

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v6i11edespijun.0101>

HORMIGÓN FABRICADO CON AGREGADOS PROVENIENTES DE LA DEMOLICIÓN DE ALBAÑILERÍA, COMO SUSTITUTO AL ÁRIDO FINO

CONCRETE MADE WITH AGGREGATES FROM THE DEMOLITION OF MASONRY, AS A SUBSTITUTE FOR FINE AGGREGATE

Entsakua-Suquilanda Freddy Leonel ¹; Guerrero-Alcívar María Shirlendy ²

¹ Universidad Técnica de Manabí, UTM. Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas, Carrera de Ingeniería Civil. Portoviejo, Ecuador. Correo: fentsakua8720@utm.edu.ec.

² Universidad Técnica de Manabí, UTM. Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas, Carrera de Ingeniería Civil. Portoviejo, Ecuador. Correo: maria.guerrero@utm.edu.ec.

Resumen

Con el fin de determinar si es factible el uso de residuos de demolición de albañilería, con la combinación de los materiales provenientes de una de las canteras de la localidad de Portoviejo, se procedió a trabajar con la siguiente metodología. La metodología es mixta por lo que es descriptiva y experimental por lo que se busca analizar y especificar de manera estadística las características físicas de los materiales de sustitución al árido fino, según la norma ecuatoriana de la construcción INEN. Para la realización del trabajo se realizaron 4 diseños de mezcla de hormigón, por método volumétrico, sustituyendo al árido fino por material de producto de la demolición de albañilería en un 5, 10 y 15%, realizadas las dosificaciones se realizó el ensayo de resistencia a la compresión y resistividad eléctrica obteniendo así resultados comparables con los diseños realizados.

Palabras clave: Material de demolición, Resistencia a la compresión, Resistividad Eléctrica, Áridos, Dosificación.

Abstract

In order to determine if the use of masonry demolition waste is feasible, with the combination of materials from one of the quarries in the town of Portoviejo, we proceeded to work with the following methodology. The methodology is mixed, so it is descriptive and experimental, which is why it seeks to statistically analyze and specify the physical characteristics of substitution materials for fine aggregate, according to the Ecuadorian INEN construction standard. To carry out the work, 4 concrete mix designs were made, by volumetric method, substituting the fine aggregate for material from the demolition of masonry by 5, 10 and 15%, once the dosages were carried out, the resistance test was carried out. compression and electrical resistivity thus obtaining comparable results with the designs made.

Keywords: Demolition material, Compressive strength, Electrical resistivity, Aggregates, Dosage.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 28 de abril de 2023.

Fecha de aceptación: 26 de mayo de 2023.

Fecha de publicación: 30 de junio de 2023.



1. Introducción

Por la escasez de materiales para la construcción y reparación de viviendas ha hecho que se piense en soluciones alternativas, como son el rescate en lugares donde existen demoliciones o se producen derrumbes de materiales como ladrillos, vigas, maderas y finos. Es a partir de estos últimos, donde surge la idea de su utilización y aprovechamiento, a mayor escala, para su empleo en diseño de mezclas para de hormigón, así como por la posibilidad real del reciclaje de dichos escombros, su efectividad técnica y económica y el impacto social y ecológico que proporciona a la sociedad, para lograr un uso óptimo de este árido como futuro agregado fundamental en la preparación de diseños de hormigones para la construcción de obras civiles. (Martinez, S, 2015)

El reciclado está referido en la literatura técnica y es tan antiguo como la construcción. La propia ciudad de Roma en la antigüedad, Londres, Berlín y Varsovia, después de la II Guerra Mundial, son ejemplos de la reconstrucción a partir de sus propios escombros.

En los países como Holanda y Bélgica se realiza un programa de investigaciones sobre la utilización de los materiales productos de la demolición de albañilería, países como Francia, Japón, Alemania y Gran Bretaña, no se quedan atrás por lo tanto realizan investigaciones sobre el tema, hay investigaciones donde se especifica que en Europa reutilizan hasta un 60% los materiales de la demolición de albañilería de la misma manera en Holanda lo reciclan hasta un 80%, y los países bajos lo utilizan hasta un 73%, En Estados Unidos también hay plantas de reciclaje las cuales están desde el año 1981, en América latina aún no hay estudio de plantas donde reciclen y reutilicen este material producto de la demolición de albañilería. (Pacheco Bustos, 2017).

La reutilización de materiales o el reciclaje de estos dan muchos beneficios para mejorar las propiedades de los diseños de hormigón, y no solo eso si no que se logra economizar, y aprovechar materiales que son productos que han sido elaborado con materia prima.

2. Metodología

Este proyecto de investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y correlacional por lo que se hará uso de la investigación documental y experimental (ensayos de laboratorio, análisis de resultados).

2.1. La metodología utilizada esta divide en las siguientes fases:

Fase I: Obtención y preparación de muestras.

- a) Obtención de materiales áridos finos, gruesos y material productos de demolición de albañilería.
- b) Caracterización de materiales.
- c) Diseño de mezclas de hormigón con los porcentajes propuestos.

Fase II: Elaboración de ensayos de laboratorio.

- a) Granulometría.
- b) Peso unitario suelto y compactado.
- c) Determinación de absorción de los áridos.
- d) Humedad natural.
- e) Degradación de los áridos por la máquina de los ángeles.

Fase III: Análisis de resultados.

- a. Elaboración de análisis mediante cuadros estadísticos.
- b. Aplicación de los datos obtenidos de las resistencias y resistividades realizadas.

Fase IV: Ensayos de resistencia a la compresión y resistividad eléctrica.

- a. Identificar cual diseño tiene mejores características que el diseño patrón.
- b. Revisar cual diseño es el que no permite el ingreso de agentes agresivos al diseño de hormigón estudiado.

De acuerdo con las investigaciones revisadas, se pudo verificar que no hay un análisis comparativo de la resistencia a la compresión y resistividad eléctrica, de diseños de hormigón realizados con materiales producto de demolición de albañilerías.

Desarrollo

Diseño de mezcla de hormigón:

Para realizar el diseño mezcla de hormigón, primero se caracterizan tanto los áridos naturales como el árido producto de la demolición de albañilería, una vez caracterizados se procede a realizar el cálculo

correspondiente, para obtener los pesos para 1m³ de hormigón, y para las pruebas de laboratorio.

- **Agregado producto de albañilería:**

Se obtiene del reciclaje de vigas y columnas demolidas.

- **Agregado producto de albañilería:**

Se tritura para que llegue al módulo de finura apto para ser empleado como sustituto parcial al árido fino. Una vez que se realiza el diseño de mezcla de hormigón y se elaboran las probetas con los porcentajes correspondientes a 5, 10 y 15%, se dejan las muestras en un curado por 28 días, realizando los ensayos de

resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de la misma manera se le toma la lectura de resistividad eléctrica.

3. Resultados y discusión

En la presente investigación experimental, se trabajó con los materiales provenientes de una de las canteras de la localidad de Portoviejo, perteneciente a la Provincia de Manabí.

Se realizaron los ensayos de acuerdo con las normas establecidas de la construcción con el fin de conocer las características mecánicas que estos poseen.

Tabla 1 Resultados de ensayos de los agregados de la cantera de la localidad de Portoviejo

Ensayos	Arena	Ripio	Agregado Demolición
PUS	1.32	1.38	1.36
PUC	1.49	1.51	1.48
MF.	3.7	7	5.7
%A	4.52	3.42	5.89
SSS	2.5	2.607	2.5

Fuente: Freddy Entsakua Suquilanda (2022).

Como podemos observar en la tabla 1, se detallan los resultados de ensayos los áridos de la cantera, los

cuales cumplen con la norma (NTE INEN 856, 2010) Correspondiente al control y calidad de los materiales

Una vez que se obtuvieron los resultados de cada uno de los materiales a emplear en el diseño de mezcla de hormigón estándar con resistencia de 240 kg/cm² según el método ACI, Se utilizó el aditivo Eucon 37, El cual es un aditivo reductor de agua, y ayuda a la mezcla a mantener consistencia pastosa en un tiempo de 30 a 60

minutos después de la dosificación, cumple con las especificaciones (ASTM C-494), Tipo A y Tipo F. En la tabla 2 se presentan los resultados de las dosificaciones para la elaboración de las probetas de hormigón simple y con sustitución del material proveniente de la demolición de albañilerías.

Tabla 2. Dosificación para un metro cúbico de mezcla de hormigón ajustada

Para 1 m ³ de Hs		Probeta 0,005 m ³
Cantidad de agua	205 Lts	0.37 Lts ³
Contenido de cemento	455.54 Kg	0.816 Kg
Peso de los áridos	1492.72 Kg	2.674 Kg
Peso de arena 48.0 %	716.51 Kg	1.284 Kg
Peso de piedra 52.0 %	776.22 Kg	1.391 Kg

Fuente: Freddy Entsakua Suquilanda (2022).

Tabla 3 Equivalencia del material que integran la mezcla de hormigón con F'c=240 kg/cm² con el 5%, 10%, 15% de material producto de la demolición de albañilería.

Materiales	Equivalencia en peso (Kg) para 24 probetas de 10cmx20cm			
	Estándar	5	10	15
Cemento	5.71	5.71	5.71	5.71
Piedra	10.17	10.17	10.17	10.17
Arena	9.59	9.11	8.63	8.15
Agua	2.47	2.47	2.47	2.47
Aditivo	0.46	0.46	0.46	0.46

Fuente: Freddy Entsakua Suquilanda (2022).

En base a los días de curado, se logró realizar el ensayo de resistividad eléctrica y de resistencia

a la compresión de cada diseño de mezcla de hormigón, dando a conocer una variación de resultados

que se detallan en la tabla 4, alcanzando la resistencia definida en el diseño estándar, Para la sustitución del 5% de la sustitución de material de demolición de albañilería existió un incremento de 9.5%, con el 10% se obtiene un incremento del 29.7% mientras con

el 15% ya se muestra un déficit en la resistencia por lo que disminuye y llega a un incremento del 11.3%, de acuerdo a los resultados de resistividad superficial a los 28 días se obtienen diseño de mezcla de hormigones moderados.

Tabla 4. Valores resultante mediante el ensayo de resistencia a la compresión según los porcentajes de materiales proveniente de la demolición de albañilería.

Mezcla	Especímenes	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)
Estándar	Probeta 1	166.5	227.1	222.0
	Probeta 2	173.4	225.7	265.7
5%	Probeta 1	230.2	234.6	280.4
	Probeta 2	199.9	226.0	245.4
10%	Probeta 1	182.2	246.9	319.5
	Probeta 2	218.7	239.6	303.2
15%	Probeta 1	193.8	241.2	262.2
	Probeta 2	213.8	239.6	272.1

Fuente: Freddy Entsakua Suquilanda (2022).

Los datos obtenidos del ensayo de resistividad superficial, de acuerdo con la norma AASTHO PT95-11 Presentado en la tabla 5, determina el rango presente de penetración de

cloruros para cada diseño a los 28 días de curado, estableciendo un rango moderado del diseño estándar, 5%, 10% y 15%.

Tabla 5. Valores resultantes mediante el ensayo de resistividad eléctrica del hormigón según el porcentaje del material proveniente de la demolición de albañilería

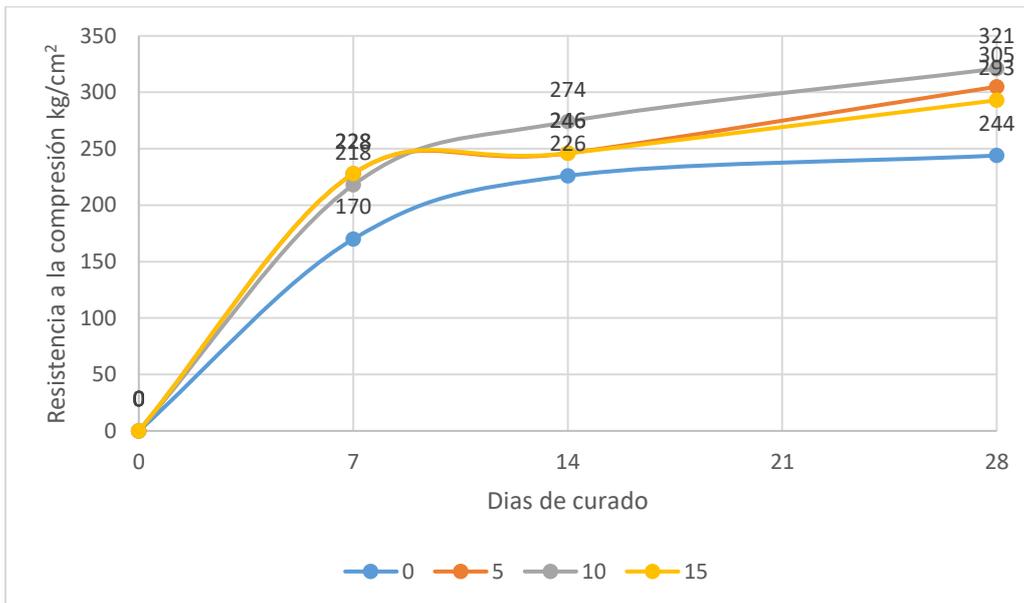
Estándar (k Ω *cm)	5% (k Ω *cm)	10% (k Ω *cm)	15% (k Ω *cm)
10.6	11.7	10.9	10.6

Fuente: Freddy Entsakua Suquilanda (2022).

A continuación, se detalla la variación de resistencia en relación con los días de curado para un diseño de 240kg/cm², presentada en

el diseño estándar como en los porcentajes de remplazo material producto de la demolición de albañilería.

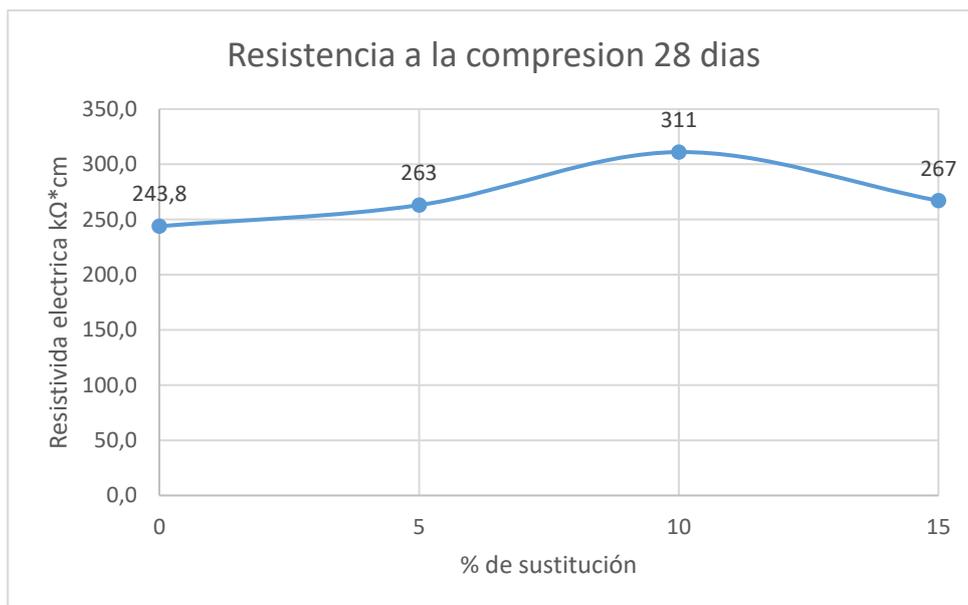
Ilustración 1. Variación de resistencia a la compresión del hormigón por cada porcentaje con sustitución de material producto de la demolición de albañilería



Como se puede observar en la ilustración 1 de acuerdo con la norma ACI con respecto al ensayo de resistencia a la compresión se observa que a mayor sustitución de material producto de la demolición

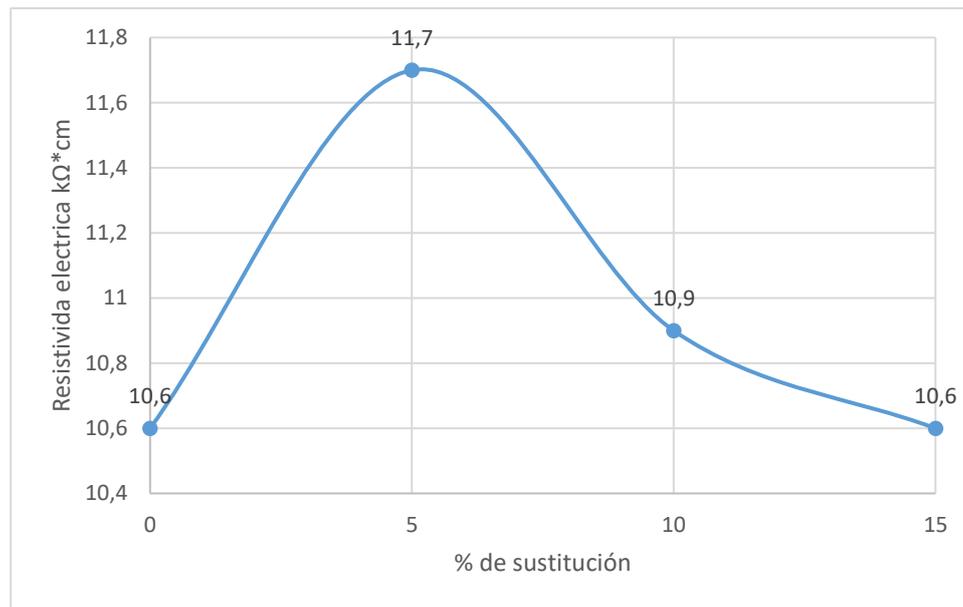
de albañilería, la resistencia alcanza su máxima resistencia al 10% de la sustitución de este material mientras muestra un déficit al 15%. A los 7, 14 y 28 días de curado.

Ilustración 2. Variación de resistencia a la compresión del hormigón por cada porcentaje con sustitución de material producto de la demolición de albañilería a los 28 días



Se puede observar los datos obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de curado

Ilustración 3. Variación del ensayo de resistividad eléctrica del hormigón por cada porcentaje con sustitución de material producto de la demolición de albañilería



Como se puede observar en la ilustración 3, de acuerdo con la norma AASHTO TP-95-11 con respecto al ensayo de resistividad superficial, determina que la penetración de cloruros a los 28 días de curado con el 5%, 10% y 15 son moderados.

4. Conclusiones

- Se determinó por medio de especificaciones técnicas la caracterización de los materiales a utilizar para la realización del diseño de mezcla con cada una de las sustituciones correspondientes, de los resultados obtenidos, se pudo constatar que dichos materiales están dentro de los estándares de control y calidad de materiales.
- Se alcanzó un desempeño favorable al utilizar el material proveniente de la demolición de albañilería como sustituto parcial al árido fino hasta un 15%, dando a conocer que a mayor sustitución la resistencia a la compresión va disminuyendo.
- Para el ensayo de resistividad eléctrica del hormigón se da a conocer un diseño que permite el ingreso de agentes agresivos en un nivel moderado según la norma ASSTHO TP95-11.
- Mediante el ensayo de resistencia a la compresión se pudo conocer que se puede

ahorrar árido fino hasta un 15% mejorando las características del diseño de mezcla de hormigón en un 11.3%, pero mejorando aún más al 10% por lo que aquí lo mejora a un 29.7%

- Para futuras investigaciones se recomienda utilizar la sustitución de material producto de albañilería a partir del 15 % pero para un mejor ahorro un 10%.

Bibliografía

- ASTM C31. (2008). ASTM C31 Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra1. Obtenido de <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-mayor-de-san-simon/hormigon-armado-i/astm-c31-practica-normalizada-para-preparacion-curado-de-especimenes-de-ensayo-de-concreto-en-la-obra1/25351946>
- A.C.I. (s.f.). American Concrete Institute. (s.f.). concrete.org. Obtenido de <https://www.concrete.org/>
- AASHTO TP 95-11. (2011). METHOD OF TEST FOR SURFACE RESISTIVITY.
- ACI 214. (s.f.). Revisión propuesta de ACI 214-65: Práctica recomendada para la evaluación de los resultados de las pruebas de resistencia del hormigón.
- Andrade, C. (2011). La resistividad eléctrica como parámetro de control del hormigón y de su durabilidad. ALCONPAT, 93-101.
- ASTM C 39/C 39M –01. (2009). Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
- ASTM C 595. (2008). Especificación Normalizada para Cementos Adicionado Hidráulicos 1. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/527417811/ASTM-C595-en-es>
- ASTM C33. (s.f.). Especificación estándar para AGREGADOS PARA EL CONCRETO.
- ASTM C-494. (s.f.). Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete. Obtenido de <https://idoc.pub/documents/astm-c-494pdf-6ngedrp6ejlv>
- Cabrera, J. Á., Urrutia, F., Lecusay, D., & Fernández, A. (1997). Morteros de albañilería con escombros de demolición. *Materiales de construcción*, 47(246), 43-48.
- LOZANO, A. A. E. R. (2017). Gestión de residuos en la

construcción: plan de gestión de residuos generados en construcciones de vivienda multifamiliar en el Ecuador. DIRECTOR, 101, 0602920126.

ASTM C31. (2008). ASTM C31. (s.f.).

Martinez, S. (2015). Utilización de Arenas Procedentes de Residuos de Construcción y Demolición, RCD, en la Fabricación de Morteros de Albañilería. Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid.

Pacheco Bustos, C. A. (2017). Residuos de construcción y

demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. Ingeniería y desarrollo, 35(2), 533-555.