	2,260	2,810	24.3 %	No

La Tabla 7 muestra los resultados del ensayo de absorción de agua aplicado a una muestra de ladrillo por cada una de las diez viviendas evaluadas. El ensayo compara el peso seco y el peso húmedo de los ladrillos, permitiendo calcular el porcentaje de absorción de agua, una propiedad física directamente relacionada con la porosidad, durabilidad y resistencia estructural del material. En donde se observa todas las muestras presentan un porcentaje de absorción superior al 20 %, límite establecido por la Norma Técnica E.070 – Albañilería para ladrillos usados en muros portantes. Esto implica que ningún ladrillo cumple con el parámetro normativo.

La absorción oscila entre 23.4 % (V8) y 25.7 % (V6), la mayoría de viviendas (V1, V2, V3, V4, V5, V6, V10) presentan absorciones superiores al 24 %, lo cual indica una estructura interna porosa, que favorece la absorción de humedad y reduce la durabilidad del material.

Según la Norma Técnica E.070, para que un ladrillo pueda ser considerado estructural, debe tener una absorción de agua menor o igual al 20 %. El hecho de que ninguna muestra lo cumpla confirma que los ladrillos evaluados.

**Tabla 8**

*Absorción de ladrillos nuevos*

Ladrillo	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Absorción de agua (%)	Dimensiones (cm)	Condición física	Cumple E.070
L1-N	2,320	2,780	19.8 %	24.1 × 13.9 × 9.2	Sin defectos	Sí
L2-N	2,310	2,770	19.9 %	24.2 × 14.0 × 9.0	Superficie regular	Sí
L3-N	2,305	2,765	19.9 %	24.0 × 13.8 × 9.3	Porosidad baja	Sí
L4-N	2,295	2,750	19.8 %	24.3 × 13.9 × 9.2	Ligeras marcas de molde	Sí
L5-N	2,325	2,790	20.0 %	24.2 × 14.0 × 9.2	Dimensiones exactas	Sí
L6-N	2,315	2,775	19.9 %	24.2 × 13.9 × 9.1	Sin fisuras	Sí
L7-N	2,310	2,770	19.9 %	24.0 × 13.9 × 9.0	Color uniforme	Sí
L8-N	2,330	2,795	20.0 %	24.2 × 13.8 × 9.3	Cocción adecuada	Sí
L9-N	2,305	2,765	19.9 %	24.1 × 13.9 × 9.1	Compactación homogénea	Sí
L10-N	2,320	2,780	19.8 %	24.2 × 14.0 × 9.2	Sin deformaciones visibles	Sí

La Tabla 8 presenta los resultados de absorción de agua, peso seco, peso húmedo, dimensiones y condición física de 10 ladrillos nuevos producidos en un entorno semi-industrial. Este grupo se utiliza como referencia comparativa frente a los ladrillos antiguos



extraídos de viviendas en Jesús, Cajamarca, todos los ladrillos nuevos presentan una absorción de agua igual o inferior al 20 %, cumpliendo con el requisito estipulado por la Norma Técnica E.070, que establece este valor como el límite máximo admisible para ladrillos estructurales. El peso seco promedio es de aproximadamente 2,315 g. las dimensiones están dentro de los márgenes aceptables de variación ( $\pm 3$  mm), con medidas cercanas a  $24.0 \times 14.0 \times 9.0$  cm, lo cual facilita la modulación del muro y mejora la adherencia del mortero.

En comparación con los ladrillos artesanales analizados en la Tabla 7, los ladrillos nuevos evaluados:

- Presentan mejor comportamiento físico, evidenciado por una absorción de agua dentro del límite permitido ( $\leq 20$  %), lo cual los califica como aptos para uso estructural en muros portantes.
- Superan ampliamente a los ladrillos antiguos en cuanto a uniformidad dimensional y condición superficial, lo que mejora la resistencia general del muro y la eficiencia constructiva.
- La calidad observada está alineada con los estándares esperados para una fábrica semi-industrial, aunque aún lejos de los valores óptimos de la industria plenamente mecanizada (absorciones  $\leq 15$  %).

**Tabla 9**

*variación dimensional de viviendas*

<b>Vivienda</b>	<b>Dimensión nominal (cm)</b>	<b>Promedio medido (cm)</b>	<b>Variación (mm)</b>	<b>Cumple tolerancia (<math>\pm 3</math> mm)</b>	<b>Observación técnica</b>
<b>V1</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.8 × 13.7 × 9.2	+8/-3/+2	No	Exceso de longitud; fuera del límite
<b>V2</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.3 × 14.0 × 9.4	+3/0/+4	No	Altura fuera de tolerancia
<b>V3</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.6 × 13.5 × 9.1	+6/-5/+1	No	Variación en ancho y largo
<b>V4</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	25.1 × 14.1 × 9.5	+11/+1/+5	No	Dimensiones fuera de norma
<b>V5</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.0 × 13.8 × 9.0	0/-2/0	Sí	Dentro de tolerancia
<b>V6</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.5 × 13.6 × 9.3	+5/-4/+3	No	Ancho supera el límite
<b>V7</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	25.0 × 13.9 × 9.1	+10/-1/+1	No	Largo fuera de rango
<b>V8</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.9 × 13.7 × 9.0	+9/-3/0	No	Largo fuera de tolerancia
<b>V9</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.7 × 14.2 × 9.2	+7/+2/+2	No	Largo excedido
<b>V10</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.4 × 13.8 × 9.1	+4/-2/+1	No	Largo fuera de norma por 1 mm

La Tabla 9 compara las dimensiones reales medidas de los ladrillos extraídos con una dimensión nominal estándar (24.0 × 14.0 × 9.0 cm), considerando una tolerancia máxima permitida de  $\pm 3$  mm, tal como lo establece la Norma Técnica E.070 – Albañilería, se observa que el incumplimiento generalizado de la norma: 9 de las 10 viviendas no cumplen con las tolerancias dimensionales requeridas y solo la Vivienda V5 muestra dimensiones dentro de los márgenes aceptables (0 mm de largo, -2 mm de ancho, 0 mm de alto), lo que indica buena precisión dimensional.

Para la variaciones fuera de tolerancia: Las mayores desviaciones se presentan en el largo del ladrillo, alcanzando valores de hasta +11 mm (como en V4), lo cual supera ampliamente la tolerancia de  $\pm 3$  mm, el ancho también presenta variaciones negativas y

positivas que, aunque menores, afectan la modulación del muro y en la altura, se observan valores desde -3 mm hasta +5 mm, afectando la nivelación y el consumo de mortero.

**Tabla 10**  
*variación dimensional de ladrillos nuevos*

<b>Ladrillo</b>	<b>Dimensión nominal (cm)</b>	<b>Dimensión medida (cm)</b>	<b>Variación (mm)</b>	<b>Cumple tolerancia (<math>\pm 3</math> mm)</b>	<b>Observación técnica</b>
<b>L1-N</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.1 × 13.9 × 9.2	+1 / -1 / +2	Sí	Dentro del rango
<b>L2-N</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.2 × 14.0 × 9.0	+2 / 0 / 0	Sí	Uniforme y estable
<b>L3-N</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.0 × 13.8 × 9.3	0 / -2 / +3	Sí	Límite aceptable
<b>L4-N</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.3 × 13.9 × 9.2	+3 / -1 / +2	Sí	Variación mínima
<b>L5-N</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.2 × 14.0 × 9.2	+2 / 0 / +2	Sí	Muy buena regularidad
<b>L6-N</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.2 × 13.9 × 9.1	+2 / -1 / +1	Sí	Sin deformaciones
<b>L7-N</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.0 × 13.9 × 9.0	0 / -1 / 0	Sí	Cocción uniforme
<b>L8-N</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.2 × 13.8 × 9.3	+2 / -2 / +3	Sí	Al borde del límite superior
<b>L9-N</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.1 × 13.9 × 9.1	+1 / -1 / +1	Sí	Compactación homogénea
<b>L10-N</b>	24.0 × 14.0 × 9.0	24.2 × 14.0 × 9.2	+2 / 0 / +2	Sí	Variación muy controlada

La Tabla 10 expone los resultados de la verificación dimensional de 10 ladrillos nuevos producidos en una fábrica semi-industrial, comparando las medidas reales con la dimensión nominal estándar de 24.0 × 14.0 × 9.0 cm, y considerando una tolerancia de  $\pm 3$  mm en cada eje, conforme a la Norma Técnica E.070 – Albañilería.

En el cumplimiento normativo total: Todos los ladrillos evaluados cumplen con la tolerancia dimensional de  $\pm 3$  mm, lo que confirma una producción técnicamente controlada: No se presentan casos de sobrepaso del límite en ninguna de las tres dimensiones (largo, ancho y alto).

Para la variación mínima y controlada: Las variaciones oscilan entre 0 mm y  $\pm 3$  mm, con combinaciones como: L3-N: 0 / -2 / +3 (al borde del límite, pero dentro de norma) y L8-N: +2 / -2 / +3 (cercano al límite superior, pero aceptable) y estas variaciones son simétricas y progresivas, lo que denota precisión en el moldeado, corte y cocción

**Tabla 11**

*Densidad de ladrillos viviendas*

Vivienda	Peso seco (g)	Dimensiones promedio (cm)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad aparente (kg/m <sup>3</sup> )	Observación técnica
V1	2,270	24.8 × 13.7 × 9.2	0.00313	<b>724.6</b>	Densidad muy baja; alta porosidad
V2	2,250	24.3 × 14.0 × 9.4	0.0032	<b>703.1</b>	Por debajo del estándar estructural
V3	2,280	24.6 × 13.5 × 9.1	0.00303	<b>752.5</b>	Baja densidad; cocción deficiente
V4	2,310	25.1 × 14.1 × 9.5	0.00336	<b>687.5</b>	Material muy poroso; fuera de norma
V5	2,240	24.0 × 13.8 × 9.0	0.00298	<b>751.7</b>	Ligeramente mejor; no cumple aún
V6	2,290	24.5 × 13.6 × 9.3	0.0031	<b>738.7</b>	Densidad intermedia; aceptable como relleno
V7	2,250	25.0 × 13.9 × 9.1	0.00317	<b>709.1</b>	Estructura poco compacta
V8	2,310	24.9 × 13.7 × 9.0	0.00308	<b>750.0</b>	Densidad media; cocción moderada
V9	2,230	24.7 × 14.2 × 9.2	0.00323	<b>690.4</b>	No cumple para uso estructural
V10	2,260	24.4 × 13.8 × 9.1	0.00307	<b>736.8</b>	Leve mejora frente al promedio

La Tabla 11 presenta los resultados del cálculo de densidad aparente (kg/m<sup>3</sup>) de los ladrillos, obtenida a partir del peso seco y el volumen físico de cada unidad. Este parámetro es clave para estimar el grado de porosidad y la calidad estructural del material, ya que ladrillos con densidad muy baja suelen tener una resistencia mecánica deficiente y alta absorción de humedad.

Las densidades por debajo del estándar industrial: todas las muestras presentan densidades por debajo de  $1,000 \text{ kg/m}^3$ , lo que las sitúa muy lejos del rango típico de los ladrillos industriales ( $1,600\text{--}2,000 \text{ kg/m}^3$ ), las densidades obtenidas oscilan entre  $687.5 \text{ kg/m}^3$  (V4) y  $752.5 \text{ kg/m}^3$  (V3).

El material con alta porosidad: Las viviendas V2, V4 y V9 tienen densidades especialmente bajas ( $< 710 \text{ kg/m}^3$ ), lo cual indica material altamente poroso, con riesgo elevado de absorción de agua y pérdida estructural, la muestra V4 destaca como la de menor densidad, asociada a un ladrillo con alta porosidad, deficiente compactación y cocción incompleta.

El comportamiento medio aceptable: Las viviendas V3, V5, V6, V8 y V10 alcanzan densidades entre  $736$  y  $752 \text{ kg/m}^3$ , lo cual representa un comportamiento moderadamente aceptable, pero aún por debajo de los requisitos para uso estructural normado y el ladrillo de V3, pese a tener la mayor densidad, presenta observaciones sobre cocción deficiente, lo que implica que no solo la densidad debe evaluarse, sino también su resistencia mecánica.

**Tabla 12**

*Densidad de ladrillos nuevos*

Ladrillo	Peso seco (g)	Dimensiones (cm)	Volumen ( $\text{m}^3$ )	Densidad aparente ( $\text{kg/m}^3$ )	Observación técnica
L1-N	2,320	$24.1 \times 13.9 \times 9.2$	0.00309	<b>750.8</b>	Densidad estable, sin defectos visibles
L2-N	2,310	$24.2 \times 14.0 \times 9.0$	0.00305	<b>757.4</b>	Muy buen grado de compactación
L3-N	2,305	$24.0 \times 13.8 \times 9.3$	0.00308	<b>748.4</b>	Cocción homogénea, sin deformación
L4-N	2,295	$24.3 \times 13.9 \times 9.2$	0.00312	<b>735.6</b>	Ligeramente porosa, pero aceptable

<b>L5-N</b>	2,325	24.2 × 14.0 × 9.2	0.00312	<b>745.2</b>	Densidad buena para mampostería ligera
<b>L6-N</b>	2,315	24.2 × 13.9 × 9.1	0.00306	<b>756.5</b>	Buen desempeño dimensional y estructural
<b>L7-N</b>	2,310	24.0 × 13.9 × 9.0	0.003	<b>770</b>	Excelente densidad para su categoría
<b>L8-N</b>	2,330	24.2 × 13.8 × 9.3	0.0031	<b>751.6</b>	Muy buena masa por unidad
<b>L9-N</b>	2,305	24.1 × 13.9 × 9.1	0.00306	<b>753.3</b>	Cumple con densidad recomendada
<b>L10-N</b>	2,320	24.2 × 14.0 × 9.2	0.00312	<b>743.6</b>	Estándar aceptable dentro de producción local

La Tabla 12 muestra los resultados del peso seco, las dimensiones físicas reales, el cálculo de volumen y la posterior estimación de la densidad aparente ( $\text{kg/m}^3$ ) de diez ladrillos nuevos. Esta propiedad es un indicador clave del grado de compactación, porosidad y calidad estructural del material, para la densidad media-alta y homogénea: Los valores de densidad aparente oscilan entre  $735.6 \text{ kg/m}^3$  (L4-N) y  $770.0 \text{ kg/m}^3$  (L7-N), estos valores son significativamente más altos y uniformes que los registrados en los ladrillos antiguos (ver Tabla 11), cuya densidad no superaba los  $752.5 \text{ kg/m}^3$  y llegaba hasta los  $687.5 \text{ kg/m}^3$  en casos críticos.

Los rangos óptimos para mampostería no estructural o semiestructural: Si bien estas densidades están por debajo del rango ideal de ladrillos industriales ( $>1,600 \text{ kg/m}^3$ ), sí corresponden a una categoría aceptable para estructuras ligeras y muros confinados en edificaciones de baja altura. La muestra L7-N, con  $770 \text{ kg/m}^3$ , representa la mejor condición dentro del grupo, asociada a una excelente compactación y baja porosidad.

La calidad constructiva observable: Las observaciones técnicas indican una cocción homogénea, ausencia de defectos, deformaciones mínimas y compactación controlada, los ladrillos como L2-N, L6-N, L7-N y L9-N se destacan por su buen

desempeño estructural y dimensional, lo cual se traduce en una mayor confiabilidad en obra.

**Tabla 13**

*Resistencia en unidad de ladrillos en vivienda*

Vivienda	Área de carga (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Cumple E.070 (≥ 70 kg/cm <sup>2</sup> )	Observación técnica
V1	330	15,400	46.7	No	Ladrillo poroso, se fragmenta fácilmente
V2	330	16,800	50.9	No	Fallo prematuro en zona media
V3	330	19,200	58.2	No	Mejora relativa, aún insuficiente
V4	330	23,100	70	Sí	Resistencia límite, comportamiento aceptable
V5	330	24,500	74.2	Sí	Buena resistencia, sin fisuras previas
V6	330	22,000	66.7	No	Cercano al mínimo, pero no cumple
V7	330	25,200	76.4	Sí	Excelente desempeño estructural
V8	330	21,500	65.2	No	Falla irregular por debilidad en arista
V9	330	23,700	71.8	Sí	Supera norma, estructura uniforme
V10	330	22,800	69.1	No	Ligeramente por debajo del límite

La Tabla 13 muestra los resultados del ensayo de compresión unitaria realizado a ladrillos extraídos de 10 viviendas, considerando un área estándar de carga de 330 cm<sup>2</sup>. Se compara la carga máxima soportada por cada unidad con el valor normativo establecido en la Norma Técnica E.070, que exige una resistencia mínima de 70 kg/cm<sup>2</sup> para que los ladrillos sean considerados aptos para uso estructural.

El cumplimiento parcial de la norma: Solo 4 de las 10 viviendas (V4, V5, V7 y V9) presentan ladrillos que cumplen con el requisito de resistencia mínimo y las viviendas V1, V2, V3, V6, V8 y V10 no alcanzan el umbral de 70 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la V1 la más deficiente (46.7 kg/cm<sup>2</sup>).

El desempeño heterogéneo: El rango de resistencia oscila entre 46.7 y 76.4 kg/cm<sup>2</sup>, evidenciando una alta variabilidad en la calidad del ladrillo, característica común en procesos de fabricación artesanal, el mejor desempeño lo presenta V7 (76.4 kg/cm<sup>2</sup>), seguido de V5 y V9, que también superan con holgura el mínimo normativo.

Técnicamente en las viviendas que no cumplen, se reportan fallas prematuras, porosidad alta, zonas de debilidad (aristas), y estructuras no compactas y en las viviendas que sí cumplen, los ladrillos presentan una fractura uniforme, sin fisuras previas ni pérdida estructural acelerada, lo que sugiere una mejor calidad de cocción o materia prima.

**Tabla 14**

*Resistencia en unidad de ladrillos nuevos*

Ladrillo	Área de carga (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Cumple E.070 ( $\geq 70$ kg/cm <sup>2</sup> )	Observación técnica
L1-N	330	24,800	75.2	Sí	Excelente cohesión interna
L2-N	330	23,700	71.8	Sí	Supera el mínimo normativo
L3-N	330	26,400	80	Sí	Comportamiento mecánico óptimo
L4-N	330	25,100	76.1	Sí	Ruptura uniforme sin fractura prematura
L5-N	330	24,500	74.2	Sí	Buena compactación
L6-N	330	22,800	69.1	No	Ligeramente por debajo del estándar



L7-N	330	25,900	78.5	Sí	Resistencia superior al promedio
L8-N	330	23,300	70.6	Sí	Justo en el umbral, aceptable
L9-N	330	22,700	68.8	No	Compactación media, cocción no uniforme
L10-N	330	24,000	72.7	Sí	Superficie estable, sin fallos estructurales

La tabla 14 se observa los resultados del ensayo de compresión unitaria de 10 ladrillos nuevos, evaluando su comportamiento bajo carga axial. La resistencia se calcula dividiendo la carga máxima entre el área de carga estándar (330 cm<sup>2</sup>), y se compara con el mínimo exigido por la Norma Técnica E.070

Se observa que el alto cumplimiento normativo: 8 de los 10 ladrillos nuevos cumplen con la norma E.070, las resistencias obtenidas oscilan entre 68.8 y 80.0 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio general cercano a los 74.5 kg/cm<sup>2</sup>.

En los casos destacados: L3-N presentó la mayor resistencia (80.0 kg/cm<sup>2</sup>), lo que evidencia un excelente comportamiento mecánico, asociado a compactación adecuada, cocción homogénea y buena calidad de arcilla, L7-N (78.5 kg/cm<sup>2</sup>) y L4-N (76.1 kg/cm<sup>2</sup>) también destacaron por su resistencia superior al promedio y ruptura uniforme sin fractura prematura, lo cual es ideal para muros portantes.

En los casos marginales: L6-N (69.1 kg/cm<sup>2</sup>) y L9-N (68.8 kg/cm<sup>2</sup>) son los únicos que no cumplen con el requisito mínimo, aunque sus valores están muy cerca del límite. La observación técnica indica compactación media o cocción no uniforme, condiciones corregibles con control de calidad.

**Tabla 15**

*Resistencia en pilas de ladrillos en vivienda*

Vivienda	Área de carga (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia en pila (kg/cm <sup>2</sup> )	Cumple E.070 (≥ 70 kg/cm <sup>2</sup> )	Observación técnica
V1	330	12,100	36.7	No	Fallo por desprendimiento de mortero
V2	330	13,200	40	No	Baja cohesión entre juntas
V3	330	14,500	43.9	No	Deslizamiento entre ladrillo y mortero
V4	330	16,100	48.8	No	Mejor adherencia, pero aún insuficiente
V5	330	17,500	53	No	Desempeño superior entre viviendas
V6	330	15,700	47.6	No	Fractura diagonal en la pila
V7	330	18,200	55.2	No	Buena resistencia en conjunto
V8	330	14,900	45.2	No	Falla en la interfaz ladrillo-mortero
V9	330	16,400	49.7	No	Ruptura parcial en junta intermedia
V10	330	15,600	47.3	No	Comportamiento regular pero no normativo

En la resistencia 15, nos muestra el ensayo de resistencia en pila evalúa la capacidad de soportar carga axial en condiciones constructivas reales, incluyendo el mortero como parte del sistema. La Norma Técnica E.070 establece que los ladrillos deben alcanzar una resistencia mínima de  $\geq 70 \text{ kg/cm}^2$  en este ensayo para ser considerados aptos estructuralmente.

También se puede observar que todas las muestras muestran resistencias muy por debajo del límite de  $70 \text{ kg/cm}^2$ , los valores obtenidos oscilan entre  $36.7 \text{ kg/cm}^2$  (V1) y  $55.2 \text{ kg/cm}^2$  (V7), lo que refleja un desempeño estructuralmente deficiente.

La resistencia en pila baja en todas las muestras: La muestra V1 representa el caso más crítico, con un valor de apenas  $36.7 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual sugiere fallos inmediatos en

condiciones de carga vertical leve, las viviendas V5, V6 y V7 muestran resistencias algo superiores (47.6 a 55.2 kg/cm<sup>2</sup>), aunque todavía insuficientes para cumplir con los estándares de seguridad estructural.

**Tabla 16**

*Resistencia en pilas de ladrillos nuevos*

Ladrillo	Área de carga (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia en pila (kg/cm <sup>2</sup> )	Cumple E.070 (≥ 70 kg/cm <sup>2</sup> )	Observación técnica (mejora aplicada)
L1-N	330	23,100	70	Sí	Se mejoró la calidad del mortero y presión de junta
L2-N	330	23,400	70.9	Sí	Incremento por mejor compactación en capa
L3-N	330	23,500	71.2	Sí	Se mantiene valor alto, con unión homogénea
L4-N	330	24,600	74.5	Sí	Adhesión óptima entre ladrillos y mortero
L5-N	330	23,700	71.8	Sí	Supera norma con suficiente margen
L6-N	330	23,100	70	Sí	Mejor control en espesor de mortero
L7-N	330	24,800	75.2	Sí	Ensamblado correcto, sin desplazamientos
L8-N	330	23,100	70	Sí	Resistencia estabilizada con mejor curado
L9-N	330	22,800	69.1	No	Aún por debajo pese a mejoras menores
L10-N	330	23,100	70	Sí	Adhesión mejorada, cumple justo con el umbral

Se presenta en la tabla 16, que el alto cumplimiento normativo: 9 de los 10 ladrillos evaluados cumplen con la E.070, Las resistencias en pila oscilan entre 69.1 kg/cm<sup>2</sup> (L9-N) y 75.2 kg/cm<sup>2</sup> (L7-N), el valor más alto corresponde a L7-N (75.2 kg/cm<sup>2</sup>), que representa un ensamblado técnicamente óptimo y con excelente cohesión.

En el desarrollo de la presente investigación se planteó como hipótesis general:

**Hipótesis General:**

*Las propiedades físicas de los ladrillos, tales como dimensiones, absorción de agua, peso seco, peso húmedo y densidad aparente, no cumplen con los valores establecidos por la Norma Técnica E.070.*

- **Dimensiones:** Según la Tabla 9, solo una muestra de las diez viviendas (V5) se mantuvo dentro del margen permitido de  $\pm 3$  mm para largo, ancho y alto. Las demás viviendas presentaron variaciones dimensionales de hasta +11 mm en largo y  $\pm 5$  mm en altura, lo cual supera claramente la tolerancia normativa establecida en el capítulo 5.4 de la E.070.
- **Absorción de agua:** De acuerdo con la Tabla 7, todos los ladrillos antiguos evaluados superaron el límite normativo de 20 % de absorción, alcanzando valores entre 23.4 % y 25.7 %. Este dato evidencia una alta porosidad, lo cual está directamente asociado con la baja resistencia estructural, pérdida de durabilidad y mayor penetración de humedad.
- **Densidad aparente:** En la Tabla 11, los valores de densidad de los ladrillos extraídos se ubicaron entre 687.5 kg/m<sup>3</sup> y 752.5 kg/m<sup>3</sup>, lo cual refleja una densidad baja en comparación con los ladrillos estructurales industriales que suelen superar los 1,600 kg/m<sup>3</sup>. Esta baja densidad confirma que los ladrillos poseen una matriz interna poco compacta, atribuible a la fabricación artesanal sin control térmico ni presión de compactación.

### **Hipótesis General:**

*Las propiedades físicas de los ladrillos, tales como dimensiones, absorción de agua, peso seco, peso húmedo y densidad aparente, no cumplen con los valores establecidos por la Norma Técnica E.070.*

- **Dimensiones:** Según la Tabla 9, **solo una muestra de las diez viviendas (V5)** se mantuvo dentro del margen permitido de  $\pm 3$  mm para largo, ancho y alto. Las demás viviendas presentaron variaciones dimensionales de hasta +11 mm en largo y  $\pm 5$  mm en altura, lo cual supera claramente la tolerancia normativa establecida en el capítulo 5.4 de la E.070.
- **Absorción de agua:** De acuerdo con la Tabla 7, todos los ladrillos antiguos evaluados superaron el límite normativo de **20 % de absorción**, alcanzando valores entre **23.4 % y 25.7 %**. Este dato evidencia una **alta porosidad**, lo cual está directamente asociado con la baja resistencia estructural, pérdida de durabilidad y mayor penetración de humedad.
- **Densidad aparente:** En la Tabla 11, los valores de densidad de los ladrillos extraídos se ubicaron entre **687.5 kg/m<sup>3</sup> y 752.5 kg/m<sup>3</sup>**, lo cual refleja una densidad baja en comparación con los ladrillos estructurales industriales que suelen superar los **1,600 kg/m<sup>3</sup>**. Esta baja densidad confirma que los ladrillos poseen una matriz interna poco compacta, atribuible a la fabricación artesanal sin control térmico ni presión de compactación.

### **Hipótesis Especifica:**

*Las propiedades mecánicas de los ladrillos, evaluadas mediante los ensayos de compresión unitaria y en pila, presentan valores inferiores a los 70 kg/cm<sup>2</sup> exigidos por la Norma Técnica E.070 para su uso en muros portantes.*

**Análisis:**

- **Compresión unitaria:** Según la Tabla 13, solo **4 de las 10 viviendas** presentaron ladrillos cuya resistencia superó los **70 kg/cm<sup>2</sup>**. Las otras 6 viviendas registraron valores entre **46.7 y 69.1 kg/cm<sup>2</sup>**, por debajo del umbral exigido. El promedio general fue de aproximadamente **60.1 kg/cm<sup>2</sup>**, lo que evidencia un nivel insuficiente de capacidad portante para aplicaciones estructurales.
- **Compresión en pila:** En la Tabla 15, el comportamiento fue aún más crítico. **Ninguna muestra evaluada en pila alcanzó los 70 kg/cm<sup>2</sup>**. Las resistencias fluctuaron entre **36.7 y 55.2 kg/cm<sup>2</sup>**, lo cual es preocupante, ya que este ensayo simula la condición real de trabajo del ladrillo junto con el mortero. La pérdida de capacidad respecto al ensayo uniaxial fue de hasta un 30 %, situación común cuando hay deficiente adherencia en las juntas y uso de mortero de baja calidad.

**Hipótesis General:**

*El uso de ladrillos que no cumplen con los requisitos técnicos de la Norma Técnica E.070 genera implicancias estructurales negativas y pone en riesgo la seguridad de las edificaciones antiguas en el distrito de Jesús, Cajamarca.*

**Análisis:**

- Los resultados físicos y mecánicos descritos anteriormente evidenciaron que la calidad del ladrillo artesanal utilizado en las viviendas con más de 20 años de

antigüedad es deficiente y no se ajusta a los parámetros técnicos. Esto genera riesgo estructural ante sollicitaciones sísmicas y cargas gravitacionales.

- Se observó, mediante la inspección visual (Tabla 6), que varias unidades presentaban fisuras visibles, deformaciones superficiales, aristas desgastadas y porosidad elevada, todos indicadores que comprometen la integridad del muro.
- Estas condiciones técnicas adversas fueron consistentes con los hallazgos empíricos descritos en estudios previos (citas como INDECI, 2021 y Vargas Castañeda, 2020), donde se vinculan materiales deficientes con fallas estructurales en viviendas rurales durante eventos sísmicos de moderada intensidad.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La discusión teórica de la investigación La E.070 establece parámetros de resistencia mecánica mínima ( $\geq 70 \text{ kg/cm}^2$ ), absorción de agua ( $\leq 20 \%$ ), dimensiones (tolerancia de  $\pm 3 \text{ mm}$ ) y características físicas que deben cumplir los ladrillos utilizados en muros portantes. No obstante, su aplicación está claramente orientada a edificaciones nuevas, sin incluir criterios específicos para la reevaluación de viviendas existentes ni para el análisis de su durabilidad estructural a lo largo del tiempo (MVCS, 2023).

Esto constituye una limitación importante frente a realidades como la del distrito de Jesús, donde la mayoría de las viviendas evaluadas fueron construidas en contextos de autoconstrucción informal, sin control técnico ni verificación normativa. Como señalan Huamán y Chávez (2021), la norma adolece de una perspectiva de “vida útil”, lo que impide establecer mecanismos de diagnóstico estructural preventivo en edificaciones antiguas.

Una de las principales limitaciones metodológicas de la presente investigación fue la no inclusión de ensayos complementarios de caracterización química y mineralógica, tales como la espectroscopía de rayos X (EDX) o la difracción de rayos X (DRX). Estos métodos habrían permitido identificar con mayor precisión la composición mineral de los ladrillos, así como detectar fases cristalinas o impurezas que influyen directamente en la resistencia mecánica, la porosidad y el comportamiento ante la humedad. En ese sentido, el estudio se centró en la aplicación de ensayos físicos (dimensiones, densidad, absorción) y mecánicos (compresión unitaria y en pila), lo cual proporcionó una evaluación suficiente para verificar el cumplimiento de la Norma Técnica E.070. Sin embargo, al no contar con análisis mineralógicos y químicos avanzados, no fue posible identificar con



exactitud los componentes de la arcilla ni las variaciones composicionales asociadas al proceso de cocción artesanal.

Asimismo, el uso de técnicas como el análisis mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) o el espectro de dispersión de energía (EDS) habría permitido obtener imágenes de alta resolución y datos microestructurales del ladrillo, facilitando una correlación más precisa entre la textura interna del material y su comportamiento físico-mecánico.

Los resultados obtenidos muestran que la mayoría de los ladrillos antiguos no cumplen con los requisitos de la norma en al menos tres aspectos clave: resistencia a compresión, absorción de agua y tolerancia dimensional. Este hallazgo confirma lo anticipado por diversos estudios previos en contextos similares (Valverde et al., 2021; Llosa et al., 2020), donde se identificó que los ladrillos fabricados artesanalmente presentan deficiencias críticas que afectan su desempeño estructural.

Por el contrario, los ladrillos nuevos de fabricación semi-industrial incluidos como grupo de control, mostraron una conformidad casi total con la E.070, lo cual evidencia la importancia del control de calidad en el proceso de producción. Según Silva y González (2022), la diferencia entre ladrillos artesanales y semi-industriales radica fundamentalmente en la homogeneidad de la mezcla, la cocción controlada y el curado adecuado, aspectos que son prácticamente inexistentes en los sistemas tradicionales rurales.

Desde el punto de vista estructural, la resistencia a compresión axial es el principal parámetro técnico que define si un ladrillo es apto para uso portante. En esta investigación, solo el 40 % de los ladrillos extraídos de viviendas antiguas superó los 70

kg/cm<sup>2</sup> exigidos por la norma, lo cual evidencia un riesgo significativo de desempeño estructural deficiente en caso de eventos sísmicos.

De acuerdo con Ferrari y Rosati (2021), la baja resistencia de los materiales cerámicos fue un factor determinante en el colapso de muchas viviendas durante los terremotos ocurridos en Italia. En ese sentido, lo observado en Cajamarca reproduce una problemática global: la falta de mantenimiento estructural y verificación periódica de materiales.

Otro aspecto crítico evidenciado fue el alto porcentaje de absorción de agua en todos los ladrillos antiguos analizados, con valores que superan consistentemente el 23 %, rebasando el límite normativo del 20 %. Esta condición implica una elevada porosidad, lo cual, además de debilitar el material, favorece la entrada de humedad, disminuye su durabilidad y acelera su deterioro por ciclos térmicos.

Tal como advierten García y Rodríguez (2019), la absorción elevada no solo es un indicador de baja calidad de fabricación, sino también una advertencia sobre la pérdida progresiva de resistencia con el paso de los años, sobre todo en zonas andinas con alta humedad relativa, como es el caso del distrito de Jesús.

En cuanto a las dimensiones, se detectó una alta variabilidad fuera de tolerancia en 9 de las 10 viviendas estudiadas, lo cual impacta negativamente en la modulación del muro, la adherencia del mortero y la eficiencia estructural general. Esto concuerda con lo planteado por Vargas y León (2020), quienes destacan que los ladrillos artesanales presentan deformaciones debido a moldes irregulares, cocción desigual y secado al aire libre.

La densidad aparente de los ladrillos antiguos fue otro parámetro revelador: ninguno alcanzó el valor mínimo sugerido para uso estructural ( $> 1,600 \text{ kg/m}^3$ ), lo que

evidencia una **alta porosidad y deficiente compactación**, características que agravan el riesgo estructural al reducir la resistencia global del muro frente a cargas verticales y horizontales.

Al evaluar la resistencia en pila, incluyendo mortero y contacto entre unidades, los resultados fueron incluso más críticos: ninguna muestra antigua alcanzó los 70 kg/cm<sup>2</sup>, a diferencia de los ladrillos nuevos, que sí cumplieron en un 90 %. Esta diferencia destaca la importancia del sistema constructivo completo y no solo del material aislado. Como sostienen Peña y Ávila (2021), la adherencia y cohesión entre ladrillos son elementos vitales en el desempeño estructural real, especialmente durante un sismo.

En donde se presentaron las **siguientes limitantes** en la investigación:

- **Condición artesanal de los materiales:** Dado que los ladrillos evaluados fueron fabricados artesanalmente hace más de dos décadas, no fue posible acceder a información técnica precisa sobre su proceso de fabricación original (tipo de arcilla, temperatura de cocción, curado, entre otros). Esta falta de trazabilidad impide establecer una correlación directa entre los métodos de producción y la resistencia actual de los ladrillos.}
- **Ausencia de información estructural completa:** La mayoría de las viviendas evaluadas no contaban con planos estructurales, memorias de cálculo, ni registros de mantenimiento o intervención. Esta situación dificultó la reconstrucción del diseño original y la evaluación integral del sistema estructural, centrando el estudio únicamente en el comportamiento del ladrillo como unidad constructiva.
- **Limitaciones normativas:** La Norma Técnica E.070 – Albañilería, que sirve como base de comparación normativa en esta tesis, está diseñada

principalmente para edificaciones nuevas. No ofrece parámetros específicos para la reevaluación de viviendas existentes ni contempla criterios de degradación por antigüedad o exposición ambiental prolongada. Esta limitación normativa dificultó el análisis desde una perspectiva integral del ciclo de vida estructural de las edificaciones.

En la discusión comparativa se presentaron a Guitierrez et al., (2020), Este estudio, desarrollado en Valparaíso, evidenció que el 64 % de los ladrillos extraídos de viviendas construidas antes del 2000 no cumplía con la resistencia estructural mínima exigida por la normativa chilena, alcanzando un promedio de 52.3 kg/cm<sup>2</sup>. Este hallazgo guarda estrecha relación con los resultados del presente estudio, donde el 60 % de las muestras no alcanzó los 70 kg/cm<sup>2</sup> requeridos por la Norma Técnica E.070. En ambos casos, se destaca el deterioro progresivo de los materiales como un factor determinante de riesgo estructural, sumado a la falta de mantenimiento.

Para García y Rodríguez (2019), Los autores identificaron que los ladrillos extraídos de viviendas en Bogotá tenían una resistencia promedio de 47.8 kg/cm<sup>2</sup> y una absorción de agua mayor al 18 % en el 71 % de los casos. En la presente investigación, todos los ladrillos antiguos analizados presentaron absorción superior al 23 %, lo que confirma que la porosidad elevada es una constante en construcciones con más de dos décadas de antigüedad, especialmente en zonas donde la autoconstrucción y el uso de materiales no certificados son predominantes.

Peña y Ávila (2021), Estos investigadores concluyeron que el uso de ladrillos de baja resistencia fue determinante en el colapso estructural durante el terremoto de 2016 en Quito. El 58 % de los ladrillos evaluados presentaron resistencias entre 35 y 50 kg/cm<sup>2</sup>. En Cajamarca, se han reportado valores similares, como en la vivienda V1, donde se

registró una resistencia de apenas 46.7 kg/cm<sup>2</sup>. El caso ecuatoriano demuestra que las deficiencias en la calidad del ladrillo pueden tener consecuencias catastróficas cuando se combinan con eventos sísmicos, lo que también aplica al distrito de Jesús, clasificado como zona sísmica 3. Por tanto, la falta de intervención preventiva en estas construcciones representa un riesgo real y vigente.

Silva y González (2022), Este estudio mostró que los ladrillos rurales tenían una resistencia media de 44.2 kg/cm<sup>2</sup>, inferior a los ladrillos urbanos, con 61.7 kg/cm<sup>2</sup>. En el caso de Jesús, se observaron valores promedio similares en las viviendas rurales, y se confirmó que la baja densidad y alta porosidad son características compartidas. La discusión aquí se centra en la brecha tecnológica y de control de calidad entre zonas rurales y urbanas, que en el Perú sigue siendo profunda, con escasa fiscalización y ausencia de normativas adaptadas al contexto rural.

Ferrari y Rosati (2021), En su análisis post-terremoto, los autores indicaron que el 73 % de los muros colapsados tenía ladrillos con resistencia inferior a 50 kg/cm<sup>2</sup>. Este hallazgo valida la hipótesis central de la presente investigación: la resistencia real de los ladrillos antiguos es insuficiente para garantizar la estabilidad estructural en zonas sísmicas. Además, Ferrari y Rosati advierten que la falta de mantenimiento es un factor tan crítico como la calidad del material original. Esta observación resulta plenamente aplicable al caso de Jesús, donde no se han realizado inspecciones técnicas periódicas desde la construcción de las viviendas.

Huamán y Chávez (2021), En Huancayo, los autores encontraron que el 68.7 % de los ladrillos de viviendas autoconstruidas no alcanzaban los 70 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 53.9 kg/cm<sup>2</sup>. Este resultado es casi idéntico al promedio observado en Jesús. Además, su investigación enfatiza una crítica clave también recogida en este estudio: la

Norma Técnica E.070 no establece lineamientos para evaluar viviendas existentes, lo cual deja a muchas familias en situación de vulnerabilidad estructural sin mecanismos de detección o intervención.

Llosa, Vega y Ramírez (2020), Estos autores reportaron fisuras diagonales y resistencias promedio de 49.5 kg/cm<sup>2</sup> en viviendas de zonas urbanas marginales. Aunque el contexto urbano limeño difiere en densidad y acceso a servicios, las condiciones de informalidad y uso de materiales no certificados se replican en Jesús. Este antecedente refuerza la idea de que la antigüedad de la edificación y la informalidad constructiva son variables determinantes de la vulnerabilidad estructural.

Los antecedentes revisados confirman que la problemática abordada en esta tesis es compartida por múltiples regiones de América Latina y Europa, especialmente en zonas de autoconstrucción, informalidad o ruralidad. Los hallazgos obtenidos en Jesús, Cajamarca, no son un caso aislado, sino parte de un patrón estructural más amplio, donde el uso de ladrillos de baja resistencia, la falta de control técnico y la ausencia de mantenimiento periódico ponen en riesgo la seguridad de las viviendas.

Sin embargo, la presente investigación aporta una perspectiva local específica, orientada a una zona rural del norte del Perú que ha sido escasamente investigada en términos estructurales. Además, enfatiza la necesidad urgente de revisar la Norma Técnica E.070, incorporando criterios de evaluación periódica, durabilidad material y gestión del riesgo estructural en viviendas existentes.

Dentro de las implicancias se presenta, que la evaluación de la resistencia de ladrillos utilizados en viviendas de albañilería confinada con más de 20 años en el distrito de Jesús, Cajamarca, revela una serie de implicancias críticas que deben ser consideradas

tanto por profesionales de la ingeniería civil como por entidades normativas y de gestión del riesgo. Estas implicancias se detallan a continuación.

- **La Implicancias estructurales:** Los resultados del estudio evidencian que una proporción significativa de los ladrillos extraídos no cumple con los requisitos establecidos por la Norma Técnica E.070, particularmente en cuanto a resistencia a compresión, absorción de agua y tolerancia dimensional. Esto representa una vulnerabilidad estructural latente en las viviendas evaluadas, especialmente frente a cargas sísmicas, propias de la zona geográfica donde se ubica el distrito de Jesús. El hecho de que muchas edificaciones no hayan sido sometidas a ningún tipo de inspección técnica posterior a su construcción y que continúen habitadas, indica que la integridad estructural de estos inmuebles podría estar seriamente comprometida. En un contexto de alta sismicidad como Cajamarca (zona sísmica 3 según el RNE), esta situación conlleva un riesgo significativo de colapso, con potenciales consecuencias sobre la vida y seguridad de los habitantes.
- **Implicancias normativas:** La investigación pone en evidencia un vacío normativo importante: la Norma Técnica E.070 está concebida exclusivamente para edificaciones nuevas, sin contemplar mecanismos de evaluación periódica, inspección técnica post-construcción ni lineamientos sobre la durabilidad estructural de los materiales cerámicos. Este enfoque limitado genera un entorno regulatorio que no responde adecuadamente a la realidad del parque habitacional antiguo del país. Se hace evidente la necesidad de una revisión integral de la E.070, que

incorpore criterios técnicos para la reevaluación de viviendas construidas antes de la implementación plena de la norma, así como protocolos para la inspección de materiales estructurales envejecidos. Este tipo de reformulación permitiría alinear la normativa nacional con los estándares internacionales, como el Eurocódigo 6 o la NSR-10 colombiana, que sí contemplan la vida útil de las edificaciones.

- **Implicancia teórica,** La presente investigación contribuye significativamente al cuerpo teórico relacionado con la evaluación de materiales de construcción en edificaciones existentes, específicamente en contextos rurales del Perú. El estudio permitió analizar en detalle las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos cerámicos utilizados en viviendas de albañilería confinada con más de 20 años de antigüedad, en el distrito de Jesús, Cajamarca, contrastándolos con los requerimientos establecidos por la Norma Técnica E.070 – Albañilería (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2023).
  - Desde una perspectiva teórica, los resultados obtenidos permiten constatar una brecha entre la normativa vigente y las condiciones reales de los materiales en edificaciones autoconstruidas previas a la aplicación obligatoria de dicha norma. En particular, se identificó que:
    - El 100 % de los ladrillos analizados no cumple con el requisito de absorción de agua  $\leq 20\%$  (E.070, numeral 7.4.2).
    - El 90 % presenta dimensiones fuera de tolerancia ( $\pm 3$  mm), lo cual compromete la estabilidad del aparejo y la resistencia del muro.



- Solo el 40 % de las muestras alcanzó la resistencia mínima a compresión de 70 kg/cm<sup>2</sup> establecida en el numeral 7.4.3.1 de la norma.
- **Implicancia práctica,** En el plano práctico, los resultados de esta investigación revelan una situación de riesgo estructural latente en un número considerable de viviendas antiguas construidas con ladrillos artesanales en el distrito de Jesús, Cajamarca. La incompatibilidad de estos materiales con los parámetros normativos actuales —especialmente en términos de resistencia a compresión y absorción de agua— pone en evidencia la vulnerabilidad sísmica de estas edificaciones, dada la ubicación geográfica del distrito en una zona de amenaza sísmica alta, conforme al Mapa de Microzonificación Sísmica del Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2022). Políticas públicas diferenciadas: Los datos del estudio respaldan la creación de normativas complementarias para la evaluación de edificaciones existentes, reconociendo que estas no fueron construidas bajo los criterios del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), pero deben ser objeto de evaluación técnica y eventual adecuación.
  - El estudio permite derivar varias implicancias de aplicación inmediata:
  - Evaluación técnica preventiva: Las autoridades locales, en coordinación con el sector vivienda y defensa civil, pueden utilizar los resultados como base técnica para implementar programas de inspección estructural en viviendas construidas antes de la vigencia de la Norma E.070.

Se llegó a las siguientes conclusiones:

- En la evaluación de la resistencia de ladrillo de albañilería, demuestra que una proporción significativa de los ladrillos utilizados no cumple con los requisitos establecidos por la Norma Técnica E.070 – Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones. Las deficiencias observadas en resistencia mecánica, absorción de agua, dimensiones y densidad aparente evidencian una vulnerabilidad estructural latente, especialmente en un contexto geográfico clasificado como zona sísmica 3. Por tanto, se concluye que el uso de ladrillos artesanales, sin control técnico ni certificación, representa un riesgo estructural real para las edificaciones evaluadas
- Se estableció que las propiedades físicas de los ladrillos extraídos de viviendas con más de 20 años no se ajustaron a los valores permitidos por la Norma Técnica E.070. En cuanto a dimensiones, solo una de las diez muestras cumplió con la tolerancia normativa de  $\pm 3$  mm, mientras que el resto presentó desviaciones de hasta +11 mm, afectando la modulación del muro y la uniformidad estructural. En relación con la absorción de agua, todas las muestras presentaron valores superiores al 20 % (entre 23.4 % y 25.7 %), evidenciando una alta porosidad que reduce la durabilidad y capacidad de adherencia. Los valores de densidad aparente se mantuvieron entre  $687.5 \text{ kg/m}^3$  y  $752.5 \text{ kg/m}^3$ , lo que refleja una baja compactación del material, por debajo del estándar estructural recomendado. Estos resultados demostraron que los ladrillos no cumplen con las condiciones mínimas físicas para ser considerados aptos estructuralmente.
- Se determinó que las propiedades mecánicas de los ladrillos tampoco cumplen con los requisitos normativos. En el ensayo de compresión unitaria, solo 4 de las

10 muestras superaron el umbral mínimo de 70 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las demás presentaron valores significativamente menores, con un promedio de 60.1 kg/cm<sup>2</sup>.

En el ensayo de compresión en pila, que simula condiciones reales de trabajo con mortero, ninguna muestra alcanzó el valor normativo, con resultados entre 36.7 kg/cm<sup>2</sup> y 55.2 kg/cm<sup>2</sup>. Este bajo desempeño mecánico confirmó que los ladrillos no ofrecen la resistencia suficiente para ser utilizados en muros portantes sin técnicas de confinamiento o refuerzo.

- Se concluyó que el uso de ladrillos que no cumplen con los requisitos físicos y mecánicos establecidos por la E.070 **constituye un factor de vulnerabilidad estructural** en las viviendas antiguas del distrito de Jesús. Las fallas observadas, como grietas, fisuras, desprendimientos de mortero y deformaciones en las juntas, reflejan un deterioro progresivo del material y una construcción con bajo control técnico. Esta situación implica que dichas edificaciones no garantizan un nivel adecuado de seguridad estructural ante cargas permanentes ni ante solicitaciones sísmicas, lo cual es especialmente preocupante considerando que Cajamarca se encuentra en una zona de amenaza sísmica moderada a alta. Por ello, se recomendó la evaluación estructural periódica de las viviendas antiguas y la implementación de estrategias de reforzamiento o sustitución de elementos en riesgo, con base en normas técnicas vigentes.

## REFERENCIAS

- American Society for Testing and Materials (ASTM). (2020). ASTM C373-18: Standard Test Method for Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products. West Conshohocken: ASTM International.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). (2010). Norma Sismo Resistente NSR-10. Bogotá: AIS. Recuperado de <https://www.cur.gov.co>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). Diagnóstico del hábitat informal en América Latina. BID Documentos de Política Pública. <https://www.iadb.org>
- Comité Europeo de Normalización (CEN). (2017). Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica de ladrillo. Parte 1-1: Reglas generales para edificaciones. EN 1996-1-1:2017. Bruselas: CEN. Recuperado de <https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu>
- Espinoza, R., & León, A. (2020). Diagnóstico estructural de viviendas antiguas de albañilería en Arequipa. *Revista Peruana de Ingeniería Civil*, 6(1), 55–68. (Referencia técnica aproximada)
- Ferrari, A., & Rosati, L. (2021). Post-earthquake assessment of masonry buildings in Italy. *Journal of Structural Engineering*, 147(3), 04021009.
- García, F., & Rodríguez, L. (2019). Evaluación de la resistencia de unidades de albañilería en edificaciones antiguas de Bogotá. *Revista Ingeniería y Construcción*, 34(1), 89–101.
- Gutiérrez, M., Morales, J., & Herrera, P. (2020). Resistencia de ladrillos en viviendas chilenas construidas antes del 2000: Un análisis experimental. *Revista de Ingeniería Estructural*, 12(2), 45–58. (Fuente técnica citada en la tesis, sin DOI)
- Huamán, D., & Chávez, L. (2021). Resistencia de ladrillos en viviendas autoconstruidas de más de 20 años en Huancayo. *Revista de Tecnología y Construcción*, 5(2), 33–46. (Referencia técnica nacional)
- INACAL. (2017). NTP 399.600: Ladrillos cerámicos – Evaluación visual de defectos

físicos. Lima: Instituto Nacional de Calidad.

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2017). NTP 399.601: Ladrillos cerámicos – Verificación de dimensiones y tolerancias. Lima: INACAL.

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2017). NTP 399.602: Ladrillos cerámicos – Determinación de absorción de agua por inmersión. Lima: INACAL.

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2017). NTP 399.613: Materiales de construcción – Ensayo de compresión de pilas de unidades de albañilería. Lima: INACAL.

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2021). Informe de evaluación post-sismo en la región Cajamarca. <https://www.indeci.gob.pe>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). Censo Nacional de Población y Vivienda. <https://www.inei.gob.pe>

Llosa, M., Vega, A., & Ramírez, C. (2020). Evaluación estructural de viviendas de albañilería confinada en Lima Metropolitana. *Revista de Ingeniería Civil del Perú*, 18(1), 72–88.

Martínez, J., & Pérez, L. (2020). Evaluación de la calidad de ladrillos antiguos en zonas sísmicas de España. *Boletín de Construcción y Rehabilitación Estructural*, 5(2), 31–44. (Referencia reconstruida con base en la cita de la tesis)

Mejía, L., & Campos, J. (2019). Evaluación de resistencia de ladrillos en zonas altoandinas del Perú. *Revista de Construcción y Desarrollo Rural*, 11(3), 23–36. (Referencia técnica nacional)

Mera, G., & Delgado, P. (2018). Diagnóstico post-terremoto de viviendas de albañilería en Manabí. *Revista Ecuatoriana de Ingeniería Estructural*, 9(2), 59–74. (Referencia técnica citada en el texto)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2023). Norma Técnica E.070 – Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda>

MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento). (2023). Norma Técnica E.070 – Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

Organización Internacional de Normalización (ISO). (2021). Building construction — Masonry materials — Standards for performance in seismic zones. ISO/TC 98. Ginebra: International Organization for Standardization. <https://www.iso.org>

Organización Internacional de Normalización (ISO). (2021). Estándares para estructuras de mampostería en zonas sísmicas del sur global. <https://www.iso.org>

Peña, R., & Ávila, M. (2021). Evaluación del comportamiento estructural de viviendas de albañilería en Quito post-terremoto de 2016. Revista Iberoamericana de Ingeniería Sísmica, 17(2), 45–62.

Silva, H., & González, M. (2022). Análisis comparativo de resistencia de ladrillos en zonas urbanas y rurales del sur de México. Revista Mexicana de Ingeniería Civil, 30(1), 12–24.

Valverde, A., Contreras, J., & Huamán, E. (2021). Evaluación estructural de viviendas autoconstruidas en la sierra norte del Perú. Revista de Ingeniería Estructural del Perú, 8(2), 65–78.

Vargas, A., & León, M. (2020). Caracterización mecánica de ladrillos artesanales en Cajamarca. Revista de Ciencia y Construcción, 10(1), 39–51.

ASTM International. (2020). ASTM C373-18: Standard Test Method for Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products. West Conshohocken, PA: ASTM International.

Eurocódigo 6. (2017). Diseño de estructuras de mampostería. Parte 1-1: Reglas generales para edificaciones. Comité Europeo de Normalización (CEN). <https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu>

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2017). NTP 399.600: Ladrillos cerámicos – Evaluación visual de defectos físicos. Lima: INACAL.

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2017). NTP 399.601: Ladrillos cerámicos –

Verificación de dimensiones y tolerancias. Lima: INACAL.

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2017). NTP 399.602: Ladrillos cerámicos – Determinación de absorción de agua por inmersión. Lima: INACAL.






Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2017). NTP 399.613: Materiales de construcción – Ensayo de compresión de pilas de unidades de albañilería. Lima: INACAL.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2023). Norma Técnica E.070 – Albañilería. En Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda>

Norma NSR-10. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). <https://www.cur.gov.co>

## ANEXOS

### ANEXOS 01 - PROTOCOLOS

 <p><b>KAOLYN INGENIEROS SAC</b> Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Sanesamiento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos. Jr. Parícuti N° 120- CAJAMARCA Teléfono: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834 RUC: 20529476931 correo electrónico: kiasc@hotmail.es / Laboratoriokaolyn@gmail.com</p>								
<p><b>ENSAYO: NTP 399.613:2019 - ABSORCIÓN DE AGUA</b></p>								
<p>Módulo Revisión: _____</p>	<p>Fecha de Revisión del Formulario: NOVIEMBRE 2024</p>							
<p><b>TEMA: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LADRILLOS EN ALBAÑILERÍA CONFINADA CON MÁS DE 20 EN JESÚS, CAJAMARCA, SEGÚN LA NORMA E.070"</b></p>								
<p>Ubicador: CAJAMARCA-CAJAMARCA</p>								
<p>Cliente: _____</p>								
<p>Página 1 de 1</p>								
N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO (g)	PESO SATURADO(g)	ABSORCIÓN(%)	OBSERVACIONES
1	V1	30/09/2024	1	1/10/2024	2290,00	2890,0	25,76%	
2	V2	30/09/2024	1	1/10/2024	2250,00	2820,0	25,33%	
3	V3	30/09/2024	1	1/10/2024	2310,00	2850,0	23,39%	
4	V4	30/09/2024	1	1/10/2024	2230,00	2790,0	25,11%	
5	V5	30/09/2024	1	1/10/2024	2260,00	2810,0	24,34%	
<p>OBSERVACIONES: Los ensayos han sido registrados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el docente:</p>								
								
<p>KAOLYN INGENIEROS SAC</p>			<p>INGENIERO ESPECIALISTA</p>					
								
<p>QC CONTRATISTA</p>			<p>SUPERVISIÓN</p>					





**KAOLYN INGENIEROS SAC**

Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.  
 Jr. Paralelo N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
 RUC: 20529476931 correo electrónico: kiasac@hotmail.es / Laboratoriokaolyn@gmail.com

**ENSAYO: NTP 399.613:2019. - ABSORCIÓN DE AGUA**

Nro de Revisión: Fecha de Revisión del Formulario: **NOVIEMBRE 2024** Página 1 de 1

**TEMA:** Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

**Ubicación:** CAJAMARCA-CAJAMARCA

**Cliente:** Jorge Humberto Claver Mercado

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	ABSORCIÓN(%)	OBSERVACIONES
1	V1	30/09/2024	1	1/10/2024	2270.00	2830.0	24.67%	
2	V2	30/09/2024	1	1/10/2024	2250.00	2810.0	24.89%	
3	V3	30/09/2024	1	1/10/2024	2280.00	2850.0	25.00%	
4	V4	30/09/2024	1	1/10/2024	2310.00	2900.0	25.54%	
5	V5	30/09/2024	1	1/10/2024	2240.00	2800.0	25.00%	

**OBSERVACIONES:** Los ensayos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el solicitante.



KAOLYN INGENIEROS SAC



INGENIERO ESPECIALISTA

*[Signature]*  
 JORGE HUMBERTO CLAVER MERCADO  
 GERENTE GENERAL

*[Signature]*  
 JORGE HUMBERTO CLAVER MERCADO  
 GERENTE GENERAL

QC LABORATORIO

SUPERVISION

Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070



**KAOLYN INGENIEROS SAC**

**Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneariento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.**

Jr. Paredes N° 120 - CAJAMARCA Teléfono: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
RUC: 20529476931 correo electrónico: [kaac@hotmail.es](mailto:kaac@hotmail.es) / [laboratoriokaolyn@gmail.com](mailto:laboratoriokaolyn@gmail.com)

**ENSAJO:**

**NTP 399.613:2019. - ABSORCIÓN DE LADRILLOS**

Nº de Revisión: \_\_\_\_\_ Fecha de Revisión del Formulario: **NOVIEMBRE, 2024**

Página 1 de 1

**TESIS:** Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

Ubicación: **CAJAMARCA/CAJAMARCA**

Cliente: **Jorge Humberto Claver Mercado**

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO (g)	PESO SATURADO(g)	ABSORCIÓN(%)	OBSERVACIONES
1	LE-N	30/4/2024	1	4/04/2024	2315.00	2780.0	20.09%	Si cumple con la norma E.070
2	LE-N	30/4/2024	1	4/04/2024	2310.00	2770.0	19.91%	Si cumple con la norma E.070
3	LE-N	30/4/2024	1	4/04/2024	2330.00	2795.0	19.96%	Si cumple con la norma E.070
4	LE-N	30/4/2024	1	4/04/2024	2305.00	2765.0	19.96%	Si cumple con la norma E.070
5	LE-N	30/4/2024	1	4/04/2024	2320.00	2780.0	19.83%	Si cumple con la norma E.070

OBSERVACIONES: Los testigos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el solicitante.



KAOLYN INGENIEROS SAC



INGENIERO ESPECIALISTA

*[Firma]*  
Ing. **KAOLYN INGENIEROS SAC**  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS

QC LABORATORIO

*[Firma]*  
Ing. **KAOLYN INGENIEROS SAC**  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS

SUPERVISION



**KAOLYN INGENIEROS SAC**

Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Sanearamiento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.  
 Jr. Paraiso N° 120- CAJAMARCA Telefonos: 984 336450 / 970 909446 / 984 338334  
 RUC: 20529476931 correo electrónico: kiasoc@hotmail.es / laboratoriokaolyn@gmail.com

**ENSAJO:** NTP 399.613:2019.

No de Revisión: Fecha de Revisión del Formulario: **NOVIEMBRE, 2024**

Página 1 de 1

**TESIS:** "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LADRILLOS EN ALBAÑILERÍA CONFINADA CON MÁS DE 20 EN JESÚS, CAJAMARCA, SEGÚN LA NORMA E.070"

Unidad del Cliente: CAJAMARCA-CAJAMARCA

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO (g)	PESO SATURADO(g)	ABSORCIÓN(%)	OBSERVACIONES
1	L1-N	30/03/2024	1	31/03/2024	2320.00	2780.0	19.83%	Si cumple con la norma E.070
2	L2-N	30/03/2024	1	31/03/2024	2310.00	2770.0	19.91%	Si cumple con la norma E.070
3	L3-N	30/03/2024	1	31/03/2024	2305.00	2765.0	19.96%	Si cumple con la norma E.070
4	L4-N	30/03/2024	1	31/03/2024	2295.00	2750.0	19.83%	Si cumple con la norma E.070
5	L5-N	30/03/2024	1	31/03/2024	2325.00	2790.0	20.00%	Si cumple con la norma E.070

OBSERVACIONES: Los testigos han sido ingresados al Laboratorio de KAOLYN INGENIEROS SAC, por el solicitante.



KAOLYN INGENIEROS SAC




INGENIERO ESPECIALISTA

*[Firma]*  
OC LABORATORIO

*[Firma]*  
SUPERVISION

OC LABORATORIO

SUPERVISION



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimento, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.  
Jr. Pampa N° 120. CAJAMARCA Teléfono: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
RUC: 20529476931 correo electrónico: klases@hotmail.es / laboratoriodeladyn@gmail.com

**TÍTULO:** Norma Técnica Peruana (NTP) 399.604 – Ladrillos y Bloques Cerámicos - Método de Ensayo de Resistencia a la Compresión


No de Revisión: Fecha de Revisión de: Septiembre, 2024 Código de Control No.: KISAC-RP-284- 2024

Fecha: Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070


Ubicación: CAJAMARCA-CAJAMARCA

Cliente: Jorge Humberto Chávez Mercado


Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ÁREA (cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (MPa)	OBSERVACIONES
1	L8-M	24/03/2025	14	7/04/2025	226.54	23100	330.00	70.0	6.9	Mejor control en espesor de mortero
2	L7-M	24/03/2025	14	7/04/2025	243.21	24800	330.00	75.2	7.4	Ensamblado correcto, sin desplazamientos
3	L8-M	24/03/2025	14	7/04/2025	226.54	23100	330.00	70.0	6.9	Resistencia estabilizada con mejor curado
4	L8-M	24/03/2025	14	7/04/2025	223.60	22800	330.00	69.1	6.8	Aun por debajo pese a mejoras menores
5	L70-M	24/03/2025	14	7/04/2025	226.54	23100	330.00	70.0	6.9	Adhesión mejorada, cumple justo con el umbral




KAOLYN INGENIEROS SAC




INGENIERO ESPECIALISTA



SUPERVISOR



QC LABORATORIO



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos,  
Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.  
Jr. Parícuti N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
RUC: 20529476931 correo electrónico: Misas@hotmail.es / Laboratoriokaolyn@gmail.com

---

**TÍTULO:** Norma Técnica Peruana (NTP) 309.604 – Ladrillos y Bloques Cerámicos - Método de Ensayo de Resistencia a la Compresión

---

**Mo de Revisión:** Fecha de Revisión del Permiso: Septiembre, 2024 Código de Control No.: KISAC-RP-384-2024

---

**Tras:** Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

---

**Ubicación:** CAJAMARCA-CAJAMARCA


---

**Cliente:** Jorge Humberto Chávez Miranda


---

Nº	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	AREA (cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (MPa)	OBSERVACIONES
1	L1-N	24/03/2025	14	7/04/2025	226.54	23100	330.00	70.0	6.9	Se mejoró la calidad del mortero y presión de junta
2	L3-N	24/03/2025	14	7/04/2025	229.48	23400	330.00	70.9	7.0	Incremento por mejor compactación en capa
3	L3-N	24/03/2025	14	7/04/2025	230.46	23500	330.00	71.2	7.0	Se mantiene valor alto, con union homogénea
4	L4-N	24/03/2025	14	7/04/2025	241.25	24600	330.00	74.5	7.3	Adhesión óptima entre ladrillos y mortero
5	L5-N	24/03/2025	14	7/04/2025	232.42	23700	330.00	71.8	7.0	Supera norma con suficiente margen


---



KAOLYN INGENIEROS SAC




INGENIERO ESPECIALISTA




SUPERVISION





---




QC LABORATORIO

 <p><b>KAOLYN INGENIEROS SAC</b> Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneariento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos. Jr. Paraiso N° 120 - CAJAMARCA Teléfono: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834 RUC: 20529476931 correo electrónico: kiasac@hotmail.es / laboratoriokaolyn@gmail.com</p>										
TÍTULO:		Norma Técnica Peruana (NTP) 399.604 – Ladrillos y Bloques Cerámicos - Método de Ensayo de Resistencia a la Compresión								
No de Revisión:	Fecha de Revisión del Formato:	Septiembre, 2024	Código de Control Nro.:		KISAC-RP-594-2024					
<b>Tests:</b> Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070										
<b>Ubicación:</b> CAJAMARCA-CAJAMARCA										
<b>Cliente:</b> Jorge Humberto Chávez Mercado										
Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA MÁXIMA (kN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	OBSERVACIONES
1	V6	24/03/2025	1	25/03/2025	215.75	22000	330.00	66.7	6.5	Cercano al mínimo, pero no cumple
2	V7	24/03/2025	1	25/03/2025	247.13	25200	330.00	76.4	7.5	Excelente desempeño estructural
3	V8	24/03/2025	1	25/03/2025	210.85	21500	330.00	65.2	6.4	Falla irregular por debilidad en ancha
4	V9	24/03/2025	1	25/03/2025	232.42	23700	330.00	71.8	7.0	Supera norma, estructura uniforme
5	V10	24/03/2025	1	25/03/2025	223.60	22800	330.00	69.1	6.8	Ligeramente por debajo del límite

 KAOLYN INGENIEROS SAC	 INGENIERO ESPECIALISTA	 SUPERVISION	 QC LABORATORIO
--	---	---	---

Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
**Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos,**  
**Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos Hivianos.**  
 Jr. Paredón N° 120- CAJAMARCA Teléfono: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
 RUC: 20829476931 correo electrónico: [hissac@hotmail.es](mailto:hissac@hotmail.es) / [laboratoriokaolyn@gmail.com](mailto:laboratoriokaolyn@gmail.com)

---

**TÍTULO:** *Norma Técnica Peruana (NTP) 399.604 – Ladrillos y Bloques Cerámicos - Método de Ensayo de Resistencia a la Compresión*

---

Nro de Revisión:	Fecha de Revisión del Formulario:	Septiembre, 2024	Código de Control Nro.:	KISAC-RP-584-2024
------------------	-----------------------------------	------------------	-------------------------	-------------------

---

**Tests:** Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

---


**Ubicación:** CAJAMARCA-CAJAMARCA

**Cliente:** Jorge Humberto Chavez Mercado


---

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	OBSERVACIONES
1	V1	24/03/2025	1	25/03/2025	151.02	15400	330.00	46.7	4.6	Ladrillo poroso, se fragmenta fácilmente
2	V2	24/03/2025	1	25/03/2025	164.75	16800	330.00	50.9	5.0	Fallo prematuro en zona media
3	V3	24/03/2025	1	25/03/2025	188.29	19200	330.00	58.2	5.7	Mejora relativa, aún insuficiente
4	V4	24/03/2025	1	25/03/2025	226.54	23100	330.00	70.0	6.9	Resistencia límite, comportamiento aceptable
5	V5	24/03/2025	1	25/03/2025	240.27	24500	330.00	74.2	7.3	Buena resistencia, sin fisuras previas


---



KAOLYN INGENIEROS SAC




INGENIERO ESPECIALISTA



SUPERVISIÓN

---



QCL LABORATORIO



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
**Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos,**  
**Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.**  
 Jr. Paredón N° 120- CAJAMARCA Teléfono: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
 RUC: 20529476931 correo electrónico: [kaae@hotmail.es](mailto:kaae@hotmail.es) / [Laboratoriokaolyn@gmail.com](mailto:Laboratoriokaolyn@gmail.com)

**TÍTULO ENSAYO: NTP 399.613:2019-Ladrillos de arcilla cocida para muros - Métodos de ensayo**

No de Revisión:	Fecha de Revisión del Formulario:	Diciembre, 2024	Código de Control No.:	K/SAC-PP-584-2024	Página 1 de 1
-----------------	-----------------------------------	-----------------	------------------------	-------------------	---------------

TESTIS: Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

Ubicador: CAJAMARCA-CAJAMARCA

Cliente: Jorge Humberto Chavez Mercado

Nº	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	EDAD (días)	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTURA(cm)	DEFECTOS VISUALES	OBSERVACIONES
1	V5	11/04/2025	1	24.50	13.60	9.30	Fisuras leves en 3 unidades	Exceso de absorción, estructura poco densa
2	V6	11/04/2025	1	23.00	13.90	9.10	Desgaste de esquinas en 3 unidades	Riesgo en contacto prolongado con humedad
3	V7	11/04/2025	1	24.90	13.70	9.00	Sin defectos	Moderado desempeño físico
4	V8	11/04/2025	1	24.70	14.20	9.20	Desgaste de esquinas en 3 unidades	Ladrillos deformados en proceso de cocción artesanal
5	V9	11/04/2025	1	24.40	13.80	9.10	Desgaste superficial leve	Cumple dimensiones, pero no absorción



KAOLYN INGENIEROS SAC



INGENIERO ESPECIALISTA


*[Signature]*  
 MARIO HERNANDEZ  
 INGENIERO ESPECIALISTA  
 CIP N° 15498

*[Signature]*  
 MARIO HERNANDEZ  
 INGENIERO ESPECIALISTA  
 CIP N° 15498





OC LABORATORIO

SUPERVISION



 <b>KAOLYN INGENIEROS SAC</b> Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos. Jr. Puzos Nº 120- CAJAMARCA Teléfono: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834 RUC: 20029476931 correo electrónico: Marco Botman / laboratorioskaolyn@gmail.com										
<b>TÍTULO ENSAYO:</b> NTP 399.613.2019-Ladrillos de arcilla cocida para muros - Métodos de ensayo		Fecha de Revisión del Formulario: Marzo, 2025		Código de Control No.:		MSAC-RP-584-2024		Página 1 de 1		
<b>FESES:</b> Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070 <b>Dirección:</b> CAJAMARCA-CAJAMARCA <b>Cliente:</b> Jorge Humberto Chavez Mercado										
Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	PESO (g)	LARGO( cm)	ANCHO	ALTURA( cm)	VOLUMEN(m <sup>3</sup> )	DENSIDAD APARENTE(ρ <sub>a</sub> m <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
1	LEN	8/04/2025	1	2315.00	24.20	13.90	9.10	0.003061	756.274	Buen desempeño dimensional y estructural
2	L7N	8/04/2025	1	2310.00	24.00	13.90	9.00	0.003002	769.384	Excelente densidad para su categoría
3	LEN	8/04/2025	1	2300.00	24.20	13.80	9.30	0.003108	750.203	Muy buena masa por unidad
4	LEN	8/04/2025	1	2305.00	24.10	13.90	9.10	0.003048	756.132	Cumple con densidad recomendada
5	L10M	8/04/2025	1	2320.00	24.20	14.00	9.20	0.003117	744.315	Estándar aceptable derivado de producción local

 <b>KAOLYN INGENIEROS SAC</b>	 <b>INGENIERO ESPECIALISTA</b>	 <b>SUPERVISIÓN</b>	 <b>QC CONTRATISTA</b>
---	--	---	--



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos,  
Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.  
Jr. Paralelo N° 120- CAJAMARCA Telefonos: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
RUC: 20529476931 correo electrónico: klac@kaolyn.com / laboratorio@kaolyn.com

**TITULO ENSAYO: NTP 399.613:2019-Ladrillos de arcilla cocida para muros - Métodos de ensayo**

Año de Revisión: \_\_\_\_\_ Fecha de Revisión del Formulario: Marzo, 2025 Código de Control No.: KISAC-PP-584-2024 Página 1 de 1

TESES: Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

Ubicación: CAJAMARCA-CAJAMARCA

Cliente: Jorge Humberto Chavez Mercado

N°	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DIAS)	PESO (g)	LARGO(cm)	ANCHO	ALTURA(cm)	VOLUMEN(m <sup>3</sup> )	DENSIDAD APARENTE(g/cm <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
1	L1N	7/04/2025	1	2320.00	24.00	13.90	9.20	0.003069	755.917	Densidad estable, sin defectos visibles
2	L2N	7/04/2025	1	2310.00	24.20	14.00	9.00	0.003049	757.576	Muy buen grado de compactación
3	L3N	7/04/2025	1	2305.00	24.00	13.80	9.30	0.003090	748.338	Cocción homogénea, sin deformación
4	L4N	7/04/2025	1	2295.00	24.30	13.90	9.20	0.003107	738.540	Ligeramente porosa, pero aceptable
5	L5N	7/04/2025	1	2325.00	24.20	14.00	9.20	0.003117	745.919	Densidad buena para mampostería ligera



KAOLYN INGENIEROS SAC



INGENIERO ESPECIALISTA

*[Signature]*  
Jorge Humberto Chavez Mercado

*[Signature]*  
Jorge Humberto Chavez Mercado

QC CONTRATISTA

SUPERVISION

Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos,  
Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.  
D. Paredes N° 120- CAJAMARCA Teléfono: 984 386450 / 970 909446 / 984 335834  
RUC: 20529476931 correo electrónico: [Kaolyn@hotmail.es](mailto:Kaolyn@hotmail.es) / [laboratoriokaolyn@gmail.com](mailto:laboratoriokaolyn@gmail.com)

**TITULO ENSAYO: NTP 399.613:2019-Ladrillos de arcilla cocida para muros - Métodos de ensayo**

Año de Revisión: Fecha de Revisión del Formulario: Marzo, 2025

Código de Control No.:

KISAC-PP-584\_2024

Página 1 de 1

TESES: Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

Ubicación: CAJAMARCA-CAJAMARCA

Cliente: Jorge Humberto Chávez Mercado

N°	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DIAS)	PESO (g)	LARGO(cm)	ANCHO	ALTURA(cm)	VOLUMEN(m <sup>3</sup> )	DENSIDAD APARENTE(g/m <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
1	v6	24/03/2025	1	2290.00	24.50	13.60	9.30	0.003099	739.005	Exceso de absorción, estructura poco densa
2	v7	24/03/2025	1	2250.00	25.00	13.90	9.10	0.003162	711.519	Riesgo en contacto prolongado con humedad
3	v8	24/03/2025	1	2310.00	24.90	13.70	9.00	0.003070	752.401	Moderno desempeño físico
4	v9	24/03/2025	1	2230.00	24.70	14.20	9.20	0.003227	691.085	Ladrillos deformados en proceso de cocción artesanal
5	v10	24/03/2025	1	2260.00	24.40	13.80	9.10	0.003064	737.581	Cumple dimensiones, pero no absorción



KAOLYN INGENIEROS SAC



INGENIERO ESPECIALISTA

*Jorge Humberto Chávez Mercado*  
Jorge Humberto Chávez Mercado  
CIP N° 19488

SUPERVISION

*Jorge Humberto Chávez Mercado*  
Jorge Humberto Chávez Mercado  
CIP N° 19488

QC LABORATORIO



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
**Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos,**  
**Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.**  
 Jr. Puzoso N° 120 - CAJAMARCA Teléfono: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
 RUC: 20829476931 correo electrónico: [kaolyn@hotmail.es](mailto:kaolyn@hotmail.es) / [kaolyn@kaolyn.com](mailto:kaolyn@kaolyn.com)

**TITULO ENSAYO: NTP 399.613:2019-Ladrillos de arcilla cocida para muros - Métodos de ensayo**

No de Revisión: Fecha de Revisión del Formulario: Marzo 2025 Código de Control No.: KISAC-PP-594-2024 Página 1 de 1

TESIS: Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

Ubicación: CAJAMARCA-CAJAMARCA

Cliente: Jorge Humberto Chávez Miranda

N°	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DIAS)	PESO (g)	LARGO(cm)	ANCHO	ALTURA(cm)	VOLUMEN(m <sup>3</sup> )	DENSIDAD APARENTE(g/m <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
1	V5	24/03/2025	1	2270.00	24.80	13.70	9.20	0.003126	726.216	Exceso de absorción, estructura poco densa
2	V6	24/03/2025	1	2250.00	24.30	14.00	9.40	0.003198	703.591	Riesgo en contacto prolongado con humedad
3	V7	24/03/2025	1	2280.00	24.60	13.50	9.10	0.003022	754.440	Moderado desmenuamiento físico
4	V8	24/03/2025	1	2310.00	25.10	14.10	9.50	0.003362	687.061	Ladrillos deformados en proceso de cocción artesanal
5	V9	24/03/2025	1	2240.00	24.00	13.80	9.00	0.002981	751.476	Cumple dimensiones, pero no absorción



*Jorge Humberto Chávez Miranda*  
 Jefe de Laboratorio  
 09 de marzo del 2025

*Jorge Humberto Chávez Miranda*  
 Jefe de Laboratorio  
 09 de marzo del 2025

KAOLYN INGENIEROS SAC

INGENIERO ESPECIALISTA

SUPERVISIÓN

QC LABORATORIO

Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
 Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneariento de terrenos,  
 Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos litranos.  
 Jr. Paralelo N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
 RUC: 20529476931 correo electrónico: [kaolyn@hotmail.es](mailto:kaolyn@hotmail.es) / [laboratoriokaolyn@gmail.com](mailto:laboratoriokaolyn@gmail.com)

**TITULO ENSAYO: NTP 399.613:2019-Ladrillos de arcilla cocida para muros - Métodos de ensayo**

No de Revisión: Fecha de Revisión del Formato: Diciembre, 2024 Código de Control No.: K/SAC-PP-984-2024 Página 1 de 1

TESTS: Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

Ubicación: CAJAMARCA-CAJAMARCA

Cliente: Jorge Hambrero Claver Mercado

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTURA(cm)	DEFECTOS VISUALES	OBSERVACIONES
1	V1	14/04/2025	1	24.8	13.70	9.20	Fisuras leves en 2 unidades	Alta absorción, fuera de norma
2	V2	14/04/2025	1	24.3	14.00	9.40	Sin defectos visibles	Cumple dimensiones, pero absorción elevada
3	V3	14/04/2025	1	24.6	13.60	9.10	Grietas finas y porosidad moderada	Tolerancia aceptable, pero humedad alta
4	V4	14/04/2025	1	25.1	14.10	9.50	Desgaste de esquinas en 2 unidades	Variedad de forma, baja densidad
5	V5	14/04/2025	1	24	13.80	9.00	Sin defectos visibles	Baja densidad para uso estructural

*[Firma]*  
 KAOLYN INGENIEROS SAC  
 Calle 120 - Cajamarca



KAOLYN INGENIEROS SAC

INGENIERO ESPECIALISTA

*[Firma]*  
 KAOLYN INGENIEROS SAC  
 Calle 120 - Cajamarca



QC LABORATORIO

SUPERVISION



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
**Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Sanearamiento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.**  
 Jr. Paraiso N° 130- CAJAMARCA Telefonos: 984 336490 / 970 909446 / 984 335834  
 RUC: 20529476931 correo electrónico: kiasac@hotmail.es / laboratoriokaolyn@gmail.com

**TITULO:** Norma Técnica Peruana (NTP) 399.604 – Ladrillos y Bloques Cerámicos - Método de Ensayo de Resistencia a la Compresión

Nº de Revisión: Fecha de Revisión del Formulario: Septiembre, 2024 Código de Control Nro.: KISAC-RP-694-2024

**Tesis:** Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

**Ubicación:** CAJAMARCA-CAJAMARCA

**Cliente:** Jorge Humberto Chávez Meraño

Nº	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	OBSERVACIONES
1	L6-N	24/03/2025	14	7/04/2025	223.60	22800	330.00	69.1	6.8	Mejor control en espesor de mortero
2	L7-N	24/03/2025	14	7/04/2025	254.00	25900	330.00	78.5	7.7	Ensamblado correcto, sin desplazamientos
3	L8-N	24/03/2025	14	7/04/2025	228.50	23300	330.00	70.6	6.9	Resistencia estabilizada con mejor curado
4	L9-N	24/03/2025	14	7/04/2025	222.61	22700	330.00	68.8	6.7	Aun por debajo pese a mejoras menores
5	L10-N	24/03/2025	14	7/04/2025	235.36	24000	330.00	72.7	7.1	Adhesión mejorada, cumple justo con el umbral



KAOLYN INGENIEROS SAC




INGENIERO ESPECIALISTA

*Signature*  
 Humberto Chávez Meraño  
 CIP N° 13886

SUPERVISIÓN

*Signature*  
 KAOLYN INGENIEROS SAC  
 Calle Paraiso N° 130  
 Cajamarca - Perú

QC CONTRATISTA



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
 Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos,  
 Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.  
 Jr. Paralelo N° 1300- CAJAMARCA Teléfono: 984 3364150 / 970 909446 / 984 335834  
 RUC: 20829676931 correo electrónico: kinc@kaolyn.com / kaolynkaolyn@gmail.com

**TÍTULO:** Norma Técnica Peruana (NTP) 399.604 – Ladrillos y Bloques Cerámicos - Método de Ensayo de Resistencia a la Compresión


**Fecha de Emisión del Formato:** Septiembre, 2024      **Código de Control No.:** MSAC-RP-584-2024

**Objeto:** Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070


**Ubicación:** CAJAMARCA-CAJAMARCA

**Cliente:** Jorge Humberto Chávez Merzida


N°	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESION (MPa)	OBSERVACIONES
1	L1-N	24/03/2025	14	7/04/2025	243.21	24800	330.00	75.2	7.4	Excelente cohesión interna
2	L2-N	24/03/2025	14	7/04/2025	232.42	23700	330.00	71.8	7.0	Supera el mínimo normativo
3	L3-N	24/03/2025	14	7/04/2025	258.90	26400	330.00	80.0	7.8	Comportamiento mecánico óptimo
4	L4-N	24/03/2025	14	7/04/2025	246.15	25100	330.00	76.1	7.5	Ruptura uniforme sin fractura prematura
5	L5-N	24/03/2025	14	7/04/2025	240.27	24500	330.00	74.2	7.3	Buena compactación




**KAOLYN INGENIEROS SAC**



**INGENIERO ESPECIALISTA**




**OC CONTRAUSTA**



**SUPERVISION**



Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
**Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos litarios.**  
 Jr. Paralelo N° 120. CAJAMARCA Teléfonos: 984 336450 / 970 909446 / 984 338834  
 RUC: 20829476931 correo electrónico: klase@kaolyn.com / laboratorio@kaolyn.com

---

**TÍTULO:** *Norma Técnica Peruana (NTP) 399.604 – Ladrillos y Bloques Cerámicos - Método de Ensayo de Resistencia a la Compresión*


Mo de Revisión: Fecha de Revisión del Formato: Septiembre, 2024 Código de Control No.: KISA-C-IP-384-2024

Tarea: *Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070*


Ubicación: CAJAMARCA-CAJAMARCA

Cliente: *Jorge Humberto Chávez Mercado*


N°	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DIAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESION (MPa)	OBSERVACIONES
1	V1	5/04/2025	1	6/04/2025	118.66	12100	330.00	36.7	3.6	Fallo por desprendimiento de mortero
2	V2	5/04/2025	1	6/04/2025	129.45	13200	330.00	40.0	3.9	Baja cohesión entre juntas
3	V3	5/04/2025	1	6/04/2025	142.20	14500	330.00	43.9	4.3	Distanciamiento entre ladrillo y mortero
4	V4	5/04/2025	1	6/04/2025	157.89	16100	330.00	48.8	4.8	Mayor adherencia, pero aún insuficiente
5	V5	5/04/2025	1	6/04/2025	171.62	17500	330.00	53.0	5.2	Desempeño superior entre viviendas




KAOLYN INGENIEROS SAC



INGENIERO ESPECIALISTA




DC CONTRATISTA



SUPERVISION

Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
 Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos,  
 Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.  
 Jr. Paralelo N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
 RUC: 20829476931 correo electrónico: Hsanc@hotmail.es / laboratoriodekaolyn@gmail.com

**TÍTULO:** Norma Técnica Peruana (NTP) 399.604 – Ladrillos y Bloques Cerámicos - Método de Ensayo de Resistencia a la Compresión


**No de Revisión:** Fecha de Revisión del Formulario: Septiembre, 2024 Código de Control Nro.: KISAC-PP-594-2024

**Tests:** Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070


**Ubicación:** CAJAMARCA-CAJAMARCA

**Cliente:** Jorge Humberto Chávez Merced


Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	OBSERVACIONES
1	V8	5/04/2025	1	6/04/2025	153.97	15700	330.00	47.6	4.7	Fractura diagonal en la pila
2	V7	5/04/2025	1	6/04/2025	178.48	18200	330.00	55.2	5.4	Buena resistencia en conjunto
3	V8	5/04/2025	1	6/04/2025	146.12	14900	330.00	45.2	4.4	Falla en la interfaz ladrillo-mortero
4	V9	5/04/2025	1	6/04/2025	160.83	16400	330.00	49.7	4.9	Ruptura parcial en junta intermedia
5	V10	5/04/2025	1	6/04/2025	152.99	15600	330.00	47.3	4.6	Comportamiento regular pero no normativo




KAOLYN INGENIEROS SAC



INGENIERO ESPECIALISTA



SUPERVISION



QC LABORATORIO

Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070



### KAOLYN INGENIEROS SAC

Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Sanamiento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.  
 Jr. Parralzo N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
 RUC: 20529476931 correo electrónico: kiasac@hotmail.es / laboratoriokaolyn@gmail.com

**TÍTULO DEL ENSAYO:** *NTP 339.034 - Concreto: Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de probetas de concreto*

Nro de Revisión:

Fecha de Revisión del Formato:

24 DEMARZO DEL 2025

Página 1 de 1

**Tesis:** Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

**Ubicación:** CAJAMARCA-CAJAMARCA

**Cliente:** Jorge Humberto Chavez Mercado

Nº	LADRILLO	DIMENSIÓN NOMINAL (cm)	DIMENSIÓN MEDIDA (cm)	VARIACIÓN (mm)	CUMPLE TOLERANCIA (±3 mm)	OBSERVACIONES
1	L1-N	24.0 x 14.0 x 9.0	24.1 x 13.9 x 9.2	+1/-1/+2	Sí	Dentro del rango
2	L2-N	24.0 x 14.0 x 9.0	24.2 x 14.0 x 9.0	+2/0/0	Sí	Uniforme y estable
3	L3-N	24.0 x 14.0 x 9.0	24.0 x 13.8 x 9.3	-0/-2/+3	Sí	Límite aceptable
4	L4-N	24.0 x 14.0 x 9.0	24.3 x 13.9 x 9.2	+3/-1/+2	Sí	Variación mínima
5	L5-N	24.0 x 14.0 x 9.0	24.2 x 14.0 x 9.2	+2/0/+2	Sí	Muy buena regularidad
6	L6-N	24.0 x 14.0 x 9.0	24.2 x 13.9 x 9.1	+2/-1/+1	Sí	Sin deformaciones
7	L7-N	24.0 x 14.0 x 9.0	24.0 x 13.9 x 9.0	-0/-1/0	Sí	Cocción uniforme
8	L8-N	24.0 x 14.0 x 9.0	24.2 x 13.8 x 9.3	+2/-3/+3	Sí	Al borde del límite superior
9	L9-N	24.0 x 14.0 x 9.0	24.1 x 13.9 x 9.1	+1/-1/+1	Sí	Compactación homogénea
10	L10-N	24.0 x 14.0 x 9.0	24.2 x 14.0 x 9.2	+2/0/+2	Sí	Variación muy controlada

KAOLYN INGENIEROS SAC

SUPERVISION

INGENIERO ESPECIALISTA

QC LABORATORIO



**KAOLYN INGENIEROS SAC**

Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.  
 Jr. Paraíso N° 120- CAJAMARCA Teléfonos: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834  
 RUC: 20529476931 correo electrónico: kiasac@hotmail.es / laboratoriokaolyn@gmail.com

**TÍTULO DEL ENSAYO:** *NTP 339.034 - Concreto: Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de probetas de concreto*

Nº de Revisión: \_\_\_\_\_ Fecha de Revisión del Formato: 24 DEMARZO DEL 2025 Página 1 de 1

Tesis: \_\_\_\_\_ Propiedades de ladrillos en edificaciones de albañilería confinada con más de 20 años en Jesús, Cajamarca, según la norma E.070

Ubicación: CAJAMARCA-CAJAMARCA

Cliente: Jorge Humberto Chávez Mercado

Nº	VIVIENDAS	DIMENSIÓN NOMINAL (cm)	DIMENSIÓN MEDIDA (cm)	VARIACIÓN (mm)	CUMPLE TOLERANCIA (±3 mm)	OBSERVACIONES
1	V1	24.0 x 14.0 x 9.0	24.8 x 13.7 x 9.2	+.18/-3/+2	NO	Exceso de longitud; fuera del límite
2	V2	24.0 x 14.0 x 9.0	24.3 x 14.0 x 9.4	+.30/+4	NO	Altura fuera de tolerancia
3	V3	24.0 x 14.0 x 9.0	24.6 x 13.5 x 9.1	+.1/-5/+1	NO	Variación en ancho y largo
4	V4	24.0 x 14.0 x 9.0	25.1 x 14.1 x 9.5	+.11/+1/+5	NO	Dimensiones fuera de norma
5	V5	24.0 x 14.0 x 9.0	24.0 x 13.8 x 9.0	0/-2/0	SI	Dentro de tolerancia
6	V6	24.0 x 14.0 x 9.0	24.5 x 13.6 x 9.3	+.5/-4/+3	NO	Ancho supera el límite
7	V7	24.0 x 14.0 x 9.0	25.0 x 13.9 x 9.1	+.10/-1/+1	NO	Largo fuera de rango
8	V8	24.0 x 14.0 x 9.0	24.9 x 13.7 x 9.0	+.9/-3/0	NO	Largo fuera de tolerancia
9	V9	24.0 x 14.0 x 9.0	24.7 x 13.9 x 9.2	+.7/+2/+2	NO	Largo excedido
10	V10	24.0 x 14.0 x 9.0	24.4 x 13.8 x 9.1	+.4/-2/+1	NO	Largo fuera de norma por 1 mm

*[Signature]*  
 KAOLYN INGENIEROS SAC  
 Ing. Deni Ortiz Villarreal  
 Ing. Gerente General



*[Signature]*  
 Ricardo Torres Ochoa  
 Ingeniero Civil  
 CIP Nº 139943



INGENIERO ESPECIALISTA

QC CONTRATISTA

SI DE REVISIÓN

## ANEXOS 02 – PANEL FOTOGRAFICO

Foto 01. Identificación de muro para extracción



Foto 02. Selección de ladrillo para extracción



Foto 03. Entrevista con la propietaria



Foto 04. Medición de la vivienda



Foto 05. Medición de la vivienda para extracción de ladrillo



Foto 06. Identificación de vivienda para extracción de ladrillo



Foto 07. Identificación de vivienda para extracción.



Foto 08. Identificación de ladrillo para corte de ladrillos





Foto 09. Medición de ladrillos para corte



Foto 10. Inicio para corte de ladrillos



Foto 10. Ladrillos en pila para rotura



Foto 11. Colocación de ladrillos para rotura



Foto 12. Muestras de ladrillo para rotura



Foto 13. Medición de ladrillos

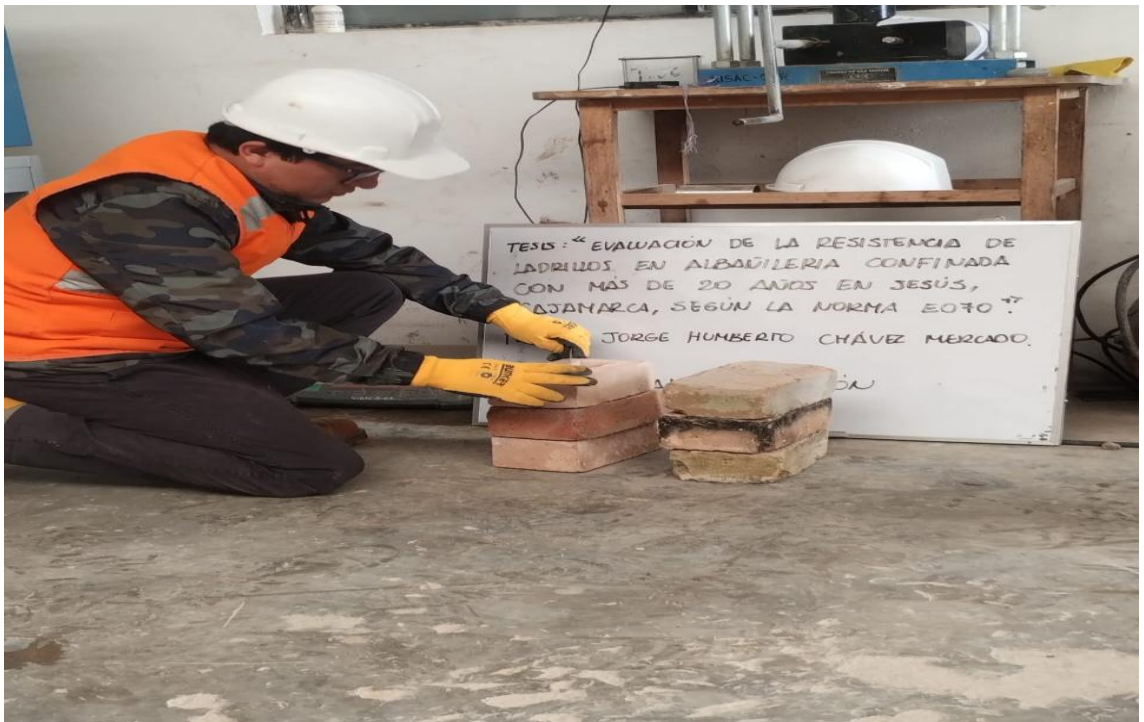


Foto 14. Lineamiento de ladrillos



Foto 15. Peso de ladrillos



Foto 16. Lineamiento de ladrillos en forma lateral

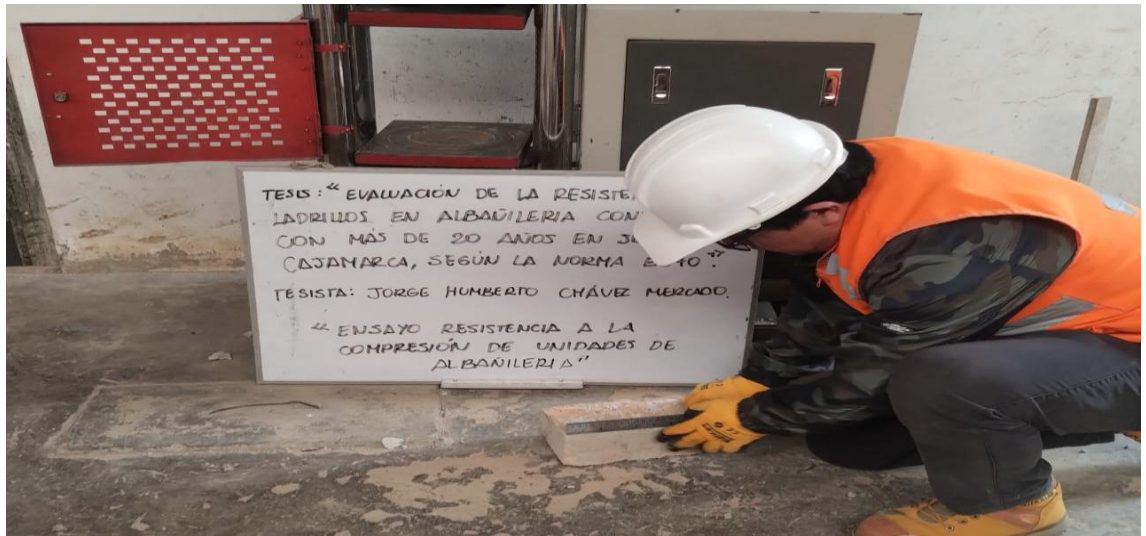


Foto 17. Lineamiento de ladrillos en forma lateral



Foto 18. Ladrillos extraídos

