

Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,
Volumen 8, Número 1.

DOI de la Revista: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1

**PRODUCCIÓN DE CONCRETOS
HIDRÁULICOS MEDIANTE RECICLAJE
DE LADRILLOS DE ARCILLA**

**PRODUCTION OF HYDRAULIC CONCRETE BY RECYCLING
CLAY BRICKS**

Fritz Willy Mamani Apaza

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Peru

Miriam Marilu Condori Quispe

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Peru

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10506

Producción de Concretos Hidráulicos Mediante Reciclaje de Ladrillos de Arcilla

Fritz Willy Mamani Apaza¹

fritzmamani@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0268-5061>

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez
Peru

Miriam Marilu Condori Quispe

miriamcondori2022@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-5611-6251>

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez
Peru

RESUMEN

Esta investigación se centró en reciclar ladrillos de arcilla de desechos de construcción para fabricar nuevos concretos, reemplazando entre 0 y 30% de los agregados gruesos con ladrillo reciclado para evaluar su impacto en la resistencia a la compresión y tracción del concreto. Con ayuda del laboratorio de mecánica de suelos de una universidad, se realizó un estudio aplicado y cuantitativo, de nivel correlacional, comparando los resultados con estudios previos. Los hallazgos indican que al aumentar la proporción de ladrillo reciclado, la resistencia a la compresión se reduce entre 2% y 12%, y la resistencia a la tracción disminuye 1% respecto al concreto con agregados naturales. En resumen, la creciente incorporación de ladrillo reciclado en el concreto reduce progresivamente su resistencia a la compresión y tracción.

Palabras clave: reciclado, mamposteriam ladrillo, concreto

¹ Autor principal.

Correspondencia: fritzmamani@gmail.com

Production of hydraulic concrete by recycling clay bricks

ABSTRACT

This research focused on recycling clay bricks from construction waste to produce new concrete, replacing between 0 and 30% of the coarse aggregates with recycled brick to assess its impact on the concrete's compressive and tensile strength. With the support of a university's soil mechanics laboratory, an applied and quantitative, correlational-level study was conducted, comparing the outcomes with previous studies. The findings suggest that as the proportion of recycled brick increases, the compressive strength decreases by 2% to 12%, and the tensile strength by 1% compared to concrete with natural aggregates. In summary, the progressive incorporation of recycled brick into concrete gradually reduces its compressive and tensile strength.

Keywords: recycling, masonry brick, concrete

Artículo recibido 20 enero 2024

Aceptado para publicación: 20 febrero 2024



INTRODUCCIÓN

Según BBVA (s.f.), el reciclaje implica la recolección y posterior transformación de materiales, desechos, y otros, para su reutilización como nuevos productos. Muñoz-Pérez et al. (2021) señalan que a nivel global se producen aproximadamente 1.300 millones de toneladas de residuos sólidos anualmente, lo que equivale a la mitad de todos los materiales generados. Esto sugiere que los residuos de construcción pueden ser reciclados y utilizados como agregados para la producción de nuevos concretos (p. 83).

En la ciudad de Juliaca Perú también se generan grandes cantidades de desechos de este tipo de materiales que tienen un efecto perjudicial sobre el medio ambiente; estos residuos no tienen ningún tratamiento y su depósito final son en lugares inadecuados a pesar de existir normas y leyes sobre este tema.

De ahí la importancia de la presente investigación que plantea el reciclado de estos materiales, siguiendo un procedimiento adecuado para su reutilización como agregados gruesos para producir concretos hidráulicos nuevos a fin de disminuir la afectación al medio ambiente. Es necesario aclarar que se recicló solamente el ladrillo de arcilla que se utiliza en el campo de la construcción.

En este estudio se abordan algunos términos fundamentales, entre ellos los residuos de construcción y demolición (RCD), definidos por el decreto supremo N° 019-2016-VIVIENDA en su artículo 6 como aquellos materiales desechados durante las fases de construcción, ampliación, remodelación, demolición, rehabilitación o mejora de infraestructuras. Por otro lado, Castaño et al. (2013) describen los RCD como residuos procedentes de las labores de construcción, demolición y renovación, tanto en edificaciones como en obras civiles y áreas públicas. (p.122).

La unidades de albañilería de ladrillo de arcilla utilizados en este trabajo tuvieron una serie de tratamientos previos para ser considerados agregados gruesos reciclados, la norma lo define como: “ladrillos y bloques de arcilla cocida o de sílice. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular”. (RNE, E-070, 2006, art. 3). El concreto, es un elemento importante en la ingeniería para la construcción, según Abanto, (2009) “El cemento portland, los agregados finos y gruesos, el aire y el agua se combinan en las cantidades adecuadas para crear concreto, que tiene unas cualidades predeterminadas, sobre todo la resistencia” (p.11).

El concreto llamado también hormigón, tiene una alta resistencia a la compresión más no así a la tracción, de acuerdo a Islam et al. (2022) indica: “el principal problema del hormigón es que tiene una tensión débil y proporciona una rotura frágil y una menor ductilidad” (p.3), esto se ve reflejado en los resultados obtenidos al finalizar la investigación.

La resistencia a la compresión es una propiedad del concreto endurecido, Bai et al., (2020) manifiesta “la resistencia a la compresión es una característica más eficaz del hormigón, que afecta a la mecánica, la durabilidad y otras propiedades del hormigón” (p.4).

Varias investigaciones han demostrado que los ladrillos sobrantes podrían utilizarse como agregados gruesos en el concreto y esta práctica puede dar resultados equiparables a los del hormigón convencional. Por ejemplo, Pérez (2012) ha realizado un estudio en la ciudad de Boyacá Colombia donde sugiere utilizar ladrillo triturado como árido grueso en la producción de hormigón, propuso diferentes proporciones de 0, 10, 20 y 30% para analizar las propiedades químicas y mecánicas del hormigón endurecido. Los resultados sugirieron que el ladrillo recuperado puede utilizarse siempre que no constituya más del 30% del agregado grueso.

Por otro lado, Silva & Arrey (2007) en su tesis en la universidad de Austral Chile, propusieron reemplazar varios porcentajes de áridos por material reciclado provenientes de escombros de albañilería de ladrillo, para ello primero se tuvo una mezcla patrón tradicional y luego con distintas dosis de material reciclado con la finalidad de determinar la docilidad, densidad, resistencia a la compresión y flexo compresión. Llegando a la conclusión que la mezcla con material reciclado solo puede ser usado en pequeñas proporciones.

Madueño et al. (2023) llevaron a cabo un estudio en el que utilizaron ladrillo reciclado para la fabricación de concretos permeables destinados a parqueaderos, con el objetivo de mejorar la resistencia a la compresión. Lograron alcanzar este objetivo a los 28 días de haber elaborado el concreto, registrando una resistencia a la compresión de 217 kg/cm², mediante el uso de proporciones de 4% de ladrillo reciclado molido y 8% de agregado fino.

Adicionalmente se menciona a Moreno Anselmi et al. (2019) hacen una revisión de las investigaciones sobre la resistencia a la compresión del concreto con el uso de bloques de arcilla triturados como sustitución del agregado grueso, además se estudió su influencia en la durabilidad, porosidad, módulo

de elasticidad y la tensión, ya sea en estado fresco como endurecido. Los resultados indicaron que el concreto con agregados reciclados presentan menor resistencia a la compresión que las mezclas tradicionales.

Nuestra investigación se centró en sustituir el agregado grueso natural por agregado grueso artificial, derivado del ladrillo de arcilla, en proporciones del 0, 10, 20 y 30% por peso, para evaluar su efecto sobre la resistencia a la compresión y tracción del concreto. El proceso incluyó una etapa inicial de tratamiento del ladrillo reciclado, que abarcó la selección, lavado y eliminación de partículas finas para utilizar únicamente el material grueso. Posteriormente, se prepararon mezclas de concreto con las proporciones especificadas para su análisis en pruebas de laboratorio, con el objetivo de estudiar los impactos resultantes.

METODOLOGÍA

La presente investigación esta desarrollada bajo un enfoque cuantitativo, de nivel correlacional, el diseño utilizado es experimental ya que se manipuló la variable independiente. La técnica de recolección de datos utilizada es la observación, también indicar el instrumento de recolección de datos es una serie de formatos que el laboratorio de suelos de la universidad tiene en su protocolo y reglamentos, en base a estos datos se efectua los cálculos usando fórmulas y ecuaciones que la normatividad exige.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos son producto de una serie de ensayos y pruebas en laboratorio, estos ensayos se rigen por la norma peruana NTP 333.034 y ASTM C 496 que describen los procedimientos y cálculos para obtener resultados y, al mismo tiempo acompañarlos con la certificación y la firma del profesional correspondiente. Los resultados nos muestran que, según se aumenta agregados reciclados, estos afectan directamente en la reducción de las propiedades mecánicas del concreto, esta reducción fue de 3 a 12% en la resistencia a la compresión y 0 a 1% en la tracción.

Un concreto esta diseñado para soportar grandes esfuerzos a la compresión más no así a la tracción, el diseño de mezcla para esta investigación fue de 175 kg/cm² a la resistencia a la compresión, según la teoría la resistencia a la tracción debe ser aproximadamente un 10% de este, es decir 17.5 kg/cm², esto esta demostrado en los resultados obtenidos.

En el análisis de resultados, se realizaron comparaciones con datos de estudios previos, como el artículo

de Pérez (2012). Dicho estudio también empleó proporciones de 0, 10, 20 y 30% de agregado grueso reciclado en sustitución del agregado natural, observando una reducción del 2 al 6% en la resistencia a la compresión y del 0 al 2% en la resistencia a la flexión. Estos hallazgos son similares a los encontrados en nuestro estudio.

Ilustraciones, Tablas, Figuras

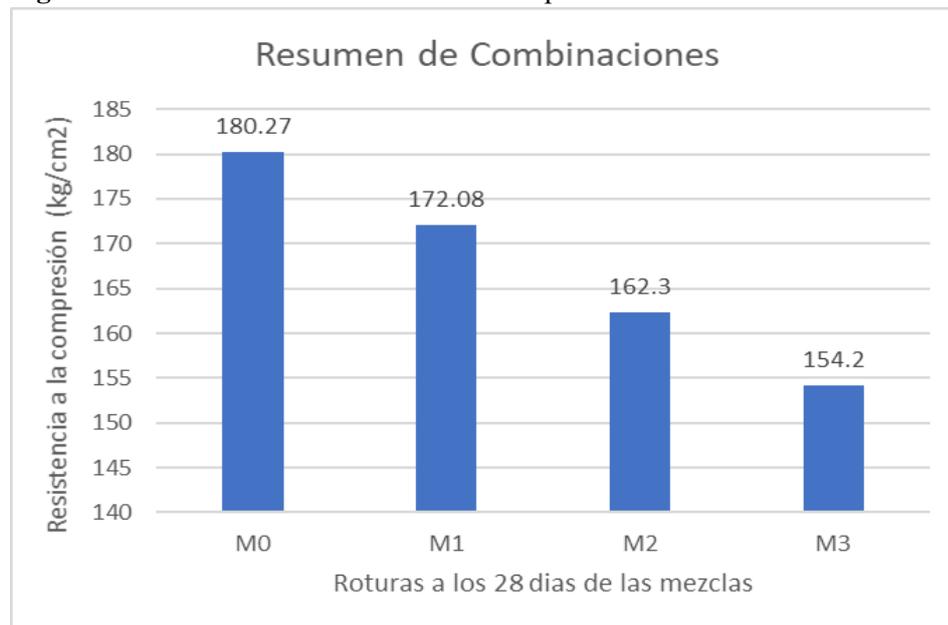
Se presentan a continuación las tablas y figuras que muestran los resultados de la investigación.

Tabla 1. Resumen de resultados de la resistencia a la compresión

Nº	Descripción de briqueta	Edad de curado	F'c Diseño	F'c. Rotura promedio	% Promedio
1	M0 (0% AGR)	28 días	175 kg/cm ²	180,27 kg/cm ²	103,01
2	M1 (10% AGR)	28 días	175 kg/cm ²	172,08 kg/cm ²	98,33
3	M2 (20% AGR)	28 días	175 kg/cm ²	162,30 kg/cm ²	92,74
4	M3 (30% AGR)	28 días	175 kg/cm ²	154,20 kg/cm ²	88,11

Nota: resultados obtenidos del laboratorio, AGR agregado grueso reciclado

Figura 1. Resumen de la resistencia a la compresión



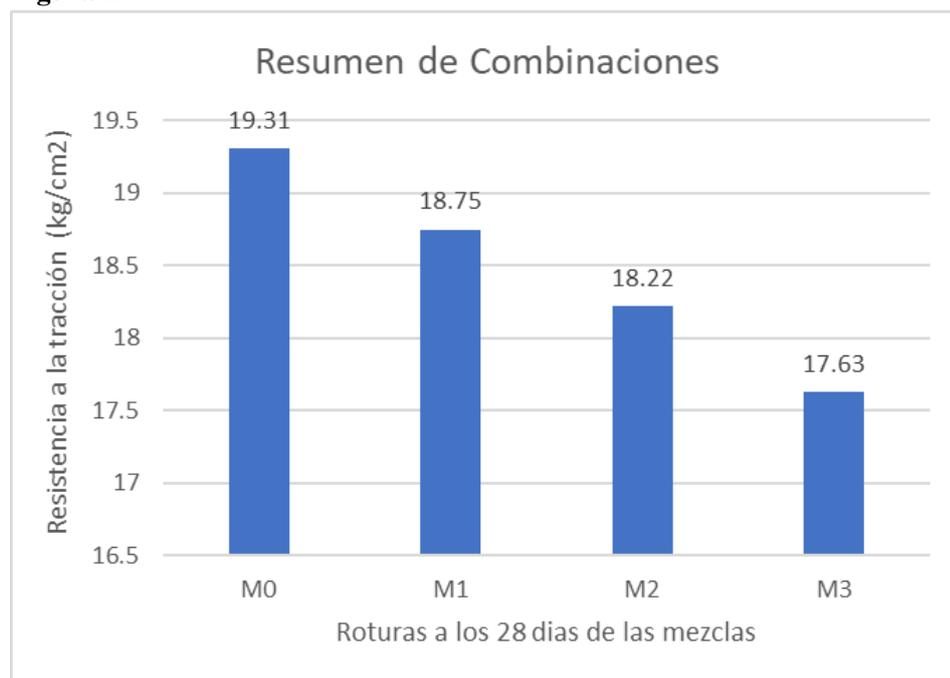
Interpretación: La tabla 1 muestra la disminución de la resistencia a la compresión del concreto a medida que se incrementa el agregados grueso reciclado (AGR), esto significa que el uso de estos agregados debe ser como máximo hasta un 30%, fuera de ello sería inadecuado ya que su resistencia disminuye considerablemente y no aceptado para concreto estructural.

Tabla 2. Resumen de resultados de la resistencia a la tracción

Nº	Descripción de briqueta	Edad de curado	F'c Diseño	F'c. Rotura promedio	% Promedio
1	M0 (0% AGR)	28 días	175 kg/cm ²	19,31 kg/cm ²	11,03
2	M1 (10% AGR)	28 días	175 kg/cm ²	18,75 kg/cm ²	10,72
3	M2 (20% AGR)	28 días	175 kg/cm ²	18,22 kg/cm ²	10,41
4	M3 (30% AGR)	28 días	175 kg/cm ²	17,63 kg/cm ²	10,08

Nota: resultados obtenidos del laboratorio, AGR agregado grueso reciclado

Figura 2. Resumen de la resistencia a la tracción



Interpretación. La tabla 2 muestra de igual manera la disminución de la resistencia a la tracción a medida que se incrementa el agregado grueso reciclado (AGR).

Figura 3. Briqueta con la combinación de agregados



CONCLUSIONES

Nuestra investigación ha demostrado que si es posible reciclar ladrillo de arcilla producto de las demoliciones de construcciones siempre en cuando no supere el 30% en peso de agregado grueso, haciendo una adecuada selección y tratamiento con la finalidad de reducir el impacto al medio ambiente. Por otro lado también ha quedado demostrado que un concreto tiene alta resistencia a la compresión más no así a la tracción

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del concreto: Teoría y problemas* (Segunda edición). Editorial San Marcos.
- Bai, G., Zhu, C., Liu, C., & Liu, B. (2020). An evaluation of the recycled aggregate characteristics and the recycled aggregate concrete mechanical properties. *Construction and Building Materials*, 240, 117978. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117978>
- BBVA. (s. f.). *Qué es el reciclaje y por qué es importante reciclar*. BBVA NOTICIAS. Recuperado 6 de febrero de 2024, de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-reciclaje-y-por-que-es-importante-reciclar/>
- Castaño, J. O., Misle Rodríguez, R., Lasso, L. A., Gómez Cabrera, A., & Ocampo, M. S. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: Perspectivas y limitantes. *Tecnura*, 17(38), 121-129.
- Decreto Supremo N° 019-2016-VIVIENDA — Modifica el Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA, Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición. | FAOLEX. (s. f.). Recuperado 16 de agosto de 2023, de <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC160832/>
- Islam, Md. J., Islam, K., Shahjalal, Md., Khatun, E., Islam, S., & Razzaque, A. B. (2022). Influence of different types of fibers on the mechanical properties of recycled waste aggregate concrete. *Construction and Building Materials*, 337, 127577. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127577>



- Madueño, F., Choque, L., Clemente, L., Madueño, F., Choque, L., & Clemente, L. (2023). Ladrillo reciclado para elaboración de pavimento permeable para parqueaderos. *Revista Digital Novasinerгия*, 6(1), 19-35. <https://doi.org/10.37135/ns.01.11.02>
- Moreno Anselmi, L. Á., Ospina García, M. Á., Rodríguez Polo, K. A., Moreno Anselmi, L. Á., Ospina García, M. Á., & Rodríguez Polo, K. A. (2019). Resistance of concrete with aggregate of clay block crushed as replacement of aggregate thick. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(4), 635-642. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000400635>
- Muñoz-Pérez, S. P., Mimbela-Orderique, F., & Rodriguez-Lafitte, E. D. (2021). Uso de ladrillos triturados en concreto: Una revisión literaria. *Revista Politécnica*, 17(34), Article 34. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n34a6>
- Pérez Rojas, Á. V. (2012). Uso de triturado de ladrillo reciclado como agregado grueso en la elaboración de concreto. *Ingenium*, 13(26), 116-125.
- Reglamento Nacional de Edificaciones—RNE*. (s. f.). Recuperado 16 de agosto de 2023, de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Silva Calfueque, G. O., & Arrey Díaz, J. (2007). *Albañilería reciclada para la fabricación de hormigón* [Tesis en formato electrónico y papel]. UACH.