



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MINAS

**“Valoración de las características físico-mecánicas del adobe
como alternativa de material de construcción convencional”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN MINAS

Autores:

PAUL ESTEBAN POMA FEICAN

Director:

ING. PATRICIO FEIJOO CALLE

CUENCA – ECUADOR

2023

DEDICATORIA

Este proyecto y meta cumplida, se la dedico primero al creador de todo, a nuestro Dios, quien, con su luz, su sabiduría y su conocimiento, me ha dado la paz y la energía para poder culminar mi proyecto de titulación y poder lograr mis metas.

También va dedicada para mi familia; abuelitos, tíos, tías, mis padrinos quienes siempre han estado pendientes de mí, de mi crecimiento y de mi formación estudiantil y personal. En especial esta tesis va dedicada para mis padres, quienes, con su esfuerzo, su ayuda, su amor, han sido un apoyo en cada paso que he dado.

Una mención importante también para mi hermano el cual, me ha apoyado en cada paso que he dado y nunca se ha negado para mis ideas. Ha sido fundamental en mi carrera estudiantil, desde la escuela hasta la universidad, la cual estoy terminando y espero no sea el último. Dedico también este proyecto a mis compañeros de curso, quienes se convirtieron en mis amigos, su apoyo en cada ciclo fue fundamental y esta tesis también tiene un poco de ellos.

En especial dedico esta tesis a 2 grandes amigos; Anthony Vascones y Josué Romero quienes más que amigos se convirtieron en hermanos. Con sus consejos, su sabiduría y su conocimiento he podido culminar con este proyecto.

Finalmente dedico esta tesis a todas las personas que aportaron con su granito de arena en mi crecimiento profesional y personal, amigos de UDAFE. En especial a quienes me apoyaron y no me dejaron en este caminar para poder culminar mi proyecto de tesis, me motivaron y hoy puedo dedicarles este esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por la vida que me ha podido brindar y con su sabiduría he podido terminar una meta más y seguir cumpliendo mis sueños, pido que me ayude a seguir por un camino de bien.

Agradezco a mis padres, por depositar en mí su confianza, por ayudarme cuando yo no he podido más, han sido un pilar fundamental en cada paso que he dado en esta vida, también agradecerles por el ejemplo de padres que han sido y por el amor que me han transmitido. El esfuerzo que hicieron por verme crecer no será en vano.

A mi familia, mis abuelitos, mis tíos, agradezco su apoyo, su amor y su paciencia que han tenido conmigo, a mis padrinos Cesar Villacis y Fanny Feican, a mis primas Cristina y Carolina.

Un agradecimiento especial para mi hermano Alexis Poma, quien me ha enseñado las cosas más importantes de la vida, como hermano, como amigo y finalmente como profesional, tengo una inmensa gratificación de tenerlo como mi hermano y una gran admiración por la persona que es.

También agradezco a mis compañeros, quienes se convirtieron en grandes amigos a lo largo de todo este trayecto. En especial a mis grandes amigos a quienes les considero como hermanos; Anthony Vascones y Josué Romero, quienes me han apoyado desde el principio hasta el último de los días de redactar esta tesis. A sus familias quienes me han tratado como uno más, en las desveladas para estudiar. Gracias Doña Marie Tello y Segundo Vascones. Gracias Harold Romero y Kathy Astudillo.

También agradezco a todas las personas que han sido parte de mi caminar a lo largo de estos años de mi carrera universitaria, compañeros. Y sobre todo a esas personas quienes me han presionado e inspirado para poder terminar esta tesis, son personas muy especiales en mi vida. Les agradezco por no rendirse y por apoyarme y presionarme, hoy les digo gracias y lo hice.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	IX
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Propiedades físicas de los materiales	3
1.1.1 Adobe	3
1.1.2 Propiedades físicas del adobe	5
1.1.3 Ladrillo.....	7
1.1.4 Propiedades físicas del ladrillo	7
1.1.5 Bloque	10
1.1.6 Propiedades físicas del bloque	11
1.2 Resistencia a la compresión simple de los materiales.....	12
1.2.1 Resistencia a la compresión	12
1.2.2 Resistencia a la compresión simple del adobe	18
1.2.3 Resistencia a la compresión simple de los ladrillos.....	18
1.2.4 Resistencia a la compresión simple del bloque.....	19
1.3 Tipo de adobe.....	20
1.3.1 Adobe artesanal.....	20
1.3.2 Adobe artesanal estabilizado naturalmente.....	20
1.3.3 Adobe artesanal estabilizado con minerales	20
1.3.4 Adobe compactado.....	21
1.3.5 Adobe estabilizado	21

1.4 Tipo de ladrillos	21
1.4.1 Unidades sólidas o macizas.....	22
1.4.2 Unidades huecas.....	22
1.4.3 Ladrillos con perforación vertical (PV)	23
1.4.4 Ladrillos con perforación horizontal (PH)	23
1.5 Tipos de bloque	23
1.5.1 Según la densidad.....	24
1.5.2 Bloque hueco liso.....	25
1.5.3 Bloque multicamara	25
1.5.4 Bloque de encofrado	26
1.5.5 Piezas especiales	26
1.5.6 Bloques con nuevos acabados.....	27
1.5.7 Bloque coloreado	28
CAPÍTULO 2.....	29
EXPERIMENTACIÓN	29
2.1 Número de muestras y preparación.....	29
2.2 Adobe	29
2.3 Ladrillo.....	33
2.4 Bloque	34
2.5 Propiedades físico – mecánicas del adobe	36
2.5.1 Densidad del adobe	36
2.6 Propiedades físico mecánicas del ladrillo	37
2.6.1 Densidad del Ladrillo.....	37
2.7 Propiedades físico mecánica del bloque	39
2.7.1 Densidad del bloque.....	39
CAPÍTULO 3.....	41
ANÁLISIS DE RESULTADOS	41
3.1 Comparación de las propiedades físico – mecánicas del adobe frente al ladrillo y bloque.....	41
3.1.1 Resistencia a la compresión del adobe.....	41
3.1.2 Resistencia a la compresión simple del ladrillo	43
3.1.3 Resistencia a la compresión simple del bloque.....	45

3.2 Análisis e interpretación de datos	47
3.2.1 Resistencia de los materiales.....	47
3.2.2 Densidad de los materiales.....	47
3.3 Presentación de resultados	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES.....	<u>52</u>
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Deterioro del adobe	4
Figura 1.2. Prensa hidráulica.	16
Figura 1.3. Prensa mecánica.	17
Figura 1.4. Ladrillo sólido o macizo.	22
Figura 1.5. Ladrillo con huecos.	22
Figura 1.6. Perforación vertical del ladrillo.	23
Figura 1.7. Ladrillos con perforación horizontal.	23
Figura 1.8. Bloques de áridos densos.	24
Figura 1.9. Bloques de hormigón de áridos ligeros.	25
Figura 1.10. Bloques huecos lisos.	25
Figura 1.11. Bloque multicámara.	26
Figura 1.12. Bloque de encofrado.	26
Figura 1.13. Bloques en formas especiales.	27
Figura 1.14. Bloque de esquina en L.	27
Figura 1.15. Bloque coloreado.	28
Figura 2.1. Muestras de adobe.	30
Figura 2.2. Muestra de adobe introducido en la prensa.	30
Figura 2.3. Fractura del adobe en la prensa.	31
Figura 2.4. Resultado en la prensa del adobe.	32
Figura 2.5. Maquina Humboldt.	32
Figura 2.6. Muestras de ladrillos.	33
Figura 2.7. Fractura del ladrillo en la prensa.	34
Figura 2.8. Muestras del bloque.	35
Figura 2.9. Fractura del bloque.	35
Figura 2.10. Peso del adobe.	36
Figura 2.11. Introducción del adobe en la probeta.	37
Figura 2.12. Muestras del ladrillo.	38
Figura 2.13. Determinación del volumen del ladrillo.	38
Figura 2.14. Muestras del bloque.	39
Figura 2.15. Peso de la muestra del Bloque.	40
Figura 3.1. Densidad promedio.	49
Figura 3.2. Resistencia promedio.	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Resistencia a la compresión uniaxial.	14
Tabla 1.2. Especificaciones Humboldt CM-2500.	17
Tabla 3.1. Resistencia a la compresión simple del adobe.	42
Tabla 3.2. Resistencia a la compresión simple del ladrillo.	44
Tabla 3.3. Resistencia a la compresión simple del Bloque.	46
Tabla 3.4. Densidad del adobe.	48
Tabla 3.5. Densidad del ladrillo.	48
Tabla 3.6. Densidad del bloque.	48
Tabla 3.7. Resultados.	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Prensa para determinar fuerza de fractura.	55
Anexo 2. Muestra de bloque luego de su punto de fractura en la prensa.....	55
Anexo 3. Material luego de la fractura.....	56
Anexo 4. Ladrillo luego de su punto de fractura.	56
Anexo 5. Muestras de adobe antes de su introducción a la prensa.	57
Anexo 6. Muestra de adobe, luego su punto de fractura en la prensa.....	57
Anexo 7. Probeta con la cual se pudo calcular el volumen de las muestras.	58
Anexo 8. Muestras de adobe para determinar peso específico.	58
Anexo 9. Muestras de ladrillo para determinar volumen y peso específico.	59

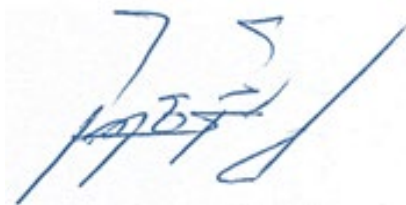
**“VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DEL
ADOBE COMO ALTERNATIVA DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
CONVENCIONAL”**

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo caracterizar los elementos usados en construcción, utilizando la propiedad mecánica denominada resistencia a la compresión uniaxial. Los materiales utilizados fueron bloque, ladrillo y adobe los cuales son elaborados con dosificaciones de materiales pre-establecidos. Para valorar la resistencia a la compresión simple se elaboraron 30 muestras de cada uno de los materiales mencionados, con dimensiones aproximadas de 5x5x10 cm, y fueron sometidas al ensayo de compresión simple con la ayuda de una prensa Humboldt.

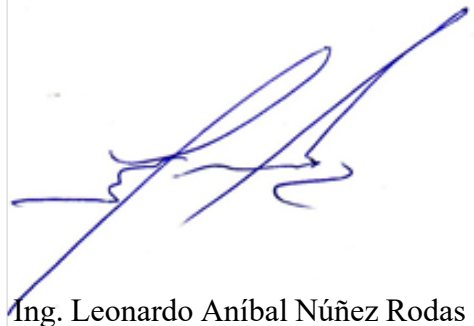
Los resultados reflejaron que el bloque tuvo la mayor resistencia con 7.85 MPa, el ladrillo con una resistencia de 3.88 MPa y por último el adobe con 0.51 MPa; adicionalmente, se calcularon las respectivas densidades con los siguientes resultados: bloque 1.54 gr/cm³, ladrillo 2.06 g/cm³ y adobe con 2.15 g/cm³.

Palabras clave: Compresión simple, bloque, adobe, ladrillo, construcción.



Ing. Ernesto Patricio Feijoo Calle

Director del Trabajo de Titulación



Ing. Leonardo Aníbal Núñez Rodas

Coordinador de Escuela



Paúl Esteban Poma Feican

Autor

**"ASSESSMENT OF THE PHYSICAL-MECHANICAL CHARACTERISTICS
OF ADOBE AS AN ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL BUILDING
MATERIAL".**

ABSTRACT

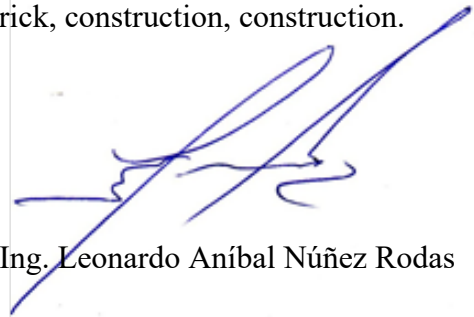
The objective of this work was to characterize the elements used in construction by using the mechanical property called uniaxial compressive strength. The materials used were block, brick and adobe which are elaborated with pre-established dosages of materials. To evaluate the resistance to simple compression, 30 samples of each of the aforementioned materials were made, with approximate dimensions of 5x5x10 cm, and were subjected to the simple compression test with the help of a Humboldt press. The results showed that the block had the highest resistance with 7.85 MPa, the brick with a resistance of 3.88 MPa and finally the adobe with 0.51 MPa; additionally, the respective densities were calculated with the following results: block 1.54 g/cm³, brick 2.06 g/cm³ and adobe with 2.15 g/cm³.

Keywords: Simple compression, block, adobe, brick, construction, construction.



Ing. Ernesto Patricio Feijoo Calle

Thesis Director



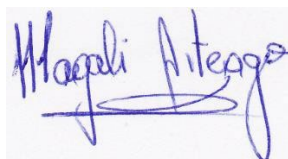
Ing. Leonardo Aníbal Núñez Rodas

School Coordinator



Paul Esteban Poma Feican

Author



Translated by



Paúl Poma

Poma Feican Paul Esteban

Trabajo de titulación

Ing. Patricio Feijoo Calle.

Enero, 2023.

**“VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DEL
ADOBE COMO ALTERNATIVA DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
CONVENCIONAL”**

INTRODUCCIÓN

En el campo minero es importante la determinación y la búsqueda de nuevos materiales que ayuden al desarrollo de actividades mineras; para ello es importante determinar propiedades físicas y mecánicas de materiales como: adobe, ladrillos y bloques. Uno de los métodos para la determinación de propiedades físicas es la resistencia a la compresión simple o uniaxial de las rocas. Para estimar la resistencia a la compresión simple de los materiales, se utilizan diferentes métodos o ensayos que se realizan en campo o en laboratorios; teniendo en cuenta que las obtenciones de dichos valores van desde una estimación meramente subjetiva hasta una medición indirecta. Para ello, se realizaron dichas pruebas con una cantidad de muestras de igual tamaño de cada uno de los materiales antes mencionados que fueron sometidos al ensayo de compresión en la prensa que se encuentra en el laboratorio de civil de la Universidad del Azuay.

Luego de que se realizaron dichas pruebas se pudo determinar la fuerza que puede soportar cada uno de estos materiales antes de que se obtenga una fractura o falla del material como también se lo suele nombrar. Finalmente se encontró una relación entre los materiales.

Teniendo en cuenta que cada uno de estos materiales con los cuales se trabajó tienen diferentes procesos para su elaboración, y son materiales con diferentes composiciones de materia prima; se determinaron las diferencias entre estos tanto en la parte física como en la parte mecánica y así se obtuvieron resultados que nos indicaron con que materiales se puede contar para realizar trabajos que requieran una mayor fuerza o con que materiales podemos realizar trabajos en los cuales nos pueda ayudar sus propiedades físicas como porosidad, densidad, capacidad térmica, etc. y también costos y tiempos de producción.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Propiedades físicas de los materiales

1.1.1 Adobe

El adobe viene de una mezcla de arcilla, arena y agua, también se le suele adicionar paja como un elemento adicional para los esfuerzos de corte; dicha mezcla es vertida en moldes de madera en forma de bloques. Por lo general su tamaño es relativamente más grande que un ladrillo y para obtener su forma es secado al sol. Sin embargo, no cualquier suelo es óptimo para elaborar el adobe, para esto se realizan pruebas empíricas: la del “rollo”; esta prueba según (Vilca, 2022) consta de diferentes ensayos para determinar el tipo de arcilla que tiene este suelo, para ello se obtiene una cantidad de tierra, la cual se mezcla con agua para realizar una especie de masa de este material y si esta mezcla no se rompe se la amasa para formar una especie de gusano y a continuación se realiza una circunferencia con esta masa, dependiendo de si se hacen o no grietas o fracturas en dicho círculo, de esta manera se puede determinar si es una arcilla más ligera o más densa.

Luego se debe esperar cerca de 30 días para el secado del adobe ya que este material se debe mojar para posteriormente ser introducido en los moldes, seguidamente debe ser secado de manera uniforme nuevamente. “Por lo general en el Ecuador el tamaño del bloque de adobe varía entre 45-61 cm de longitud, 19-30 cm de ancho y 10-16 de altura. Los bloques utilizados durante la época colonial tendían a tener dimensiones mayores a las que actualmente se utilizan”. (Moscoso & Cordero, 2010)

“El adobe es un material muy sensible a la humedad, su absorción varía entre 0 al 4%, pero no debería exceder al 4%” (Alfonso, 1990). En cuanto a su comportamiento térmico, es posible decir que es un material higroscópico, pues tiene la capacidad de mantener el calor o el frío, su coeficiente de conductividad varía entre 0,46 y 0,81 W/K.m, por esta razón puede asimilarse a un material aislante”.



Figura 1.1. Deterioro del adobe

Fuente: (Moscoso & Cordero, 2010)

En la figura 1.1 se muestra en recuadros azules las causas y en los recuadros rojos los daños que se pueden ocasionar en el adobe. Las principales debilidades del adobe frente a otros materiales son: su resistencia sísmica, humedad, por otro lado, sus beneficios en cuanto a propiedades térmicas y acústicas, hacen de este material un punto de estudio para mejoras y también lograr importantes y novedosos proyectos.

Es posible explicar algunas características del adobe a continuación:

- El adobe tiene la capacidad de almacenar el calor durante horas y poder liberar su calor en el interior en horas frías para ayudar a mantener una temperatura agradable.
- Por otro lado, el adobe puede acumular humedad en sus paredes, para poder desechar dicha humedad en épocas de sequía.
- Tiene la propiedad de poder minimizar vibraciones sonoras gracias al barro.
- Una de las grandes ventajas del adobe es que puede biodegradarse.
- Menor riesgo de incendios debido a que no es inflamable. (García, 2017).

“Las desventajas de esta técnica están en función del propio proceso de fabricación que puede ser lenta ya que se requieren de dos o tres semanas para poder utilizar las piezas en caso de que la producción se haga en obra. El proceso también depende de las áreas de pisado, secado y acopio, que comandarán la continuidad de producción mientras se espera que se sequen las piezas anteriores. Por lo tanto, esta técnica requiere cierta previsión de infraestructura para contar con superficies horizontales y limpias, además de zonas protegidas para evitar que el agua de lluvia afecte a la producción.” (García, 2017).

1.1.2 Propiedades físicas del adobe

Entre las propiedades más importantes del adobe están:

Contenido de humedad W (%)

Esta propiedad física es de gran utilidad y se determina de una manera sencilla, en donde se obtiene el peso de la cantidad de agua obtenida en la muestra (W_w) y el peso de la muestra en su fase sólida (W_s). Se lo expresa en porcentaje (Juárez & Rico, 2005).

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad (1)$$

Donde:

W_w = Peso de agua contenida

W_s = Peso de su fase sólida.

Compactación

Esto hace referencia a la aplicación de energías o cantidad de trabajo por unidad de volumen para lograr una reducción de espacios entre partículas sólidas en el material. Mientras mayor sea el acomodo de partículas sólidas y la expulsión de aire, mayor será su peso volumétrico. (Maldonado, Castilla & Vela, 2001.)

Absorción de agua

Se lo determina en porcentaje, en donde la prueba suele ser determinada en una balanza con un baño termostático, dependiendo la evaluación se lo hace en tiempos de 24 horas o durante más tiempo para determinar la absorción del agua en función del tiempo de inmersión. La velocidad de absorción del agua depende de la relación superficie/volumen de la pieza. Para ensayos comparativos se necesita ocupar la misma superficie, por ejemplo, pueden ser mismas probetas. (ISO 62, 2008)

La absorción de agua produce alteraciones en las características del adobe, disminuye resistencia y dureza, aumentando la tenacidad. También puede ser alterada la superficie del material como sus dimensiones. (ISO 62, 2008)

$$A = \frac{(P_{sat} - P_{sec})}{P_{sec}} * 100 \quad (2)$$

Donde:

A= Absorción

P_{sat}= Peso saturado del material. (g)

P_{sec}= Peso seco del material. (g)

Permeabilidad

Acorde a (Gómez & Camelo, 2014), la permeabilidad es la capacidad que tiene el adobe o cualquier material para que un flujo ya sea de agua o cualquier líquido que atraviese este material sin alterar su estructura interna, si logra pasar una cantidad de agua considerable en un tiempo dado, se puede considerar como material permeable y por ende impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

La velocidad con la que el fluido atraviesa este material depende de 3 factores: La porosidad del adobe; la densidad del fluido considerado afectado por su temperatura y la presión que está sometido el material (Gómez & Camelo, 2014).

Continuando con el texto de (Gómez & Camelo, 2014), para que un material pueda ser permeable se necesita que este material sea poroso, es decir que contenga espacios o

poros que permitan la absorción de fluidos. Por otro lado, también existen factores externos como fisuras las cuales pueden alterar la permeabilidad del adobe.

1.1.3 Ladrillo

El ladrillo esta entre los materiales de construcción más populares y antiguos que se usan en la actualidad, mucho se debe que dentro de sus características están su: bajo costo, una durabilidad mayor a la de otros materiales, y su facilidad para su transporte y venta. (Mark, 2002).

Su composición está determinada por varios materiales, entre esos se encuentran; silicatos de alúmina, caolín y por supuesto la arcilla, estos componentes ayudan a la consistencia del resultado final. Generalmente el ladrillo se lo realiza con arcilla quemada, sus dimensiones estándar son 9 x 9 x 19cm. La longitud debe ser 2 veces el ancho del ladrillo, su peso es de 3kg.

El uso del ladrillo se lo realiza en procesos constructivos, específicamente en los muros, en donde se puede usar como relleno ya que brinda seguridad y ayuda a soportar el peso de una gran estructura. (Mark, 2002).

1.1.4 Propiedades físicas del ladrillo

Entre las propiedades más importantes se encuentran: textura, absorción, densidad, aislamiento térmico, etc.

Aislamiento térmico

Existen características que se deben cumplir para que el ladrillo pueda ser óptimo para la construcción; su textura debe ser fina, densa y uniforme, hay que tener en cuenta el tiempo en el que el ladrillo se encuentra en el horno para su proceso de quemado ya que no se puede dejar al ladrillo sin quemar, también se debe verificar que este, no tenga fisuras, grietas o arena suelta. El ladrillo debe ser sólido, para ello se suele golpear dicho material con otro de similar magnitud o con un martillo. Debe ser resistente, se suele verificar con caídas de hasta un metro en donde el material no se

desintegre por completo. En cuanto a la absorción del agua durante un lapso de 24 horas dentro de agua no debe absorber más del 20% en peso, para trabajos más complejos se recomienda no exceder el 15%. Gracias a la presencia de arcillas el ladrillo obtiene una muy importante propiedad como es la plasticidad, ya que está en presencia del agua produce un deslizamiento de unas partículas con otras y por ende ayuda a que se pueda moldear.

Variabilidad dimensional

La prueba de variación dimensional es necesario efectuarla para determinar el espesor de las juntas de la albañilería. Debe hacerse notar que por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales (adicionales al mínimo requerido de 10 mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en 15%; asimismo, disminuye la resistencia al corte. (Aliaga, 2017)

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las normas NTP 399.613 y 399.604, (NTP E-070-2013). Los resultados están expresados en porcentaje, y se calcula mediante la siguiente fórmula, con una aproximación de 0.001mm.

$$V = \frac{ME - MP}{ME} * 100 \quad (3)$$

Donde:

V: Variabilidad dimensional (%).

ME: Medida especificada por el fabricante (mm).

MP: Medida Promedio (mm).

Alabeo

El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos

en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad (San Bartolomé, A. 1994).

Absorción

Según (Gallegos & Casabonne, 2005), denominan absorción y absorción máxima a la diferencia de peso entre la unidad mojada y la unidad seca expresada en porcentaje del peso de la unidad seca. Los resultados están expresados en porcentaje según la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Ps - Pseco}{Pseco} * 100 \quad (4)$$

Donde:

A: Absorción (%)

Ps: Peso saturado (g)

Pseco: Peso seco (g)

Succión

“De acuerdo a lo indicado en la norma E-070, consiste en medir un volumen (V1, en cm³) inicial de agua sobre un recipiente de área definida y vaciar una parte del agua sobre una bandeja, luego se apoya la unidad sobre tres puntos en la bandeja de manera que su superficie de asentamiento, esté en contacto con una película de agua de 3 mm de altura durante un minuto, después de retirar la unidad, se vacía el agua de la bandeja hacia el recipiente y se vuelve a medir el volumen (V2, en cm³) de agua; la succión normalizada a un área de 200 cm² y se calcula mediante la siguiente fórmula” (Aliaga, 2017)

$$S = \frac{200 * (Psuc - Psec)}{Area\ bruta} \quad (5)$$

Donde:

S: Succión

Psuc: Peso (g) de la unidad luego de ser sumergida en agua durante 1 minuto.

Psec: Peso seco (g) de la unidad luego de permanecer en el horno

Área Bruta: Ancho por Largo de la unidad de ladrillo (cm²).

1.1.5 Bloque

El bloque es otro de los materiales con más antigüedad y uso en la construcción; su origen fue en Inglaterra, a inicios del siglo XIX, su principal material cementado era la cal, con el tiempo y la evolución de la industria, aún se lo realiza con arena cemento y agua. A inicios del siglo XX se comenzó a realizar bloques con orificios, estos bloques los comenzaron a usar para los muros.

"El bloque (unidad de mampostería de perforación vertical), es un prisma recto de concreto prefabricado, con una o más perforaciones verticales, que se usa para construir mamposterías (por lo general muros). Esto implica que sus 6 lados deben formar ángulos rectos con los demás, y que sus perforaciones deben tener, al menos, una cuarta parte (25%) de su área bruta la que resulta de multiplicar la longitud por el ancho del bloque." (CONCRETODO, S.f.)

Para realizar un bloque de concreto en la antigüedad se usaban moldes, con el tiempo se fue avanzando con máquinas y luego se determinó que la vibración ayuda a una mayor compactación, es por eso que se pudo finalmente realizar una maquina vibradora para la elaboración de dichos bloques. La vibración es el método de asentamiento más práctico y fácil de realizarlo hasta ahora para obtener una mayor compactación en el bloque.

Una de las ventajas del bloque es que se fabrican con rapidez y también su uso en la construcción es eficaz, los materiales de fabricación son fáciles de conseguir y económicos. Por otra parte, no se pierde mucha materia prima al momento de su realización ya que tiene una uniformidad en su material, además su resistencia y durabilidad hacen de este material uno de los más importantes y comerciales a nivel

mundial. En cuanto a su superficie se debe satisfacer no solo en dimensiones, sino que también su densidad, calidad del bloque, textura superficial y acabado.

“El bloque puede definirse como una pieza prefabricada de hormigón de forma octaédrica, con una relación longitud/anchura inferior a 6, altura/longitud inferior a 1 y sin armadura alguna. El orden habitual para designar las dimensiones es longitud x altura x anchura. Podemos acotar las dimensiones de los bloques más habituales en los siguientes rangos de medidas: longitud (40 - 50 cm), altura (10 – 20cm) y anchura (10 - 30 cm)” (Andece, 2019).

1.1.6 Propiedades físicas del bloque

El bloque es un material que tiene muchas características importantes para el desarrollo de este en la construcción, entre esos esta su impermeabilidad, su resistencia al fuego, es muy compacto y por ende resistente a cargas pesadas.

Compactación

En la investigación de (Arrieta & Peñaherrera, 2001) se pudo encontrar que la compactación del bloque se produce gracias a la actividad que tiene este material con el agua, luego de usar la cantidad necesaria con el cemento, el restante tiende a evaporarse y por ende permite la aparición de una gran cantidad de poros, los cuales tienen como objetivo una compactación que dependerá de la cantidad de agua evaporada. Obviamente se busca que se pueda evaporar la mayor cantidad de agua con el fin de conseguir un concreto bien compactado.

Permeabilidad

“La impermeabilidad de un concreto es función de su compacidad. La granulometría juega un papel muy importante en la impermeabilidad. Con una granulometría continua y un elevado porcentaje de cemento, complementados por una enérgica vibración, se obtiene un concreto altamente impermeable. La absorción de humedad del concreto vibrado es aproximadamente la mitad de la correspondiente al concreto ordinario” (Arrieta & Peñaherrera, 2001)

La permeabilidad depende en su mayor parte de la granulometría y la compactación del bloque. (Arrieta & Peñaherrera, 2001)

En el bloque se necesita que estos tengan una mayor impermeabilidad para los edificios de construcción, ya que estos materiales en su mayor parte están siempre expuestos a lluvias u otros problemas que se tenga con la humedad. (Arrieta & Peñaherrera, 2001)

Una óptima impermeabilidad se obtiene con una vibración eficiente y una granulometría continua, con una cantidad exacta de cemento. Con esto se obtiene un bloque altamente impermeable. (Arrieta & Peñaherrera, 2001)

Resistencia mecánica

La resistencia mecánica del concreto es quizás el factor más importante dentro de las propiedades del mismo. La resistencia del concreto aumenta considerablemente si se aplica una vibración intensa (Arrieta & Peñaherrera, 2001).

Resistencia a la abrasión y congelamiento

La resistencia del concreto vibrado a las acciones extremas se deriva de su propia compactación; la resistencia al desgaste es mayor. Otra ventaja es su resistencia a las heladas por tener menos agua de amasado y ser más compacto (Arrieta & Peñaherrera, 2001).

1.2 Resistencia a la compresión simple de los materiales

1.2.1 Resistencia a la compresión

Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga

máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión. (Ward R. 1997).

Según (Lambe & Whitman, 2004), este es un ensayo técnico en el cual se determina la resistencia de un material o su deformación ante una fuerza perpendicular de compresión. Además, la resistencia se puede calcular dividiendo la carga máxima, por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión.

También podemos ver que (Martínez, 2012), la resistencia a la compresión en la mayoría de materiales es menor a la resistencia de tracción. La resistencia a la compresión simple también se le conoce como el esfuerzo máximo que puede soportar un material frente a una carga de aplastamiento. Esta propiedad es muy importante en los materiales ya que se puede identificar la carga máxima de falla para los materiales, en donde después de la fuerza administrada los materiales se encuentran con fracturas.

La resistencia a la compresión simple, es una medida de resistencia de la matriz rocosa, que representa el esfuerzo de compresión máximo axial, que puede soportar una muestra de material antes de ser fracturado. (Aguasco, 2007).

De una manera general, este ensayo se lo realiza sobre probetas de roca que pueden ser cúbicas o cilíndricas, con un diámetro recomendable de 50 mm, a continuación, se muestra una clasificación de las rocas según su resistencia a la compresión uniaxial.

Tabla 1.1 Resistencia a la compresión uniaxial.

Clase	Descripción	Resistencia a la compresión uniaxial		Tipo de roca
		(PSI)	(MPa)	
A	Resistencia muy alta	32000	220	Cuarcitas, diabasas. Mayoría de rocas ígneas.
B	Resistencia alta	16000-32000	110 a 220	Ciertas rocas metamórficas. Areniscas Cementadas. Lutitas resistentes. Mayoría de las calizas. Ciertas dolomitas.
C	Resistencia media	8000-16000	55 a 110	Algunas lutitas, areniscas y Calizas porosas. Esquistos y rocas metamórficas
D	Resistencia baja	4000-8000	28 a 55	Rocas porosas de baja Densidad. Areniscas Deleznables. Tufas y lutitas arcillosas. Rocas meteorizadas y químicamente alteradas de
E	Resistencias muy bajas	4000	28	Cualquier litología.

Fuente: Agcasco, 2007

Mecánica de rocas

Una definición ampliamente aceptada de la mecánica de rocas es la presentada por el Comité Nacional de Mecánica de Rocas en 1964, y complementada en 1974 (Brady & Brown, 2006), “La mecánica de rocas es la ciencia teórica y aplicada del comportamiento mecánico de la roca y macizos rocosos. Esta es la rama de la mecánica concerniente con la respuesta de la roca y macizos rocosos, a los campos de fuerza de su entorno físico”.

La mecánica de rocas hace parte del campo de la geotecnia, la cual se define como “La aplicación de la ciencia de la mecánica de suelos y rocas, ingeniería geológica y otras disciplinas relacionadas, en la construcción civil, la industria minera y la conservación del medioambiente” (Brady & Brown, 2006).

Las características mecánicas de la roca son ampliamente requeridas para el diseño y/o análisis de estructuras civiles, principalmente la resistencia última a compresión uniaxial, cohesión de la roca y ángulo de fricción interna. Estos parámetros se estiman

de forma directa, por medio de ensayos triaxiales o indirectamente a través de correlaciones (Restrepo, 2013).

Para la presente investigación fue de especial interés la resistencia del material rocoso, parámetro que se puede determinar de forma directa por el ensayo de resistencia a la compresión uniaxial, aunque dicho ensayo es simple, requiere de mucho tiempo y equipos en la preparación de los núcleos de roca a ensayar lo que lo hace costoso y elaborado (Kahraman, 2001).

En los estudios realizados por el investigador (Peng, S & Zhang, 2007); presentan correlaciones obtenidas por diferentes investigaciones en rocas del golfo de México: areniscas, esquistos, caliza y dolomita. Estas correlaciones, son el resultado de múltiples ensayos y análisis de los núcleos de rocas, lo que permite caracterizar y correlacionar los parámetros para formaciones específicas de roca.

La mecánica de rocas busca correlacionar el parámetro de resistencia a la compresión uniaxial (RCU) por medio de ensayos indirectos, que son más rápidos, económicos y que en algunos casos se pueden ejecutar en campo (Kahraman, 2001). Se ha avanzado desde entonces en el uso de correlaciones empíricas que permiten estimar la resistencia de la roca a partir de:

- Propiedades físicas de la roca.
- Ensayos indirectos sobre la roca.

Prensa hidráulica

Según (Maila & Pilicita, 2010) el ingeniero británico Joseph Bramah inventa la prensa hidráulica, y esta máquina sirvió para generar presión sobre un material o comprimirlo con el fin de obtener una deformación, también podemos cortar dichos materiales con el fin de obtener valores de fuerza sometido a materiales con gran presión. Su principio de funcionamiento cumple con la ley más elemental de la física referida a la hidráulica y neumática, fue descubierta y formulada por Blas Pascal en 1653 y denominada Ley de Pascal.

“Una prensa hidráulica consiste en dos depósitos de aceite de áreas muy distintas que se comunican por su fondo, funciona por medio de una bomba acoplada directamente

a un cilindro, y esta presenta la característica de conferir a la carrera del émbolo del cilindro una velocidad máxima cuando la presión que genera es mínima o nula y a una velocidad mínima cuando su presión es máxima, y por consiguiente generando la fuerza de trabajo a través del émbolo” (Maila & Pilicita, 2010)

“Hoy en día las prensas hidráulicas son la selección preferida en trabajos donde se requieren amplios rangos de aplicación de fuerza, en la siguiente figura se puede apreciar dos tipos distintos de prensas hidráulicas manuales” (Maila & Pilicita, 2010)



Figura 1.2. Prensa Hidráulica.

Fuente: (Maila & Pilicita, 2010)

Prensa mecánica

(Maila & Pilicita, 2010) indican el funcionamiento de una prensa mecánica en donde se tiene ya un motor dentro de la prensa, este cumple la función de hacer girar el volante que está unido al cigüeñal de la misma directamente o por medio de engranes o bandas, operándose con auxilio de un embrague de fricción. Este embrague es accionado por medio de un pedal o por un dispositivo de pulsante. El embrague se desconecta automáticamente después de cada revolución, a no ser que el operador mantenga oprimido el pedal, en cuyo caso la prensa repite el trabajo. Una biela transmite el movimiento del cigüeñal a una parte móvil de la prensa o ariete, deslizándose éste en unas guías. Después de que el embrague desconecta al volante, un freno detiene el movimiento del propio cigüeñal.



Figura 1.3. Prensa Mecánica.

Fuente: (Bavaresco, 2015)

Prensa HUMBOLDT

Tabla 1.2 Especificaciones Humboldt CM-2500.

Especificaciones HUMBOLDT modelo CM-2500-DIR.		
Apertura vertical	19.37pulgadas	49.2cm
Apertura Horizontal	9.25 pulgadas	23.5cm
Carrera del Pistón	2.5 pulgadas	6.35cm
Platina inferior, diámetro	33.2 pulgadas	21.4cm
Platina superior, día	6.5 pulgadas	16.5cm
Capacidad del depósito de aceite	2 galones	7.6 Litros
Requisitos eléctricos	115/230/1/60/50	
Peso de envío	780 lb	353 kg
Ancho total	18 pulgadas	45.7cm
Profundidad total	17 pulgadas	43.2cm
Altura Total	44.25 pulgadas	112.4cm

Fuente: Elaboración propia.

Esta prensa tiene muchas características que ayudan a la compresión básica; precisión, portabilidad, versatilidad, confiabilidad y compacidad. Esto le convierte en una maquina ideal para pruebas de campo o laboratorio, está fabricada con acero estructural y crucetas de acero sólido. (Humboldt Mfg. Co.)

1.2.2 Resistencia a la compresión simple del adobe

Para determinar la resistencia a la compresión simple de los materiales se los debe calcular con muestras, ya que este material se lo puede hacer de diferentes maneras y mejorarlos con otros materiales como paja. En el siguiente ejemplo se determina una comparación entre el adobe mejorado con paja y el adobe sin paja, en donde se puede determinar diferentes esfuerzos en los materiales.

Según los análisis realizados por (Mendoza, Limay, & Lopez, 2014) se obtuvieron resultados tanto para el adobe con paja y el adobe sin paja. Recordar que las piezas tienen que ser completamente secas para realizar la prueba. Esta evaluación se realizó con 4 unidades de adobe con paja y 4 unidades sin este material. La composición del adobe fue de arcilla (entre 10 y 20%), limo (entre 15 y 25%) y arena (entre 55 y 70%). En cuanto al adobe con paja se le incluyo $\frac{1}{4}$ de fardo para la mezcla, dando como resultado 12 kg/cm^2 .

Como resultados de este análisis se puede obtener que el adobe con paja es mucho más resistente que el adobe sin paja en un 97%. Con valores que oscilan el 0.98 (este es un valor de radio promedio de la resistencia del adobe con paja) aproximadamente y siendo constante, mientras que el adobe sin paja tuvo valores variados desde 0.98 hasta 0.87 el cual brinda una menor estabilidad y menor confiabilidad.

1.2.3 Resistencia a la compresión simple de los ladrillos

Los especímenes son unidades secas, sobre cuyas superficies de asiento se coloca una capa, luego se aplica la carga vertical a una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25 mm/min ; o, en todo caso, se controla la velocidad de carga de manera que se llegue a la rotura en unos 3 a 5 minutos (San Bartolomé, A. 1994).

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectúan los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las normas NTP 399.613 y 339.604. La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ($f'b$) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

$$fb = \frac{Carga\ Max}{AreaBruta} \quad (6)$$

$$f'b = fb - \sigma v \quad (7)$$

Donde:

Fb: Esfuerzo a la compresión

Carga Max: Carga (kg)

Área Bruta: Ancho por Largo de la unidad de ladrillo (cm²)

1.2.4 Resistencia a la compresión simple del bloque

Para la determinación de la resistencia a la compresión de un bloque, se efectúan los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 & 339.604.

La resistencia característica a compresión axial del bloque ($f'b$) se obtiene restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra. La resistencia a la compresión es la principal propiedad de la unidad de albañilería. Valores altos en la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Valores bajos, son señal de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable, pero debe destacarse que esta es una propiedad difícil de determinar de manera adecuada, debido a la gran variedad de formas y dimensiones de las unidades, especialmente la altura que impide relacionar los resultados de compresión con la verdadera masa que compone la unidad. Estos son efectos de la forma y esbeltez variadas de cada unidad de albañilería además de las restricciones ocasionadas por los cabezales de la máquina de compresión, que modifica el estado de esfuerzos en la unidad. Cuanto menor sea la altura para la misma masa y forma mayor será la resistencia. De esta manera podemos decir que la resistencia a la compresión,

tal como se mide actualmente en el ensayo de compresión estándar, es función no solo de la resistencia intrínseca de la masa, sino de la altura del testigo y de su forma. Consecuentemente, los valores obtenidos son solo indicativos generales del comportamiento estructural de diferentes unidades cuando integran la albañilería asentada con mortero o llenas con concreto líquido. Asimismo, su durabilidad debe ser analizada conjuntamente con los ensayos de absorción máxima y coeficiente de saturación. De diferentes estudios realizados, se ha determinado además que existe una relación directa, con escasa dispersión, entre densidad y resistencia a la compresión. A mayor densidad mayor será la resistencia de la unidad (Gallegos & Casabonne, 2005).

1.3 Tipos de adobe

1.3.1 Adobe artesanal

Este adobe se realiza a mano con técnicas artesanales como su nombre lo especifica, por ende, suelen ser de diferentes dimensiones y el secado es al ambiente. También existe el adobe artesanal básico el cual es similar, pero solo es incluido el barro con adición de agua, sin cocer. (Prieto, B. 2008)

1.3.2 Adobe artesanal estabilizado naturalmente

Al adobe artesanal, se lo suelen integrar ciertos materiales naturales que actúan como estabilizadores para mejorar su resistencia a la compresión, impermeabilidad, estos materiales son: goma de tuna, sangre de toro, paja, cascara de arroz, estiércol de vaca, etc. (Prieto, B. 2008)

1.3.3 Adobe artesanal estabilizado con minerales

Es el adobe al cual se le añade diferentes estabilizantes minerales para mejorar su resistencia a la compresión e impermeabilidad tales como la cal, yeso, cemento, etc. (Prieto, B. 2008)

1.3.4 Adobe compactado

“Pieza de albañilería generalmente en forma de paralelepípedo rectangular, obtenida por compresión estática o dinámica de tierra húmeda, seguida de un desmolde inmediato, y que puede contener estabilizantes o aditivos para alcanzar o desarrollar las características particulares de los productos”. (Norma Española UNE 41410, 2008).

1.3.5 Adobe estabilizado

Con el transcurso del tiempo diversas personas e instituciones de todo el mundo han intentado mejorar las características físicas y mecánicas de los bloques de adobe, adicionando a la mezcla de arcilla la arena, agua, componentes naturales e industrializados con el único objetivo de dotar a los bloques de tierra una mayor resistencia estructural. Según (Sherwood, 1992), las propiedades más importantes que se deben mejorar con la estabilización son:

- **Resistencia:** el incremento de resistencia aumenta la estabilidad y la capacidad de carga.
- **Estabilidad del volumen:** proporciona el control de los procesos de hinchamiento y colapso causado por los cambios de humedad.
- **Durabilidad:** una mayor durabilidad aumenta la resistencia a la erosión, responde de manera más eficaz a los cambios climáticos.
- **Permeabilidad:** la reducción de la permeabilidad y por lo tanto de circulación de agua mejora la estabilidad.

1.4 Tipos de ladrillos

Según (Aliaga, 2017): los diferentes tipos de unidades de albañilería se los identifica según el área neta, medida en proporción a la superficie bruta de la cara del asiento, y en las características de los alveolos. Los diferentes tipos de ladrillos no tienen que ser con el tamaño o la materia prima con la que se elaboran, es decir, para el mismo tipo puede elaborarse ladrillos o bloques.

1.4.1 Unidades sólidas o macizas

Son las que no tienen huecos o, en todo caso, presentan alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento que cubren un área no mayor al 30% del área de la sección bruta en el mismo plano (Aliaga, 2017)



Figura 1.4. Ladrillo sólido o macizo.

Fuente: (Aliaga 2017)

1.4.2 Unidades huecas

Unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano. En esta categoría se clasifican los bloques de concreto vibrado (empleados en la albañilería armada) y también, las unidades con muchas perforaciones (Aliaga, 2017)



Figura 1.5. Ladrillo con huecos.

Fuente: (Aliaga, 2017)

1.4.3 Ladrillos con perforación vertical (PV)

Según (Puentes, 2021) estos ladrillos son procesados industrialmente con perforaciones perpendiculares a la cara o en la superficie en la cual se asienta en el muro, el área de dichas perforaciones no debe exceder el 65% del área total de la sección.

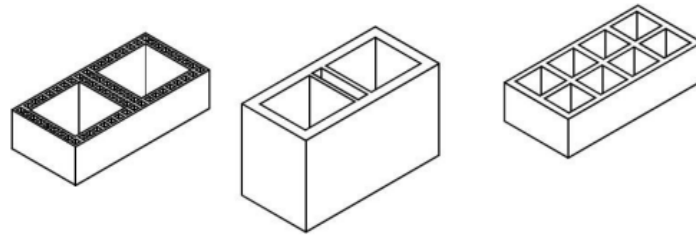


Figura 1.6. Perforación vertical del ladrillo.

Fuente: (Puentes, 2021)

1.4.4 Ladrillos con perforación horizontal (PH)

En este caso las perforaciones, celdas u orificios son paralelos a la superficie en donde se asienta el muro. (Puentes, 2021)

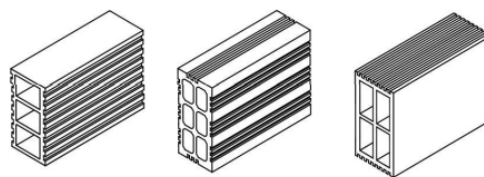


Figura 1.7. Ladrillos con perforación horizontal.

Fuente: (Puentes, 2021)

1.5 Tipos de bloque

Dentro de los tipos de bloques se encuentran bloques de concreto u hormigón con diferencias físicas que a continuación se indicaran.

Según (Andece, 2019), podemos encontrar distintos tipos de bloques, estos pueden distinguirse según su densidad o según la geometría (estos son los más comunes). A continuación, la descripción de cada uno de estos.

1.5.1 Según la densidad

“Los bloques de áridos densos, son piezas prefabricadas a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos, naturales y/o artificiales, con o sin adiciones y aditivos, incluidos pigmentos en casos de que se le quiera dotar de un color diferente, sin armadura alguna y con una densidad seca absoluta normalmente comprendida entre 1.700 kg/m^3 y 2.400 kg/m^3 ” (Andece, 2019).

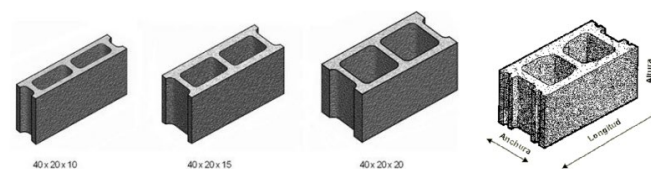


Figura 1.8. Bloques de áridos densos.

Fuente: Andece (2019)

“Los bloques de hormigón de áridos ligeros, son piezas prefabricadas a base de cemento, agua y áridos (de los cuales al menos aproximadamente un 40% en volumen son áridos ligeros), con o sin adiciones y aditivos, incluidos pigmentos, con dimensiones generalmente menores a los bloques de áridos densos y con una densidad seca absoluta inferior a 1.700 kg/m^3 ” (Andece, 2019).

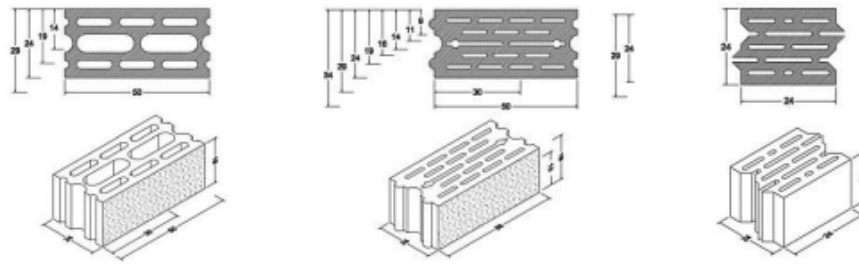


Figura 1. 9. Bloques de hormigón de áridos ligeros.

Fuente: (Andece, 2019)

1.5.2 Bloque hueco liso

Bloque con distintos tipos de acabado superficial.

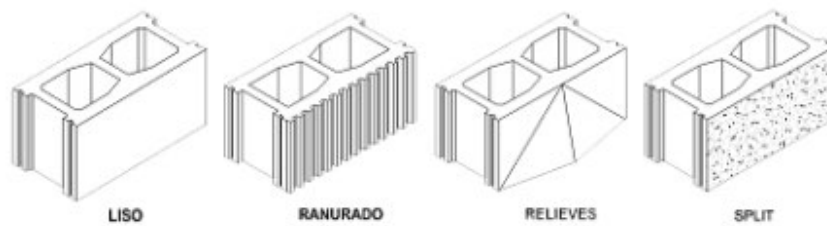


Figura 1. 10. Bloques huecos lisos.

Fuente: (Andece, 2019)

1.5.3 Bloque multicamara

Se emplea normalmente en aplicaciones que requieran una mejora del comportamiento acústico y térmico, aunque se aumente el peso de los elementos.

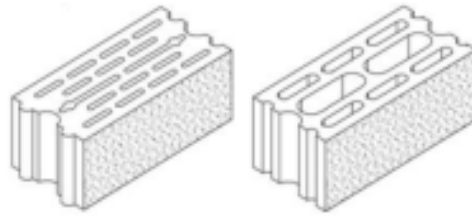


Figura 1.11. Bloque multicámara.

Fuente: (Andece, 2019)

1.5.4 Bloque de encofrado

“Los bloques de encofrado se utilizan para la realización de muros o tabiques para rellenarse con hormigón o mortero in situ. Pueden además incorporar aislamiento térmico adicional para mejorar su prestación energética, y el hormigón puede fabricarse con incorporación de virutas de madera en la mezcla para aligerar el peso” (Andece, 2019)

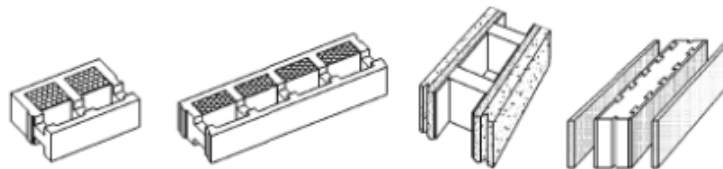


Figura 1.12. Bloque de encofrado.

Fuente: (Andece, 2019).

1.5.5 Piezas especiales

“Piezas de zuncho y dintel: tipo de pieza en forma de canal, simple o doble, destinada a servir de encofrado permanente a un dintel o a una cadena de atado. Exteriormente, la primera de estas piezas no se diferencia de las otras, lo que permite mantener la continuidad del aparejo sin acusar dichos refuerzos. Existen también bloques tipo tabiquillos, con paredes laterales con ranuras verticales de manera que puedan abatirse fácilmente, con el fin de permitir el paso de la armadura del zuncho” (Andece, 2019)

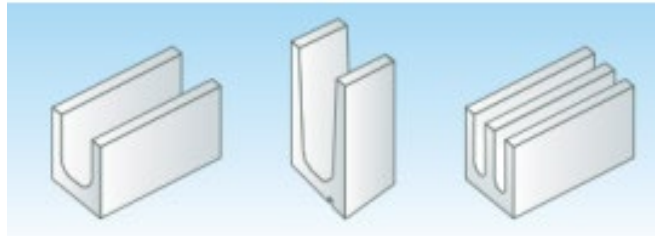


Figura 1.13. Bloques en formas especiales.

Fuente: (Andece, 2019).

Pieza de esquina en L: ayuda a resolver uniones en esquina de muros, cuando el espesor de la fábrica es menor o mayor que la mitad de la longitud del bloque (Andece, 2019).

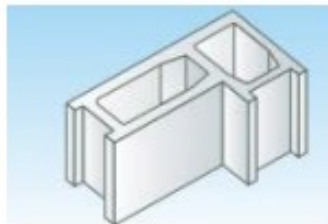


Figura 1.14. Bloque de esquina en L.

Fuente: (Andece, 2019).

1.5.6 Bloques con nuevos acabados

Además de los conocidos relieves geométricos en la superficie del bloque, como la punta de lanza o lo acanalados y estriados, obtenidos directamente desde el molde de fabricación, existen en la actualidad diversos procesos que proporcionan multitud de acabados superficiales diferentes. (Andece, 2019)

1.5.7 Bloque coloreado

Una de las primeras modificaciones realizadas sobre el bloque original, fue el coloreado del mismo mediante el mero empleo de colorantes como aditivos del hormigón. (Andece, 2019)

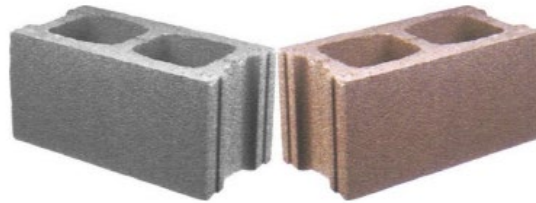


Figura 1.15. Bloque coloreado.

Fuente: (Andece, 2019)

CAPÍTULO 2

EXPERIMENTACIÓN

2.1. Número de muestras y preparación

Para la experimentación de esta tesis, se necesitó 30 muestras de adobe, ladrillo y bloque. Estas muestras deben tener las mismas dimensiones es por eso que se realizaron moldes de 5x5x10 cm para poder obtener muestras finales del mismo tamaño. Se realizó esto debido a que se necesitaba identificar la resistencia a la compresión simple de los 3 materiales en igualdad de condiciones para hacer una comparativa de estos resultados.

A continuación, se detalla cómo se realiza cada uno de los materiales.

2.2. Adobe

Este material se lo realiza con 70% de arena, 30% arcilla, luego este material se lo deja en agua, para poder tener un material moldeable, para finalmente dejar que este material se seque y se acomode por 20 días más o menos, el tiempo puede variar ya que lo que en realidad se necesita es que el material sea muy homogéneo al final. Esto ayuda a su secado para que obtenga una mayor resistencia el adobe compactado. Una “prueba” a simple vista puede ser que este adobe no tenga fisuras, o que tenga una presión con la mano y no se destruya.



Figura 2.1. Muestras de adobe.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de tener nuestras muestras de adobe se prosiguió a realizar las pruebas de resistencia a la compresión en la prensa, para esto se necesitó los moldes para que la fuerza se pueda ejercer de manera completamente vertical hacia el adobe. En la siguiente imagen se muestra cómo es que se colocaba las muestras en los moldes y luego en la prensa para su debida evaluación a la resistencia.



Figura 2.2. Muestra de adobe introducida en la prensa.

Fuente: Elaboración propia.

La función de la prensa es realizar una presión perpendicular desde arriba hacia abajo, y llegar al punto de fractura del adobe. Como se indica en la siguiente imagen.



Figura 2.3. Fractura del adobe en la prensa.

Fuente: Elaboración propia.

Cuando se llega a la fractura se identifica la fuerza en la maquina ya sea en kgf o en kN, para finalmente retirar la muestra de la prensa y continuar con el proceso en las siguientes muestras. Las fuerzas del adobe variaban entre 80 kgf hasta los 190 kgf, esto se debe a que, en la mayoría de muestras, la prensa detectaba una fractura mínima que no se ha podido ver físicamente.



Figura 2.4. Resultado en la prensa del adobe.

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación a la compresión simple se llevó las 30 muestras al laboratorio donde se usó la maquina HUMBOLDT de compresión simple que se observa a continuación. Con esta máquina se obtuvo el valor de la fuerza con la que se fractura la muestra. Se determina el resultado de las muestras en kilogramos fuerza. (kgf), y con este valor se determina la resistencia a la compresión simple.



Figura 2.5. Maquina Humboldt.

Fuente: Elaboración propia.

2.3.Ladrillo

El ladrillo tiene como principal material la arcilla, a la cual se le añade agua, ya que tiene una capacidad de absorción de agua de hasta un 70% de su peso en agua, esto genera que el material sea moldeable, luego de realizar la forma del ladrillo, se lo lleva a una etapa de secado o cocción y este material adquiere mayor solidez en el secado, al perder agua por el secado, disminuye el peso del ladrillo.

En nuestro caso se lo realizo con un porcentaje del 38% de arcilla negra, 35% de arcilla amarilla, y 20% de arcilla roja y 7% de agua. Luego se procedió a moldear los ladrillos secar en el sol y finalmente se lo quemo en el horno durante 14 horas.



Figura 2.6. Muestras de ladrillos.

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que el adobe, luego de tener las muestras listas para la determinación de la resistencia a la compresión en la prensa se realizó el mismo proceso de introducción del ladrillo en los moldes para que entren de manera perpendicular a la prensa y así evaluar los resultados de resistencia obtenidos.



Figura 2.7. Fractura del ladrillo en la prensa.

Fuente: Elaboración propia.

En este caso también se verifica los valores obtenidos en la pantalla de la máquina, en donde existen valores variables, y luego se prosigue a la determinación de sus resultados para este material, el cual es determinado en kgf.

2.4. Bloque

Finalmente, el bloque se lo realiza con materiales como arena, cemento, grava y a esto se le añade agua. La unión de estos materiales nos da como resultado un bloque de color gris con una textura final y esta tiene una resistencia muy alta.

En nuestro caso se lo realizo con chasqui o también conocido como pomex el cual tiene una cantidad de 45.09% también contiene 39.86% de polvo, 8 % de cemento y 7.05% de agua.



Figura 2.8. Muestras del Bloque.

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que los otros 2 materiales se colocaron las 30 muestras en los moldes para la intervención en la prensa. Para obtener la resistencia a la compresión simple.

Aquí se puede verificar las resistencias de cada una de las muestras y se puede determinar con mayor determinación ya que el bloque es un material más fuerte.



Figura 2.9. Fractura del bloque.

Fuente: Elaboración propia.

2.5. Propiedades físico-mecánicas del adobe

Las propiedades físicas del adobe son varias entre ellas, las más importantes son la densidad, porosidad, absorción capilar y permeabilidad. A continuación, se muestra el proceso para la obtención de la densidad.

Esta propiedad es la más importante en los materiales ya que con este dato se pueden obtener varios datos como peso específico, también sirven para determinar la humedad acumulada. Por ende, nos enfocamos en esta propiedad para dejar sentadas las densidades de estos materiales.

2.5.1. Densidad del adobe

Para determinar esta propiedad, de las muestras ya fracturadas se obtuvieron 5 muestras de menor tamaño al azar. Estas muestras debían ser de menor tamaño para poderlas introducir en la probeta que se mostrará a continuación, como estas muestras ya estaban fracturadas se prosiguió a determinar su peso como se muestra a continuación en la imagen.



Figura 2.10. Peso del adobe.

Fuente: Elaboración Propia.

Luego de conocer el peso de las muestras, estas se llevan a la probeta en la cual se tiene un volumen marcado, esto con el fin de que cuando se hunda la muestra se pueda

ver el aumento del volumen en el agua y por ende determinar el volumen final del material. A continuación, se puede observar lo explicado en la figura.



Figura 2.11. Introducción del adobe en la probeta.

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Propiedades físico mecánicas del ladrillo

Al igual que el adobe el ladrillo tiene como una de las propiedades más importantes la densidad. La cual se proseguirá a determinar con los materiales ya obtenidos de las fracturas de la resistencia a la compresión.

2.6.1. Densidad del ladrillo

Así mismo se prosigue a realizar el mismo proceso en el ladrillo. Al igual que el adobe, se extrajeron 5 muestras de ladrillo de los restos de las muestras fracturadas.



Figura 2. 12. Muestras del ladrillo.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, en la figura 2.13 se determina el peso del material y finalmente se obtiene el volumen en la probeta como se realizó anteriormente con el adobe.



Figura 2.13. Determinación del volumen del ladrillo.

Fuente: Elaboración propia.

2.7. Propiedades físico mecánicas del bloque

Para poder realizar una comparación óptima de los diferentes tipos de materiales, se determinó la densidad del bloque con el fin de tener resultados con los que se puedan trabajar y determinar la relación entre estos materiales.

2.7.1. Densidad del bloque

Finalmente, de la misma manera se realiza el proceso para la determinación de la densidad del bloque. Se obtuvieron 5 pedazos del material, para luego continuar con el cálculo del peso y finalmente el cálculo del volumen. Como se muestra en las siguientes figuras.



Figura 2.14. muestras del bloque.

Fuente: Elaboración propia



Figura 2.15. Peso de la muestra del Bloque.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación se buscó la determinación de valores de resistencia a la compresión simple del adobe, ladrillo y bloque para la comparación de los mismos y determinar cuál de estos materiales tiene un mejor rendimiento en cuanto a la fuerza ejercida.

Para la compresión simple usamos muestras de igual tamaño y una maquina HUMBOLDT modelo: CM-2500-DIR

3.1.Comparación de las propiedades físico-mecánicas del adobe frente al ladrillo y bloque

3.1.1. Resistencia a la compresión del adobe

A continuación, comenzamos a detallar los resultados de cada uno de los materiales primero con el adobe.

Tabla 3.1 Resistencia a la compresión simple del adobe.

Resistencia a la compresión simple del ADOBE				
Numero de Muestra	Fuerza (kgf)	Área (cm ²)	Fuerza kgf/cm ²	Resistencia (MPa)
#1	191	25	7,64	0,75
#2	138	25	5,52	0,54
#3	96	25	3,84	0,38
#4	67	25	2,68	0,26
#5	108	25	4,32	0,42
#6	192	25	7,68	0,75
#7	115	25	4,6	0,45
#8	150	25	6	0,59
#9	78	25	3,12	0,31
#10	83	25	3,32	0,33
#11	89	25	3,56	0,35
#12	158	25	6,32	0,62
#13	92	25	3,68	0,36
#14	135	25	5,4	0,53
#15	122	25	4,88	0,48
#16	192	25	7,68	0,75
#17	181	25	7,24	0,71
#18	221	25	8,84	0,87
#19	23	25	0,92	0,09
#20	130	25	5,2	0,51
#21	221	25	8,84	0,87
#22	140	25	5,6	0,55
#23	220	25	8,8	0,86
#24	186	25	7,44	0,73
#25	40	25	1,6	0,16
#26	117	25	4,68	0,46
#27	30	25	1,2	0,12
#28	89	25	3,56	0,35

#29	124	25	4,96	0,49
#30	139	25	5,56	0,55
			PROMEDIO	0,51

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla se puede determinar la fuerza en varias unidades, en donde se buscó la resistencia en mega pascales, la unidad de mayor uso a la hora de trabajar. La resistencia media obtenida del adobe arrojó un resultado de 0.51MPa. El cuál es el menor resultado de la resistencia frente a los materiales que se presentan a continuación.

3.1.2. Resistencia a la compresión simple del ladrillo

Luego de realizar la fractura de todas las muestras en el laboratorio, se pudo determinar los siguientes valores de resistencia a la compresión del ladrillo.

Tabla 3.2 Resistencia a la compresión simple del ladrillo.

Resistencia a la compresión simple del LADRILLO				
Numero de Muestra	Fuerza (kgf)	Área (cm ²)	Fuerza kgf/cm ²	Resistencia (MPa)
#1	1007	25	40,28	3,95
#2	1049	25	41,96	4,12
#3	645	25	25,8	2,53
#4	1256	25	50,24	4,93
#5	514	25	20,56	2,02
#6	813	25	32,52	3,19
#7	493	25	19,72	1,93
#8	868	25	34,72	3,41
#9	719	25	28,76	2,82
#10	864	25	34,56	3,39
#11	952	25	38,08	3,74
#12	1274	25	50,96	5,00
#13	1160	25	46,4	4,55
#14	789	25	31,56	3,10
#15	947	25	37,88	3,72
#16	892	25	35,68	3,50
#17	974	25	38,96	3,82
#18	921	25	36,84	3,61
#19	970	25	38,8	3,81
#20	893	25	35,72	3,50
#21	869	25	34,76	3,41
#22	980	25	39,2	3,85
#23	963	25	38,52	3,78
#24	856	25	34,24	3,36
#25	870	25	34,8	3,41
#26	1028	25	41,12	4,03
#27	965	25	38,6	3,79
#28	942	25	37,68	3,70
#29	895	25	35,8	3,51

#30	976	25	39,04	3,83
			PROMEDIO	3,58

Fuente: Elaboración propia.

Con una resistencia media de 3.58MPa la resistencia a la compresión del ladrillo está en medio entre los materiales expuestos a estas pruebas, ya que es mayor al adobe y menor a la resistencia del bloque que se verá a continuación.

3.1.3. Resistencia a la compresión simple del bloque

Seguidamente se presenta los valores obtenidos en la resistencia a la compresión del bloque. Que como se anticipó sus valores de resistencia son mayores como se puede observar en la tabla a continuación.

Tabla 3.3 Resistencia a la compresión simple del Bloque.

Resistencia a la compresión simple del BLOQUE				
Numero de Muestra	Fuerza (kgf)	Área (cm ²)	Fuerza kgf/cm ²	Resistencia (MPa)
#1	1813	25	72,52	7,11
#2	1718	25	68,72	6,74
#3	1901	25	76,04	7,46
#4	1735	25	69,4	6,81
#5	1961	25	78,44	7,69
#6	2331	25	93,24	9,15
#7	2275	25	91	8,93
#8	1519	25	60,76	5,96
#9	1670	25	66,8	6,55
#10	1960	25	78,4	7,69
#11	1653	25	66,12	6,49
#12	1789	25	71,56	7,02
#13	1511	25	60,44	5,93
#14	2183	25	87,32	8,57
#15	2146	25	85,84	8,42
#16	2586	25	103,44	10,15
#17	2413	25	96,52	9,47
#18	2329	25	93,16	9,14
#19	1985	25	79,4	7,79
#20	2077	25	83,08	8,15
#21	1581	25	63,24	6,20
#22	2146	25	85,84	8,42
#23	1821	25	72,84	7,15
#24	2275	25	91	8,93
#25	2185	25	87,4	8,57
#26	2063	25	82,52	8,10
#27	2215	25	88,6	8,69
#28	2176	25	87,04	8,54
#29	1938	25	77,52	7,60

#30	2067	25	82,68	8,11
			PROMEDIO	7,85

Fuente: Elaboración propia.

Con una resistencia media de 7.85MPa, finalmente se indica que la resistencia a la compresión simple del bloque tiene valores mayores a los materiales antes propuestos.

3.2.Análisis e interpretación de datos

3.2.1. Resistencia de los materiales

Debido a diferentes factores ya sea de elaboración o los componentes que son parte de estos materiales como el adobe, ladrillo y bloque. Se puede ver y analizar que, en cuanto a la resistencia a la compresión simple, el adobe es el menos resistente, esto también se debe a que el molde final no termina de compactarse del todo bien, mientras que el ladrillo y el bloque tienen una mayor compactación a la hora de su elaboración.

Como análisis se puede determinar que la fuerza ejercida en el bloque es muy alta a comparación con el adobe, el cual tiene esfuerzos mínimos de resistencia, otra manera de ver la compacidad de estos materiales es al momento de observar sus fracturas, en donde se determina que el adobe era destruido por completo, mientras que la muestra de ladrillo y adobe rara vez se veía esto, sino más bien se veían fisuras y fracturas leves al momento de su falla en las pruebas de resistencia a la compresión simple.

3.2.2. Densidad de los materiales

Como se puede observar en las siguientes tablas vemos que el adobe tiene una densidad mayor al ladrillo y al bloque, esto se debe a que el adobe es mucho más liviano que el ladrillo y bloque, por lo tanto, ocupa más volumen que los demás materiales, es decir, el ladrillo y el bloque pueden tener el mismo volumen que el adobe pero menos peso.

Tabla 3.4 Densidad del adobe.

Densidad del Adobe			
Muestra	Peso	Volumen	Densidad
1	19g	8cm ³	2.37g/cm ³
2	27g	16cm ³	1.68g/cm ³
3	24g	10cm ³	2.4g/cm ³
4	26g	12cm ³	2.16g/cm ³
5	17g	8cm ³	2.13g/cm ³
	PROMEDIO		2.15g/cm ³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.5 Densidad del ladrillo.

Densidad del Ladrillo			
Muestra	Peso	Volumen	Densidad
1	16g	8 cm ³	2g/cm ³
2	12g	6 cm ³	2g/cm ³
3	18g	9 cm ³	2g/cm ³
4	22g	10 cm ³	2.2g/cm ³
5	21g	10 cm ³	2.1g/cm ³
	PROMEDIO		2.06g/cm ³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.6 Densidad del bloque.

Densidad del Bloque			
Muestra	Peso	Volumen	Densidad
1	12g	8 cm ³	1.5g/cm ³
2	12g	8 cm ³	1.5g/cm ³
3	21g	16 cm ³	1.3g/cm ³
4	23g	15 cm ³	1.53g/cm ³
5	15g	8 cm ³	1.87g/cm ³
	PROMEDIO		1.54g/cm ³

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Presentación de resultados

Como se puede determinar en la tabla 3.7 verificamos aspectos importantes de los materiales que se usan en la construcción, en esta tesis se pudo determinar las ventajas y desventajas que tienen cada uno de estos materiales en cuanto a su uso en la industria de la construcción. Y en cuanto a su resistencia y densidad podemos decir que estos materiales varían bastante en sus valores ya que sus composiciones son distintas y dependen de su manera de elaboración.

Tabla 3.7 Resultados.

Resultados de pruebas			
	Adobe	Ladrillo	Bloque
Densidad promedio (g/cm ³)	2,15	2,06	1,54
Resistencia Promedio (MPa)	0,51	3,58	7,85

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 3.1 nos damos cuenta que el adobe tiene una mayor densidad frente al ladrillo y al bloque, esto se debe a que el adobe es más pesado en cada una de las muestras que se obtuvieron, mientras que el bloque es el material más liviano.

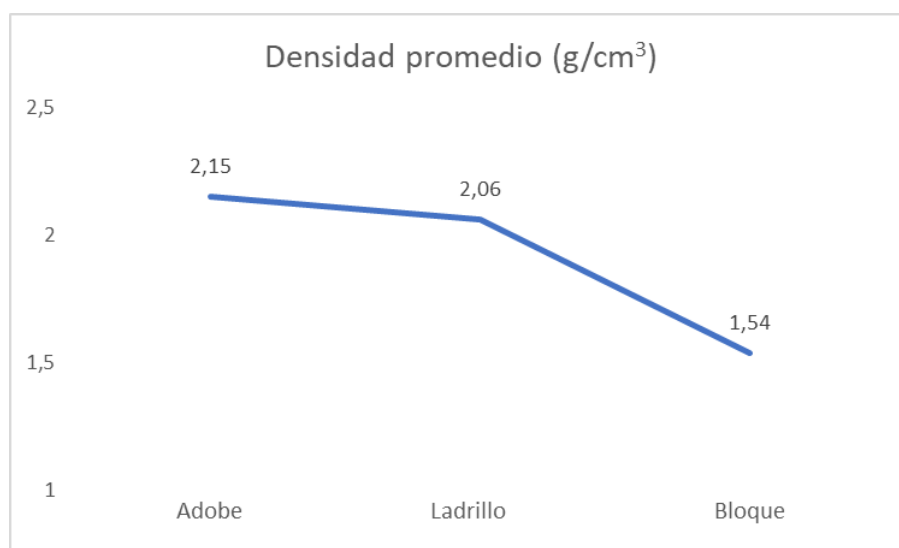


Figura 3.1. Densidad promedio

Fuente: Elaboración propia.

En cambio, en la resistencia de estos materiales, como se puede ver en la figura 3.2 la situación cambia, ya que el bloque es el material con mayor resistencia a diferencia del ladrillo y del adobe, que tienen menores resistencias.

Esta situación pasa, debido a la materia prima, compactación y elaboración de estos materiales. El lodo es un material mucho más pesado que la arcilla en el caso del ladrillo y que el cemento en el caso del bloque. Por otro lado, su elaboración varía ya que el adobe se lo realiza de una manera artesanal, no se puede compactar del todo bien, mientras que el bloque se lo realiza ya con maquinaria.

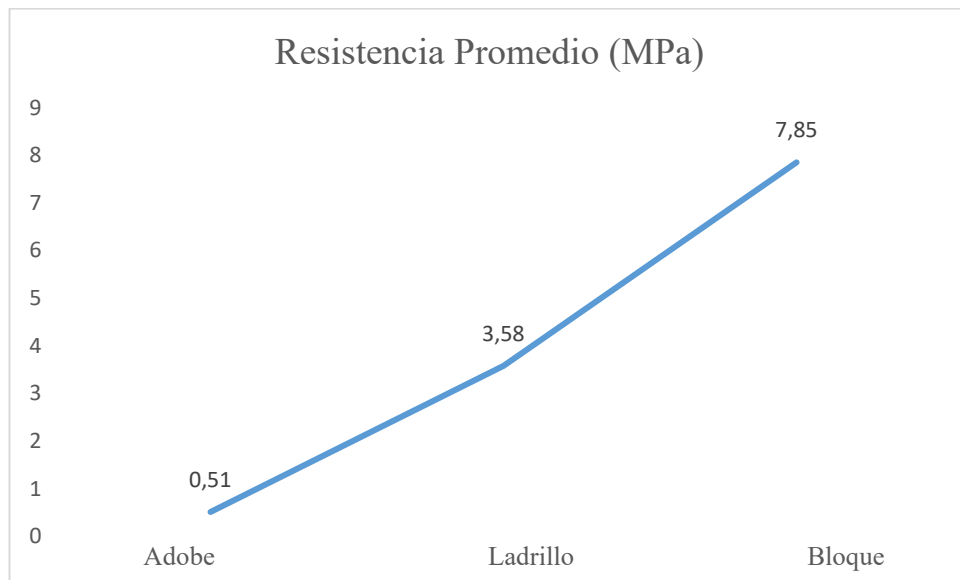


Figura 3.2. Resistencia Promedio

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El adobe como material para construcción puede presentar diversas condiciones que pueden ser positivas y negativas, debido a su propiedad de mantener y conservar el calor en el interior, siendo este un aspecto muy positivo, además se puede ver como otro aspecto positivo que su elaboración no se necesita de máquinas o de hornos para su secado, su elaboración a mano es una gran ventaja. Por otro lado, la filtración, su resistencia y su mayor densidad hacen que este sea un material no tan utilizable actualmente.
- En cuanto al ladrillo es el más utilizado entre estos materiales ya que tiene una resistencia a la compresión importante, no es la mayor, pero es considerable para cualquier trabajo de resistencia, también tiene propiedades físicas importantes como resistencia térmica o compactación, por lo que este material sea el más utilizado en la industria de la construcción.
- La resistencia del ladrillo es inferior a la del bloque.
- El precio del ladrillo está en 0.25ctvs de dólar en promedio por lo que es el material más barato entre los 3 para trabajar, por este motivo también es que se lo comercializa de mejor manera.
- En cuanto al bloque, a priori podría ser el más fácil de escoger por su precio, que varía entre los 0.35 y 0.50 centavos de dólar. Su elaboración, resistencia y sus propiedades mecánicas son óptimas para la construcción.
- Podemos decir que, en propiedades físicas, principalmente en lo referido a la compactación del bloque, este ayuda a conservar propiedades de abrasión al fuego o de permeabilidad, pero este material no absorbe calor ni lo conserva como el adobe y el ladrillo.

Recomendaciones

- Estas pruebas fueron realizadas con los materiales de construcción comunes como ladrillo, bloque y adobe; en la elaboración de los mismos no se añadieron materiales para mejorar su resistencia o compactación.
- Con respecto al adobe se puede mejorar su resistencia o compactación con materiales que se puede adicionar como paja y arcillas en cantidades superiores a las convencionales.
- El ladrillo también puede ser mejorado, y aunque es un material altamente resistente y de menor densidad que el adobe, su calidad depende en su mayoría de su cocción en el horno.
- En el caso del bloque este material se lo puede mejorar con pómez, entre otros aditivos, los cuales pueden mejorar su resistencia y su capacidad térmica.
- Verificar que los moldes estén bien hechos; al momento de sacar las muestras de los moldes hacerlo con precaución para no alterar ni dañar estas muestras, ya que si no se cumple con esto, se alterarán los resultados al momento de usar la prensa.
- Identificar los valores correctos y las unidades que nos da la prensa para obtener datos exactos para la elaboración de tablas de comparación.
- Si se vuelve a trabajar con dichos materiales para la determinación de resistencias en prensas, se recomienda realizar muestras de mayor volumen, para tener mejores resultados.
- Tener una cantidad de muestras considerables, ya que algunas por lo general no reflejan un correcto valor final, y si no se tiene una gran cantidad de muestras podrían alterar los resultados finales.
- Actualizar cada cierto tiempo el costo de estos materiales ya que podrían mejorar sus procesos de producción y disminuir o aumentar los costos de materia prima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga, G. (2017). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales de la ciudad de Celendin. Cajamarca.
- Andece. (2019). Muros de bloques y ladrillos de hormigón . Madrid .
- Arrieta, J., & Peñaherrera, E. (2001). Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. Lima.
- ASTM C127 - 04. (2005). Método de Ensayo Normalizado para Determinar la densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Gruesos. Estados Unidos.
- Bavaresco, G. (2015). Prensas. GABP.
- CONCRETODO. (s.f.). Cómo Construir Con Concretodo. Volumen 3, pag.4. Recuperado el 25 de Agosto de 2015, de Mampostería De Bloques De Concreto: <http://www.concretodo.com/pdf/mamposteriabloques.pdf>
- Cotrino-Mendoza, A., Limay-Silva, W., & Lopez-Alejandria, D. (2014). Comparación de la resistencia a la compresión de unidades de adobe sin paja con unidades de adobe con paja en Cruz Blanca-Cajamarca. Cajamarca.
- Gomez, K., & Camelo, D. (2014). Estudio de la permeabilidad en suelos arenosos contaminados con aguas aceitosas en una estratificación mediante un modelo físico a escala reducida. Bogotá.
- ISO 62. (2008). Determination of water absorption.
- Juárez, E., y Rico, A. (2005). Mecánica de Suelos. México: Limusa.
- Lambe, T. W. y Whitman, R. V. (2004). Mecánica de Suelos. Limusa S.A.
- Maila, C., & Pilicita, J. (2010). Diseño y fabricación de una máquina para ensayos de compresión en madera con capacidad de quince toneladas. Quito.
- Maldonado, L., Castilla, F., & Vela, F. (2001). Rendimiento y coste energético en la construcción de cerramientos de fábrica de adobe y bloque de tierra comprimida. España: Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional.
- Moscoso-Cordero, M. S. (2010). EL ADOBE, SUS CARACTERÍSTICAS Y EL CONFORT TÉRMICO . Transformando comunidades hacia el desarrollo local , 72-73.

NTP. 399.613. (2003). Métodos de Muestreo y ensayo de unidades de albañilería. Lima Perú.

NTP E-070 (2013) Norma técnica E.070 Albañilería. Lima Perú.

Puentes, D. (2021). Analisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla como elemento constructivo proveniente de fabricas ubicadas en la zona norte del departamento del Valle del Cauca en Colombia. Barranquilla.

San Bartolome, A. (1994). Construcciones de albañilería - Comportamiento Sismico y Diseño Estructural. Primera Edicion. . Lima.

Tiburcio Martínez, J. (2012). Comportamiento y Laboratorio de Suelos I. Guerrero.

ANEXOS

Anexo 1. Prensa para determinar fuerza de fractura.



Anexo 2. Muestra de bloque luego de su punto de fractura en la prensa.



Anexo 1. Material luego de la fractura.



Anexo 2. Ladrillo luego de su punto de fractura.



Anexo 3. Muestras de adobe antes de su introducción a la prensa.



Anexo 4. Muestra de adobe, luego su punto de fractura en la prensa.



Anexo 5. Probeta con la cual se pudo calcular el volumen de las muestras.



Anexo 6. Muestras de adobe para determinar peso específico.



Anexo 7. Muestras de ladrillo para determinar volumen y peso específico.

