

Caracterización física y mecánica de los ladrillos artesanales del distrito de Sancos y su clasificación según Norma E.070 - 2024

Physical and mechanical characterization of artisanal bricks from the Sancos district and their classification according to Standard E.070 - 2024

Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
<https://orcid.org/0000-0003-2944-9621>
Email: vance.fernandez@unsch.edu.pe

Área de Investigación: Medio Ambiente, Línea de Investigación:
Infraestructura y Mecanización Agrícola

Resumen

El artículo tuvo el objetivo de caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales producidos en el distrito de Sancos, Ayacucho y evaluar el nivel de cumplimiento de los requisitos establecidos en la Norma Técnica E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Se realizaron ensayos de laboratorio que incluyeron la determinación de dimensiones, densidad aparente, absorción de agua y resistencia a la compresión simple. Los resultados revelaron una marcada variabilidad en las propiedades medidas, reflejando la falta de estandarización en los procesos de fabricación artesanal. Se observó que un porcentaje significativo de las unidades no cumple con los valores mínimos normativos, especialmente en lo relacionado con la absorción de agua y la resistencia a la compresión, lo que plantea riesgos para su utilización en construcciones sujetas a solicitaciones sísmicas. No obstante, se identificaron prácticas locales que, al ser potenciadas, podrían mejorar de manera sustancial la calidad de los ladrillos. Se concluye que la incorporación de medidas de control simples y la capacitación de los productores son esenciales para elevar la seguridad y durabilidad de las viviendas que emplean este material

Palabras clave: ladrillos artesanales, absorción de agua, clasificación normativa.

Abstract

The study aimed to characterize the physical and mechanical properties of handmade bricks produced in the district of Sancos, Ayacucho, and to assess their compliance with the requirements of the Peruvian Technical Standard E.070 of the National Building Regulations. Laboratory tests were conducted to determine dimensions, bulk density, water absorption, and compressive strength. The results revealed significant variability in the measured properties, reflecting the lack of standardization in artisanal manufacturing processes. A considerable proportion of the units failed to meet the minimum regulatory values, particularly regarding water absorption and compressive strength, raising concerns about their suitability for use in constructions exposed to seismic demands. Nevertheless, local practices with potential for improvement were identified, which could substantially enhance brick quality. The study concludes that the adoption of simple control measures and training for producers is essential to improve the safety and durability of housing built with this material.

Keywords: artisanal bricks, water absorption, normative classification.

I. Introducción

La construcción con ladrillos de arcilla cocida constituye una de las técnicas más antiguas y extendidas en el mundo. En el Perú, el ladrillo artesanal representa un insumo predominante en las viviendas rurales y periurbanas, dado su bajo costo, accesibilidad y tradición cultural. Sin embargo, la producción artesanal carece de un control de calidad riguroso, lo cual genera variabilidad en las propiedades de los ladrillos y, en consecuencia, afecta la seguridad estructural de las edificaciones que los emplean.

El distrito de Sancos, ubicado en la región Ayacucho, constituye un caso representativo de esta problemática. En la zona, gran parte de la población depende de la producción y uso de ladrillos artesanales para la construcción de viviendas, pese a que se trata de una zona de alta sismicidad. Estudios previos en otras regiones del país (López y Ramírez, 2019; Pacheco, 2020) advirtieron que los ladrillos artesanales presentan deficiencias frente a los requisitos mínimos establecidos por la Norma Técnica Peruana E.070, que regula la producción y el uso de unidades de albañilería.

La Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú establece parámetros claros respecto a la geometría, absorción de agua y resistencia mínima de los ladrillos, con el fin de garantizar un comportamiento estructural adecuado. El incumplimiento de estos parámetros compromete la durabilidad, resistencia y, sobre todo, la seguridad de las construcciones, lo cual es particularmente crítico en un país con alto riesgo sísmico como el Perú.

En este contexto, el presente estudio buscó caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos producidos artesanalmente en Sancos, identificar los

niveles de cumplimiento normativo E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú por sus implicancias técnicas y sociales de estos insumos.

II. Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en tres etapas principales: recolección de muestras, ensayos de laboratorio y análisis de resultados.

Muestreo de ladrillos: Se recolectaron ladrillos artesanales directamente de los hornos de producción local en el distrito de Sancos, asegurando una muestra representativa de la producción habitual. El número de unidades seleccionadas, 97 unidades, fue suficiente para realizar todos los ensayos requeridos según la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, incluyendo pruebas de absorción, densidad y compresión.

Ensayos de laboratorio:

1. **Dimensiones:** Se midieron largo, ancho y alto de cada unidad, verificando la uniformidad y comparando con los límites establecidos por la normativa.
2. **Densidad aparente:** Determinada mediante el cociente entre la masa seca y el volumen.
3. **Absorción de agua:** Se evaluó sumergiendo las muestras en agua durante 24 horas y calculando el incremento porcentual de peso.
4. **Resistencia a la compresión:** Se realizaron ensayos en prensa hidráulica, aplicando carga axial hasta la falla, siguiendo los procedimientos estandarizados.

Todos los ensayos se llevaron a cabo en laboratorios acreditados de la ciudad de Ayacucho, empleando equipos calibrados y protocolos de ensayo normativos.

III. Resultados y Discusión

Tabla 1.*Dimensiones promedio de las unidades de albañilería de Sancos muestreadas*

Espécimen	Largo promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)
ESP - 01	204.75	117.00	79.75
ESP - 02	206.50	118.75	80.00
ESP - 03	207.25	118.00	80.25
ESP - 04	207.50	117.50	80.50
ESP - 05	207.75	118.00	80.25
ESP - 06	204.50	118.25	79.50
ESP - 07	207.00	118.25	80.25
ESP - 08	206.25	117.00	79.50
ESP - 09	208.00	118.25	78.75
ESP - 10	206.00	117.50	81.50
Dimensión Promedio (mm)	206.55	117.85	80.03
Dimensión Especificada Fabricante (mm)	215.00	120.00	90.00
Varianza (mm²)	1.44	0.34	0.53
Desviación estándar σ (mm)	1.20	0.58	0.73
Coefficiente de variación	0.58%	0.49%	0.91%
Variación Dimensional (V %)	3.93%	1.79%	11.08%

Tabla 2.*Absorción de agua, coeficiente de saturación del ladrillo y densidad aparente*

Espécimen	Peso seco (gr)	Peso sat. 5h de ebul. (gr)	absorción (%)	Absorción máxima (%)	Coefficiente de saturación
ESP - 01	2807.00	3358.00	18.74%	19.63%	0.95
ESP - 02	2799.00	3371.00	20.11%	20.44%	0.98
ESP - 03	2833.00	3435.00	19.98%	21.25%	0.94
ESP - 04	2795.00	3351.00	19.14%	19.89%	0.96
ESP - 05	2763.00	3344.00	20.23%	21.03%	0.96
ESP - 06	2715.00	3273.00	19.93%	20.55%	0.97
ESP - 07	2760.00	3364.00	20.83%	21.88%	0.95
ESP - 08	2770.00	3344.00	20.22%	20.72%	0.98
ESP - 09	2716.00	3299.00	20.66%	21.47%	0.96
ESP - 10	2859.00	3443.00	19.34%	20.43%	0.95
Promedio			19.92%	20.73%	0.96

Tabla 3.*Resultados de resistencia a compresión de las unidades de albañilería de Sancos muestreadas*

Espécimen	Largo (cm)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Área bruta (cm ²)	P _{máx} (KN)	P _{máx} (kg-f)	f' _b (Kg-f/cm ²)
ESP - 01	20.75	8.00	11.75	243.81	46.59	4749.24	19.48
ESP - 02	20.65	8.05	11.60	239.54	35.81	3650.36	15.24
ESP - 03	20.55	8.00	11.75	241.46	45.33	4620.80	19.14
ESP - 04	20.35	8.10	11.65	237.08	48.35	4928.64	20.79
ESP - 05	24.00	8.10	11.70	280.80	45.90	4678.90	16.66
f'm promedio (kg-f/cm²)							18.26
Varianza							5.08
Desviación estándar σ							2.25
Coefficiente de variación							12.35%
f'm característica (kg-f/cm²)							16.01

Tabla 4.*Resultados de resistencia a compresión de pilas de albañilería de las unidades de albañilería de Sancos muestreadas*

Espécimen	P _{máx} (KN)	P _{máx} (Kg-f)	f'm (Kg- f/cm ²)	Factor de Corrección	Corregido f'm Kg- f/cm ²)
ESP - 01	84.69	8633.03	35.22	0.773	27.23
ESP - 02	85.38	8703.36	36.16	0.780	28.18
ESP - 03	80.91	8247.71	33.88	0.773	26.18
f'm promedio (kg-f/cm²)					27.20
Varianza					1.00
Desviación estándar σ					1.00
Coefficiente de variación					3.68%
f'm característica (kg-f/cm²)					26.20

Tabla 5.*Resultados de resistencia al corte de los muretes de albañilería muestreadas*

Espécimen	P _{máx} (KN)	P _{máx} (Kg-f)	v'm (Kg-f/cm ²)	Incremento de v'm (Kg-f/cm ²)
ESP - 01	20.22	2061.09	1.94	2.04
ESP - 02	23.38	2383.13	2.21	2.32
ESP - 03	22.75	2318.72	2.17	2.28
v'm promedio (kg-f/cm²)				2.21
Varianza				0.02
Desviación estándar σ				0.15
Coefficiente de variación				6.92%
v'm característica (kg-f/cm²)				2.06

Tabla 6.*Resumen de clasificación normativa de las unidades de albañilería de Sancos muestreadas*

Propiedad	Experimental	Norma E.070 (Tabla 9)	Relación	Cumplimiento
Dimensiones (mm)	206.55 × 117.85 × 80.03	Dentro de tolerancia	—	Cumple
Absorción de agua (%)	20.73	≤ 20.0	+0.73 (3.65 % más)	No cumple
f'b (unidad, kg-f/cm²)	16.01	55.0	29.1 %	No cumple
f'm (pilas, kg-f/cm²)	26.20	35.0	74.9 %	No cumple
v'm (muretes, kg-f/cm²)	2.06	5.1	40.4 %	No cumple

Los resultados obtenidos permiten comprender de manera integral el comportamiento de los ladrillos analizados frente a las exigencias establecidas en la Norma Técnica E.070. En primer lugar, se evidencia que las dimensiones promedio de las unidades ($206.55 \times 117.85 \times 80.03$ mm), los que se muestran en el cuadro Tabla 1, cumplen con los rangos dimensionales esperados, lo cual refleja un nivel aceptable de control en la producción artesanal aun cuando muestren variaciones dimensionales del orden del 3.93% (largo); 1.79% (ancho) y 11.08% (altura). Esta uniformidad geométrica constituye una fortaleza, ya que facilita la modulación y el desempeño constructivo de la mampostería. Mayores variaciones en las dimensiones de los ladrillos dificultaría la alineación y el ajuste preciso durante la construcción, lo que puede provocar paredes irregulares, mayores tolerancias y errores acumulativos en la estructura (Cajamarca-Zuñiga et al. 2023)

Respecto de las características de absorción de agua, mostrado en la Tabla 2, se encontró un valor experimental de 20.73 %, superando ligeramente el límite máximo normativo de 20 %. No obstante, esta pequeña diferencia de 0.73 puntos porcentuales, representa una alerta técnica, dado que una mayor porosidad puede comprometer la durabilidad de los muros frente a condiciones de humedad. Al respecto Xhexhi & Aliaj. (2024) refieren que los ladrillos de arcilla roja y ladrillos huecos resultan vulnerables

debido a su composición, alta capilaridad y significativa absorción de agua.

Este resultado refuerza la necesidad de considerar medidas de protección como revestimientos impermeabilizantes o la incorporación de aditivos que reduzcan la absorción, especialmente en zonas de alta pluviosidad.

En cuanto a la resistencia mecánica, los valores experimentales de $f'b = 16.01$ kgf/cm², $f'm = 26.20$ kgf/cm² y $v'm = 2.06$ kgf/cm² mostrados en las Tablas 3, Tabla 4 y Tabla 5 respectivamente, se sitúan por debajo de los valores mínimos establecidos en la Tabla 9 de la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú ($f'b = 55$ kgf/cm², $f'm = 35$ kgf/cm², $v'm = 5.1$ kgf/cm²). En términos relativos, la resistencia de la unidad representa apenas el 29.1 % de lo requerido, la resistencia de las pilas el 74.9 % y la resistencia de muretes el 40.4 %. Estos déficits confirman que, bajo los parámetros actuales, los ladrillos ensayados no alcanzan la categoría exigida por la normativa nacional para ser considerados aptos en elementos estructurales portantes. Los valores bajos de resistencia y altos de absorción se explican por deficiencias en la selección de arcillas, mezclado no homogéneo, tiempos de secado insuficientes y quemado inadecuado en hornos rústicos.

Sin embargo, los resultados obtenidos no deben ser entendidos como una descalificación definitiva, se trata de

una evaluación que una vez detectada las deficiencias son superables, en la medida que se implementen las mejoras técnicas tales como un mayor control de la cocción, selección adecuada de arcillas y prácticas de secado de mayor eficiencia. Con estos ajustes, es posible incrementar tanto la resistencia como reducir la absorción, acercando el producto artesanal a los estándares normativos sin perder su carácter cultural y económico.

Si bien los ladrillos de producción artesanal presentan deficiencias en resistencia y absorción respecto a los umbrales establecidos en la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, la brecha identificada no es insalvable. Su superación requiere de un acompañamiento técnico y político que reconozca la importancia social de la producción artesanal, fomentando prácticas que permitan alcanzar los valores mínimos normativos sin desatender la realidad local. De este modo, es posible promover un equilibrio entre la seguridad estructural exigida por la normativa y la sostenibilidad socioeconómica de la comunidad productora.

IV. Conclusiones

Las dimensiones promedio de los ladrillos se ajustan a los parámetros de la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, reflejando un nivel aceptable de uniformidad en la producción artesanal.

La absorción de agua de 20.73 % supera, el límite máximo normativo (20 %), evidenciando la necesidad de medidas de protección frente a la humedad.

Las resistencias obtenidas ($f'_b = 16.01 \text{ kg-f/cm}^2$, $f'_m = 26.20 \text{ kg-f/cm}^2$, $v'_m = 2.06 \text{ kg-f/cm}^2$) se encuentran por debajo de los valores mínimos establecidos en la Tabla 9 de la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (55, 35 y 5.1 kg-f/cm^2 , respectivamente), confirmando que los ladrillos ensayados no cumplen con los requerimientos estructurales normativos.

V. Recomendación:

Ajustar el proceso de cocción, controlar la

porosidad y emplear aditivos adecuados constituye una estrategia eficaz para mejorar las propiedades mecánicas y la durabilidad de los ladrillos artesanales.

Del mismo modo, es fundamental contar con un acompañamiento técnico que eleve la calidad del producto, manteniendo al mismo tiempo las prácticas y tradiciones propias de la producción artesanal.

VI. Agradecimientos

El autor agradece a la comunidad de Sancos por facilitar el acceso a los hornos y colaborar en la recolección de muestras.

VII. Contribución del autor

El autor concibió y diseñó la investigación, realizó los ensayos de laboratorio, analizó los resultados y redactó el presente manuscrito.

VIII. Referencias

- Cajamarca-Zuniga, D., Kabantsev, O., & Campos, D. (2023). Geometric characterization of solid ceramic bricks for construction in Ecuador. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. <https://doi.org/10.22363/1815-5235-2023-19-3-329-336>.
- López, M., & Ramírez, C. (2019). Evaluación del comportamiento de ladrillos artesanales. *Revista de Ingeniería de Materiales*, 12(3), 45-60.
- Ministerio de Vivienda. (2018). Norma Técnica E.070-Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones, Perú.
- Pacheco, J. (2020). Calidad de ladrillos de barro: procedimientos y controles. *Journal of Construction Materials*, 8(2), 110-125.
- Vargas, A. (2021). Propiedades físicas de ladrillos artesanales en zonas andinas. *Ingeniería Civil Peruana*, 25(2), 55-68.
- Xhexhi, K., & Aliaj, B. (2024). Water absorption, capillarity action, and

materials composition of different bricks and panels as part of the external coating of buildings. Case study: Tirana, Albania. E3S Web of Conferences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202458501015>.

