

**Ladrillos waste.**

**ALEIDA TATIANA DUQUE BETANCUR.**



**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**BOGOTA, D.C**

**5 DE DICIEMBRE DE 2019**

**Ladrillos waste.**

**ALEIDA TATIANA DUQUE BETANCUR.**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE ARQUITECTO**

**DIRECTOR DE PROYECTO DE GRADO:**

**Arq. Edgar Carvajal.**



**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**BOGOTA, D.C**

## INDICE GENERAL

Tabla de ilustraciones.....	5
Listado de tablas .....	6
Resumen .....	7
Palabras claves.....	7
Abstract .....	8
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
2. JUSTIFICACIÓN .....	2
3. HIPÓTESIS .....	4
4. OBJETIVOS .....	4
4.1. Objetivo General.....	4
4.2. Objetivos Específicos.....	4
5. MARCO TEÓRICO.....	5
6. MARCO REFERENCIAL .....	6
7. MARCO NORMATIVO .....	10
7.1. Normas Generales.....	10
8. MATERIALES .....	10
9. ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	11
9.1. Investigativo .....	11
9.2. Ensayos .....	12
9.2.1. Prueba 1 .....	12
9.2.2. Prueba 2 .....	13
9.2.3. Prueba 3 .....	14
9.2.4. Prueba 4 .....	15
9.3. Resultados .....	17
10. APU .....	18
11. COMPARATIVO .....	19
12. IMPACTO AMBIENTAL.....	21
REFERENCIAS .....	22

BIBLIOGRAFÍA .....23

## Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 .....	12
Ilustración 2 .....	13
Ilustración 3 .....	14
Ilustración 4 .....	15
Ilustración 5 .....	16
Ilustración 6 .....	17

## Listado de tablas

Tabla 1 .....	9
Tabla 2 .....	18
Tabla 3 .....	19
Tabla 4 .....	20
Tabla 5 .....	20
Tabla 6 .....	20
Tabla 7 .....	21
Tabla 8 .....	22
Tabla 9 .....	22

## Resumen

Los muros divisorios son elementos que sólo tienen la función de dividir espacios sin soportar cargas estructurales del edificio, por lo tanto se pueden hacer con materiales livianos o más orgánicos que reducen el índice de contaminación pues actualmente en ladrillo es uno de los elementos más utilizados en la construcción; pero su fabricación emite 270 Gramos de CO<sub>2</sub> además requiere casi 2 litros de agua y 3 mega Jules de energía y requiere 1.200 troncos de madera para cocinarlos. En consecuencia es necesario buscar otro tipo de materiales que permitan hacer un mampuesto el cual cumpla la misma función de dividir espacios, que tenga propiedades aislantes, incluyendo cualidades estéticas, para ello se utilizarán materiales como la ceniza de hueso ya que este tipo de desechos aportan múltiples beneficios ambientales, lo que se espera obtener como producto final es un prototipo del mampuesto donde se pueda observar el grosor, determinar su acabado, las cualidades acústicas, aislantes, térmicas, entre otras. Lo que nos permite definir qué tan propicio es usar otro tipo de material, para los muros divisorios.

## Palabras claves.

Mampuesto, propiedades aislantes, división de espacios y contaminación.

## Abstract

The dividing walls are walls that only have the function of dividing spaces without supporting structural loads of the building, which is why they can be done in light or more organic materials that allow a low rate of contamination because currently brick is one of the most used elements in the construction; but its production emits 270 Grams of CO<sub>2</sub> also requires almost 2 liters of water and 3 mega Jules of energy and every time they go through the oven with its use 1,200 logs of wood are used. Therefore, it is necessary to look for other types of materials that allow a masonry to be carried out which fulfills the same function of dividing spaces, which has insulating properties and other qualities such as aesthetics, for this, materials such as bone ash and will be used. and what kind of waste provide multiple environmental benefits, what is expected to be obtained as a final product is a prototype of the mampuesto where the thickness can be observed, determine its finish, determine the qualities it has as acoustic, insulating, thermal, among others. Which allows us to define how favorable it is to use another type of material, for dividing walls.

## Keywords.

Mampuesto, insulating properties, division of spaces and pollution.



## 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente el ladrillo, es uno de los elementos más utilizados en la construcción, pero la fabricación de este tiene gran impacto en el medio ambiente, la primera etapa es la extracción de la materia prima, en la que se utiliza arcilla, la cual es extraída de minas, y luego es transportada a la fábrica de ladrillos. Solamente para la fabricación de un ladrillo se emite 270 gramos de CO<sub>2</sub>, además requiere casi 2 litros de agua y 3 Mega Jules de energía y cada vez que se utiliza un horno se consumen 1,200 troncos aproximadamente provocando densas nubes de humo que contaminan la zona y provocan que las personas que trabajan en los chircales estén constantemente respirando el humo que se produce, esto a su vez ocasiona afectaciones en la salud. (Lo que contamina un ladrillo, 2010)

Según construdata: “En Colombia se producen 376.947 toneladas mensuales de ladrillo, es decir 4.523.367 al año, según se desprende del estudio contratado por Anfalit a la firma Camargo y Asociados Ingenieros Constructores.” (Diagnóstico de la industria ladrillera del país). Bogotá participa con 49% del mercado, es decir \$15.500 millones de pesos mensuales, seguido por Santander del Norte con 14.3%, que equivalen a \$4.514 millones; Antioquia con 9.5% (\$3.014 millones); Valle 7.8% (\$2.458 millones) y el Eje Cafetero con 7.1% (\$2.233 millones). (Diagnóstico de la industria ladrillera del país). Esto quiere decir que Bogotá es el mayor productor y consumidor de ladrillos, por lo tanto, es el mayor generador de CO<sub>2</sub> con respecto a la fabricación de estos mampuestos.

## Ladrillos Waste

Un ladrillo común equivale a 0.003 toneladas, y Colombia produce 4.523.367 toneladas al año, esto quiere decir que en el país se producen 1.507.789.000 unidades de ladrillo, y si un ladrillo emite 0,00027 toneladas de CO<sub>2</sub>, como resultado Colombia emite 407103,03 Toneladas de CO<sub>2</sub> al año, y esto es solo la industria ladrillera.

Este proceso implica una gran explotación de los recursos naturales, además se genera la necesidad de la utilización de distintas maquinarias, lo que genera contaminación durante todo su proceso de fabricación, es por esta razón que se buscará diseñar un prototipo de ladrillo con un material que sea más amigable con el medio ambiente, para esto se reciclará y se reutilizará varios de sus componentes; esto daría una solución que reduciría el impacto ambiental de esta práctica y a su vez suplir la demanda de las ciudades que van en crecimiento.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Es necesario buscar la manera de obtener ladrillos a partir de otros materiales que sean amigables con el medio ambiente pero a su vez tengan la misma eficiencia, economía y diferentes propiedades de aislamiento; el arquitecto Horacio Berreta lidera proyectos de ladrillos reciclados o ecológicos donde menciona que:

“Los desperdicios que producimos son infinitos y la fabricación de ladrillos clásicos es un verdadero desastre ecológico Por qué se hacen con unos que tardan miles de años en formarse y en hornos a cielo abierto... Es decir que por un lado enterramos recibidos y por el otro devastamos la tierra fértil”

## Ladrillos Waste

Lo anteriormente mencionado nos permite concientizarnos un poco de la contaminación que genera un ladrillo tradicional por lo tanto han surgido muchas iniciativas para crear ladrillos ecológicos o reciclados, buscando de esta manera ahorrar energía o compensar la huella de carbono, por ello se implementa la idea de crear un ladrillo que esté compuesto por residuos de hueso (ceniza de hueso).

Se usa este método ya que el sacrificio de animales es causado por el consumo de carnes, pero solo el 50% del animal es aprovechado, el otro 50% son residuos que por lo general son desechados, hay algunos productos realizados con los huesos como el pegamento, vajillas, feriantes, entre otros.

“La principal aplicación de los huesos es para la fabricación de cola (Pegamento), gelatina, grasa de huesos, carbón activado y animal y harina de huesos.” (HUESOS, PEZUÑAS Y CUERNOS, 2008)

El reciclaje de estos “desechos” aportaría múltiples beneficios ambientales, El reciclado de los huesos de animales es una opción viable para la fabricación del prototipo de ladrillo, además de ser un proyecto innovador, ya que este material no se ha utilizado anteriormente en el uso de la construcción. Así mismo el costo de los huesos procesados en Colombia es de unos 0.29 US\$/Kg, esto quiere decir que comparándolo con respecto a otros subproductos ya tratados es el más económico.

## 3. HIPÓTESIS

Con la implementación de ladrillos hechos a partir de residuos se espera obtener un menor índice de contaminación ambiental al mismo tiempo tener un acabado final; ahorrando los costos de estuco y pintura, de igual forma conseguir propiedades aislantes y que cumpla la función de dividir espacios sin recibir cargas muertas. Es decir como uso exclusivo para muros divisorios.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo General

- Proponer un mampuesto sin capacidad portante con materiales reutilizables que sean orgánicos y que generen un menor impacto ambiental.

### 4.2. Objetivos Específicos.

- Probar la resistencia del mampuesto, teniendo en cuenta que no recibirá cargas muertas.
- Lograr un acabado final que se vea estético, y permita el ahorro en tiempo y costos en el momento de la construcción.

### 5. MARCO TEÓRICO.

El proyecto propone generar un avance en el mampuesto más común utilizado en la construcción de nuestro país, el cual es el ladrillo. Se busca innovar en su materialidad, para así generar un ladrillo que soporte a distintas cargas y con un material más amigable con el medio ambiente.

La construcción es el sector que más contamina al planeta, al ser el responsable de generar el 50% del total de los residuos, además de consumir el 50% de los recursos naturales y el 40% de la energía, es por esta razón que se debe empezar a cambiar e innovar en la manera que construimos, optando por materiales reciclables o reutilizables, una arquitectura amigable con el medio ambiente.

Se ha pensado en múltiples opciones para la realización del prototipo, como las cenizas de huesos de animales, combinado con distintos materiales. El proceso de elaboración del prototipo consistirá en reutilizar o reciclar el material para así aprovechar al máximo sus propiedades.

### 6. MARCO REFERENCIAL

Muchas personas se han preocupado por el tema ambiental y por hacer del ladrillo un material menos contaminante, pero de igual forma resistente, por ello hasta el día de hoy encontramos ladrillo de diferentes materiales como: la paja, el barro o la madera buscando generar un menor impacto ambiental y de esta manera compensar la huella de carbono.

Cada ladrillo tiene ventajas específicas según el material, los ladrillos ecológicos representan varias virtudes como lo son: el menor impacto ambiental, la capacidad de aislamiento, ahorro en el proceso de fabricación y adquisición, económicos, son ligeros, se reduce el tiempo de construcción y ayudan a preservar la biodiversidad. (Ladrillos ecológicos que son y tipos, 2007)

Por lo anterior Henry Liu creo los ladrillos a base de cenizas de carbón ya que son una excelente forma de reciclar las cenizas generadas en la central térmica, un prototipo similar lo diseño Michael Laracy y Thomas Poinot al cual llamo el ladrillo negro que es a base de los residuos de papel que producen las industrias en India; donde se busca dejar a un lado el ladrillo de arcilla roja por la contaminación que genera; También encontramos ladrillos en cáñamo o en cascara de cacahuete que tienen bastante resistencia y grandes propiedades aislantes. (Casa mejor aisladas con el ladrillo ecológico, 2015).

## Ladrillos Waste

En el interés de ayudarle al medio ambiente se han inventado bastantes materiales de uso diario como el plástico con diferentes procesos y materiales a los que siempre se hacen buscando que sean reciclables o reutilizables como lo es el plástico echo en hueso y carne pues en Clemson University en Estados Unidos hicieron un estudio para demostrar que es posible ya que desde muchos años ha existido la harina a partir del cartílago del hueso y se dejó de usar en la alimentación, entonces empezaron a buscar la manera de aprovechar este producto por lo que el investigador Fehime Vatanserver demostró que esta harina se podía usar para remplazar el petróleo y de este manera hacer plástico con la misma resistencia que el tradicional. (Desarrollan plástico biodegradable hecho de huesos y carne, 2011).

El ladrillo al ser un material tan común en la construcción y tan contaminante, la necesidad de reducir la contaminación que genera o de cambiar los materiales con el que se realiza el ladrillo común es un reto para todos por eso el Dr. Abbas Mohajerani investigador de la Universidad RMIT de Australia (Melbourne Institute of Technology) ideo la forma de convertir las colillas del cigarrillo en ladrillos que tuvieran una apariencia física similar a la del ladrillo que se conoce en la cotidianidad. Pues es una buena alternativa pues lo que el doctor nos muestra es que este tipo de ladrillo permitirá solucionar dos problemas que son:

Los gases tóxicos de las ladrilleras (permite un ahorro de 58% de energía), y el desecho de las colillas tóxicas que precisan de muchos años para degradarse, contaminando el suelo y el agua con arsénico, cromo, níquel, y cadmio. (Un ladrillo hecho en colillas de cigarrillo, 2016)

A parte este tipo de ladrillo no presentaran riesgos en la salud durante los procesos de fabricación ya que los contaminantes que quedan adheridos a las chimeneas después del proceso de fabricación pueden tratarse, también son más ligeros, de bajo costo y funcionan como aislantes térmicos.

A continuación, se observarán diferentes ladrillos ecológicos, sus costos, la resistencia, las medidas, peso y propiedades de estos mampuestos. Viendo de este comparativo podemos observar la importancia de los ladrillos ecológicos o hechos con residuos.

MATERIAL	COSTO	RESISTENCIA	MEDIDAS	PESO	PROPIEDADES
					Durabilidad
					Resistente a la humedad y transpirables
					Resistente al fuego
<b>Cáñamo</b>	\$3.841	30 kg/cm <sup>2</sup>	30x14 x10	1.61kg	Valor estetico
					Buen comportamiento a cambios de temperatura
					Capacidad de inercia térmica
<b>Cacahuete</b>	\$460	60 kg/cm <sup>2</sup>	16.5x35cm	500g	Tienen mayor resistencia mecánica.



---

Son más aislantes, tanto del  
frio como el calor.  
Son materiales reciclados.

---

Tabla 1

*Comparativo de ladrillos ecológologicos. Elaboración propia.*

Estos proyectos muestran la forma de reciclar diferentes materiales en la construcción, todos con el fin de generar menos CO<sub>2</sub>, de buscar que la construcción sea un proceso más ligero, no ser costoso, innovador y darle al material propiedades aislantes térmicas, acústicas entre otras.

El proyecto de las cenizas nos muestra el proceso que se le debe dar a un material orgánico y de este modo preservar la biodiversidad, al igual que la utilización de los huesos reutilizados para generar plástico, lo que nos permite ver que tiene muchas y al usarlo en el sector de la construcción puede presentar varias alternativas ya que se ha visto su uso en la cerámica. Las colillas de cigarrillo, este proyecto nos muestra que cualquier material con el tratamiento adecuado puede ser reciclado y de este modo ayudar al medio ambiente.

## 7. MARCO NORMATIVO

### 7.1. Normas Generales

Para el desarrollo del mampuesto de muros no estructurales la norma de la NSR.-10 lo ubica en el título E.5, Según la norma los muros no estructurales no soportan cargas más que su propio peso, por lo tanto pueden ser removidos sin comprometer la estructura pero si deben ser adheridos al sistema estructural con el fin de evitar su vuelco ante un sismo.

## 8. MATERIALES

**Ceniza de hueso:** Son más rentables los huesos bovinos, porque los mataderos bovinos son una de las fuentes más grandes de harina de hueso por varias razones: En primer lugar, que es donde las vacas y los toros se transforman de un animal vivo en un producto con muchas piezas útiles. Mientras que los toros y las vacas son sacrificados principalmente por su carne, utilizando muchas de sus piezas como sea posible, es a la vez conciencia, así como rentable. Además, los mataderos tienen las herramientas para moler de forma rápida y eficiente los huesos en una harina de hueso utilizable. (Fuentes de hueso, 2012).

**Cascaras de huevo:** contiene gran cantidad de minerales, donde un 90% es calcio. También tiene hierro, zinc, cobre, magnesio, fósforo y cromo. La cascara de huevo en la construcción ha tenido relevancia ya que se ha usado como cemento reemplazando un 5 % del material, sin perder las propiedades del material.

## Ladrillos Waste

“Lo máximo que podemos reemplazar es 5% sin perder la funcionalidad del cemento y lo podemos utilizar por ejemplo para acabados, mortero de pega, detalles en la construcción que no tengan una función estructural”, explicó Viandy Bravo, estudiante de ingeniería civil.

**Cemento blanco:** Es un material de construcción que permite un acabado pulido sin perder la resistencia; tiene aplicaciones estructurales, decorativas. El cemento blanco es cemento portland con blancura mayor al 85%.

**Vinagre:** este material se usa para quitar el olor de la cascara de huevo.

## 9. ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 9.1. Investigativo

La metodología que se utiliza para hacer el mampuesto es a partir de pruebas que se hacen por medio de las cantidades de materiales que se usarán, para determinar de esta manera las propiedades que tienen en cuanto a resistencia y sus acabados, también nos permite determinar cuál de los materiales que se usarán no es útil ya que se utilizará la ceniza de hueso y la cáscara de huevo en diferentes cantidades, dichos materiales se mezclarán con cemento blanco.

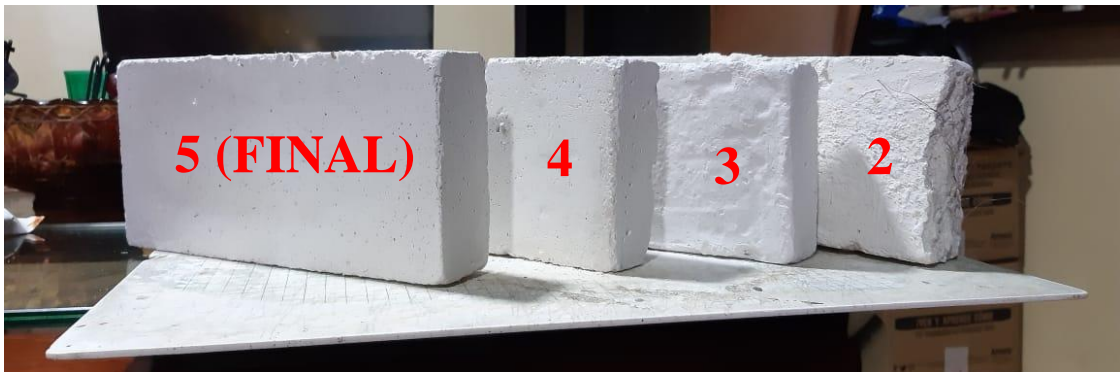
Para esto se muestra primero el proceso y por último los resultados a partir de las diferentes mezclas que se hicieron según los materiales. Teniendo en cuenta que no en todos

## Ladrillos Waste

se usó el vinagre, ya que fue un material elegido después de varias pruebas, debido a que este componente elimina los olores que producen las cascara de huevo, se tomó esta decisión para favorecer el acabado final del mampuesto.

### 9.2. Ensayos

Se realizaron cinco pruebas, las cuales permitieron llegar al resultado final, estas se realizaron con el fin de perfeccionar la resistencia, el acabado, el olor y la estética del material presentado. En la siguiente imagen se pueden ver los resultados de 3 pruebas junto al resultado final.



*Ilustración 1*

*Identificación de resultados finales cada prototipo. Elaboración propia.*

#### 9.2.1. Prueba 1

El primer prototipo fue realizado con:

- Cascara de huevo (30%)
- Yeso (20%)
- Cemento (50%)

## Ladrillos Waste

- Agua

Inicialmente se agregó cemento con agua hasta que la mezcla alcanzara la consistencia adecuada para agregar el yeso y por ultimo las cascaras de huevo, se revuelve hasta lograr una masa homogénea y se vierte en un molde engrasado previamente para evitar que se adhiera. Este ladrillo no se puso en el horno y se quebró fácilmente, por ello no se encuentran muestras fotográficas del acabado final.



*Ilustración 2*

*Realización primera prueba. Elaboración propia.*

### 9.2.2. Prueba 2

Los materiales usados en este prototipo fueron:

- Ceniza de hueso (50%)
- Figue de coco (20%)
- Cemento (30%)
- Agua

Se agregó cemento con agua hasta que la mezcla se volviera espesa y los ingredientes estuvieran homogéneos, se agrega el figue de coco y la ceniza de hueso, se sigue mezclando

## Ladrillos Waste

hasta lograr una masa y se vierte en un molde engrasado previamente para evitar que se adhiera. Cuando la mezcla endurece se saca del molde y por último se introduce en el horno por 90 minutos a 320 °C.



*Ilustración 3*

*Resultado segunda prueba. Elaboración propia.*

### 9.2.3. Prueba 3

El prototipo fue realizado con:

- Cenizas de hueso (50%),
- Cascara de huevo (20%)
- Cemento (30%)
- Agua

El procedimiento consistió en agregar una parte de cemento con agua hasta que la mezcla alcanzara la consistencia adecuada para agregar las tres partes de ceniza de hueso

## Ladrillos Waste

y por ultimo las cascaras de huevo, se revuelve hasta lograr una masa homogénea y se vierte en un molde engrasado previamente para evitar que se adhiera. Cuando la mezcla endurece se saca del molde y por último se introduce en el horno por 90 minutos a 320 °C.



*Ilustración 4*

*Resultado tercera prueba. Elaboración propia.*

### 9.2.4. Prueba 4

En este prototipo se usaron los siguientes materiales:

- Ceniza de hueso (50%)
- Cascara de huevo (20%)
- Cemento (30%)
- Agua
- Vinagre

## Ladrillos Waste

Se agregó cemento con agua y vinagre hasta que la mezcla fuera homogénea, se la ceniza de hueso y por ultimo las cascaras de huevo se sigue mezclando hasta lograr una masa y se vierte en un molde engrasado previamente para evitar que se adhiera. Cuando la mezcla endurece se saca del molde y por último se introduce en el horno por 90 minutos a 320 °C.



*Ilustración 5*

*Resultado cuarta prueba. Elaboración propia.*

### **9.2.5. Resultado final**

El primer prototipo fue realizado con:

- Cenizas de hueso (50%),
- Cascara de huevo (20%)
- Cemento (30%)



## Ladrillos Waste

- Vinagre

El procedimiento consistió en agregar una parte de cemento con vinagre hasta que la mezcla alcanzara la consistencia adecuada para agregar las tres partes de ceniza de hueso y por último las cascaras de huevo, se revuelve hasta lograr una masa homogénea y se vierte en un molde engrasado previamente para evitar que se adhiera. Cuando la mezcla endurece se saca del molde y por último se introduce en el horno por 90 minutos a 320 °C.



*Ilustración 6*

*Resultado final. Elaboración propia.*

### 9.3. Resultados

Al realizar la **prueba 1** se pudo evidenciar que al no hornear el ladrillo, este no resistía el agua y no soportaba peso, por lo tanto se quebraba fácilmente, por ello las siguientes pruebas fueron horneadas, la **prueba 2** se quebró al calentarse en el horno, por ende no resistía y el fique se quemó, en la **prueba 3** se reemplazó este último elemento por cascara de huevo, al hacer esto en el horno no se quebró y tenía buena resistencia, su

## Ladrillos Waste

problemática fue que al pasar de los días emitía un olor fétido, en la **prueba 4** se agregó a la mezcla vinagre en esta prueba se disminuyó el mal olor, sin embargo continuaban; en la **prueba 5** (el resultado final) se decidió reemplazar el agua por vinagre y este actuó como agente para eliminar las partículas orgánicas que generaban el mal olor. Por ende se creó este ladrillo el cual es resistente, tiene buen acabado, acústica y no emite olores.

### 10. APU

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>ITEM No. :</b> A.P.U. Mampuesto en ceniza de Hueso y Cascaras de huevos		<b>UNIDAD ITEM:</b>		<b>Innovación</b>
<b>CAPITULO.</b> MAMPOSTERIA		<b>Unidad</b>		<b>Tecnológica</b>
<b>DESCRIPCION ITEM:</b> Mampuesto de ceniza de Huesos y Cascaras de huevo				
<b>MATERIALES DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Cemento blanco	0,25 - 0,30	kg	\$ 900	\$ 225
Ceniza de hueso de bovinos	0,50 - 0,60	kg	\$ 2.500	\$ 1.500
Cascara de huevo	0,20 - 0,30	kg	\$ 300	\$ 90
	SUBTOTAL			\$ 1.815
	DESPERDICIO 2%			
<b>Sub-Total Materiales</b>				\$ 1.815
<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR PARCIAL</b>
Mezcladora	0,06	Día	\$ 1.810	\$ 1.810
	SUBTOTAL			\$ 1.810
	DESPERDICIO			-
<b>Sub-Total Herramienta y Equipos</b>				\$ 1.810
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR PARCIAL</b>
1 AYUDANTE CON PRESTACION	6 MIN POR BLOQUE	HH	\$ 4.703	\$ 470
<b>Sub-Total Mano de Obra</b>				\$ 470
OBSERVACIONES : MANO DE OBRA (incluye prestaciones sociales) BASE SALARIAL \$828.116 Y FACTOR PRESTACIONAL DEL 53%, / TENER EN CUENTA PARA EL EJERCICO 30 DIAS DE SALARIO Y UNA JORNADA DE 8 HORAS DIARIAS				
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>				\$ 4.095

Tabla 2

APU prototipo final. Elaboración propia.

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>ITEM No. :</b> Muro en mampuesto Ceniza de Hueso		<b>UNIDAD ITEM:</b>		<b>Innovación</b>
<b>CAPITULO. MAMPOSTERIA</b>		<b>m2</b>		<b>Tecnológica</b>
<b>DESCRIPCION ITEM:</b> Muro en mampuesto ceniza de Huesos y cemento				
<b>MATERIALES DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Mampuesto	40	UN	\$ 4.095	\$ 163.800
	SUBTOTAL			\$ 163.800
	DESPERDICIO			
<b>Sub-Total Materiales</b>				\$ 171.090
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>				\$ 172.000

*Tabla 3*

*APU prototipo final. Elaboración propia.*

## **11. COMPARATIVO**

En las siguientes tablas se hace una comparativa con el APU del prototipo de cenizas de hueso hecho en el capítulo anterior con APUS de Items como: mampostería, pañetes y pintura, esto con el fin de demostrar que el prototipo suele ser más económico, ya que tiene un acabado final el cual permite que este a la vista y sea opcional pintarlo por lo que el acabado es liso y no necesitaría de pañete para colocar la pintura, como lo necesita el ladrillo común.

<b>MAMPOSTERIA m2 SEGÚN CONSTRUDATA (Bogotá)</b>			
<b>RECURSOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Cemento	KG	8	\$ 3.840
Arena	M3	0,025	\$ 1.175
Agua	M3	0,00173	\$ 3
Ladrillo prensado	UN	40	\$ 32.002
Oficial	HH	1,48	\$ 7.400
Ayudante	HH	0,74	\$ 2.775
Herramienta menor	%M.O	10%	\$ 1.018
Trompo 6 pies	HM	0,74	\$ 3.349
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 52.163</b>

*Tabla 4**APU mampostería. Fuente: Construdata.*

<b>PAÑETE m2 SEGÚN CONSTRUDATA (Bogotá)</b>			
<b>RECURSOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Cemento	KG	364	\$ 174.738
Arena	M3	1,16	\$ 54.520
Agua	M3	0,22	\$ 440
Oficial	HH	0,4	\$ 3.000
Ayudante	HH	0,4	\$ 1.350
Herramienta menor	%M.O	10%	\$ 435
Trompo saco 1 - ½	HM	0,4	\$ 8.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 242.483</b>

*Tabla 5**APU pañete. Fuente: Construdata.*

<b>PINTURA m2 SEGÚN CONSTRUDATA (Bogotá)</b>			
<b>RECURSOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Viniltex De pintuco	GL	0,04	\$ 2.055
Oficial	HH	0,4	\$ 3.000
Ayudante	HH	0,4	\$ 1.350
Herramienta menor	%M.O	10%	\$ 435
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 6.840</b>

*Tabla 6**APU pintura. Fuente: Construdata.*

<b>TOTAL 1 m2 MURO OBRA BLANCA</b>	
<b>ITEMS</b>	
Mampostería	\$ 52.163
Pañete	\$ 242.483
Pintura	\$ 6.840
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 301.486</b>

*Tabla 7*

*Ponderado final 1m2 de muro en obra blanca. Elaboración propia.*

Según el total ponderado, un ladrillo común para quedar con un acabado de obra blanca necesitaría \$ 301.486 y el prototipo necesitaría \$172.000 ya que como anteriormente se mencionó este ladrillo puede ser dejado a la vista y tiene un acabado de obra blanca, por lo tanto este ladrillo ahorraría el 57% del costo total, es una opción económica y amigable con el medio ambiente.

## 12. IMPACTO AMBIENTAL

	<b>Consumo Energético</b>	<b>CO2</b>	<b>Prototipos</b>
Cemento en BLANCO	1.5MJ	900 kg/t	250g= 0,225 kg. / co2 1.200 MJ
Ceniza de hueso	0.432 MJ	0.0001 kg.	750g= 0.075 Kg. / co2 0,432 MJ
TOTAL			<b>Total=</b> <b>0.30 kg. /CO2</b> <b>1.632 MJ</b>
			<b>1 m2 de muro=</b> <b>12 kg. /CO2</b> <b>6.528 MJ</b>

Tabla 8*Consumo energético de prototipo. Elaboración propia.*

<b>Material</b>	<b>Consumo Energético</b>	<b>CO2</b>
Ladrillo macizo rojo hidrofugado	8.348MJ	0.63331 kg.
TOTAL		1 m2 de muro= 24 kg./ CO2 317.224 MJ

Tabla 9*Consumo energético de ladrillo común. Elaboración propia.*

Se realizó una comparativa de cuantos KG de CO2 emitía un ladrillo normal y el prototipo, esto con el fin de comprobar si reduce el impacto negativo al medio ambiente, según los datos el prototipo reduce las emisiones de CO2 en un 50%, esto quiere decir que al construir con el ladrillo waste, se ayudara a reducir las emisiones de CO2.

## REFERENCIAS

- “Casa mejor aisladas con el ladrillo ecológico”, (2015) disponible en: <https://twenergy.com/ar/a/ladrillos-ecologicos-ventaja/> recuperado el: 4 de jul. de 17.
- “Desarrollan plástico biodegradable hecho de huesos y carne”, (2011) disponible en: <https://www.fayerwayer.com/2011/03/desarrollan-plastico-biodegradable-hecho-de-huesos-y-carne/> recuperado el: 4 de jul de 17.
- “Diagnóstico de la industria ladrillera del país”, disponible en <https://goo.gl/WkMF8D> recuperado 7 de julio de 2017
- “El triángulo y su relación con la arquitectura”, (12 de marzo de 2012) disponible en: <https://goo.gl/o82udN> recuperado el: 23 de jun. de 17
- “El reciclado de palets: una solución integral para los residuos” (21 de septiembre de 2012) disponible en: <https://goo.gl/GbLLwo> recuperado el 05 de julio de 2017
- “Fuentes de hueso” (27 de agosto de 2012) disponible en: <https://goo.gl/YfZRPR> recuperado el: 05 de julio de 2017
- “HUESOS, PEZUÑAS Y CUERNOS” (21 de septiembre de 2008) disponible en: <https://goo.gl/Bavj5k> recuperado el 05 de julio de 2017
- “Ladrillos de desechos reciclados para la construcción de casas ecológicas” disponible en <https://goo.gl/Te5WA3> recuperado el 05 de julio de 2017
- “Materiales: madera laminada y su aplicación en la arquitectura” (01 de junio del 2015) disponible en: <https://goo.gl/uHzPJR> recuperado el: 23 de jun. de 17
- “Plástico” disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico> recuperado el 05 de julio de 2017
- “Proceso de fabricación de ladrillos comunes” (2016) disponible en: [http://historiaybiografias.com/fabricacion\\_ladrillos/](http://historiaybiografias.com/fabricacion_ladrillos/) recuperado el 23 de jun. de 17
- “¿Por qué es importante reciclar el plástico? Aquí te lo explicamos en 7 razones” (14 de septiembre de 2015) disponible en: <https://goo.gl/ECxTBF> recuperado el: 05 de julio de 2017
- “¿Qué les sucede a los polímeros cuando se desechan?” disponible en: <https://goo.gl/zsjq7N> recuperado el 05 de julio de 2017
- “Triángulos” (2017) disponible en: <https://goo.gl/Urwoy8> recuperado el: 05 de julio de 2017
- “Un ladrillo hecho de colillas de cigarrillo”, (2016) disponible en: <http://www.labioguia.com/notas/un-ladrillo-hecho-de-colillas-de-cigarrillo/> recuperado el 4 de jul. De 17.
- “Ventajas de la madera como material de construcción”, (2016) disponible en: <https://goo.gl/jG5ZuB> recuperado el: 23 de jun. de 17

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Castañeda J. M., Nieto J. A., (2014), Una piel natural para Bogotá, guía práctica. Secretaria distrital de ambiente, Bogotá
- “Ladrillos ecológicos: qué son, tipos y ventajas” (2014) disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/ladrillos-ecologicos-tipos-ventajas/>  
Recuperado el: 23 de jun. de 17
- “Ladrillos de madera, última tendencia en construcción” disponible en: <http://maderayconstruccion.com.ar/ladrillos-de-madera-ultima-tendencia-en-construccion/> recuperado el: 23 de jun.-1