

Analysis of the Resistance of Ecological Bricks Using Construction Waste and Incorporation of *Synadenium Grantii*

Deisy Magali Mori Gil, Ing.¹, Tulio Edgar Guillén Sheen, Ing.²

¹Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca – Perú, N00028784@upn.pe

²Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca – Perú, tulio.guillen@upn.pe

*Abstract. The present study aimed to determine the compressive strength of masonry units using construction residues and incorporation of *Synadenium Grantii*, the material was collected in Urb. La Molina - The Baños del Inca Cajamarca, and the *Synadenium Grantii* plant in the town of Santa Barbara, this study was developed in two stages, the first consisted of the demolition of this waste and later the analysis of materials, prior to the elaboration of the units, and obtaining the optimal design of the mixture was proceeded to the second stage which was the analysis of the handcrafted units through the CINVA RAM machine provided by the Private University of the North, finally using construction residues with and without addition of 10% of *Synadenium Grantii*, giving a curing time of 7, 14 and 28 days, the results of compression resistance of units without addition of 41,063kg/cm², 45,005kg/cm² were obtained, 47,025kg/cm² respectively, for the units generated with the addition of *Synadenium Grantii* they reached a resistance of 40,188 kg/cm², 41,072kg/cm², 43,639kg/cm² in 7, 14 and 28 days of curing, which did not satisfy the hypothesis, since the addition reduces the resistance of the units, however, it is determined that it is suitable for minimum uses required in 1 or 2 story dwellings.*

Keywords: *Ecological bricks, ecological materials, construction waste, eco-bricks*

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.39>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Análisis de la Resistencia de Ladrillos Ecológicos Utilizando Residuos de Construcción e Incorporación de *Synadenium Grantii*

Deisy Magali Mori Gil, Ing.¹, Tulio Edgar Guillén Sheen, Ing.²

¹Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca – Perú, N00028784@upn.pe

²Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca – Perú, tulio.guillen@upn.pe

RESUMEN. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión de las unidades de albañilería utilizando residuos de construcción e incorporación de *Synadenium Grantii*, el material se recolectó en la Urb. La Molina - Los Baños del Inca Cajamarca, y la planta *Synadenium Grantii* en centro poblado de Santa Barbara, este estudio se desarrolló en dos etapas, la primera consistió en la demolición de estos residuos y posteriormente el análisis de los materiales, previo a la elaboración de las unidades, ya obteniendo el diseño óptimo de la mezcla se procedió a la segunda etapa que fue el análisis de las unidades elaboradas artesanalmente a través de la máquina CINVA RAM proporcionada por la Universidad Privada del Norte, finalmente utilizando residuos de construcción con y sin adición del 10% de *Synadenium Grantii*, dando un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días, se obtuvo los resultados de la resistencia a la compresión de las unidades sin adición de 41,063kg/cm², 45,005kg/cm², 47,025kg/cm² respectivamente, en cuanto a las unidades generadas con la adición de *Synadenium Grantii* alcanzaron una resistencia de 40,188kg/cm², 41.072kg/cm² 43.639kg/cm² en 7, 14 y 28 días de curado, lo que no satisfizo la hipótesis, ya que la adición reduce la resistencia de las unidades, sin embargo, se determina que es apto para usos mínimos requeridos en viviendas de 1 o 2 pisos.

Palabras clave: Ladrillos ecológicos, materiales ecológicos, residuos en la construcción, eco-ladrillos.

I. INTRODUCCIÓN

La fabricación de ladrillos posee una serie de procesos estandarizados a nivel global ya que su proceso de cocción de este elemento constituye un problema ecológico en ciudades a nivel mundial, debido a la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, tales como el CO₂, SO₂ y NO₂.

La Norma E.070 “Albañilería” (2006), del Reglamento Nacional de Edificaciones, establece requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados. Así mismo, La Norma Técnica Peruana 331.017 - “Unidades de Albañilería: Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos” del año 2003, establece requerimientos técnicos que se deben cumplir para la fabricación de los ladrillos de arcilla destinados para uso en albañilería estructural y no estructural, determinando que deben estar libres de defectos, deficiencias, y tratamientos superficiales, incluyendo

recubrimientos, porque pueden interferir en su adecuada colocación y resistencia de la edificación.

El Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente (Perú), aprueba los Límites Máximos Permisibles (LPM) de emisión atmosférica para la producción de ladrillos y obliga a las empresas que fabrican ladrillos realizar un programa de monitoreo de sus emisiones atmosféricas, donde están obligadas a presentar un reporte actualizado para su aprobación por partes de las autoridades competentes donde sólo se considera válido los análisis efectuados de acuerdo con los estándares anteriormente descritas y además deben estar acreditadas por INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual), laboratorios acreditados o certificados a nivel nacional.

El Instituto de Ingeniería (II) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el año 2015 creó un ladrillo ecológico mediante un proceso sustentable; utilizando residuos de construcción como materia prima compuesto por restos de excavación (arcilla), residuos de tala y de construcción triturados, integrados por un aditivo natural que es una mezcla de agua con mucílago de nopal además de energía solar para el secado. Con ello comprobaron que los ladrillos ecológicos realizados son más resistentes y absorben menos agua que los convencionales, así mismo, son un excelente aislante térmico por lo que permitiría reducir la demanda de energía [45].

En Bolivia realizaron un análisis sobre “Caracterización y propuestas de revalorización de residuos de construcción y demolición”, lo que determinó que los residuos sólidos obtenidos de una “Vivienda Tipo”, pueden ser reutilizados de tal manera que estos podrían usarse como agregado para obtención de hormigón, además utilizaron escombros en el proceso de fabricación de ladrillos con un 10% de residuos que alcanzan una resistencia de 103,65kg/cm², incluso mencionan que estos materiales pueden ser utilizados como base para recubrimiento superficial de ciertas áreas como canchas de tenis, parques y áreas de recreación públicas, también pueden funcionar como material de relleno de zanjas previamente tratados y de acuerdo a las exigencias que el proyecto lo requiera [51].

En Ecuador fabricaron un ladrillo Lego ecológico (30x15x8)cm a base de polietileno reciclado, de cangahua (roca sedimentaria de origen volcánico), cemento y agua, utilizaron el método de prensado electrohidráulico, regándolo dos veces diarias durante

siete días como parte de su proceso de endurecimiento, los resultados demostraron ser más económicos para la construcción de viviendas y con una resistencia de 38,38 kg/cm², con un peso de 10lbs y lo más importante es que no requiere proceso de cocción, reduciendo así la contaminación. (Reinoso et al., 2017).

Además, en Quito (Ecuador), realizaron el diseño y fabricación de un eco-ladrillo como material de construcción sostenible y compararon sus propiedades mecánicas con los ladrillos tradicionales. Para lo cual utilizaron suelo-cemento y ceniza de cascarilla de arroz, en esta investigación demostraron que a mayor relación de cemento aumentaría la resistencia de la unidad, ya que para la mezcla de suelo-cemento (20%) en el estudio durante el análisis, obtuvieron una resistencia a la compresión de 57.82kg/cm² respectivamente y para la mezcla suelo-cemento (10%), obtuvieron una resistencia a la compresión de 38.24 kg/cm² respectivamente, adicionando además el 6%, 8%, 10% y 12% de ceniza de cascarilla de arroz a la mezcla, su resistencia a los 7 días de curado, dieron 46.80kg/cm², 44.15kg/cm², 37.12kg/cm² y 33.14kg/cm² respectivamente [6].

Gareca. (2020), presentó en la Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación de Bolivia una investigación sobre “Nuevo material sustentable: ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos” cuyo objetivo fue determinar las características físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos mediante técnicas que permitan identificar el proceso adecuado para producir un ladrillo de óptima calidad de esta manera realizó muestras tipo aleatorio simple con 78 probetas, con tres tipos diferentes de dosificaciones para cada material: poliestireno (PS), polietileno de baja densidad (PEBD), polipropileno (PP) y tereftalato de polietileno (PET). Estas técnicas le permitieron determinar que las características de los ladrillos ecológicos responden a las propiedades físicas y mecánicas que se establecen en la Norma Colombiana, Peruana y Chilena, además confirmó el impacto positivo al medio ambiente, mediante el reciclaje de plástico, incluso afirma que esta unidad disminuye el porcentaje de absorción de agua en un 22.6 % con relación al ladrillo común.

En Perú, se desarrolló un “Plan de negocios para la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos”, en Lima Metropolitana, donde evaluó la viabilidad técnica, económica y financiera de una empresa que comercializa ladrillos ecológicos, elaborados de una mezcla arcilla, cemento, arena fina y agua cuyo resultado ofrece una mayor resistencia y solidez que los ladrillos convencionales de arcilla, la cual su elaboración no requiere complejos procesos de secado y cocción, demostrando la viabilidad económica y financiera de este proyecto a través de sus resultados como son los índices de rentabilidad y tasa interna de retorno, además afirma que es un producto novedoso que ayudará a la protección del medio ambiente y puede alcanzar una mayor y mejor demanda, debido al aumento de la construcción de obras civiles [52].

En la investigación “Unidades de albañilería fabricadas con suelo-cemento como alternativa para la construcción sostenible” [9], muestran resultados de las propiedades físico-mecánicas de las unidades fabricadas con suelo-cemento de (7,5x13x23) cm, cuya resistencia a compresión fue 74,78 kg/cm², superando a los requisitos mínimos establecidos en la Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE, además de poseer propiedades semejantes con las

de albañilería industrial.

Además, en Lima (Perú), también propuso la “Elaboración de ladrillos de 18 huecos tipo IV con residuos de demolición y cemento”, cuyo diseño de la mezcla para estos ladrillos fue de manera empírica en aproximaciones sucesivas de (Ensayo – Error), con relaciones de agua - cemento bajas y la menor cantidad de cemento posible para cumplir principalmente los requisitos de resistencia establecidos en la Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE, cuya resistencia a la compresión promedio fue de 99.8Kg/cm²; la cual no alcanzó a cumplir los requisitos mínimos exigidos para un ladrillo tipo IV, Sin embargo, mejorando y uniformizando el proceso de fabricación podría llegar a cumplir con estos requisitos de resistencia [9].

El Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos de las actividades de la construcción y demolición, Decreto Supremo N°003-2013-VIVIENDA (Perú) indica que: Los residuos de construcción son aquellas sustancias, productos en estado sólido o semisólidos de los que su generador dispone, o está obligado a disponer. El manejo de los residuos de construcción y demolición es desarrollado de manera selectiva, sanitaria y ambientalmente óptima, teniendo en cuenta la clasificación y el destino de estos, con la finalidad de prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona humana.

The Plant List: *Euphorbia umbellata* Syn *Synadenium Grantii*, nombre científico, llamado comúnmente como “lechero africano”, cuya habitad es en laderas rocosas con bosque abierto seco a 950-2100m de altitud. (Neuwinger, 1994)

Este látex del *Synadenium Grantii*, contiene un compuesto o principio activos, que se llama PHORBOL (*fórmula química, derivado de planta de compuesto orgánico natural*), compuesta de alcaloides (*sustancia nitrogenada*), diterpenos, triterpenos, platinoides, asteroides y lípidos (*grasa, sustancia orgánica insoluble en agua*) [10].



Figura 1: *Synadenium Grantii* (The Plant List: *Euphorbia umbellata*) Fuente: [32]

En la actualidad uno de los problemas con mayor demanda en la humanidad es el calentamiento global ya que cada día la población está creciendo apresuradamente y a su vez la contaminación ambiental, por esta razón el sector de la construcción se enfrenta a

la problemática de la sostenibilidad buscando reducir el impacto medioambiental que son provocados por la producción de materiales para la edificación, es ahí donde se desarrolla la investigación de incorporar una conciencia ecológica en donde la construcción de ladrillos ecológicos son capaces de resistir satisfactoriamente en ensayos de compresión, respondiendo a criterios ecológicos ya que en el proceso de industrialización y fabricación de materiales producen la acumulación de basura formada por plásticos, papel, metal, etc.

Teniendo en cuenta lo anterior, este estudio tiene como objetivo reutilizar los residuos de construcción generados en las actividades y procesos de renovación, restauración, remodelación y demolición de estructuras e infraestructura. Esto se hará en la producción de ladrillos ecológicos. Como resultado, este trabajo desarrolla una nueva unidad de ladrillos que elimina las emisiones de CO₂ a la atmósfera, utilizando la incorporación de Synadenium Grantii, lo que significa un impacto ambiental reducido.

El objetivo de este artículo es demostrar la influencia de las unidades de albañilería utilizando residuos de construcción e incorporación de Synadenium Grantii, el material se recolectó en la Urb. La Molina - Los Baños del Inca Cajamarca, y la planta Synadenium Grantii en centro poblado de Santa Barbara, luego se determinó un análisis granulométrico, diseño de mezcla y posteriormente una comparación de los resultados de la resistencia a compresión obtenidos en los ensayos con las unidades elaboradas de arcilla tradicional denominadas (patrón).

II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación desarrollada es experimental transversal, ya que se basó en la manipulación de las variables y observación del grado en que estas producían un efecto determinado, teniendo en cuenta las pruebas realizadas para observar e identificar los cambios en los diseños experimentales cuyo material de estudio fue la unidad del ladrillo elaborada con residuos de construcción e incorporación del 10% de Synadenium Grantii

Población: Estará constituida 70 unidades diseñadas, lo que significa que 35 unidades serán elaboradas con residuos de construcción y 35 unidades con residuos de construcción con incorporación de Synadenium Grantii en un 10%, y las siguientes muestras serán de ladrillos de arcilla tradicionales utilizadas como patrón de análisis y comparación.

Muestra: Para la selección de la muestra se dividió en dos fases, la *Fase-1* que son ensayos de suelos del material usado, que viene a ser residuos de construcción triturado para la elaboración de las unidades de albañilería, posteriormente la *Fase-2* donde se obtiene la información de las propiedades físicas y mecánicas de la unidad elaboradas, la cual permitió llegar hasta la resistencia a compresión requerida de dichas unidades que luego fueron comparadas las propiedades con la unidad patrón establecida.

TABLA 1
Nº. DE MUESTRAS PARA CADA ENSAYO SEGÚN NORMA E.070 –
“ALBAÑILERÍA” (2006) - RNE

Ensayo	Ladrillos con residuos de construcción	Ladrillos con incorporación de 10% de Synadenium Grantii	Ladrillos de arcilla Tradicionales (Patrón)
Variación dimensional	10	10	10
Alabeo	10	10	10
Absorción	5	5	5
Succión	5	5	5
Resistencia a compresión	30	30	10

Fuente: [32]

TABLA 2
Nº. DE MUESTRAS PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN, SEGÚN NORMA E.070 “ALBAÑILERÍA” (2006) - RNE

Ensayo Resistencia a compresión	07 días	14 días	28 días	Total
Patrón				10
Residuos de construcción	10	10	10	30
Incorporación de 10% de Synadenium Grantii	10	10	10	30

Fuente: [32]

Procedimiento: Se recolectó el material necesario de residuos de construcción para la elaboración de las unidades propuestas de los desmontes de la Urb. La Molina - Los Baños del Inca - Cajamarca, una zona en constante desarrollo y crecimiento de su población.

Después de la recaudación y almacenamiento del material se procedió a demoler cada una de las unidades y posteriormente fueron colocadas en un depósito.



Figura 2: Triturado de los residuos de construcción

Fuente: [32]

En cuanto a la recolección de Synadenium Grantii se obtuvo del Centro Poblado Santa Bárbara, Distrito de Los Baños del Inca - Cajamarca.

Fase 1: Ensayo de Análisis Granulométrico del material por el Método del Sifonaje. ASTM D421: Este ensayo se utiliza cuando el material es fino (arcillo, limoso). Con este método se determinó la cantidad de limo y la cantidad de arcilla que contiene la muestra del material utilizado para la elaboración de los ladrillos de residuos de construcción.

Ensayo de Análisis Granulométrico mediante Tamizado por Lavado. ASTM D421: Este método de ensayo se utiliza cuando el

material que se tiene es fino y contiene gran cantidad de limos y arcillas y permitió la determinación mediante lavado de la cantidad de material más fino que pasa por la malla N° 200.

Ensayo de Contenido de Humedad - MTC E108/ ASTM D2216/ TP 339.127: Se usa para expresar las relaciones de la fase del aire, agua y sólidos en el volumen de material dado.

Ensayo Límite Plástico y Límite Líquido, permitió determinar su contenido de humedad y los límites de consistencia.

Ensayo de Proctor Modificado ASTM D1557, determina la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco del material cuyo objetivo fue encontrar la relación entre la densidad seca y la humedad óptima en el material de residuos de construcciones demolidas.

Elaboración de las unidades con residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii, en la máquina CINVA RAM.

Según Otero y Calderón (2019), indican que la prensa CINVA RAM es una máquina manual y sirve para fabricar bloques de suelo-cemento sin o con núcleos de diferentes formas, se fundamenta en la palanca de fuerza infinita y está considerada como una de las tecnologías latinoamericanas más difundidas en el mundo.

Teniendo el material ya triturado se procedió al tamizarlo manualmente utilizando una malla simple de (5x5) mm con el objetivo de eliminar partículas superiores a esta, de tal manera que el material quede uniforme, asegurando así una compactación eficiente. Así mismo, con los ensayos elaborados inicialmente el material triturado obtenido de residuos de construcción no contaba con la plasticidad necesaria para la elaboración de dichas unidades por lo que se consideró colocar un 20% como mínimo de arcilla cruda en el total del material, para realizar nuevamente cada uno de estos ensayos y obtener una mezcla óptima para el desarrollo de las unidades y así continuar con el objetivo de la investigación.

El diseño de mezclas se determinó utilizando el ensayo Proctor Modificado, además se afirma que por cada unidad comprimida se utiliza aproximadamente 4.55 kg de materia, con respecto a esta cantidad se determina lo necesario para la combinación de los componentes, obteniendo las siguientes cantidades:

TABLA 3
CANTIDAD EN KG PARA LA ELABORACIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Material	Cemento (kg)	Suelo (kg)	Agua (ml)
Sin adición	0.45	4.5	846
Incorporación de (10%) Synadenium Grantii	0.45	4.5	759

Fuente: [32]

El proceso de elaboración es semejante a la técnica tradicional de moldeado de “adobe”, en este caso se usó una mezcla preparada de residuos de construcción, cemento y agua, además de la incorporación de Synadenium Grantii, para esta mezcla se utiliza el cemento en seco unificando con el material y posteriormente se agrega el agua de acuerdo con el diseño propuesto.

Antes de ser llenado el molde en la máquina CINVA RAM se colocó un sólido de ciertas medidas con la finalidad de que el vacío que quede al llenar, tenga las medidas de un ladrillo comercial tradicional (24x13x9) cm, luego se ejerció una fuerza en la base desplazando el pistón verticalmente y comprimido a la unidad.



Figura 3: Mezcla depositada en la máquina CINVA RAM
Fuente: [32]

Ya comprimido el material, se desmoldo bajando la palanca inversa, obteniendo la unidad de albañilería. En total se fabricaron 35 unidades de albañilería utilizando residuos de construcción sin adición dejándolos secar por (7, 14, 28) días. Así mismo, el proceso se repitió para las unidades siguientes, pero utilizando la incorporación de Synadenium Grantii, que fue licuado y a la vez adicionado en el agua utilizada en la elaboración de las unidades.



Figura 4: Unidades de albañilería elaboradas con la máquina CINVA RAM
Fuente: [32]

Fase 2: Se procedió a elaborar los ensayos para determinar las propiedades físicas de la unidad patrón.

Ensayo de Variación Dimensional (NTP 399.613 y NTP 339.604): Se desarrolla con la finalidad de medir cada una de las dimensiones con una proximidad de milímetro del largo, ancho y altura.

Ensayo de Alabeo (NTP 399.613): Busca comprobar la concavidad o convexidad en la unidad, la cual a mayor alabeo ya sea de (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de junta, además puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad.

Ensayo de Absorción. (NTP 399.613 y NTP 399.604): Tiene la finalidad de determinar la capacidad de absorción de agua en los ladrillos y bloques para la construcción.

Ensayo de Succión. (NTP 331.017, NTP 399.613): Tiene la finalidad de medir la rapidez del agua para adherirse a la unidad en la cara de asiento, la cual es una característica fundamental para definir la relación de mortero – unidad en la interfaz de contacto.

Ensayos de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería. (NTP 339.613): Es la propiedad más importante, ya que define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro, además define la resistencia a la compresión del ladrillo (f_b), la perfección geométrica del ladrillo, la calidad de mortero empleado para el asentado de ladrillo y la calidad de mano de obra empleada.

$$f_b = \frac{P_{max}}{A_b}$$

Ecuación 1: Resistencia unitaria a compresión Kg/cm²

=

$$A_b = L \times A$$

Ecuación 2: Área bruta de la unidad.

f_b : resistencia unitaria a compresión Kg/cm²

A_b : área bruta

L, A : largo y



Figura 5: Compresión de la unidad elaborada Fuente [32]

III. RESULTADOS

A partir de la recolección de datos y el procesamiento de los mismos se obtuvieron los siguientes resultados tomados de la tesis denominada “Resistencia a la compresión uniaxial de ladrillos ecológicos utilizando residuos de construcción y

Los ensayos elaborados en la Fase-1, con en el material triturado, fueron para la clasificación de suelos.

En relación, al análisis granulométrico del material preparado de residuos de construcción por el método del Sifonaje se pudo obtener los porcentajes de: 11.08% de arcilla, 28.15% de limo y 67.62% de Arena que según los requisitos que muestra la Norma E.80 “Adobe”- RNE (2017), para la gradación del suelo debe estar aproximándose a los porcentajes de arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, por ende, la elaboración de las unidades mediante este ensayo se encuentra dentro de los rangos establecidos, obteniendo un material óptimo para la elaboración de las unidades de albañilería.

Mediante el ensayo de análisis granulométrico tamizado por lavado, se pudo determinar el coeficiente de uniformidad $C_u < 3$ lo cual se afirma que la muestra es muy uniforme, sin embargo, de acuerdo con el coeficiente de curvatura C_c la muestra está mal gradada y pero si uniforme en el diámetro de sus partículas.

Posteriormente, se obtuvo que la muestra tiene 5.21% de

contenido de humedad, un límite líquido de 30.34%, límite plástico de 16.25% e índice de plasticidad de 14.10%, por lo que según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) es un suelo de partículas gruesas con finos CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.

Así mismo, en el ensayo de Compactación de Proctor Modificado – ASTM D1557 se obtuvo los siguientes resultados:

TABLA 4
RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO SIN SYNADENIUM GRANTII.

DESCRIPCIÓN	0%	5%	8%	10%
	Cemento	Cemento	Cemento	Cemento
Humedad Óptima (%)	8.50%	16.70%	11.80%	18.80%
Densidad Seca Max. (gr/cm ³)	1.59	1.595	1.58	1.56

Fuente: [32]

TABLA 5
RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO + 10% DE SYNADENIUM GRANTII

DESCRIPCIÓN	0%	5%	8%	10%
	Cemento	Cemento	Cemento	Cemento
Humedad Óptima (%) de adición de Synadenium Grantii”	11.51%	14.10%	13.90%	18.70%
Densidad Seca Max. (gr/cm ³)	Fuente: [32].			

Fuente: [32].

1.61

1.58

1.62

1.72

Los ensayos clasificatorios de las unidades se muestran a continuación:

TABLA 6
RESUMEN DE LOS ENSAYOS ELABORADOS A LAS UNIDADES
NORMA E.070 "ALBAÑILERÍA" (2006) - RNE

Ensayos	Unidades de Arcilla tradicional (patrón)	Unidades de Residuos de construcción	Unidades de Residuos de construcción más incorporación de Synadenium Grantii.
Variación dimensional	5.09%, 4.92%, 6.19%	0.55%, 1.04%, 0.94%	0.58%, 0.83%, 1.03%
Alabeo	Convexo en ambas caras: 0.601mm y 0.247 mm	Convexo en ambas caras: 0.319mm y 0.205 mm	Convexo en ambas caras: 0.377mm y 0.199 mm
Absorción	16.28%	13.02%	11.16%
Succión	76.854 g/min/200cm ²	55.435g/min/200cm ²	46.771g/min/200cm ²
Resistencia a compresión	38.862 kg/cm ²	47.03 kg/cm ²	43.65kg/cm ²

Fuente: [32]

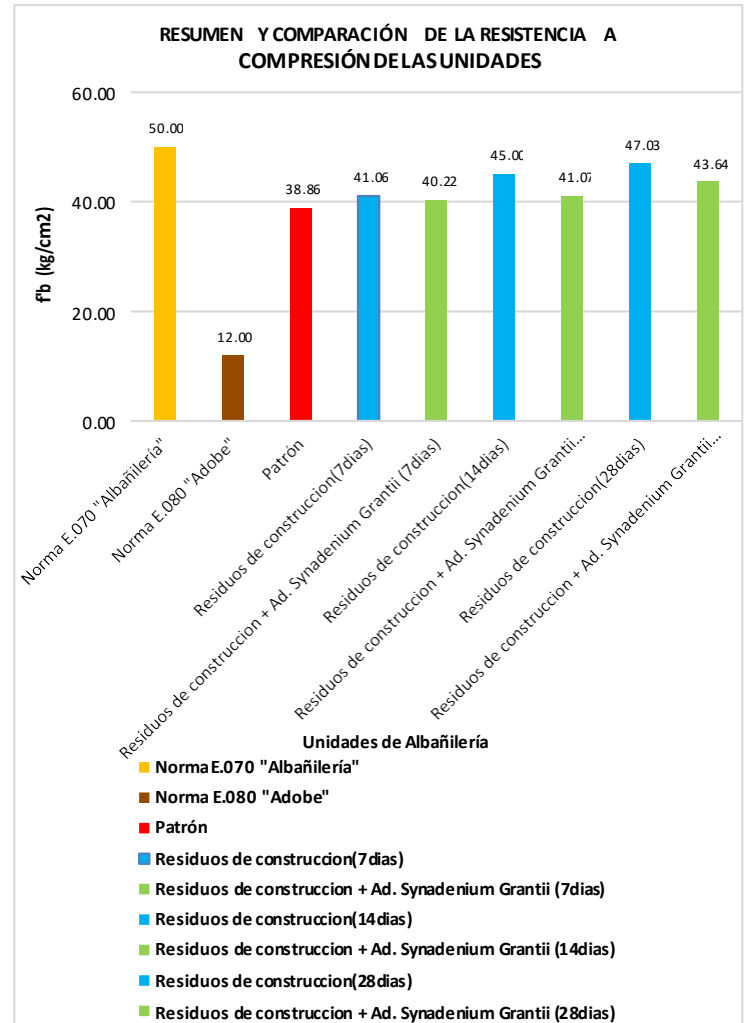


Figura 6: Resumen y comparación de la resistencia a compresión de las unidades con y sin adición de Synadenium Grantii a los 7, 14 y 28 días de curado.

Fuente: [32]

En la figura, se muestra que las unidades de arcilla tradicionales (patrón) obtuvo una resistencia a la compresión de 38.86 kg/cm², que al ser comparadas con las unidades de albañilería elaboradas y compactadas con la máquina de CINVA RAM utilizando residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii, obtuvieron resultados en su resistencia a compresión de 47.03kg/cm² y 43.64kg/cm² respectivamente, esto indica que son mayores a los establecidos en la Norma E.080 "Adobe"-RNE, ya que el valor mínimo para la resistencia a compresión de la unidad es de 10.02kg/cm², sin embargo estos resultados son menores a los que establece la Norma E.070 "Albañilería" (2006) - RNE, cuyo valor mínimo para la resistencia a compresión de la unidad es de 50kg/cm², a su vez se determina que son unidades de TIPO I ya que su resistencia es aproximada a lo establecido en la Norma E.070 "Albañilería" (2006).

IV. DISCUSIÓN

- Las unidades de arcilla tradicionales (patrón) cuya resistencia obtenida es de 38.86 kg/cm² comparando con las unidades de albañilería elaboradas y compactadas con la máquina de CINVA RAM utilizando residuos de construcción y adición de Synadenium Grantii, obtuvieron resultados en su resistencia a compresión mayores a los establecidos en la Norma E.080 “Adobe”-RNE, ya que el valor mínimo para la resistencia a compresión de la unidad es de 10.02 kg/cm², sin embargo estos resultados son menores a los que establece la Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE, cuyo valor mínimo para la resistencia a compresión de la unidad es de 50 kg/cm², entonces los resultados obtenidos para las muestras elaboradas con residuos de construcción, con un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días al aire libre, presentaron una resistencia a compresión de 41.06 kg/cm², 45.00 kg/cm² y 47.03 kg/cm² respectivamente
- Las unidades elaboradas con adición de Synadenium Grantii alcanzaron una resistencia a compresión de 40.22 kg/cm², 41.07 kg/cm² y 43.64 kg/cm² respectivo a los días de curado, por otro lado se demuestra que las unidades elaboradas con residuos de construcción supera su resistencia a compresión con respecto a la muestra patrón en un 5.66%, 15.81% y 21.02% respectivamente del tiempo de curado, al adicionar Synadenium Grantii también supera su resistencia a compresión con respecto a la muestra patrón en un 3.49%, 5.68% y 12.29% respectivamente del tiempo de curado, sin embargo esta resistencia baja respecto de las unidades elaboradas sin adición de Synadenium Grantii en un 2.17%, 10.12% y 8.72% respectivamente; lo cual no cumple con la hipótesis planteada ya que disminuye su resistencia.
- Al realizar la comparación los valores de resistencia para ambos casos, el que ha obtenido un mejor comportamiento en la resistencia a compresión de las unidades de albañilería son aquellas elaboradas sin incorporación de Synadenium Grantii ya que resiste 47.03 kg/cm² a los 28 días de curado, pese que esta unidad no alcanza la resistencia mínima según lo establecido en la Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE, tienen una resistencia y durabilidad aproximada, además si son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencias mínimas para viviendas de 1 ó 2 pisos, evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo, ya que es una unidad de material compactado la cual tendría funciones similares a las de un bloque de adobe pero este con mayor resistencia a la compresión.

V. CONCLUSIONES

- Se logró determinar la resistencia a la compresión uniaxial de ladrillos utilizando residuos de construcción cuya resistencia es de 47.03 kg/cm² y con incorporación de 10% de Synadenium Grantii obtuvo una resistencia de 43.64 kg/cm².
- Se determinó el análisis granulométrico de los residuos de construcción, la cual al no contar con la plasticidad necesaria se consideró colocar un 20% como mínimo de arcilla cruda en el total del material, realizando nuevamente el ensayo se pudo obtener un material óptimo para la elaboración de las unidades que determinando los porcentajes de: 11.08% de arcilla, 28.15% de limo y 67.62% de Arena, los cuales encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma E.80 “Adobe”-RNE, obteniendo un material óptimo para la dichas unidades de albañilería.
- Con el ensayo de Proctor Modificado se pudo obtener la mezcla adecuada para, cemento: suelo: agua: Sin adición (0.45kg: 4.5kg: 846ml) y (con incorporación de 10% Synadenium Grantii 0.45kg: 4.5kg: 759ml), logrando elaborar las unidades de albañilería.
- Se logró elaborar las unidades de albañilería utilizando residuos de construcción e incorporación de Synadenium Grantii con la ayuda de la máquina Cinva Ram proporcionada por la Universidad Privada del Norte.
- Mediante la comparación con las unidades patrón, los resultados de clasificación según la Norma E.070 “Albañilería” (2006) - RNE de los ensayos obtenidos para cada una de las unidades elaboradas, se pudo determinar:
 - a) Las unidades elaboradas con residuos de construcción e incorporación de Synadenium Grantii obtuvieron menor variación dimensional (largo, ancho y alto), que es 0.55%, 1.04%, 0.94% y 0.58%, 0.83%, 1.03% respectivamente y las unidades de arcilla tradicionales (patrón) obtuvieron 5.09%, 4.92%, 6.19%.
 - b) En cuanto al ensayo de alabeo para las unidades patrón fue de Convexo 0.601 mm y 0.247 mm, para las unidades elaboradas con residuos de construcción Convexo en ambas caras: 0.319 mm y 0.205 mm y las unidades con adición de Synadenium Grantii fue Convexo 0.377 mm y 0.199 mm.
 - c) Las unidades con incorporación de Synadenium Grantii obtuvo un 5.12% menos absorción en cuanto a las unidades patrón, sin embargo, las unidades sin adición obtuvieron un 3.26% menos absorción que las unidades patrón, pero 1.86% más absorción que las unidades con adición.
 - d) En cuanto a la succión las unidades elaboradas con residuos de construcción sin adición obtuvieron 21.419 g/min/200 cm² menos que las unidades patrón, pero 8.664 g/min/200 cm² más que las unidades con adición ya que la unidad con adición obtuvo 46.771 g/min/200 cm².
 - e) La resistencia a compresión mayor fue de las unidades elaboradas sin adición ya que alcanzaron una resistencia a compresión de 47.03 kg/cm².
- Finalmente, haciendo el uso de análisis de varianza ANOVA y prueba de TUKEY, se demostró que la nueva técnica de utilización de Synadenium Grantii no mejora la resistencia a compresión ya que reduce el porcentaje de resistencia a compresión. En cuanto al Análisis de Varianza (ANOVA), el valor de probabilidad es igual a 0.0003 que viene a ser menor que 0.05 (P<0.05), entonces se concluye que existe alta significación estadística, por lo tanto, algún promedio de los

grupos analizados tiene una gran dispersión estadística. Según Tukey, se observa que el grupo que mostró mayor dispersión estadística en cuanto a la resistencia a la compresión fue la muestra patrón con valor de 38.86 kg/cm² y con respecto a las muestras de las unidades elaboradas sin adición y con adición de 10% de *Synadenium Grantii* fueron estadísticamente similares teniendo valores de, 43.64kg/cm² y 47.03kg/cm² respectivamente. los mismos que superan la resistencia mínima de 10.02 kg/cm² establecida por la Norma E.080 “Adobe”- RNE.

VI. BIBLIOGRAFIA

- [1] Alcántara Chávez, P. (2018). Resistencia a compresión axial del ladrillo de concreto clase III al reemplazo de porcentajes en 0.5%, 1% y 1.5% de papel reciclado (Tesis de licenciatura). Cajamarca – Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/14060>
- [2] Altamirano Príncipe, J. A., Bullon Westreicher, O. D., Chiok Mesa, F. A., & Salvatierra Arias, J. (2017). Ladrillos ecológicos con material reciclado PET. Lima - Perú.
- [3] Amorós García, M. (2011). Desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerantes y aditivos estructurales de base vegetal. (B. E. Edificación, Recopilador) Madrid, España. Obtenido de <http://oa.upm.es/9058/>
- [4] Becerra Rodríguez, M., Franco Baltazar, Á., Hernández Hernández, A., & López Navarro, I. (2018). Prácticas ecológicas con tabiques. Querétaro, México.
- [5] Cabo Laguna, M. (2011). Ladrillo Ecológico como material sostenible para la construcción. España.
- [6] Camacho, A., & Mena, M. J. (2018). Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional. Quito.
- [7] Chino Ruiz, L. A., & Mathios Castro, A. C. (2020). Elaboración de ladrillos Ecológicos a base de plásticos PET reutilizados y aserrín de la especie Huayruro (Armoniosa Coccinea) de las industrias madereras en Ucayali. Pucallpa-Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4305>
- [8] Cruz García, H. (2019). Influencia de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto. Trujillo – Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/21165>
- [9] Cruzado Ruíz, J. L. (2018). Elaboración de ladrillos de 18 huecos tipo IV con residuos de demolición y cemento. Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3544>
- [10] Cubas Luna, C. (2017). Determinación de las propiedades físico - mecánicas de ladrillos de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Cutervo. JAÉN – CAJAMARCA - PERÚ: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1105>
- [11] Diario Norte. (2019). Los Ladrillos. Argentina: Editorial Chaco S.A. Carlos Pellegrini 744 - Resistencia - Chaco.
- [12] Domínguez, A., Muñoz, V., & Muñoz, L. (2017). Impact of using lightweight eco-bricks as enclosures for individual houses of one story on zones of high seismicity. Bogotá.
- [13] Durand Orellana, R., & Benites Gutiérrez, L. (2017). Unidades de albañilería fabricadas con suelo-cemento como alternativa para la construcción sostenible. Trujillo: Departamento Académico de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- [14] Eduardo Palomino, C. L., & Zegarra Lazo, C. E. (2015). Tabiquería Ecológica, Empleando totora con revestimiento de yeso o mortero, como técnica de bioconstrucción. PERU.
- [15] Ez-zaki, H., Diouri, A., Bouregba, A., Amor, F., Chhaiba, S., Sassi, O., & El Rhaffari, Y. (2018). Ladrillos ecológicos elaborados a partir de residuos de carbón de la minería marroquí Jerrada Mining. Rabat, Marruecos.
- doi:<https://doi.org/10.1051/mateconf/201814901043>
- [16] Flores, V., Rojas, J., Torres, R., Vallejos, R., Flores, P., & Fillores, M. (2014). Ciencias Tecnológicas y Agrarias T-I Handboo "Mezclas de cemento y agregados de plástico para la construcción de viviendas ecológicas". (M. Ramos, Ed.) Sucre, Bolivia: ECORFAN. Obtenido de <http://www.ecorfan.org/handbooks/>
- [17] Gaggino, R. (2008). Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. Recycled Plastic Bricks and Panels For Selfconstruction. Santiago, Chile: Instituto de la Vivienda – INVI. Obtenido de <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/446/955>
- [18] Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). Albañilería Estructural (Tercera ed.). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial. Obtenido de <https://aportelaingcivil.blogspot.com/2016/05/albanileria-estructural-gallegos.html>
- [19] Gareca Apaza, M. L. (22 de Junio de 2020). Nuevo Material Sustentable: Ladrillos Ecológicos a Base de Residuos Inorgánicos. Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación, Vol. 18(Núm. 21). Obtenido de <http://revistas.usfx.bo/index.php/rcti/article/view/366>
- [20] Gonzales Armas, R. (2016). “Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto con la incorporación de PET en diferentes porcentajes. Cajamarca – Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/11240>
- [21] Grandéz Flores, G. (2010). La planta de la vida *Synadenium grantii*. Pucallpa, Perú. Obtenido de <https://kukuprojekt.files.wordpress.com/2014/08/libro-synadenium-grantii-hook.pdf>
- [22] Huang Yunhong, L. (2017). Ladrillos ecológicos respetuosos con el medio ambiente y su método de preparación (chino). Europäisches Patentamt.
- [23] Lamrani, M., Khalfoui, M., Laaroussi, N., & Khabbazi, A. (2018). Caracterización térmica de un nuevo material de construcción efectivo a base de residuos de arcilla y oliva. Ciudad de Marruecos, Sale, Maroc. doi:<https://doi.org/10.1051/mateconf/201814902053>
- [24] Leiva Deantonio, D. E., & Duván Reyes, J. (2017). Ladrillos Ecológicos: Una Estrategia Didáctica. SEVILLA.
- [25] López Manrique, N. I., Salamanca Viancha, M. F., Cuervo Cañón, D. M., & Quito Quito, A. (2017). Elaboración ladrillos Ecológicos usando lodos generados del proceso de lavado de arenas silíceas. Bogotá.
- [26] López Ramírez, S. M. (Julio de 2018). Reutilización de residuos sólidos construcción con Eco-Ladrillos en un entorno rural educativo. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- [27] Martínez Amariz, A. D., & Cote Jiménez, M. L. (11 de noviembre de 2014). Diseño y Fabricación de Ladrillo Reutilizando Materiales a Base de PET. Inge CUC, Vol. 10, Pág. 76-80. Obtenido de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/493>
- [28] Mendoza Salinas, L. (2017). Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas. Trujillo – Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/13431>
- [29] Miranda de la Fuente, L. (2017). El “ladrillo ecológico” como nuevo material para la construcción sustentable. Quito.
- [30] Moreno Mora, J., Pozo García, C. P., & Nájera, F. (2011). (J. Ramos, Ed.) Revista Perfiles, de la Facultad de Ciencias, ESPOCH Año XV (Núm. 8), Pág. 16-20.
- [31] Moreno Palacios, L. A., & Ponce Vargas, K. D. (2017). Características físicas y mecánicas de la unidad de albañilería ecológica a base de papel reciclado. Trujillo-Perú. Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3593>
- [32] Mori, D. M. (2021). Resistencia a la compresión uniaxial de ladrillos ecológicos utilizando residuos de construcción y adición de *Synadenium Grantii*, Cajamarca 2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/27740>

- [33] Muñoz Gutiérrez de Aguilar, M. C. (2017). Resistencia característica a compresión Axial de ladrillo de concreto al incorporar Ceniza de cáscara de arroz. Cajamarca – Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/12675>
- [34] Neuwinger, H. (1994). *African Ethnobotany: Poisons and Drugs*. Alemania: Chapman&Hall.
- [35] Ortega Moreno, J. (2015). Manual de hornos eficientes en la industria ladrillera. Eficiencia Energética en Ladrilleras de América Latina. Obtenido de <https://docplayer.es/51242636-Manual-de-hornos-eficientes-en-la-industria-ladrillera.html>
- [36] Otero Ríos, J. L., & Calderón Triana, H. A. (2019). Fabricación de máquina prensadora mecánica Cinva RAM.
- [37] Pacheco Flórez, C. A., & Severiche Cruz, J. G. (2015). “Plan de negocios para la producción, comercialización de ladrillos ecológicos – ecoladrillo”. Bucaramanga, Santander.
- [38] Páiz Hidalgo, D. C. (2015). Factibilidad del uso del Raquis de Palma Africana en mezcla con agregados de construcción para la fabricación de ladrillos ecológicos. Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4066>
- [39] Peisino, L. E., Kreiker, J. R., Gaggino, R., Sanchez Amono, M. M., Gonzalez Laria, J., & Gómez, M. G. (2017). Plástico reciclado: Ladrillos. Una alternativa inclusiva y sustentable para municipios y emprendedores. CONICET - Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE). Obtenido de <http://hdl.handle.net/11336/65821>
- [40] Pozo García, C. P. (25 de febrero de 2012). Aprovechamiento del Bagazo de Caña de Azúcar en la Fabricación de Bloques Ecológicos para Mampostería Liviana. Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1631>
- [41] Quijano B., L., Díez Silva, M., Montes Guerra, M., & Castro Silva, H. (2014). Implementación de procesos sostenibles vinculando industrias regionales: reciclaje de residuos siderúrgicos como proyecto de cambio de la mampostería en Boyacá. *Escuela De Administración De Negocios (Núm. 77)*, Pag. 82-103. doi:<https://doi.org/10.21158/01208160.n77.2014.817>
- [42] Ramón Valencia, B., & Moreno Rojas, J. (2018). Estudio de materiales precursores del reciclaje y sus atributos mecánicos con aplicación al diseño y fabricación de Ladrillo Ecológico. Colombia.
- [43] Reinoso, E., Vergara, L., Ronquillo, D., & Hernández, Á. (2017). Elaboración de Ladrillos Ecológicos a base de Polietileno. Ecuador.
- [44] Reyes Cantor, D. S., & Contreras Alfón, C. S. (2015). Caracterización Físico - Mecánica del Adoquín con Lodos Papeleros Residuos de la Fabricación de Papel. Bogotá, Colombia. doi:10.13140/RG.2.1.4757.9366
- [45] Rojas Valencia, María Nefalí. (2015). Fabrican en la UNAM Ecoladrillo con Residuos de Construcción. Instituto de Ingeniería (II) de la UNAM, México.
- [46] Rojas Vargas, J., & Vidal Toche, R. A. (13 de Octubre de 2014). Comportamiento sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados. Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5618>
- [47] San Bartolomé, Á. (2008). Comentarios de la Norma Técnica de Edificación E.070 "Albañilería". Lima, Perú: SENCICO.
- [48] Serrano Guzmán, M. F., Pérez Ruiz, D. D., Torrado Gómez, L. M., & Hernández, N. D. (2017). Residuos inertes para la preparación de ladrillos con material reciclable: una práctica. vol. 20, núm. 1, 131-138. Lima, Perú.
- [49] Toirac Corral, J. (Octubre-Diciembre de 2008). El suelo - cemento como material de construcción. *Ciencia y Sociedad*, vol. XXXIII (núm. 4), pp. 520-571. Caribe: Instituto Tecnológico de Santo Domingo. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87012672003>
- [50] Valero Lozano, A. J., Vargas Vargas, N. R., & Vargas, J. A. (2015). Ecobrick ladrillo ecológico a base de papel reciclado para muros divisorios. Universidad Gran Colombia, Bogotá.
- [51] Vargas Meneses, R., & Luján Pérez, M. (2016). Estudio de Caracterización y Propuestas de Revalorización de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Cochabamba. Bolivia. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892016000200004
- [52] Villafuerte Quispe, M. M. (2015). Plan de negocios para la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos en Lima Metropolitana. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/581916>
- [53] Zhang, X. (2020). Estudio de la viabilidad de un proyecto empresarial para la producción de ladrillos ecológicos. Valencia-España: Universitat Politècnica de València. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/158262>

Decretos y Normas:

[54] Decreto Legislativo N°1013. (14 de mayo de 2008). La Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente. Lima, Perú: El Peruano.

[55] Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA. (2013). Lima, Perú.

[56] Decreto Supremo N°019 - Vivienda. (2016 (Modifica D.S. N° 003-2013)). Reglamento para la gestión y manejo de residuos sólidos de las actividades de la demolición. Lima, Perú.

[57] Norma E. 070. (2006). ALBAÑILERÍA. Resolución Ministerial N° 011-2006-VIVIENDA. Reglamento Nacional de Edificaciones.

[58] Norma E. 080. (07 de abril de 2017). ADOBE. Lima, Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.

[59] Norma Técnica Peruana 399.613. (2005). Unidades de Albañilería: Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima, Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (INDECOPI).

[60] Norma Técnica Peruana N°331.017. (2003 (revisada el 2015)). "UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos". Lima, Perú: Dirección de Normalización - INACAL.

[61] Resolución Ministerial N° 121-2017-Vivienda. (03 de Abril de 2017). Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.