

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO EXPERIMENTAL, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA CIVIL**

TEMA:

***ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA
PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON
MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).***

AUTOR:

Sánchez Camana Paulina de los Ángeles.

TUTOR:

Ing. Mg. Santiago Medina Robalino.

Ambato – Ecuador

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ambato, 20 Marzo del 2017

Yo, Ing. Mg. Santiago Medina, Certifico que el presente trabajo de investigación bajo la modalidad de Trabajo Experimental con el tema: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).”** realizado por el señorita Paulina de los Ángeles Sánchez Camana, Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ing. Mg. Santiago Medina

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Ambato, 20 Marzo del 2017

Yo, Sánchez Camana Paulina de los Ángeles, C.I: 180432397-8, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, de la carrera de Ingeniería Civil por medio de la presente certifico que el trabajo presentado para la obtención de título de Ingeniera Civil con el tema: “**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).**”, es de mi completa autoría y fue realizado en el período Marzo 2016 – Agosto 2016.

Sánchez Camana Paulina de los Ángeles

DERECHOS DE AUTOR

Ambato, 20 Marzo del 2017

Yo, Sánchez Camana Paulina de los Ángeles, C.I: 180432397-8, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución. Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Trabajo Experimental dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Sánchez Camana Paulina de los Ángeles

C.I: 180432397-8

APROBACIÓN PROFESORES CALIFICADORES

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “***ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).***” de la egresada Paulina de los Ángeles Sánchez Camana, de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman,

Ing. Mg. Maritza Ureña
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Diego Chérrez
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico mi esfuerzo y trabajo primeramente a Dios por darme su bendición y regalarme un nuevo despertar cada mañana, por darme la fuerza y claridad de haber continuado con esta etapa muy bonita de mi vida.

A mis padres, Edison y Sarita por ser mis mentores de vida, por darme su amor y apoyo incondicional sin pedir nada a cambio.

A mi hermana, Monserrath por estar conmigo en todo momento, por ser mi cómplice y mejor amiga.

A mi novio, Fabián por darme su mano y compartir durante todo este camino los buenos y malos momentos de nuestras vidas.

A mi abu, Teresita por su cariño, por sus oraciones y palabras de fortaleza.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y la vida por haberme dado tanto, por darme la oportunidad de seguir avanzando en mi vida, por haber conocido personas buenas que me han brindado su ayuda y sobre todo por conocer el amor incondicional que es mi hermosa familia.

A mis padres, Sarita y Edison gracias infinitas, por sus sabios consejos, por ayudarme alcanzar mis sueños y estar siempre en cada etapa de mi vida desde que di mis primeros pasito y continuar latentes en mis proyectos, sin ustedes no lo hubiese logrado porque siempre han sido y serán los pilares fundamentales de mi vida junto con mi hermanita Monserrath y mi abu Teresita les amo mucho.

A esa personita especial que no dudo en continuar junto a mí compartiendo mis propósitos de vida, por estar cuando más lo necesite sin duda alguna eres el amor de mi vida Fabián gracias por tu apoyo.

Gracias a los amigos que conocí en mi etapa universitaria y en mi diario vivir, por ayudarme a entender que todo puede ser más fácil y divertido si se trabaja en equipo.

Hago también extensivo mi agradecimiento a mi tutor el Ingeniero Santiago Medina, por su amabilidad, por compartir su tiempo y conocimientos para desarrollar esta investigación de la mejor manera y también un agradecimiento a la Ingeniera Maritza Ureña por haber iniciado este proyecto junto conmigo.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO.....	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN PROFESORES CALIFICADORES	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE IMÁGENES	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XII
RESUMEN EJECUTIVO	XIII

CAPÍTULO I..... 1

1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Tema:	1
1.2. Antecedentes:	1
1.3. Justificación:	2
1.4. Objetivos:	4

CAPÍTULO II..... 5

2. FUNDAMENTACIÓN	5
2.1. Fundamentación teórica:	5
2.1.1. Estructuras.....	5
2.1.2. Edificación y construcción	5
2.1.3. Desarrollo sostenible	6
2.1.4. Resistencia de materiales.....	6
2.1.5. Mampostería.....	7
2.1.6. Materiales usados en la mampostería	10
2.1.7. Mortero.....	16

2.1.8.	Tipo de fallas en las mamposterías	18
2.1.9.	Desarrollo y proceso de fabricación de nuevos materiales	22
2.2.	Hipótesis:	23
2.3.	Señalamiento de variables de la hipótesis:.....	23
2.3.1.	Variable Independiente.....	23
2.3.2.	Variable Dependiente	23
CAPÍTULO III.....		24
3.	METODOLOGÍA	24
3.1.	Nivel o tipo de investigación:	24
3.1.1.	Investigación Experimental:	24
3.2.	Población y muestra:	24
3.2.1.	Población:.....	24
3.2.2.	Muestra:	24
3.3.	Operacionalización de variables:	25
3.3.1.	Variable Independiente.....	25
3.3.2.	Variable Dependiente	25
3.4.	Plan de recolección de información:.....	26
3.5.	Plan procesamiento y análisis:.....	26
3.5.1.	Proceso de elaboración de mortero	27
3.5.2.	Procesos de elaboración de modelos de muestras	28
CAPÍTULO IV		32
4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	32
4.1.	Recolección de datos:.....	32
4.2.	Análisis de los resultados:	33
4.3.	Verificación de hipótesis:	41
CAPÍTULO V.....		42
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
5.1.	Conclusiones:	42
5.2.	Recomendaciones:.....	43
1.	Bibliografías:.....	45
2.	Anexos:	47

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Mampostería confinada.....	8
Imagen 2. Mampostería de cavidad reforzada	8
Imagen 3. Mampostería reforzada.....	9
Imagen 4. Mampostería simple	9
Imagen 5. Partes del ladrillo.....	10
Imagen 6. Proceso de fabricación del ladrillo.....	11
Imagen 7. Ladrillo común (mambrón).....	12
Imagen 8. Ladrillo de máquina	12
Imagen 9. Ladrillo macizo	13
Imagen 10. Ladrillo hueco	13
Imagen 11. Bloque	16
Imagen 12. Mampuesto de Piedra.....	16
Imagen 13. Falla por corte	18
Imagen 14. Falla de adherencia por mortero.....	19
Imagen 15. Falla por cargas puntuales.....	19
Imagen 16. Falla por flexión.....	20
Imagen 17. Falla por pandeo.....	20
Imagen 18. Falla por mala colocación del ladrillo y morter	21
Imagen 19. Falla por ramificación	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de ladrillos	14
Tabla 2. Resistencia y tipos de ladrillos	15
Tabla 3. Peso específico según los tipos de ladrillos cerámicos	15
Tabla 4. Resistencia mínima de los morteros	17
Tabla 5. Tabla de árido para el uso de mortero en mampostería	17
Tabla 6. Tipos de plásticos y sus usos	22
Tabla 7. Operacionalización de variables independiente	25
Tabla 8. Operacionalización de variables dependiente	25
Tabla 9. Plan de recolección de información	26
Tabla 10. Procesos de elaboración de modelos de muestras	28
Tabla 11. Resistencia a la compresión mampostería tradicional sin enlucir	33
Tabla 12. Resistencia a la compresión mampostería tradicional enlucido	34
Tabla 13. Resistencia a la compresión mampostería con material PET colocadas verticalmente más malla	35
Tabla 14. Resistencia a la compresión mampostería con material PET colocadas verticalmente más malla y espuma flex	36
Tabla 15. Resistencia a la compresión mampostería con material PET colocadas horizontalmente sin malla	37
Tabla 16. Resistencia a la compresión mampostería con material PET colocadas horizontalmente más malla	38
Tabla 17. Resumen del análisis comparativo de la resistencia a compresión	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Análisis comparativo de la resistencia a compresión de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET)	39
Gráfica 2. Análisis comparativo del peso de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET).....	40

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).”

AUTOR: Sánchez Camana Paulina de los Ángeles.

TUTOR: Ing. Santiago Medina Robalino, Mg.

FECHA: Mayo 2016

El presente proyecto experimental tiene como finalidad realizar el análisis comparativo de la resistencia a compresión de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET), con el propósito de desarrollar nuevos materiales para la construcción y de esta forma aportar con el medio ambiente reutilizando las botellas plásticas tipo PET, y además tener otra opción de material para la construcción de la mampostería que sea económico.

Para la elaboración de 12 muestras se realizó la respectiva recolección de material PET, que fueron clasificados y limpiados para su uso. Se colocó en cada envase que sirvió de confinamiento arena seca la cual se tamizó para evitar que haya elementos de mayor dimensión y eliminar residuos no deseados. Para la producción de estas muestras se usó normas NEC e INEN.

Como parámetro referencial, se fabricó 6 muestras con ladrillo común como material tradicional. Para todas las muestras elaboradas se usó un mortero de dosificación especificada en la normativa ecuatoriana, y finalmente se procedió al ensayo de compresión en cada una de las muestras para el análisis comparativo de resultados de la resistencia a compresión, tipo de falla y peso.

La resistencia a compresión en la muestra de mampostería tradicional es muy similar a la muestra con botellas PET, sin embargo hay una diferencia de reducción en peso de 35% de la elaborada con PET, y presenta un mejor comportamiento en cuanto al tipo de falla, sin que haya desprendimiento del enlucido al contrario de lo que se observó en la mampostería tradicional.

B) TEXTO

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES

1.1. Tema:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).

1.2. Antecedentes:

La investigación realizada por la Universidad de la Coruña de España (UDC), tuvo como fin desarrollar un sistema que consistía en reutilizar las botellas plásticas para usos constructivos y que éstas se empleen en beneficio de la comunidad.[1] La Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la UDC, investigó los diversos sistemas de edificación estableciendo al reciclaje de botellas plásticas como fuente principal en la generación de elementos para la construcción, de tal forma que sea un aporte para el medioambiente y contribuya económicamente. [1]

La investigación dio resultados positivos llegando a la conclusión que el uso del material reciclado en este caso las botellas plásticas, pueden llegar a ser un material apto para la construcción de elementos de mampostería. Al implementar este sistema se pudo tener mayor rapidez de ejecución en obra y funcionando a modo de cámara de aire. [1]

La investigación de tesis realizada por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, proporciona una clara apertura de cómo se puede utilizar las botellas plásticas tipo PET para la construcción de mampostería, esta propuesta consistía en la preparación de un sistema constructivo funcional para alivianar la estructura. [2]

La utilización de las botellas plásticas PET para mampostería también tiene el propósito de disminuir el volumen de los residuos generados. Al igual que el sistema de mampostería tradicional, las botellas PET actúan como un material fácil de ser colocado haciendo que el tiempo de construcción en obra sea menor. [2] Al analizar los ensayos de las muestras de elementos estructurales de mampostería elaboradas con las botellas PET y la tradicional, se determinó que las características de resistencia a compresión son mayores en los elementos trabajados con botellas PET.[2]

1.3. Justificación:

En la actualidad el reciclaje se ha vuelto en una fuente de trabajo, hoy en día si se tiene una eficaz gestión de residuos esta labor puede llegar a ser ventajosa, tanto en lo económico como en lo ambiental. Según estudios realizados en la República Federal de Alemania por el Instituto de Economía, la transformación de material de desecho para la reutilización, ha hecho que la economía nacional alemana en materia prima tenga un ahorro anual de 3.700 millones de euros. [3]

Desde 1690 Estados Unidos empezó con el reciclaje, sin embargo actualmente en las ciudades más grandes como el sur de California y Los Ángeles, manejar la basura es un problema por el aumento incesante de la población según investigaciones solo en Los Ángeles se producen 800.000,00 toneladas de basura por día, por lo cual solo se ha podido mantener el volumen de basura, pero no disminuirlo. [3]

En América latina el reciclaje ha evolucionado. La población es consciente de los problemas ambientales que la basura genera, pero aun así es un gran reto la recolección y destrucción de los desechos sólidos, en Ecuador según el último censo que se realizó en el año 2010 su población fue 14'483.499 de habitantes [4] y a medida que pasa el tiempo va en aumento, esto quiere decir que mientras la población aumente habrá una creciente en cuanto a la basura, por eso se deberá tomar medidas para el manejo adecuado de desechos. [3]

En Ambato según cifras del 2010, 213 toneladas son desechos sin escombros, en donde 87,37% son desechos domésticos, 12,42% desechos Industriales y 0,21% Desechos Hospitalarios, estas cifras son por día, 262 toneladas de desechos sólidos se depositan a diario en rellenos sanitarios. [5]

Según estudios publicados en la NEC en el 2014, se realizó estadísticas a cinco principales ciudades del país, ocupando Ambato el segundo lugar con un porcentaje de 68,38% que no clasifica correctamente sus desechos. Se analizó los motivos por los cuales Ambato no clasifico su basura, y se determinó que el 67,56% es por la inexistencia de contenedores o acopio de reciclaje, 6,19% no le importa, 10,76% no sabe clasificar, 3,46% no tiene información de los beneficios y 12,03% no confía en el sistema de recolección de basura. [6] Basándose en estas estadísticas el Municipio de Ambato en conjunto con la empresa chilena THEMAC, en el 2010 efectúan un nuevo método para la recolección de basura, implementando 250 contenedores llamados ECOTACHOS. De esta forma Ambato empieza a tomar conciencia. [7]

En la actualidad Ambato es conocida como una ciudad limpia y ordenada, esto se debe al implemento del nuevo sistema de contenedores. El 22 de Abril del 2015 se informó que se colocará 800 nuevos ECOTACHOS en diferentes sitios y zonas de la ciudad para el mejor manejo de los desechos. La Empresa de Gestión Integral de Desechos Sólidos (Gidsa), trabaja con más de 1024 barrios [8] desarrollando un sistema en el cual los desechos son transportados a botaderos de basura y donde se

encuentra la planta procesadora, ahí los desechos son inspeccionados y fraccionados en diferentes zonas, como zona residenciales, zonas de negocios y también en zonas de hospitales, luego son clasificadas en diferentes tipologías como plástico, vidrio, papel, elementos peligrosos, entre otros. [9]

Para disminuir los residuos plásticos se inicia desde la fuente, las iniciativas generalmente no acaban con el problema, pero ayudan a la conservación del medio ambiente y evita el debilitamiento de los rellenos sanitarios.[10] En cuanto al PET (*polyethylene terephthalate*), el impacto medioambiental es menor que el ocasionado por otros elementos, su elaboración solicita menos recursos a diferencia de otros materiales, su ligereza y resistencia medioambiental aportan claras ventajas son fáciles de conseguir, son posibles de manejar y son más prácticos de moldear su estructura.[9]

1.4. Objetivos:

1.4.1. Objetivo General:

Analizar y comparar la resistencia a compresión de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado botellas (PET).

1.4.2. Objetivos Específicos:

- ✓ Analizar el comportamiento bajo carga de las muestras con y sin malla para el confinamiento.
- ✓ Contribuir a la utilización de materiales para la construcción.
- ✓ Compara los pesos de las muestras tradicionales vs las muestras con botellas PET.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN

2.1. Fundamentación teórica:

2.1.1. Estructuras

Unión de elementos capaces de resistir grandes cargas sin deformarse manteniendo su forma inicial durante mucho tiempo.

2.1.2. Edificación y construcción

Edificación

Es toda construcción elaborada por el hombre que tiene un propósito específico. Las edificaciones son obras que se diseñan, planifican y ejecutan en un espacio determinado siguiendo diversos procedimientos de construcción.

Construcción

Proceso mediante el cual se crea una edificación desde sus bases, el armado y finalmente acabados. Por lo tanto la construcción es el arte o técnica que se usa para elaborar o fabricar edificios que serán de uso determinado.

2.1.3. Desarrollo sostenible

Se define como desarrollo sostenible a lo que sea capaz de satisfacer las necesidades sin arriesgar los recursos existentes para las próximas generaciones.

2.1.4. Resistencia de materiales

Estudia las propiedades de las masas sólidas que son sometidas a fuerzas externas e internas y las deformaciones producidas por estas.

Propiedades mecánicas de los materiales:

Resistencia a compresión: Propiedad que tiene un cuerpo para resistir el impacto producido por las fuerzas de tensión, compresión, y cortante. [11]

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dónde: [12]

σ = esfuerzo

P = carga

A = área

Ensayo de compresión:

Ensayo técnico de muestras cuya finalidad es permitir establecer la resistencia que de materiales que sean expuestos a esfuerzos de compresión.

Esfuerzo de compresión:

Es el resultado de la compresión o tensiones existentes que posee los cuerpos deformables que experimentan reducción de volumen manteniendo constante su masa.

Durabilidad de los materiales: en función del costo.

Resistencia a efectos causados a través del tiempo por acción de agentes exteriores como desgaste, golpes y exposición a los distintos medios climáticos, pero aun así mantienen su textura sin haberse deformado en su totalidad.

2.1.5. Mampostería

Unión de piezas fijadas con mortero. Colocación manual de elementos o materiales que componen un sistema tradicional para la construcción de paredes estas pueden ser hechos de bloques, ladrillos o piedras.

Tipos de mamposterías:***Mampostería confinada:***

Esta se forma mediante muros construidos de ladrillos unidos con mortero confinados mediante columnas hechas de hormigón, este tipo de confinamiento es apto para las construcciones de grandes alturas. Normalmente esta mampostería se lo construye con un sistema rígido rodeado a sus cuatro lados por vigas de hormigón y pilares cuyo propósito es trabajar como pórtico que resista a compresión.

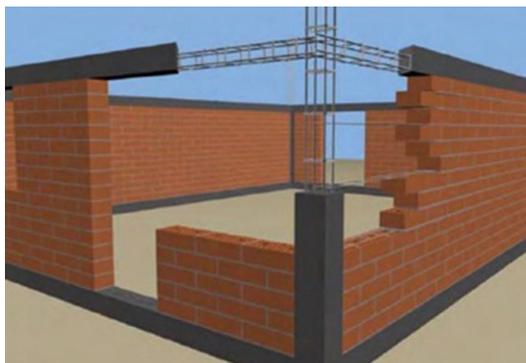


Imagen 1. Mampostería confinada,

Fuente: <http://nubr.co/GhfkKZ>

Mampostería de cavidad reforzada:

Mampostería cuya construcción es realizada por dos piezas de paredes separadas por un espacio de concreto. Este tipo de mampostería se lo realiza con fines de diseño sísmico resistente.

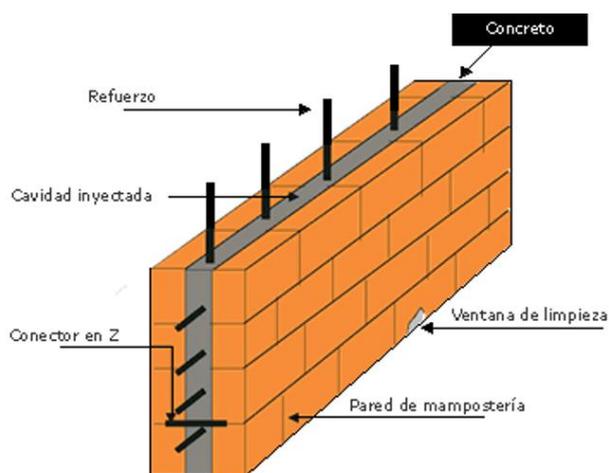


Imagen 2. Mampostería de cavidad reforzada,

Fuente: <http://nubr.co/4Wh7MM>

Mampostería reforzada:

Formado por muros hechos de ladrillo hueco unidos mediante el uso de mortero. Este tipo de mampostería se arma con ladrillos, mortero y barras de acero de refuerzo colocadas verticalmente entre huecos del ladrillo.

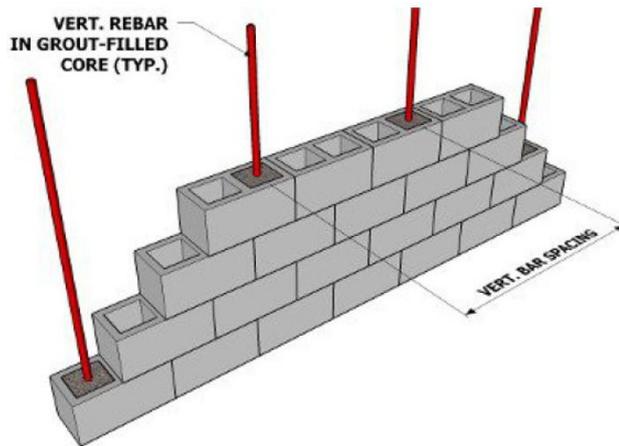


Imagen 3. Mampostería reforzada,

Fuente: <http://nubr.co/qos3ri>

Mampostería simple:

La mampostería simple no usa refuerzo por lo general está formada por el mortero piedras o ladrillos, usualmente este tipo de mampostería se emplea para la fabricación de cerramientos.



Imagen 4. Mampostería simple,

Fuente: <http://nubr.co/heeNdm>

2.1.6. Materiales usados en la mampostería

Los mampuestos se los fabrica con varios materiales ya sean de arena, piedra pómez, arcilla cocida, se los utiliza para la construcción de tabiques, pared y muros estos pueden ser huecos o macizos. Los mampuestos que se usan para la construcción de mamposterías son:

- *Ladrillos*
- *Bloques*
- *Piedras*

Ladrillo:

Material que sirve para la construcción de mampostería cuyas dimensiones y formas se adaptan al gusto del consumidor. Se realiza con arcilla y luego de darle forma es cocido.

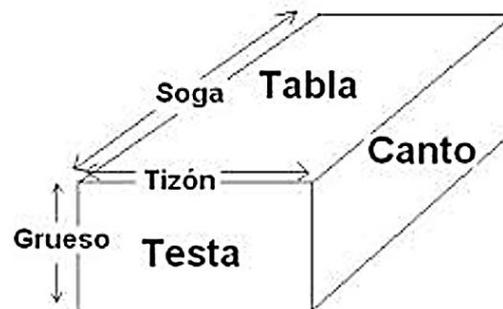


Imagen 5. Partes del ladrillo,

Fuente: <http://nubr.co/xt6Hbq>

Proceso de fabricación del ladrillo:

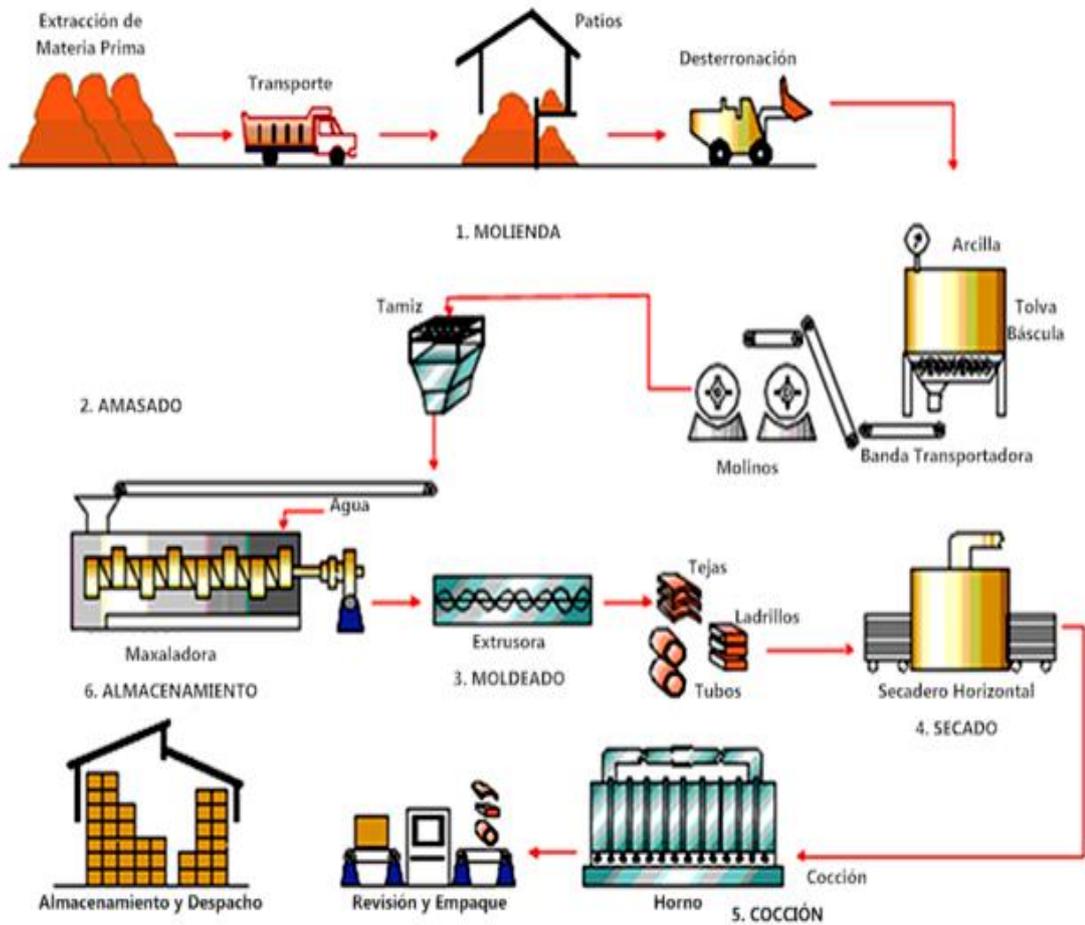


Imagen 6. Proceso de fabricación del ladrillo,

Fuente: <http://nubr.co/8km70V>

Clasificación del ladrillo:

Los ladrillos se clasifican en ladrillo macizo y ladrillo hueco.

Ladrillo macizo: NTE INEN 297

El ladrillo macizo se lo clasifica de acuerdo a la calidad, éstos pueden ser realizados manualmente o a máquina, se los denomina como tipo A, B, C.

Tipos de ladrillos:

Tipo A, ladrillo macizo reprensado a mano, de tono rojizo, con aristas y ángulos rectos. No deberán tener eflorescencias, manchas, quemaduras ni estar estropeados, sus dimensiones varían según el uso.



Imagen 7. Ladrillo común (mambrón),

Fuente: <http://nubr.co/E2Yg7l>

Tipo B, ladrillo macizo fabricado a máquina, de coloración rojiza, con aristas y ángulos rectos, este tipo de ladrillo puede tener imperfecciones en sus aristas con variaciones de hasta 5 mm y puede tener fallas mínimas en las caras exteriores.



Imagen 8. Ladrillo de máquina,

Fuente: <http://nubr.co/Q9Km8b>

Tipo C, ladrillo macizo fabricado a mano o máquina, puede tener imperfecciones en sus aristas con variaciones de hasta 8mm y sus caras exteriores pueden fallar. Este tipo de ladrillo es fabricado a máquina o mano sin perforaciones o con perforaciones en su interior. Las perforaciones llegan a un 20% de su volumen.

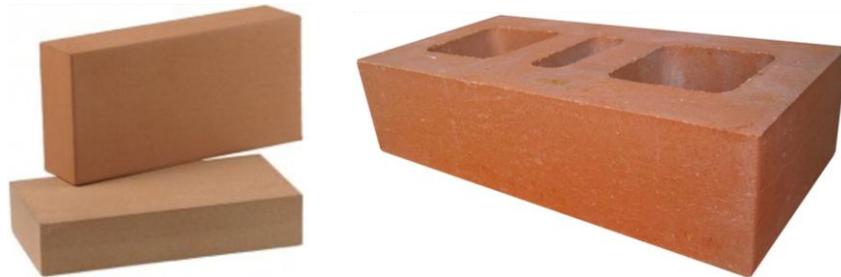


Imagen 9. Ladrillo macizo,

Fuente: <http://nubr.co/HQWb6R>

- **Ladrillo hueco:** NTE INEN 297

El ladrillo hueco se lo clasificará acorde a su uso, deberán ser realizados a máquina, de color rojizo, con aristas y ángulos rectos, estos son denominados en tipo D, E, F, estos son fabricados a máquina en su interior tiene perforaciones, que van más del 20% de su volumen.



Imagen 10. Ladrillo hueco,

Fuente: <http://nubr.co/tuGUfm>

Tipo D, ladrillo hueco que se podrá emplear para la construcción de tabiques divisorios no soportantes, muros soportantes, y relleno de losas alivianadas de hormigón armado.

Tipo E, ladrillo hueco que se podrá emplear únicamente para la construcción de rellenos de losas alivianadas de hormigón armado y tabiques divisorios no soportantes.

Tipo F, ladrillo hueco que se podrá emplear únicamente para el relleno de losas alivianadas de hormigón armado

Dimensiones de los ladrillos cerámicos:

TIPO DE LADRILLO	LARGO L (cm)	ANCHO a (cm)	ALTO h (cm)
COMÚN (MAMBRÓN)	39	19	9
DE MÁQUINA	39	19	9
	29	14	9
REPRENSADO	29	19	9
	29	14	9
HUECO	29	19	19
	29	19	14
	29	19	9

Tabla 1. Dimensiones de ladrillos,

Fuente: NTE INEN 293 página 2.

Resistencia a compresión del ladrillo: [12]

Tipo De Ladrillo	Resistencia mínima a la compresión MPa* (ver nota 1)		Resistencia mínima a la flexión MPa* (Ver nota 1)	Absorción máxima de humedad %
	Promedio de 5 unidades	Individual	Promedio de 5 unidades	Promedio de 5 unidades
macizo tipo A	25	20	4	16
macizo tipo B	16	14	3	18
macizo tipo C	8	6	2	25
hueco tipo D	6	5	4	16
hueco tipo E	4	4	3	18
hueco tipo F	3	3	2	25
Método de ensayo	INEN 294		INEN 295	INEN 296

Tabla 2. Resistencia y tipos de ladrillos,

Fuente: NTE INEN 297 página 2

Peso específico del ladrillo:

TIPO DE LADRILLO	PESO ESPECÍFICO
Ladrillo de maquia cerámico macizo	1.800 kg/m ³
Ladrillo de maquia cerámico perforado	1.500 kg/m ³
Ladrillo de maquia cerámico hueco	1.200 kg/m ³
Ladrillo de maquia prensados	1.580 kg/m ³
Ladrillo común	1.350 a 1.600 kg/m ³
Ladrillo artesanal cerámico prensado	1.900 kg/m ³
Ladrillo artesanal cerámico perforado	1.400 kg/m ³
Ladrillo artesanal cerámico hueco	1.000 kg/m ³

Tabla 3. Peso específico según los tipos de ladrillos cerámicos,

Fuente: NEC 2015, Carga no sísmica, pág. 21

Bloque:

Es un mampuesto prefabricado, realizada con hormigón de baja resistencia, cuyo uso es para la construcción de muros o paredes. Sus dimensiones son variadas de acuerdo al uso y exigencia del mercado.



Imagen 11. Bloque,

Fuente: <http://bit.ly/2oVSoT7>

Piedra:

La piedra para la mampostería es extraída de canteras y cortada.



Imagen 12. Mampuesto de Piedra,

Fuente: <http://nubr.co/m5gbz5>

2.1.7. Mortero

Sirve como pegamento para la construcción de muros ya sea de ladrillo o bloque. La elaboración del mortero debe ser lo suficientemente óptima para su uso.

Resistencia a compresión del mortero

Resistencia media a compresión de un número especificado de probetas de mortero ensayadas tras 28 días de curado.

Dosificación de mortero según la resistencia mínima solicitada para su uso:

Acorde a la resistencia a compresión los diferentes tipos de morteros se clasificaran según la resistencia mínima a compresión a los 28 días.

TIPO DE MORTERO	RESISTENCIA MÍNIMA A COMPRESIÓN 28 DÍAS (MPa)	COMPOSICIÓN EN PARTES POR VOLUMEN		
		CEMENTO	CAL	ARENA
M20	20,0	1	-	2,5
M15	15,0	1	-	3,0
		1	0,5	4,0
M10	10,0	1	-	4,0
		1	0,5	5,0
M5	5,0	1	-	6,0
		1	1,0	7,0
M2,5	2,5	1	-	7,0
		1	2,0	9,0

Tabla 4. Resistencia mínima de los morteros para mampostería a los 28 días,

Fuente: NEC-SE-MP pág. 21-22

Agregados para mortero

Tamiz	Porcentaje pasante	
	Arena natural	Arena elaborada
4,75 mm (No. 4)	100	100
2,36 mm (No. 8)	95 a 100	95 a 100
1,18 mm (No. 16)	70 a 100	70 a 100
600 μm (No. 30)	40 a 75	40 a 75
300 μm (No. 50)	10 a 35	20 a 40
150 μm (No. 100)	2 a 15	10 a 25
75 μm (No. 200)	0 a 5	0 a 10

Tabla 5. Tabla de árido para el uso de mortero en mampostería,

Fuente: NTE INEN 2536

Agua para mezclado de mortero

El agua debe estar libre de impurezas para que no afecte al fraguado del cemento.

Dosificación del mortero

La relación de la dosificación para preparación del mortero será la cantidad de cemento por la cantidad de arena.

2.1.8. Tipo de fallas en las mamposterías

Por lo general las fallas en muros de mampostería ocurren cuando no existe un adecuado confinamiento, refuerzo, la calidad del mortero entre otros.

Fisura:

Abertura de pequeña denominación no mayor a 1mm, esta se presenta en la superficie del material o su acabado, y su daño es menos invasivo.

Grieta:

Hendidura profunda que afecta al elemento y supera 1mm de abertura, su daño es invasivo y su reparación es más compleja.

Fisura o grieta por corte:

Se presenta en forma de escalera se define por la forma diagonal que se representa a lo largo del muro a consecuencia de tenciones diagonales o esfuerzo a corte que se produce.



Imagen 13. Falla por corte,
Fuente: <http://nubr.co/hFPzeN>

Fisura de adherencia por mortero:

Este se presenta por la falta de adherencia del mortero entre el enlucido o en mampuesto, la fisura se va formando en los puntos débiles de la mampostería debido a la deficiente humectación de los materiales.



Imagen 14. Falla de adherencia por mortero,

Fuente: <https://goo.gl/B84GYF>

Fisura o grieta por cargas puntuales:

Esta fisura se presenta en la parte superior de las paredes debido al excesivo aumento de carga puntual de esta forma se evidencia fisuras verticales en donde está la carga excesiva, esta falla también se puede presentar por el sobredimensionamiento de elementos estructurales.

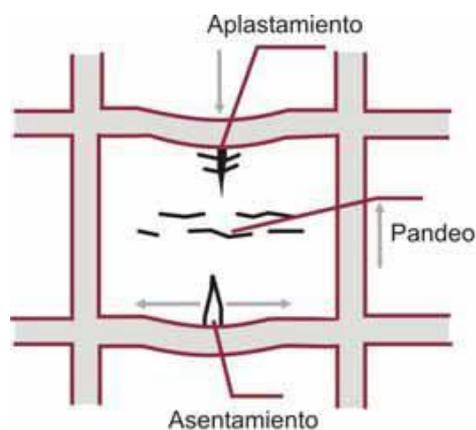


Imagen 15. Falla por cargas puntuales,

Fuente: <https://goo.gl/MbZbWz>

Fisura o grieta por flexión:

Esta falla se presenta en el centro de la pared de forma vertical se produce cuando los muros son demasiado delgados.

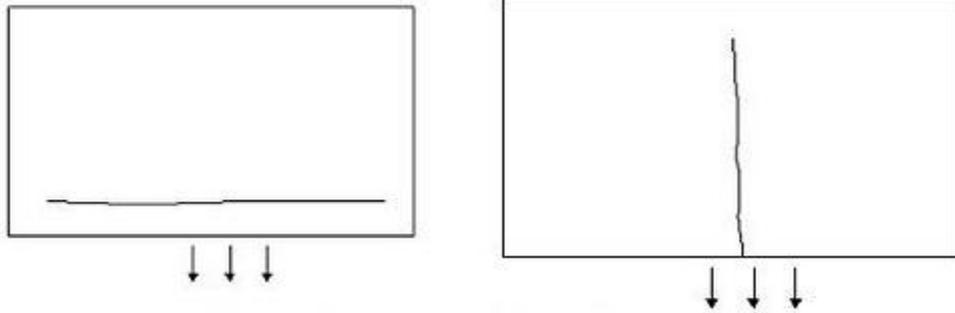


Imagen 16. Falla por flexión,

Fuente: <https://goo.gl/appeVz>

Fisura o grieta por pandeo:

Esta fisura se presenta en paredes delgadas y altas que toleran grandes cantidades de peso, en donde se visualiza fisuras o grietas horizontales en las juntas donde están colocados el mampuesto.

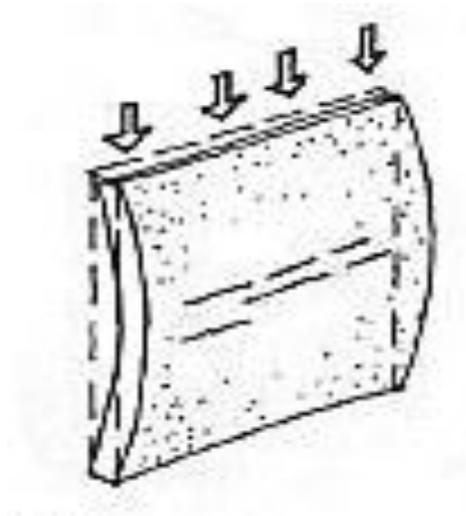


Imagen 17. Falla por pandeo,

Fuente: <https://goo.gl/etplwU>

Fisura o grieta por mal colocación del ladrillo y mortero:

Se presenta en las juntas por la deficiente colocación del mampuesto y el mortero, obteniendo las fallas en forma de escalera a lo largo de la mampostería, también se puede presentar fallas a lo largo de la pared donde la fisura o grieta pasa por el mampuesto.

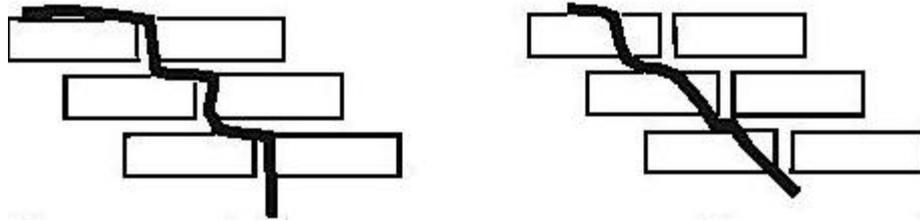


Imagen 18. Falla por mala colocación del ladrillo y mortero,

Fuente: <https://goo.gl/1jB2pD>

Fisura por ramificación:

Se da en cualquier parte de la pared enlucida en forma de ratificación, debido al coeficiente de dilatación brusco durante el proceso de fraguado.

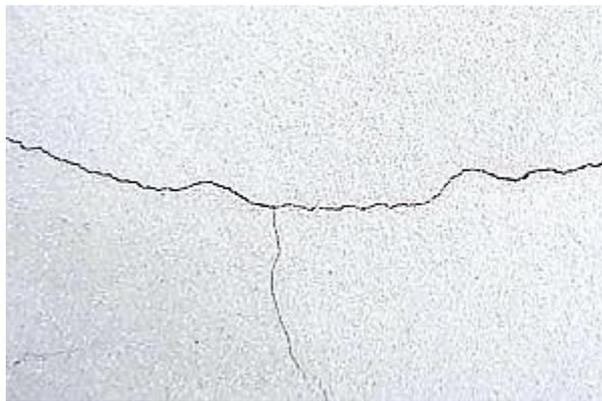


Imagen 19. Falla por ramificación,

Fuente: <https://goo.gl/m8j1a0>

2.1.9. Desarrollo y proceso de fabricación de nuevos materiales

Reciclaje

Proceso que busca como objetivo cambiar cierto tipo basura en un material o producto nuevo para su reutilización. Los tipos de materiales que se pueden reciclar son variados entre ellos está el plástico, cartón, vidrio, metales, madera, textiles y aparatos electrónicos. Para poder reciclar hay que seguir las tres reglas importantes que ayudaran a tener en claro el objetivo de este proceso que es Reducir, Reutilizar y Reciclar.

Qué es el Plástico (CH₂-CH₂).

Es un material que resulta de la mezcla de resina y principalmente de polímeros.

El reciclaje plástico

La reutilización de este tipo de material es muy importante ya que su impacto ambiental es muy grande ya que su descomposición puede tardar entre 50 y más de 100 años, son fáciles de manipular y puede llegar a tener varios usos beneficiosos.

Tipos de plásticos:

	Características	Usos
 (PET) Polietileno Tereftalato	Resistente a los aceites, grasas, ácidos, son rígidos, duros no se deforman fácilmente ante el calor, resiente esfuerzos, no absorben humedad.	Se utiliza para la producción de botellas para gaseosas y aceite, en la fabricación de envases para distintos usos como cosméticos, fibras textiles, cintas de video y audios, radiografías.
 (PEAD) Polietileno de Alta Densidad	Es más rígido y duro no son tóxicos es versátil y fácil de manipular.	Se utiliza para la fabricación de cascos, juguetes bolsos, envases de detergentes, aceites para carros, lácteos, cajones.

 (PVC) Polivinil Cloruro	<p>Está formado por la mezcla de sal, gas y aditivos especiales de acuerdo a su uso, son totalmente flexibles o rígidos.</p>	<p>Se utiliza para la fabricación de juguetes, tuberías para cañerías, pilas, perfiles para, arcos de ventanas, envoltorios para golosinas películas, electrodomésticos, cables.</p>
 (PEBD) Poliétileno de Baja Densidad	<p>Se forma a partir del gas natural, es muy versátil, elástico y no es rígido se caracteriza por su transparencia.</p>	<p>Se usa para la fabricación de bolsas, pañales, bolsas para suero, contenedores herméticos, aislantes de cables y embalajes.</p>
 (PP) Polipropileno	<p>Se forma a partir de agregados de etileno, es rígido, transparente, tiene alta resistencia y baja densidad, son flexibles.</p>	<p>Se usa para la producción de cuerdas, pañales desechables, baldes, envases industriales, tapas, cajones y piezas automotrices.</p>
 (PS) Poliestireno	<p>Es producida por el benzeno y etileno, son fáciles de cortar, manipular y agujerear, es de bajo costo, tiene alta resistencia al impacto y son fáciles de moldear.</p>	<p>Se los usa en envases desechables, para la producción de aislante tanto acústico y térmico, platos, cubiertas, bandejas, vasos y anaqueles.</p>

*Tabla 6. Tipos de plásticos y sus usos,
Fuente: Paulina Sánchez*

2.2.Hipótesis:

La resistencia a compresión de la mampostería se verá influenciada al sustituir los mampuestos tradicionales por botellas PET.

2.3.Señalamiento de variables de la hipótesis:

2.3.1. Variable Independiente

Botellas PET como elemento sustitutivo de la mampostería tradicional.

2.3.2. Variable Dependiente

Resistencia a compresión en mampostería.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Nivel o tipo de investigación:

3.1.1. Investigación Experimental:

La investigación que se realizara es de tipo experimental, ya que tiene como propósito analizar y comparar la resistencia a la compresión de las paredes de mampostería tradicionales vs la de material reciclado PET de los cuales se examinara los resultados para determinar si el uso de este material PET como elemento de construcción afecta a la resistencia, de tal forma que se podrá comprobar la hipótesis planteada.

3.2. Población y muestra:

3.2.1. Población:

Materiales para elaboración de mampostería.

3.2.2. Muestra:

Elaboración de 6 modelos de tipo mampostería, de la cual se elaborarán 3 muestras de cada modelo, y se usará como mampuesto el ladrillo común y las botellas PET.

3.3. Operacionalización de variables:

3.3.1. Variable Independiente

Botellas PET como elemento sustitutivo de la mampostería tradicional.

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e instrumentos
El material reciclado PET se puede definir como un elemento sustitutivo del mampuesto tradicional en la mampostería.	- Mampuesto tradicional de ladrillo común para mampostería. - Mampuesto de material PET para mampostería.	-Carga -Resistencia -Esfuerzo	¿Cuál es el tipo de ladrillo que se va a utilizar? ¿Qué procesos se va a realizar?	- Check List. - Máquina de compresión.

Tabla 7. Operacionalización de variables independiente,
Fuente: Paulina Sánchez

3.3.2. Variable Dependiente

Resistencia a compresión en mampostería.

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e instrumentos
Resistencia a la compresión se define como el comportamiento de elementos expuestos a cargas puntuales.	-Compresión en mampostería.	-Carga -Resistencia -Esfuerzo	¿Cree usted que la carga aplicada al elemento afecta a la resistencia a compresión? ¿Cree usted que el esfuerzo a compresión aplicado afecta al elemento?	- Check List. - Máquina de compresión.

Tabla 8. Operacionalización de variables dependiente,
Fuente: Paulina Sánchez

3.4. Plan de recolección de información:

Preguntas Básicas	Explicación
1.- ¿Qué evaluar?	-Determinar si el uso del material PET como elemento de mampuesto influenciara en la resistencia a compresión en la mampostería.
2.- ¿Sobre qué evaluar?	-Resistencia a compresión.
3.- ¿Sobre qué aspectos?	-Los procesos que se emplearán. -Los elementos que se usarán
4.- ¿Quién evalúa?	-El investigador.
5.- ¿A quiénes evalúa?	-A las muestras.
6.- ¿Dónde evalúa?	-En el laboratorio de la FICM de la Universidad Técnica de Ambato predios Huachi.
7.- ¿Cómo y con qué?	-Con procedimientos y materiales.

Técnica	Instrumento
Check List	Máquina de compresión

Tabla 9. Plan de recolección de información,

Fuente: Paulina Sánchez

3.5. Plan procesamiento y análisis:

Para la presente investigación se ha propuesto como población y muestra 6 modelos de tipo mampostería, de la cual se elaborarán 3 muestras de cada modelo, y se usará como mampuesto el ladrillo común y las botellas PET, además para el confinamiento de muestras se utilizará malla de tumbado y otros elementos, a continuación mediante se detallará en base a procedimientos cual fue el proceso de elaboración de muestras y la elaboración del mortero.

3.5.1. Proceso de elaboración de mortero

Para la elaboración del mortero se usó una dosificación 1:4 ya que es la recomendada al usar en muros como pega de mampuestos.

Herramientas:

- Parihuela (40cmx40cmx20cm).
- Bailejo.
- Pala.
- Zaranda.

Materiales:

- Cemento. (*tipo GU, NTE INEN 2380*)
- Arena limpia y seca. (*NTE INEN 2536*)
- Agua. (*Potable*)

Procedimiento:

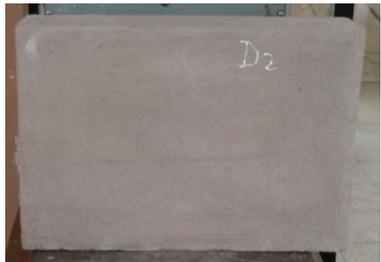
1. Zarandear arena.
2. En una superficie limpia y libre de residuos, se colocara 4 parihuelas de arena zarandeadas.
3. Mezclar los agregados secos, la arena y un saco de cemento en un recipiente o superficie limpia.
4. Implementar 40 litros de agua a la mezcla de los agregados secos, mezclar todo con una pala o bailejo hasta que la mezcla este compacta.

3.5.2. Procesos de elaboración de modelos de muestras

Tabla 10. Procesos de elaboración de modelos de muestras,

Fuente: Paulina Sánchez.

MODELO DE MUESTRA	PROCESO DE ELABORACIÓN	FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA
Mampostería tradicional con ladrillos sin enlucir	<p>El ladrillo que se usara para estas muestras es el ladrillo común de dimensiones (27cmx10cmx8cm).</p> <p>Verificar que en la superficie donde se va a trabajar este a nivel.</p> <p>Utilizar plástico en la superficie para evitar que la muestra se pegue.</p> <p><i>Elaboración:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se iniciara colocando una capa de 1 cm de mortero como base, de dosificación 1:4. - Antes de clocar los ladrillos se humedecerán. - En la primera hilera se colocara dos ladrillos, al momento de colocar los ladrillos se deberá cubrir los lados del ladrillo con mortero con un espesor de 1 cm. entre juntas. - En la segunda hilera se usara dos ladrillos pero se deberá colocar de forma alternada usando la mitad del ladrillo al inicio, un ladrillo completó al medio y de nuevo la otra mitad del ladrillo así mutuamente hasta formar 4 hileras, al final de la cuarta hilera se colocara una capa de mortero de 1 cm de espesor. 	

<p>Mampostería tradicional con ladrillos más enlucido</p>	<p>El ladrillo que se usara para estas muestras es el ladrillo común de dimensiones (27cmx10cmx8cm).</p> <p>Verificar que en la superficie donde se va a trabajar este a nivel.</p> <p>Utilizar plástico en la superficie para evitar que la muestra se pegue.</p> <p><i>Elaboración:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se iniciara colocando una capa de 1 cm de mortero como base de dosificación 1:4. - Antes de clocar los ladrillos se humedecerán. - En la primera hilera se colocara dos ladrillos, al momento de colocar los ladrillos se deberá cubrir los lados del ladrillo con mortero con un espesor de 1 cm. entre juntas. - En la segunda hilera se usara dos ladrillos pero se deberá colocar de forma alternada usando la mitad del ladrillo al inicio, un ladrillo completó al medio y de nuevo la otra mitad del ladrillo así mutuamente hasta formar 4 hileras, al final de la cuarta hilera se colocara una capa de mortero de 1 cm de espesor. - Finalmente se enlucirá la muestra dándole 1cm de espesor en cada lado de la muestra. 	
---	---	---

<p>Mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla</p>	<p>Para la elaboración de las muestras se usara botellas PET de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dos botellas de litro que servirán de confinamiento se rellenaran de arena he irán colocadas una en cada extremo. Entre estas botellas de confinamiento serán colocadas en forma vertical 4 botellas de power ade en presentación de 1000ml, dos botellas de 500ml serán colocas en forma horizontal por encima de las botellas. - Usaremos malla de tumbado para envolver las botellas de tal forma que estas queden acopladas de mejor manera. - Rellenaremos las muestras con mortero de dosificación 1:4 en donde haya aberturas. - Finalmente se enlucirán las muestras con espesor de 1 cm. de mortero. 	
<p>Mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex</p>	<p>En este tipo de muestras se usara botellas PET de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dos botellas de litro que servirán de confinamiento se rellenaran de arena he irán colocadas una en cada extremo. Entre estas botellas de confinamiento en la primera hilera serán colocadas en forma vertical 5 botellas de coca cola en presentación de 350ml, en la segunda hilera se colocará 4 botellas de forma alternada haciendo que cubran los espacios y en los extremos de estas se usara espuma flex para cubrir las aberturas. - Usaremos malla de tumbado para envolver las botellas de tal forma que estas queden acopladas de mejor manera - Finalmente se enlucirán las muestras con espesor de 1 cm. de mortero con dosificación 1:4. 	

<p>Mampostería con botellas colocadas horizontalmente</p>	<p>En estas muestras se usara botellas PET de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se rellanar de arena 4 botellas de litro que servirán de confinamiento he irán colocadas dos en cada extremo. Entre estas botellas de confinamiento en la primera hilera serán colocadas en forma horizontal 5 botellas de coca cola en presentación de 350ml, para la segunda hilera se colocará una capa de mortero y 4 botellas de forma alternada haciendo que cubran los espacios y así sucesivamente hasta tener 6 hileras. - Para la ejecución de este tipo de muestras usaremos un encofrado hecho de madera ya que no llevara malla de tumbado. - Rellenaremos el encofrado con mortero de dosificación 1:4, hasta cubrir todas las botellas, se deberá golpear ligeramente en los lados del encofrado para mover el mortero y cubrir todos los espacios. - Finalmente se dejara reposar las muestras por 24 horas para desencofrar. 	
<p>Mampostería con botellas colocadas horizontalmente más malla</p>	<p>Para la elaboración de muestras se usara botellas PET de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se rellanar de arena 4 botellas de litro que servirán de confinamiento he irán colocadas dos en cada extremo. Entre estas botellas de confinamiento en la primera hilera serán colocadas en forma horizontal 6 botellas de coca cola en presentación de 350ml, para la segunda hilera se colocará 5 botellas de forma alternada haciendo que cubran los espacios y así sucesivamente hasta tener 6 hileras, en la última hilera se colocaran 7 botellas. - Usaremos malla de tumbado para envolver las botellas de tal forma que estas queden acopladas de mejor manera - Finalmente se enlucirán las muestras con espesor de 1 cm. de mortero con dosificación 1:4. 	

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Recolección de datos:

En el presente capítulo se presentarán los resultados obtenidos de los ensayos de compresión a los 28 días de edad para cada una de las muestras elaboradas con los dos tipos de materiales propuestos, las botellas PET como material reciclado y ladrillo común como tradicional.

4.2. Análisis de los resultados:

A continuación se presentara las tablas de resultados obtenidos, de las muestras que fueron expuestas a compresión, realizadas con los dos tipos de materiales propuestos.

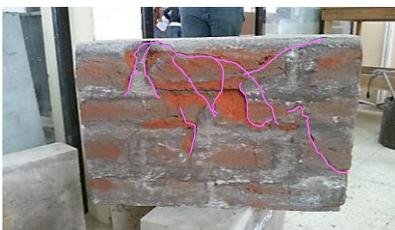
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA CIVIL								
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).										
ENSAYO A COMPRESIÓN: MAMPOSTERÍA TRADICIONAL CON LADRILLOS SIN ENLUCIR										
										
Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato. Ensayado por: Paulina de los Ángeles Sánchez Camana.										
MUESTRA N°	DOSIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	PESO (kg)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA MEDIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
A1	1:4	16/09/2016	13/10/2016	28	37,20	545,00	17494,50	32,10	32,13	fisura por adherencia de mortero
A2	1:4	16/09/2016	13/10/2016	28	37,20	545,00	17549,00	32,20		fisura mala colocación del ladrillo mortero
A3	1:4	16/09/2016	13/10/2016	28	37,20	545,00	17494,50	32,10		fisura por adherencia de mortero

Tabla 11. Resistencia a la compresión mampostería tradicional sin enlucir,

Fuente: Paulina Sánchez



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).

ENSAYO A COMPRESIÓN: MAMPOSTERÍA TRADICIONAL CON LADRILLOS MÁS ENLUCIDO



Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ensayado por: Paulina de los Ángeles Sánchez Camana.

MUESTRA N°	DOSIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	PESO (kg)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA MEDIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
D1	1:4	29/10/2016	25/11/2016	28	50,20	760,50	35667,45	46,90	46,43	fisura por adherencia de mortero
D2	1:4	29/10/2016	25/11/2016	28	50,20	760,50	37264,50	46,00		ruptura por cargas puntuales
D3	1:4	29/10/2016	25/11/2016	28	51,00	767,00	38646,80	46,40		fisura por flexión

Tabla 12. Resistencia a la compresión mampostería tradicional enlucido,

Fuente: Paulina Sánchez



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).

ENSAYO A COMPRESIÓN: MAMPOSTERÍA CON BOTELLAS COLOCADAS VERTICALMENTE MÁS MALLA



Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ensayado por: Paulina de los Ángeles Sánchez Camana.

MUESTRA N°	DOSIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	PESO (kg)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA MEDIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
C1	1:4	16/09/2016	13/10/2016	28	33,20	588,50	19655,90	33,40	33,67	fisura por pandeo
C2	1:4	16/09/2016	13/10/2016	28	33,20	588,50	19950,15	33,90		fisura por ramificación
C3	1:4	16/09/2016	13/10/2016	28	35,60	588,80	19842,56	33,70		fisura por ramificación

Tabla 13. Resistencia a la compresión mampostería con material PET colocadas verticalmente más malla,

Fuente: Paulina Sánchez



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).

ENSAYO A COMPRESIÓN: MAMPOSTERÍA CON BOTELLAS COLOCADAS VERTICALMENTE MÁS MALLA Y ESPUMA FLEX



Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ensayado por: Paulina de los Ángeles Sánchez Camana.

MUESTRA N°	DOSIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	PESO (kg)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA MEDIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
E1	1:4	29/10/2016	25/11/2016	28	33,00	583,00	28333,80	48,60	47,90	fisura por ramificación
E2	1:4	29/10/2016	25/11/2016	28	30,60	561,00	25020,60	44,60		fisura por adherencia de mortero
E3	1:4	29/10/2016	25/11/2016	28	32,60	588,50	27777,2	47,20		fisura por carga puntual

Tabla 14. Resistencia a la compresión mampostería con material PET colocadas verticalmente más malla y espuma flex,

Fuente: Paulina Sánchez.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).

ENSAYO A COMPRESIÓN: MAMPOSTERÍA CON BOTELLAS COLOCADAS HORIZONTALMENTE



Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ensayado por: Paulina de los Ángeles Sánchez Camana.

MUESTRA N°	DOSIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	PESO (kg)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA MEDIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
B1	1:4	16/09/2016	13/10/2016	28	52,40	1016,50	16975,55	16,70	16,33	ruptura por corte
B2	1:4	16/09/2016	13/10/2016	28	52,80	1035,50	16671,55	16,10		ruptura por flexión
B3	1:4	16/09/2016	13/10/2016	28	54,80	1045,00	16929,00	16,20		ruptura por flexión

Tabla 15. Resistencia a la compresión mampostería con material PET colocadas horizontalmente sin malla,

Fuente: Paulina Sánchez



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).

ENSAYO A COMPRESIÓN: MAMPOSTERÍA CON BOTELLAS COLOCADAS HORIZONTALMENTE MÁS MALLA



Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

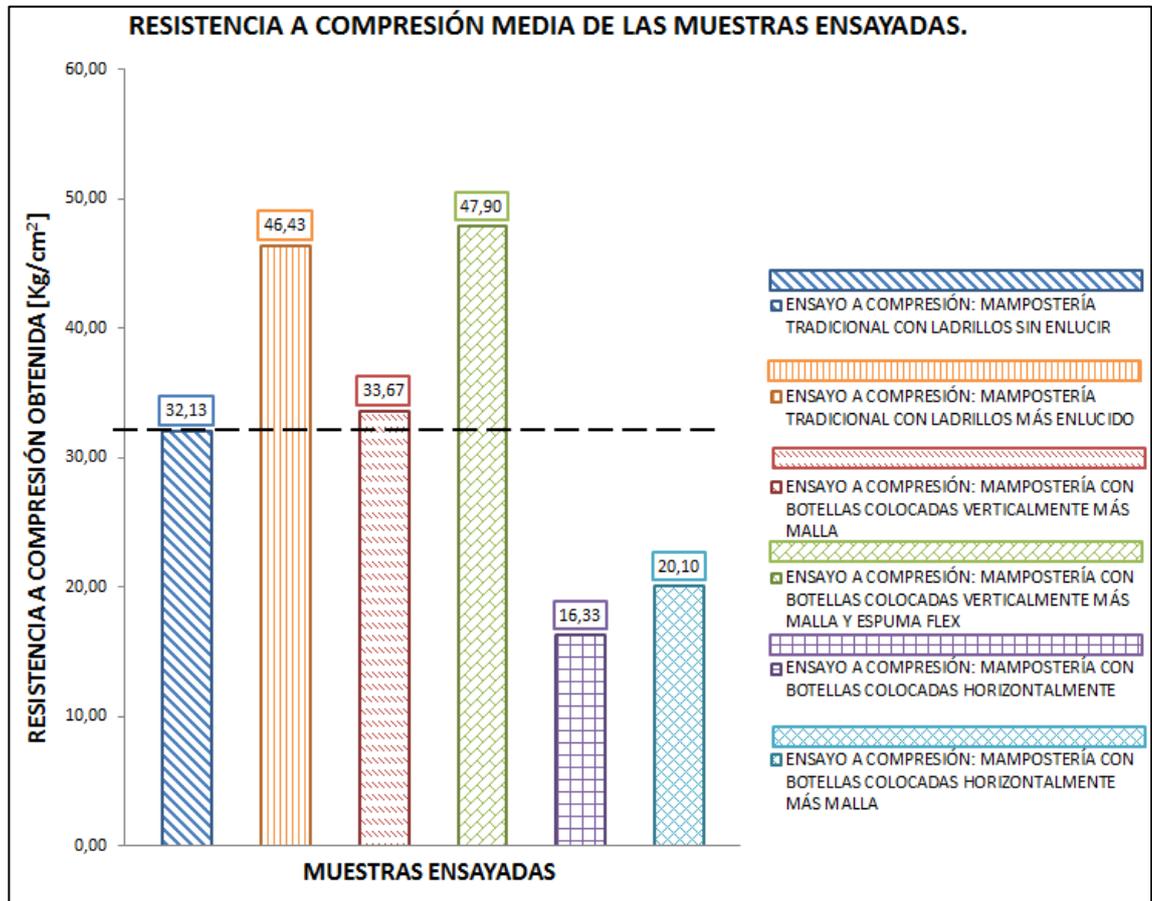
Ensayado por: Paulina de los Ángeles Sánchez Camana.

MUESTRA N°	DOSIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	PESO (kg)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA MEDIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
F1	1:4	29/10/2016	25/11/2016	28	60,60	1260,00	32004,00	25,40	20,10	fisura por adherencia de mortero
F2	1:4	29/10/2016	25/11/2016	28	60,20	1260,00	26082,00	20,70		fisura por adherencia de mortero
F3	1:4	29/10/2016	25/11/2016	28	57,80	1320,00	25740,00	19,50		fisura por adherencia de mortero

Tabla 16. Resistencia a la compresión mampostería con material PET colocadas horizontalmente más malla,

Fuente: Paulina Sánchez

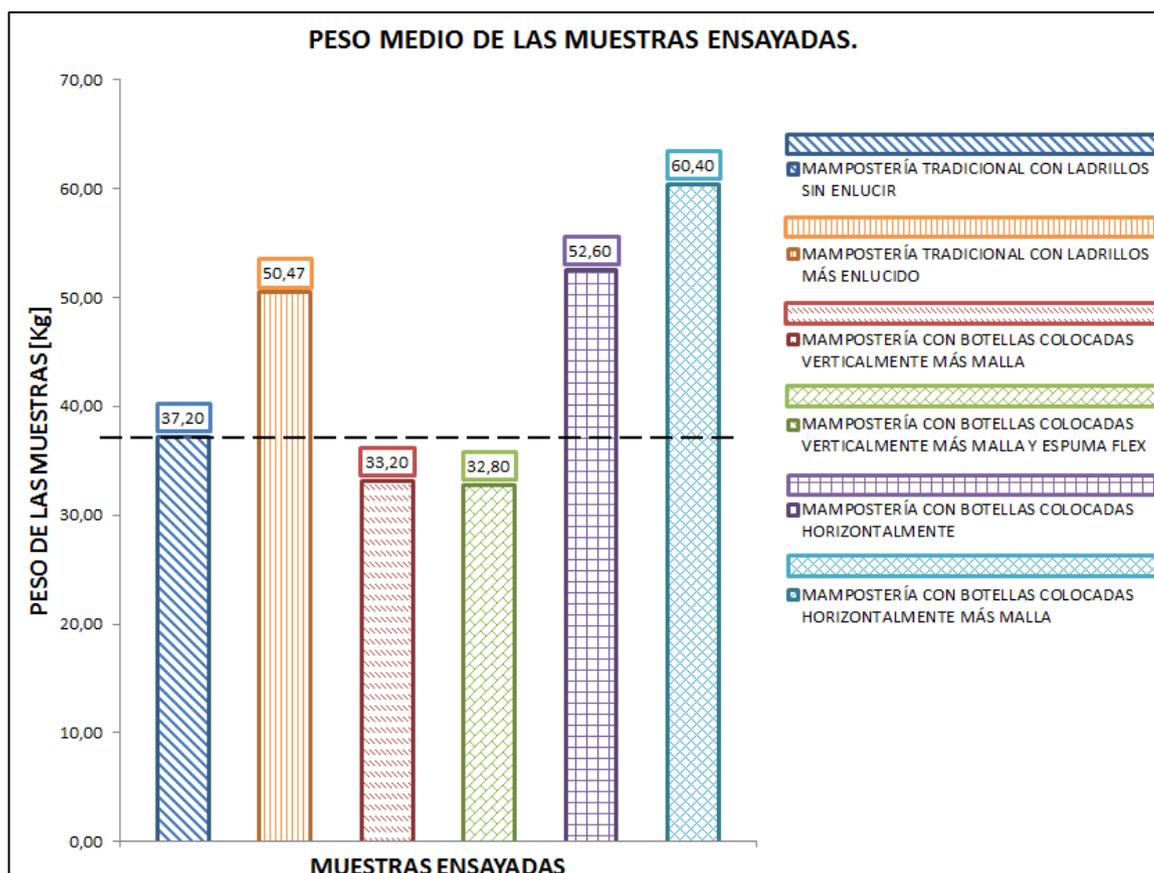
A continuación se muestran las gráficas de resultados. Para un mejor entendimiento se agrupo los resultados de cada tabla para realizar el análisis comparativo de muestras:



Gráfica 1. Análisis comparativo de la resistencia a compresión de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET),

Fuente: Paulina Sánchez

La gráfica 1 presenta los resultados de la resistencia a compresión obtenidos de las muestras, en donde se ha trazado una línea de tendencia para poder hacer el análisis comparativo con los valores más representativos, obteniendo así que la resistencia a la compresión sean similar con apenas una diferencia de 3,07% entre las muestras de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido y la mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma.



Gráfica 2. Análisis comparativo del peso de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET),

Fuente: Paulina Sánchez

En la gráfica 2 se muestra los resultados en base a los pesos obtenidos previo a los ensayos de muestras, para lo cual se trazó una línea de tendencia para comparar los resultados con valores que sobresalen logrando de tal manera ver una gran diferencia de reducción en peso de menos 35,01% entre las muestras de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido y la mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma.

4.3. Verificación de hipótesis:

Una vez realizados los ensayos de compresión a las muestras con los materiales propuestos y a los 28 días de edad, se obtuvieron los siguientes resultados:

MUESTRA DE MAMPOSTERÍA	EDAD (Días)	PESO MEDIA (kg)	RESISTENCIA MEDIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
Tradicional con ladrillos más enlucido	28	50,47	46,43	ruptura por cargas puntuales
Con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex	28	32,80	47,90	fisura por carga puntual

Tabla 17. Resumen del análisis comparativo de la resistencia a compresión, peso y comportamiento de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET),

Fuente: Paulina Sánchez

Como se observa en la **Tabla 17**, la resistencia a la compresión es muy similar entre las muestras de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido y la mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma, en donde existe una diferencia de 3,07%, también hay una diferencia de reducción en peso de 35,01% haciendo que la muestra de mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex sea menos pesada que la muestra de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido.

Por lo tanto, se verificó que la hipótesis planteada para este proyecto sea verdadera, “La resistencia a compresión de la mampostería se verá influenciada al sustituir los mampuestos tradicionales por botellas PET”.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:

- Las falla más agresiva como la ruptura por cargas puntuales, se presentan en las muestras de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido.
- La resistencia a la compresión es muy similar entre las muestras de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido y la mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma, en donde existe una diferencia de 3,07%.
- Existe una gran diferencia de reducción en peso de 35,01% haciendo que la muestra de mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex, sea menos pesada que la muestra de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido.
- La muestra de mampostería elaboradas con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex, cumple con las expectativas ya que es un buen elemento que se podría implementar en la construcción porque su resistencia a compresión es muy alta y su peso es bajo.
- Se presentó fallas menos agresivas de fisuras por cargas puntuales, en las muestras de mampostería elaboradas con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex.
- El modelo de muestra de mampostería con botellas colocadas horizontalmente más malla, tiene un incremento de peso de 54,30% en comparación de las muestras de mampostería con botellas colocadas

verticalmente más malla y espuma flex, lo cual resulta menos favorable para ser utilizada en obra.

- Existe una significativa reducción de la resistencia a compresión de las muestras con botellas colocadas horizontalmente, que alcanza un 67,08%, por ese motivo será imposible implementar en la construcción de mamposterías.
- Al implementar la malla de tumbado en las muestras de mamposterías con botellas colocadas verticalmente más malla, las mamposterías con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex y las mamposterías con botellas colocadas horizontalmente más malla, hizo que la elaboración de las mismas fuera fácil y actuó como un buen confinamiento.
- Las muestras elaboradas con botellas colocadas horizontalmente, sufrió fallas de ruptura por flexión debido a que no tenía el confinamiento adecuado.

5.2. Recomendaciones:

- Emplear un mortero normalizado (NEC-SE-MP) en las muestras, verificando que la arena esté libre de impurezas, respetando la dosificación con las cantidades que se requieran según su uso.
- Para comprobar que el mortero este bien mezclado se recomienda colocar una cierta cantidad de muestra en una paleta de madera y si al inclinar aproximadamente a 45° esta no cae es porque está lista para usarse.
- En la elaboración del mortero se deberá mezclar la arena y el cemento antes de incluir el agua, si la arena presenta humedad se debe disminuir la cantidad de agua.
- Al elaborar in situ las muestras, no se deberán movilizar ni manipular de ninguna manera para evitar que haya algún daño.

- Para facilitar el proceso en la elaboración de muestras con el material PET, se recomienda realizar un encofrado de madera para obtener un mejor resultado y optimizar el tiempo de fabricación.
- Para reducir el peso en las muestras elaboradas con PET, es recomendable cubrir los vacíos con espuma flex de esta forma se evitar que el mortero ingrese en abundancia y así se garantizara también que al momento de comprimir las muestras trabaje el material PET.
- Se recomienda ampliar el tema de investigación.

C) MATERIALES DE REFERENCIA

1. Bibliografías:

[1] Cristina Blanco Montero C. Blanco, C. Botana, M. A. Fernández, A. Fortes, B. García and C. Jack, “*Reciclaje de material plástico de desecho para su aprovechamiento en sistemas constructivos en usos comunitarios*”, Universidad de la Coruña, España, 30 Septiembre 2013

[2] VALLE. C, “*Utilización de botellas plásticas tipo PET como unidad estructural para mampostería liviana*”, Tesis de Grado, Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, 2013.

[3] MUÑOZ. M, “*Residencia Estudiantil con Materiales Reciclables*”, Tesis de Grado, Facultad de Arquitectura Universidad San Francisco de Quito, Quito, 2011.

[4] Instituto Nacional de Estadística y Censos, “*Resultados de censo 2010*”. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/resultados/>.

[5] Derechos reservados LA HORA. “*Recolección de basura un tema sensible en Ambato*”, LA HORA. Lunes, 13 de septiembre de 2010.

[6] P. Arias., M. Seilles. “*Módulo de Información Ambiental en Hogares 2014*” NEC, Ambato, 2014.

[7] AGUILAR. L, “*Evaluación del sistema de recolección de residuos sólidos de la parroquia Atahualpa para mejorar su gestión integral y calidad de vida de los involucrados.*”, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2013.

[8] ÚLTIMAS NOTICIAS. “*Ecotachos en Ambato*”, ÚLTIMAS NOTICIAS. Miércoles 22 de Abril 2015.

[9] La Empresa de Gestión Integral de Desechos Sólidos (Gidsa), “*Planta Procesadora*”.

<http://www.epmgidsa.gob.ec/campanas-proyectos/planta-procesadora>

[10] **A. S. F. Santos, J. A. M. Agneli, S.** (2004) “*Manrich, Polímeros: Ciencia y Tecnología*”, vol. 14, n° 5, p. 307-312, 2004.

[11] Norma Ecuatoriana de la Construcción, “*Mampostería Estructural*”, NEC-SE-MP, 2014.

[12] Norma Técnica Ecuatoriana, “*Ladrillos cerámicos determinación de la resistencia a la compresión*”, INEN 294, 1978.

[13] Norma Técnica Ecuatoriana, “*Bloques huecos de hormigón determinación de la resistencia a la compresión*”, NTE INEN 0640, 1993.

2. Anexos:





Tamizado de arena.
(NTE INEN 2536)



Dosificación de arena en parihuela de
40 cm x 40cm x 20cm



Dosificación de arena 4 parihuelas.



Agregado 1 saco de cemento por cada 4
parihuelas.



Mezcla de agregados arena-cemento.



Dosificación de mortero 1:4 más 40 litros de agua.



Malla de tumbado.



Espuma flex.



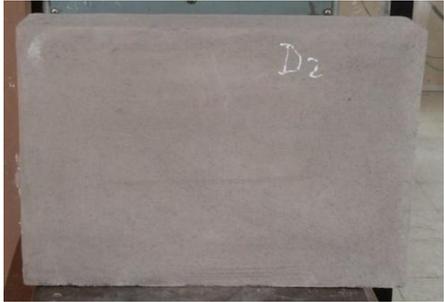
Nivelación de mampostería tradicional.



Muestra tipo A.



Ensayo de la muestra tipo A.

	
<p>Enlucido de muestra tipo B.</p>	<p>Muestra tipo B.</p>
	
<p>Ensayo de la muestra tipo B.</p>	

	
<p>Elaboración de muestra tipo C.</p>	
	
<p>Muestra tipo C.</p>	<p>Ensayo de la muestra tipo C.</p>



Corte de espuma flex para muestra tipo D



Elaboración de muestra tipo D.



Muestra tipo D.



Ensayo de la muestra tipo D.



Elaboración de la muestra tipo E.



Muestra tipo E.



Ensayo de la muestra tipo E.



Confinamiento de la muestra tipo F.



Elaboración de la muestra tipo F.



Muestra tipo F.



Ensayo de la muestra tipo F.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UNA PARED CON MAMPOSTERÍA TRADICIONAL VS UNA PARED CON MAMPOSTERÍA DE MATERIAL RECICLADO (PET).

Paulina A. Sánchez*; Santiago W. Medina†

*Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ambato, Ecuador, e-mail: psanchez3978@uta.edu.ec

† Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ambato, Ecuador, e-mail: wsmolina@uta.edu.ec

Resumen: Este trabajo de investigación muestra los resultados obtenidos después de haber realizado los ensayos a compresión de las muestras a los 28 días de edad construidas de material PET para comparación entre el ladrillo común como material tradicional. Se elaboró 18 muestras tipo pared de mampostería usando como aglutinante el mortero especificado en la NEC-SE-MP[1], adicional a este se implementó malla para el confinamiento de muestras elaboradas con PET. En el análisis comparativo se obtuvo que la resistencia a compresión en la muestra de mampostería tradicional es muy similar a la muestra con PET, sin embargo hay una diferencia de reducción en peso de 35% de la elaborada con PET, y presenta un mejor comportamiento en cuanto al tipo de falla, por lo tanto se puede mostrar al PET como material para la construcción por su facilidad de manipulación y su significativa reducción en peso que es lo que en una edificación se busca, disminuir el peso en carga muerta.

Palabra clave: Resistencia a compresión, PET, Material para la construcción.

Abstract: This research document shows the results obtained after performing compression tests, of the samples constructed with PET, at 28 days of aging, to compare them with the standard brick as a traditional material. Thus, eighteen masonry wall samples were prepared using, as a binder, the mortar specified in the NEC-SE-MP [1]. Besides, a mesh was utilized for the confinement of samples made with PET. In the comparative analysis, it was obtained that the compression resistance in the sample of traditional masonry is very similar to the PET sample. However, there is a weight reduction of 35% with PET, and also it presents a better behavior in the type of failure. Therefore it can be stated that PET can be used as a material for the construction due to its ease of manipulation and its significant reduction in weight, a desirable characteristic in building's construction, to decrease the weight in dead load.

Keywords: Compression resistance, PET, Construction material.

I. INTRODUCCIÓN:

En el 2013 en la Universidad de la Coruña de España (UDC) en conjunto con la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la UDC, realizó investigaciones con el fin de desarrollar un sistema que consistía en reutilizar las botellas plásticas para usos constructivos, de edificación estableciendo al reciclaje de botellas plásticas como fuente principal en la generación de elementos para la construcción de tal forma que sea un aporte para el medioambiente y contribuya económicamente. [1]

Por otro lado la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo realizó una investigación de proyecto de tesis, donde nos da una clara apertura de cómo se puede utilizar las botellas plásticas tipo PET para la construcción de mampostería, dicha propuesta consistía en la preparación de un sistema constructivo funcional para aliviar la estructura. [2]

En la actualidad el reciclaje se ha vuelto en una fuente de trabajo, hoy en día si se tiene una eficaz gestión de residuos esta labor puede llegar a ser ventajosa, tanto en lo económico como en lo ambiental. La transformación de material de desecho para la

reutilización, ha hecho que la economía nacional alemana en materia prima tenga un ahorro anual de 3.700 millones de euros, según el estudio realizado en la República Federal de Alemania por el Instituto de Economía. [3]

En algunos países de América latina el reciclaje ha evolucionado. Cada vez la población es consciente de los problemas ambientales que la basura genera, en Ecuador según el último censo que se realizó en el año 2010 la población fue 14'483.499 de habitantes [4] y a medida que pasa el tiempo va en aumento, y a su vez habrá una creciente en cuanto a la basura, por eso se deberá tomar medidas para el manejo adecuado de desechos. [3]

Para disminuir los residuos plásticos se inicia desde la fuente, las iniciativas generalmente no acaban con el problema, pero ayudan a la conservación del medio ambiente y evita el debilitamiento de los rellenos sanitarios.[10] En cuanto al PET (*polyethylene terephthalate*), el impacto medioambiental es menor que el ocasionado por otros elementos, su elaboración solicita menos recursos a diferencia de otros materiales, su ligereza y resistencia medioambiental aportan claras ventajas son fáciles de conseguir, son posibles de manejar y

son más prácticos de moldear su estructura.[9]

En la construcción el uso de nuevos materiales definitivamente busca la generación de elementos de tal forma que sea un aporte y contribuya positivamente. En este caso el material reciclado es el PET, son botellas plásticas que pueden llegar a ser un material apto para la construcción usándolo como material de mampostería y de esta manera alivianar el peso de la estructura.

En el presente artículo se realizará el análisis comparativo de la resistencia a compresión de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET), para lo cual se elaboraron 18 muestras para posteriormente evaluar los resultados. Para la elaboración de muestras se usó el mortero especificado en la norma NEC-SE-MP [1] y para el confinamiento se implementó la malla de tumbado.

II. METODOLOGÍA:

Para la elaboración de las 18 muestras se realizó lo siguiente:

- Recolección de botellas PET.
- Adquisición del ladrillo común que cumple con la norma *NTE INEN 297; Tipo A.* [8]
- Preparación de mortero. (*NEC-SE-MP*) [9]
 - o Arena. (*NTE INEN 2536*)
 - o Cemento. (*tipo GU, NTE INEN 2380*) [10]
 - o Agua. (*Potable*)
- Elaboración de 12 muestras de mampostería con material PET.
- Elaboración de 6 muestras con mampuesto tradicional ladrillo común.
- Ensayo a compresión las muestras de mampostería.
- Finalmente se realizó el análisis comparativo de resultados.

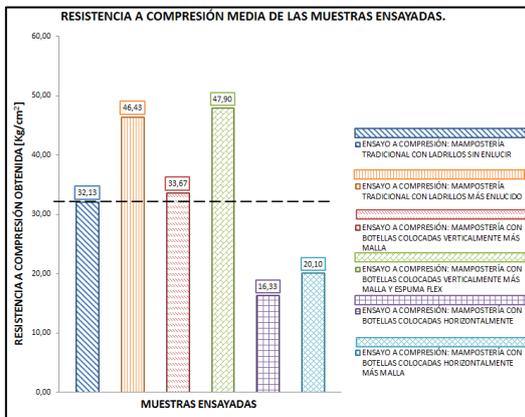
III. RESULTADOS:

Recolección de datos:

Se presentan los resultados obtenidos de los ensayos de compresión a los 28 días de edad para cada una de las muestras elaboradas con los dos tipos de materiales propuestos, el PET como material reciclado y ladrillo común como tradicional.

Análisis de los resultados:

A continuación se presenta las tablas y gráficas de resultados obtenidos de las muestras que fueron expuestas a compresión, realizadas con los dos tipos de materiales propuestos.

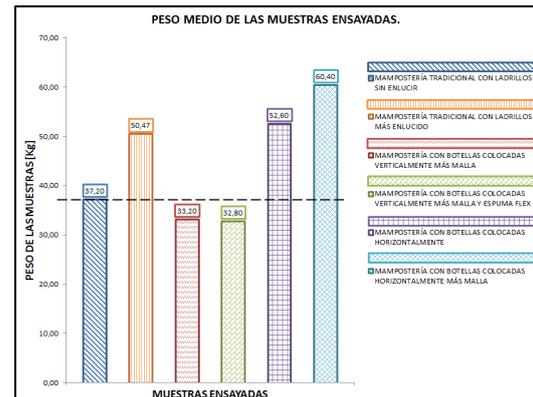


Gráfica 1. Análisis comparativo de la resistencia a compresión de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET),

Fuente: Paulina Sánchez

La gráfica 1 presenta los resultados de la resistencia a compresión obtenidos de las muestras, en donde se ha trazado una línea de tendencia para poder hacer el análisis comparativo con los valores más representativos, obteniendo así que la resistencia a la compresión sean similar con apenas una diferencia de 3,07% entre las muestras de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido y

la mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma.



Gráfica 2. Análisis comparativo del peso de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET),

Fuente: Paulina Sánchez

En la gráfica 2 se muestra los resultados en base a los pesos obtenidos previo a los ensayos de muestras, para lo cual se trazó una línea de tendencia para comparar los resultados con valores que sobresalen logrando de tal manera ver una gran diferencia de peso de menos 35,01% entre las muestras de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido y la mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma.

Análisis comparativo de resultados:

Una vez realizados los ensayos de compresión a las muestras con los

materiales propuestos y a los 28 días de edad, se obtuvieron los siguientes resultados:

MUESTRA DE MAMPOSTERÍA	EDAD (Días)	PESO MEDIA (kg)	RESISTENCIA MEDIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
Tradicional con ladrillos más enlucido	28	50,47	46,43	ruptura por cargas puntuales
Con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex	28	32,80	47,90	fisura por carga puntual

Tabla 1. Resumen del análisis comparativo de la resistencia a compresión, peso y comportamiento de una pared con mampostería tradicional vs una pared con mampostería de material reciclado (PET),

Fuente: Paulina Sánchez

Como se observa en la **Tabla 1**, la resistencia a la compresión es muy similar entre las muestras de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido y la mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma, en donde existe una diferencia de 3,07%, también hay una diferencia de peso de 35,01 haciendo que la muestra de mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex sea menos pesada que la muestra de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido.

IV. CONCLUSIONES:

- Las falla más agresiva como la ruptura por cargas puntuales, se presentan en las muestras de

mampostería tradicional con ladrillos más enlucido.

- La resistencia a la compresión es muy similar entre las muestras de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido y la mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma, en donde existe una diferencia de 3,07%.
- Existe una gran diferencia de reducción en peso de 35,01% haciendo que la muestra de mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex, sea menos pesada que la muestra de mampostería tradicional con ladrillos más enlucido.
- La muestra de mampostería elaboradas con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex, cumple con las expectativas ya que es un buen elemento que se podría implementar en la construcción porque su resistencia a compresión es muy alta y su peso es bajo.

- Se presentó fallas menos agresivas de fisuras por cargas puntuales, en las muestras de mampostería elaboradas con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex.
- El modelo de muestra de mampostería con botellas colocadas horizontalmente más malla, tiene un incremento de peso de 54,30% en comparación de las muestras de mampostería con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex, lo cual resulta menos favorable para ser utilizada en obra.
- Existe una significativa reducción de la resistencia a compresión de las muestras con botellas colocadas horizontalmente, que alcanza un 67,08%, por ese motivo será imposible implementar en la construcción de mamposterías.
- Al implementar la malla de tumbado en las muestras de mamposterías con botellas colocadas verticalmente más malla, las mamposterías con botellas colocadas verticalmente más malla y espuma flex y las mamposterías con botellas colocadas horizontalmente más malla, hizo que la elaboración de las mismas fuera fácil y actuó como un buen confinamiento.
- Las muestras elaboradas con botellas colocadas horizontalmente, sufrió fallas de ruptura por flexión debido a que no tenía el confinamiento adecuado.

V. REFERENCIAS:

- [1] Norma Ecuatoriana de la Construcción, “*Mampostería Estructural*”, NEC-SE-MP, 2014.
- [2] Cristina Blanco Montero C. Blanco, C. Botana, M. A. Fernández, A. Fortes, B. García and C. Jack, “*Reciclaje de material plástico de desecho para su aprovechamiento en sistemas constructivos en usos comunitarios*”, Universidad de la Coruña, España, 30 Septiembre 2013
- [3] VALLE. C, “*Utilización de botellas plásticas tipo PET como unidad estructural para mampostería liviana*”, Tesis de Grado, Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, 2013.

[4] MUÑOZ. M, “Residencia Estudiantil con Materiales Reciclables”, Tesis de Grado, Facultad de Arquitectura Universidad San Francisco de Quito, Quito, 2011.

[5] Instituto Nacional de Estadística y Censos, “Resultados de censo 2010”. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/resultados/>.

[6] A. S. F. Santos, J. A. M. Agneli, S. (2004) “Manrich, Polímeros: Ciencia y Tecnología”, vol. 14, n° 5, p. 307-312, 2004.

[7] La Empresa de Gestión Integral de Desechos Sólidos (Gidsa), “Planta Procesadora”.

<http://www.epmgidsa.gob.ec/campanas-proyectos/planta-procesadora>

[8] Norma Técnica Ecuatoriana, “Ladrillos cerámicos requisitos”, NTE INEN 297, 1977.

[9] Norma Técnica Ecuatoriana, “Áridos para uso en morteros para mampostería. Requisitos”, NET INEN 2536, 2010.

[10] Norma Técnica Ecuatoriana, “Cementos hidráulicos. Requisitos de desempeño para cementos hidráulicos”, NTE INEN 2380, 2011.