



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del cumplimiento de estándares de calidad de mampuestos según normativa. Caso de estudio: viviendas de interés social en Machala

**CARRION TINOCO MARIA FERNANDA
INGENIERA CIVIL**

**DIAZ OCHOA DANIELA ESTHER
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación del cumplimiento de estándares de calidad de
mampuestos según normativa. Caso de estudio: viviendas de interés
social en Machala**

**CARRION TINOCO MARIA FERNANDA
INGENIERA CIVIL**

**DIAZ OCHOA DANIELA ESTHER
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTOS TÉCNICOS

**Evaluación del cumplimiento de estándares de calidad de
mampuestos según normativa. Caso de estudio: viviendas de
interés social en Machala**

**CARRION TINOCO MARIA FERNANDA
INGENIERA CIVIL**

**DIAZ OCHOA DANIELA ESTHER
INGENIERA CIVIL**

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

**MACHALA
2024**



TITULACION_CARRION-DIAZ

3%
Textos sospechosos



< 1% Similitudes

< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

2% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: TITULACION_CARRION-DIAZ.pdf
ID del documento: b43a5a83118b0ec7ed560c7ece81c06ecc58cf8e
Tamaño del documento original: 334 kB
Autores: []

Depositante: JORGE PAUL CABRERA GORDILLO
Fecha de depósito: 7/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 7/2/2025

Número de palabras: 7244
Número de caracteres: 46.500

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.investigarmqr.org https://www.investigarmqr.org/ojs/index.php/mqr/article/view/1536	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)
2	scielo.senescyt.gob.ec http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rns/v6n1/2631-2654-rns-6-01-00150.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)
3	repositorio.utc.edu.ec Elaboración de ladrillos ecológicos a base de Politétileno para... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4513/3/PI-000745.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
4	Documento de otro usuario #309396 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
5	Documento de otro usuario #b17bd4 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Las que suscriben, CARRION TINOCO MARIA FERNANDA y DIAZ OCHOA DANIELA ESTHER, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación del cumplimiento de estándares de calidad de mampuestos según normativa. Caso de estudio: viviendas de interés social en Machala, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

CARRION TINOCO MARIA FERNANDA

0705718997

DIAZ OCHOA DANIELA ESTHER

0750560294

DEDICATORIA

A mi Mica en el cielo quien siempre me apoyó e incentivó a ser una profesional, hoy su deseo empieza a cumplirse y me guía en cada paso que doy. A mi abuelito Miki, quien ha sido mi apoyo incondicional desde siempre. A mi madre, quien con amor me ha enseñado el valor del esfuerzo, trabajo y simplemente sin ella no lo hubiese logrado. A mi padre, quien me ha enseñado con amor a creer en mí para lograr alcanzar mis metas con sabiduría y perseverancia. Ambos son pilares fundamentales de todos mis logros. A mis tíos, Henry, Marianela y Margarita, este trabajo es un tributo al apoyo que me han brindado durante estos años de estudio, que me han llevado hasta donde hoy estoy.

María Fernanda Carrión Tinoco

A mi padre Wilfrido, a mi madre Elivania y a mi hermana Ximena por confiar en mí y estar a mi lado en cada logro o dificultad y a todas las personas familiares y amigos que de una u otra manera me han dado la mano cuando lo necesité.

Daniela Esther Diaz Ochoa

AGRADECIMIENTO

Nuestra más sincera gratitud a Dios por guiarnos en cada paso del camino, a nuestra familia por su apoyo incondicional, a la Universidad Técnica de Machala y la Facultad de Ingeniería Civil por la oportunidad de obtener un título profesional, a los docentes por compartir sus conocimientos a lo largo de cada periodo lectivo, a nuestro tutor Ing. Paúl Cabrera por su paciencia y supervisión en el desarrollo de este trabajo y a todos nuestros amigos, familiares y personas cercanas que han contribuido para llegar hasta el último paso de este camino.

RESUMEN

Este proyecto evalúa el cumplimiento de los estándares de calidad en mampuestos utilizados en viviendas de interés social en Machala, Ecuador. Se realizaron ensayos de laboratorio en ladrillos, bloques de hormigón, baldosas cerámicas y morteros, con el objetivo de analizar su resistencia a la compresión, absorción de agua, densidad y contenido de humedad en comparación con las normativas NTE INEN aplicables. Los resultados mostraron que ninguno de los mampuestos evaluados cumplió totalmente con los estándares mínimos de calidad, a excepción de las baldosas cerámicas, que demostraron conformidad con la normativa vigente. En particular, los bloques de hormigón utilizados en mampostería no estructural alcanzaron solo el 85.29% y 27.83% del requisito normativo de resistencia a la compresión. Asimismo, los ladrillos ensayados presentaron una resistencia promedio de 5.79 MPa, incumpliendo el valor mínimo de 8 MPa establecido por la norma. En cuanto a los morteros, los empleados en pega y enlucido en los proyectos analizados mostraron deficiencias en su resistencia mecánica, afectando su desempeño en obra. Se concluye que es esencial establecer controles de calidad en la producción y uso de mampuestos en proyectos de interés social, con la finalidad de garantizar su durabilidad y seguridad estructural. Se recomienda que los constructores y proveedores implementen ensayos periódicos de control de calidad en los materiales empleados, asegurando que los productos comercializados cumplan con los requisitos normativos para su aplicación en viviendas seguras y funcionales.

Palabras claves: mampostería, mampuestos, bloques de hormigón, ladrillos cerámicos, resistencia a la compresión, absorción de agua, norma INEN, vivienda de interés social.

ABSTRACT

This project evaluates compliance with quality standards in masonry used in low-income housing in Machala, Ecuador. Laboratory tests were carried out on bricks, concrete blocks, ceramic tiles and mortars in order to analyze their compressive strength, water absorption, density and moisture content in comparison with the applicable NTE INEN standards. The results showed that none of the evaluated masonry blocks fully complied with the minimum quality standards, with the exception of the ceramic tiles, which showed compliance with current regulations. In particular, the concrete blocks used in non-structural masonry reached only 85.29% and 27.83% of the normative requirement for compressive strength. Likewise, the bricks tested presented an average resistance of 5.79 MPa, not complying with the minimum value of 8 MPa established by the standard. As for the mortars, those used in the projects analyzed showed deficiencies in their mechanical resistance, affecting their performance on site. It is concluded that it is essential to establish quality controls in the production and use of masonry in social interest projects, in order to guarantee their durability and structural safety. It is recommended that builders and suppliers implement periodic quality control tests on the materials used, ensuring that the products marketed comply with the quality requirements of the project.

Key Words: masonry, masonry blocks, concrete blocks, ceramic bricks, compressive strength, water absorption, INEN standard, social housing.

ÍNDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. Antecedentes (Línea base del proyecto)	11
1.2. Descripción de la Situación problemática (Causas y efectos)	13
1.3. Formulación del problema (preguntas científicas).....	15
1.4. Delimitación del objeto de estudio.....	16
1.5. Justificación.....	17
1.6. Objetivos	18
1.6.1. Objetivo General	18
1.6.2. Objetivos Específicos	18
CAPITULO II.....	19
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES CONTEXTUALES	19
2.1.1. MACRO	19
2.1.2. MESO	20
2.1.3. MICRO	20
2.2. ANTECEDENTES CONCEPTUALES.....	22
2.2.1. Mampostería	22
2.2.2. Mampuestos.....	22
2.2.3. Bloques	22
2.2.3.1. Bloques Macizos	22
2.2.3.2. Bloques Huecos	22
2.2.4. Ladrillos.....	22
2.2.5. Baldosas Cerámicas.....	23
2.2.6. Adoquines.....	23
2.2.7. Morteros	23
2.2.8. Control de calidad	23
2.2.9. Norma Técnica Ecuatoriana INEN.....	24
2.2.10. Ensayos.....	24

2.2.11.	Resistencia a la compresión	24
2.2.12.	Absorción	25
2.2.13.	Densidad	25
2.2.14.	Contenido de humedad	25
2.2.15.	Saturación	25
2.2.16.	Espesor equivalente	25
2.2.17.	Porcentaje sólido	26
2.2.18.	Viviendas de interés social	26
2.3.	ANTECEDENTES REFERENCIALES	26
CAPITULO III.....		28
3.	METODOLOGIA.....	28
3.1.	Modalidad básica de la investigación	28
3.2.	Tipo de investigación	28
3.3.	Población y muestra	29
3.4.	Métodos empíricos con los materiales utilizados.....	30
3.5.	Técnicas de procesamiento de los datos obtenidos	38
CAPITULO IV		39
4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	39
4.1.	Análisis e interpretación de resultados obtenidos	39
CONCLUSIONES		46
RECOMENDACIONES.....		47
REFERENCIAS.....		48
ANEXOS		53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estado de las paredes exteriores de las viviendas	11
Tabla 1 Continuación	12
Tabla 2 Materiales de paredes exteriores de las viviendas	12
Tabla 3 Movimientos en masa – Susceptibilidad cantón Machala	12
Tabla 4 Ensayos de laboratorio previstos	24
Tabla 6 Descripción del proceso metodológico	28
Tabla 7 Detalle de muestras a ensayar	29
Tabla 8 Resistencia a la compresión de bloques	39
Tabla 9 Bloques de hormigón de acuerdo a su uso	39
Tabla 10 Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón	40
Tabla 11 Resistencia a la compresión de ladrillos	40
Tabla 12 Absorción de ladrillos	41
Tabla 13 Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad	41
Tabla 14 Resistencia a la compresión de baldosas cerámicas	42
Tabla 15 Resistencia a la compresión de morteros de muestra	42
Tabla 16 Resistencia a la compresión de morteros realizados	43
Tabla 17 Cantidades de los materiales	43
Tabla 18 Resistencia mínima a la compresión de morteros	43
Tabla 19 Absorción, densidad y contenido de humedad de bloques	44
Tabla 20 Absorción máxima de agua en bloques	44

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1 Pared de ladrillo artesanal	14
Figura 2 Acabados interiores	14
Figura 3 Modelo de escalera	15
Figura 4 Árbol de problemas	15
Figura 5 Cantón Machala	16
Figura 6 Saturación de bloques	30
Figura 7 Secado de bloques en horno	31
Figura 8 Ensayo de resistencia a la compresión en ladrillos	35
Figura 9 Secado de ladrillos en horno	36

INTRODUCCIÓN

Importancia del tema

Las viviendas de interés social se caracterizan por su valor de adquisición accesible, con la finalidad de satisfacer las necesidades habitacionales de la creciente población con medios a bajos ingresos, sin embargo, para ciertas construcciones este aspecto conlleva a limitar la calidad de sus materiales, como los mampuestos, afectando las condiciones de habitabilidad de los residentes, confort y seguridad. Por lo tanto, dentro de su construcción es de vital importancia desarrollar controles de calidad rigurosos para los mampuestos utilizados que garanticen el cumplimiento de los estándares técnicos que se rigen dentro de la zona de estudio.

Un proceso de control de calidad adecuado da como resultado estructuras más duraderas, además, resistentes a los daños ambientales y sísmicos característicos de la ciudad de Machala.

Actualidad de la problemática

En la actualidad, el crecimiento poblacional da paso a un incremento de proyectos habitacionales de forma acelerada, a la vez que genera un requerimiento significativo de los mampuestos. Ante la necesidad de cubrir esta demanda en determinadas ocasiones, los proveedores ofertan materiales de bajos estándares que abastecen el mercado disminuyendo el tiempo de espera de los compradores.

Con el afán de culminar el proceso constructivo de las viviendas en el menor tiempo posible y sin considerar la situación expuesta, los profesionales encargados continúan sus labores sin verificar el estado de los materiales a utilizar, esto ocasiona daños a corto y largo plazo asociados a la durabilidad y calidad de la vivienda entregada.

Estructura del trabajo

El contenido desarrollado se dividirá con el siguiente esquema:

En el capítulo I se detalla el planteamiento del problema, identificando la realidad actual con respecto al crecimiento poblacional y el proceso constructivo en viviendas de interés social.

El capítulo II compone el marco teórico que aborda el tema de estudio desde una perspectiva bibliográfica para identificar los antecedentes conceptuales y contextuales y la recopilación de información referencial que servirá de guía para la obtención de resultados en el producto final.

En el capítulo III se plantea la metodología usada, detallando los métodos empíricos tales como: ensayos, cálculos y técnicas de procesamiento de información obtenida para su posterior análisis.

Y finalmente en el capítulo IV, se encuentran los resultados obtenidos mediante la metodología descrita en el capítulo III, además de una comparativa con los valores establecidos en normativas vigentes según la propiedad física y el mampuesto.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes (Línea base del proyecto)

La implementación de infraestructura sostenible garantiza a la comunidad viviendas dignas para un desarrollo adecuado, conforme al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Machala 2019-2030, el acceso a una vivienda deberá integrar buenas condiciones de habitabilidad, así como garantizar calidad en la construcción, acceso poblacional, posesiones legales y un espacio que se encuentre catalogado como un terreno urbano para el desarrollo residencial (*PDOT Machala, 2022*).

Es necesario la aplicación de un sistema ordenado que asegure un equilibrio cultural, social, urbano, ecológico y económico. En lo que respecta a ordenamiento territorial, relaciona varios factores que no deben pasarse por alto, como es la preservación del medio ambiente, buen uso de las lotizaciones, optimización en el uso del suelo, sostenibilidad social y económica y el mejoramiento del bienestar social de los habitantes.

El acceso limitado a una vivienda de la población Machaleña debido a factores económicos es un problema constante, como medida de mitigación a esta situación se ofertan proyectos de viviendas de interés social, sin embargo, se deben tener presentes ciertos aspectos importantes como la calidad de los elementos con la que se construyen estas iniciativas residenciales.

Tomando como referencia los datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, se conoce que el cantón Machala cuenta con 245.972 habitantes. Además, con respecto a las viviendas registradas, se ha logrado plasmar una clasificación del estado de las paredes exteriores y determinar el material predominante con que son construidas, teniendo así una idea general de lo que se puede encontrar en campo.

Los resultados se detallan en la Tabla 1 y 2, a continuación:

Tabla 1 Estado de las paredes exteriores de las viviendas

Estado de las paredes exteriores	Casos	%
Buenas	23.334	50,40%
Regulares	26.143	40,75%

Tabla 2 Continuación

Estado de las paredes exteriores	Casos	%
Malas	5.683	8,86%
Total	64.160	100%

Fuente: INEC /SNI 2010

Tabla 3 Materiales de paredes exteriores de las viviendas

Material de paredes exteriores	Casos	%
Hormigón	12.077	18.82%
Ladrillo o bloque	44.398	69.20%
Adobe o tapia	113	0.18%
Madera	1.560	2.43%
Caña revestida o bahareque	2.860	4.46%
Caña no revestida	3.000	4.68%
Otros materiales	152	0.24%
Total	64.160	100%

Fuente: INEC /SNI 2010

Cabe mencionar que la superficie total de la ciudad de Machala se encuentra en una zona de alta intensidad sísmica según la geomorfología del Plan de Ordenamiento Territorial de Machala, a continuación, en la Tabla 3 se detalla la extensión y el porcentaje de la susceptibilidad de movimientos en masa con relación al área total del cantón:

Tabla 4 Movimientos en masa – Susceptibilidad cantón Machala

Descripción	Área (ha)	%
Susceptibilidad Baja a Nula	18452,06	49,50
Susceptibilidad Media	1555,06	4,17
Susceptibilidad Muy Baja	15488,98	41,55
Cuerpos de Agua	1778,74	4,77

Fuente: IGM /SNI 2010

Un sismo reciente suscitado el 18 de marzo de 2023, tuvo como resultado daños severos en la infraestructura de algunas viviendas, lo que sugiere que debería existir mayor rigurosidad en el proceso constructivo.

1.2.Descripción de la Situación problemática (Causas y efectos)

Las viviendas de interés social en la ciudad de Machala resultan para cierta parte de la ciudadanía la mejor opción para adquirir una casa propia, expandiendo su calidad de vida y patrimonio. Tras esta situación hay aspectos que no permiten a los residentes de estas construcciones obtener una vivienda de excelencia en cuanto a cualidades de sus materiales durante el proceso constructivo.

En nuestro medio existen ingenieros civiles que llevan a cabo su labor con gran profesionalismo e integridad, que se ven reflejados al término de construcción de una obra a su cargo. Por otro lado, existen también profesionales con ausencia de transparencia al momento de la ejecución de obra de una vivienda, afectando directamente a las personas que adquieren sus propiedades.

Además, la oferta de calidad de los materiales de construcción en la ciudad de Machala es limitada lo que restringe en ocasiones a utilizar materiales de baja categoría para la gestión constructiva provocando una severa afectación a la durabilidad de la vivienda y comodidad de sus habitantes, que implica gastos por reparaciones a corto o largo plazo y reduce la vida útil del proyecto.

En última instancia, la verificación del cumplimiento de especificaciones propuestas en la Normativa Ecuatoriana de la Construcción para los mampuestos utilizados en la construcción de viviendas suele ser desatendido ocasionalmente debido a la fiabilidad del responsable del proyecto en su proveedor, sin haberse realizado ensayos de laboratorio que demuestren el comportamiento adecuado de las propiedades de los materiales.

Para conocer de primera mano el objeto de estudio se realiza una visita de campo en las afueras de la ciudad de Machala, donde se lleva a cabo la construcción de un proyecto de viviendas de interés social, se evidencia mediante fotografías los detalles del proceso constructivo y el resultado final. Se aplica la técnica del ladrillo visto para exteriores (figura 1), que consiste en no aplicar enlucido sino únicamente limpiar el excedente de mortero de las juntas y pulir el ladrillo para posteriormente dejar un terminado brillante e impermeabilizado.



Figura 1 Pared de ladrillo artesanal

Fuente: Autores

En los interiores se realiza divisiones con bloques livianos, unidas mediante un mortero con relación cemento arena de 1:2, y posteriormente enlucido, por otro lado, para las losas se utiliza concreto con resistencia a la compresión de 210 kg/cm².

Para el acabado de los pisos y escalera, se observó la colocación de cerámica, como se muestra (figuras 2 y 3). De igual manera, en exteriores algunas viviendas son decoradas con adobe y otras con cerámica.



Figura 2 Acabados interiores

Fuente: Autores



Figura 3 Modelo de escalera

Fuente: Autores

A continuación, se resume la problemática descrita mediante el esquema presentado: (ver figura 4).

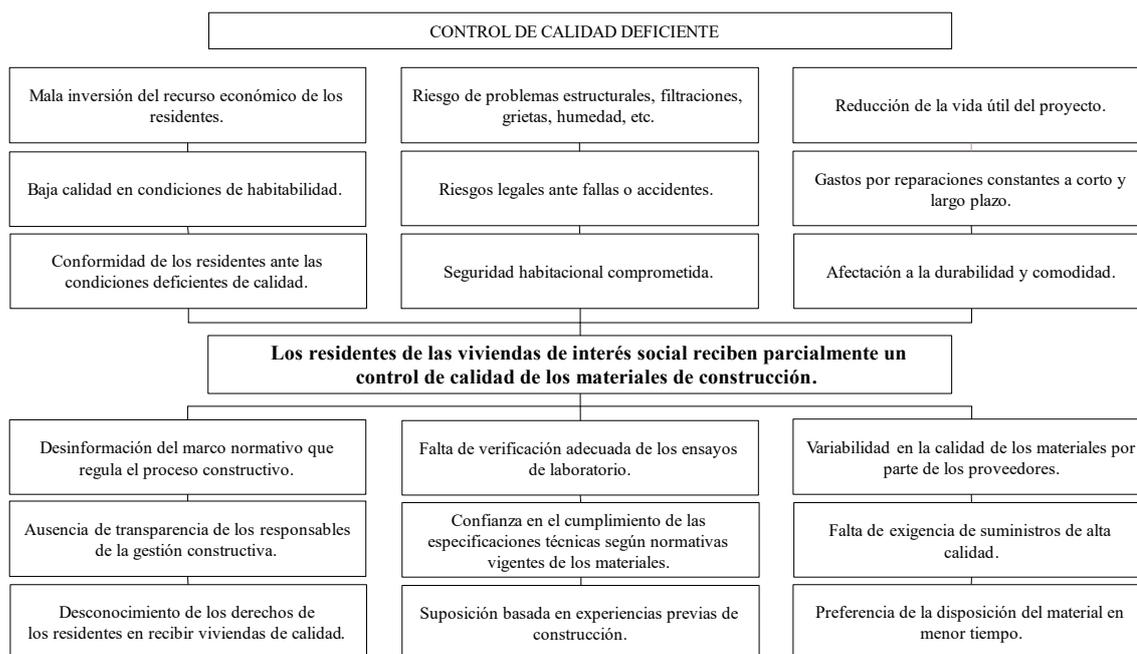


Figura 4 Árbol de problemas

Elaboración: Autores

1.3. Formulación del problema (preguntas científicas).

Actualmente, existe una amplia variedad de materiales de construcción, mismos que son utilizados en las diferentes obras civiles que se ejecutan diariamente, por tal razón, se

presenta una serie de incógnitas relacionadas con los mampuestos en viviendas de interés social.

1. ¿Los materiales utilizados en la mampostería de las viviendas de interés social cumplen con las especificaciones técnicas de la normativa ecuatoriana de la construcción?
2. ¿Cuáles son los procedimientos que permiten determinar la calidad de los materiales de construcción?
3. ¿Cuáles son las principales afectaciones que se aprecian en las viviendas de interés social?
4. ¿Para qué sirve la distinción de la calidad de los mampuestos?

1.4. Delimitación del objeto de estudio

En el presente estudio se analizarán los resultados obtenidos de la aplicación de los ensayos de laboratorio a los diferentes mampuestos comercializados y utilizados en la construcción de viviendas de interés social en la Ciudad de Machala, de manera que, se pueda determinar sus características técnicas y establecer un control de calidad de acuerdo con lo especificado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

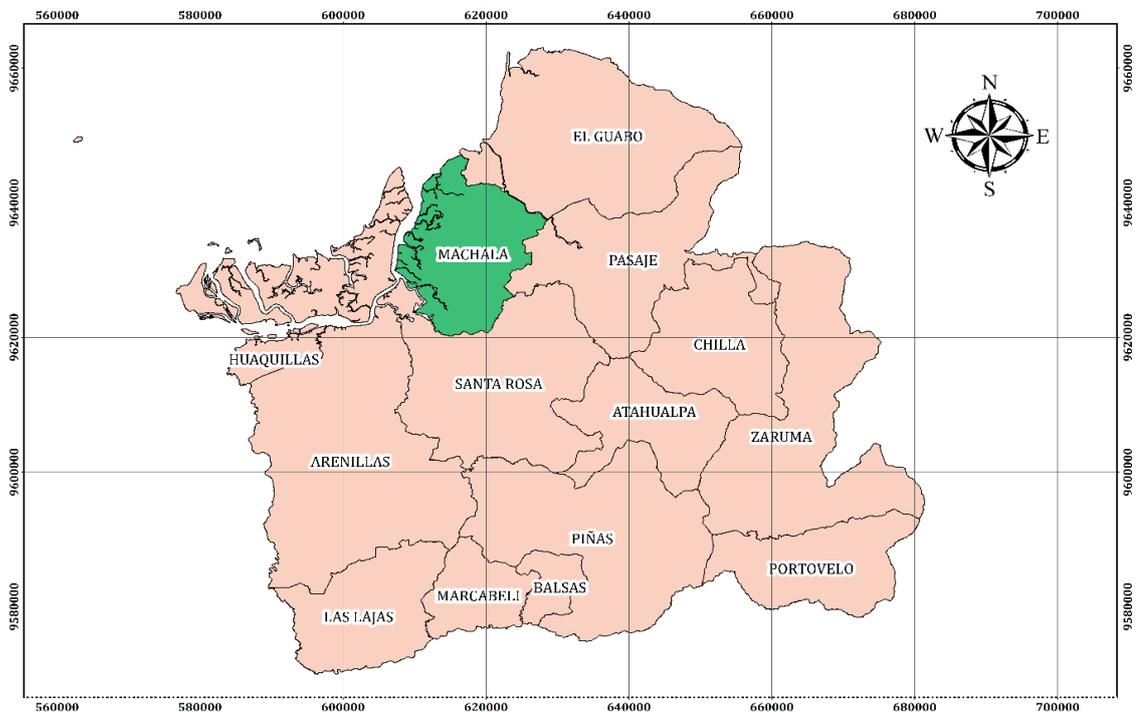


Figura 5 Cantón Machala

Elaboración: Autores

1.5. Justificación

Las garantías de calidad y flexibilidad de una vivienda son primordiales para el diseño y ejecución del proyecto, de tal manera se asegura la satisfacción de los habitantes y la vida útil (Intriago-Plaza et al., 2020). Las condiciones de habitabilidad juegan un papel fundamental en una sociedad, por lo tanto, es importante considerar una serie de factores para garantizar un cumplimiento adecuado a corto y largo plazo, por lo que resulta necesaria la elección de materiales acorde a lo recomendado en la normativa.

El diseño y regulación de los mampuestos utilizados presentan una considerable variabilidad con respecto a las normativas, por lo que sin una estandarización clara respecto a dimensiones y especificaciones técnicas se afecta a la calidad y seguridad de las edificaciones, de manera que genera incertidumbre sobre la confiabilidad de los materiales que se emplean en el levantamiento de un proyecto. (Schildkamp et al., 2020)

Para asegurar que se cumplan estándares y requisitos de los materiales utilizados en las viviendas, se realiza un control de calidad, diseñado para garantizar fiabilidad de la construcción ofertada a la ciudadanía. De esta forma, se contribuye al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Machala 2019-2030 cumpliendo uno de sus objetivos, siendo este, el acceso de la población a vivienda de calidad óptima.

El crecimiento demográfico en la ciudad de Machala es evidente, esto conlleva a la necesidad de la población en adquirir viviendas. Las viviendas de interés social representan un sinónimo de calidad a menor precio consideradas accesibles para la ciudadanía. Pese a esto, siempre se debe procurar garantizar que la gestión constructiva sea llevada a cabo con todos los estándares de calidad para la comodidad, durabilidad y certeza de cumplimiento de la vida útil de la residencia.

Para salvaguardar los aspectos mencionados, se pretende realizar un control de calidad adecuado, con base en la normativa para verificar la categoría en la se encuentran los mampuestos ofertados en la ciudad de Machala y utilizados en las viviendas de interés social. La realización del presente trabajo forma parte del proceso educacional para la obtención del Título Profesional de Ingeniero/a Civil en la Universidad Técnica de Machala.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Analizar los mampuestos utilizados en la construcción de viviendas de interés social mediante un control de calidad, a través de los ensayos de laboratorio correspondientes según la normativa, que garantice el grado de cumplimiento de los requerimientos establecidos.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Analizar los requerimientos para la evaluación de mampuestos mediante medios bibliográficos que permitan realizar un control de calidad adecuado.
- Evaluar la calidad de los mampuestos mediante ensayos de laboratorio en viviendas de interés social de la ciudad de Machala.
- Determinar el grado de cumplimiento de los estándares de calidad de los mampuestos según normativa.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES CONTEXTUALES

2.1.1. MACRO

(Shaqour et al., 2021) en su trabajo realizado en la ciudad de Benisuef, Egipto exhibe el proceso para determinar la calidad de ladrillos fabricados a base de una mezcla con arcilla saturada durante 20 días y arena. El proceso que propone para definir sus propiedades mecánicas consiste en la realización de ensayos de absorción de agua y resistencia a la compresión a los 21 días de ser elaborados, los 5 especímenes utilizados tuvieron dimensiones de 2.5*2.7*5.2 cm³ y para la prueba de absorción las muestras fueron sumergidas en agua durante 24 horas previas a ser ensayadas. Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores establecidos en la norma reguladora del país, como conclusión se determina que los valores se muestran por encima de los estándares.

En el trabajo experimental de (Nasr et al., 2020) realiza la fabricación de un mortero a base de cemento, arena, agua y aditivos con el fin de demostrar el adecuado control para verificar el efecto y calidad basándose en múltiples ensayos, dando como resultado las propiedades del mortero en dos diferentes etapas, fresco y fraguado. Según normativas internacionales tales como la ASTM C1437 que es considerada aplicable al mortero fresco, por el contrario, para el mortero ya endurecido el ensayo que se emplea es el de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y absorción de agua. Considerando como referencia la edad de prueba a los 28 días, donde el concreto alcanza su máxima resistencia y utilizando probetas de 50 mm para los ensayos respectivos. En el caso del ensayo de resistencia a flexión se contabilizaron prismas de 160 mm. Luego de romper los prismas de resistencia a la flexión en dos partes simétricas estas se usaron para realizar la prueba de absorción de agua, tal como lo contempla la norma ASTM C642 siendo la indicada para determinar la absorción de agua del mortero.

En el estudio de (Akintola et al., 2024) evaluó la calidad de mampuestos elaborados artesanalmente en Limpopo, Sudáfrica con el objetivo de determinar el cumplimiento de la normativa SANS 227:2007 de diferentes lugares locales que se dedican a la elaboración y distribución, obteniendo como resultado un rango de resistencia a la compresión entre 2.9 y 3.8 MPa, además la absorción del agua con una variación entre 13% y 16%.

2.1.2. MESO

En Santander, Colombia el trabajo de (García-León et al., 2021) se examinan las propiedades físicas y mecánicas mampuestos cerámicos, se resalta también el proceso de elaboración en tres etapas: la preparación, el moldeo y la cocción de la pasta cerámica. Se determina en base a sus atributos mecánicos y físicos como se condicionan según las composiciones minerales de las arcillas y algunos aditivos que suelen ser usados en su técnica.

(Becerra-Duitama et al., 2022) de la Universidad de Juan de Callesanos en Colombia, presenta una evaluación de las propiedades físicas y mecánica de adoquines de hormigón con porcentajes de agregado grueso reciclado del 15%, 30% y 45% considerando las disposiciones del ACI para el diseño y cálculo de la mezcla, y la norma técnica colombiana NTC 2017 para requisitos y características acorde al uso proyectado del mampuesto. Para verificar el cumplimiento de estos se realizaron ensayos de absorción, densidad y flexo-tracción a los 28 días de curado, y finalmente como resultado indica una densidad aparente adecuada, un porcentaje de absorción mayor y el comportamiento de falla por fractura.

En el desarrollo de su artículo en Veracruz, México, (Moreno Vázquez et al., 2024) analiza la resistencia a compresión simple del mortero a través de diferentes muestras que combinan otros agregados incluyendo además la dosificación recomendada por la norma mexicana propia de su país con la finalidad de contrastar la variación de los resultados y determinar una alternativa más eficiente.

En el estudio realizado por (Muñoz Pérez et al., 2023), se destaca la importancia de realizar ensayos de control de calidad en el concreto para conocer el desempeño del material ante la presencia de residuos de ladrillo, para esto llevó a cabo pruebas de resistencia a la compresión, densidad y absorción de los diferentes porcentajes de sustitución asignados, lo que reflejó que un límite en el cual se cumplen con los parámetros mínimos y permite optar por alternativas más eficientes mientras sea de forma controlada.

2.1.3. MICRO

(Bernal Jiménez et al., 2024) como parte de su trabajo de investigación realizado en Quito, evalúa 10 muestras de bloques de hormigón elaborados por una empresa proveedora de

la zona mediante la ejecución de ensayos de laboratorio, de manera primordial, la resistencia a la compresión. Tras obtener los resultados de los esfuerzos netos, lleva a cabo la implementación de una campana de Gauss, promedio de resultados, desviación estándar, dispersión de datos y finalmente determina la resistencia promedio y mínima. También expone que algunos proveedores de bloques no cumplen con curado óptimo a los 28 días, por ello, tomando en consideración que los bloques salen al mercado a tan solo 8 días de ser elaborados, se manifiesta que las pruebas de laboratorio se realizaron a los 7 días para verificar su cumplimiento del 80% de la resistencia promedio según la normativa NTE INEN 3066.

La investigación realizada por (Lopez et al., 2024) aborda la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales producidos en la comuna Sancán, Jipijapa con la finalidad de realizar un control exhaustivo a la calidad de los materiales. Para esto se llevaron a cabo ensayos de laboratorio de resistencia a la compresión y absorción a 5 muestras de ladrillos de arcilla, para la primera prueba los especímenes se sumergieron en agua durante 15 minutos antes de ser colocados en la prensa y para la segunda prueba se saturaron durante 24 horas. Finalmente se realiza una comparativa de los valores de resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla y los estándares establecidos en la NTE INEN 294, demostrando el cumplimiento adecuado de la normativa.

Del artículo “Resistencia a la compresión y flexión de bloques elaborados a base de cangahua, cal, arcilla y paja” se rescata su estudio de resistencia a la compresión y flexión de bloques creados a partir de materiales presentes en las construcciones tradicionales del Ecuador, los ensayos dieron como resultado una caracterización acorde a la normativa vigente. (Viera Paulina et al., 2023)

(Contreras et al., 2023) en su estudio realizado en Ambato analiza el impacto del uso de agregado reciclado de hormigón en la resistencia a la compresión del material con el objetivo de reducir los residuos de construcción y promover edificaciones sustentables, como parte de su metodología evalúa muestras para compararlas con el hormigón tradicional y obtuvo como resultado valores cercanos a los establecidos en los estándares de diseño.

2.2. ANTECEDENTES CONCEPTUALES

2.2.1. Mampostería

Según (Aranda Jiménez, 2023) la mampostería es un grupo de los sistemas constructivos existentes que refiere al proceso de utilización de mampuestos tales como bloques, ladrillos y entre otros, que unidos mediante morteros generan una estructura resistente y sólida.

2.2.2. Mampuestos

Los mampuestos son elementos prefabricados de dimensiones pequeñas, también llamados unidades de construcción elaborados en base a materiales como cemento, arcilla, agregados gruesos y finos. Ampliamente utilizados en el campo constructivo mediante diversos procedimientos gracias a la versatilidad que ofrecen (Cabrera et al., 2023).

2.2.3. Bloques

2.2.3.1. Bloques Macizos

Los bloques macizos se presentan como una opción sostenible debido a su forma de fabricación utilizando agregados locales y una técnica simple de aditivos, además su uso en la construcción colabora en la reducción de las emisiones de carbono (Costantini-Romero & Franco M., 2022).

2.2.3.2. Bloques Huecos

Los bloques huecos fabricados a base de concreto con moldes regulares son definidos como elementos de gran utilidad en el campo constructivo por su eficacia estructural de manera interna, gracias a su geometría han sido diseñados para disminuir peso y proporcionar una capacidad mejorada de aislamiento térmico (Gimenéz & Díaz, 2024).

2.2.4. Ladrillos

Los ladrillos macizos de arcilla se encuentran entre los mampuestos más utilizados en la construcción de viviendas por su bajo costo y gran disponibilidad en el mercado, además se caracterizan por sus facilidades en cuanto a su elaboración. Además de poseer propiedades de aislamiento térmico y acústico, su resistencia y durabilidad la convierten en una alternativa fiable para obras civiles (Dabaieh et al., 2020).

2.2.5. Baldosas Cerámicas

(Jouve-Loor et al., 2021) Menciona que la industria de la cerámica es muy antigua y que este mampuesto está elaborado principalmente de arcilla, misma que se moldea y una vez adquirida la forma que se requiere es sometida a altas temperaturas para su respectiva cocción, obteniendo propiedades como la durabilidad, resistencia a la compresión, el fuego, agentes químicos y corrosión. Su uso en los proyectos arquitectónicos se inclina por una alternativa estética gracias a la variedad de presentaciones y tamaños.

2.2.6. Adoquines

El componente principal de los adoquines es el concreto, a diferencia de los bloques, presentan una versatilidad para su ocupación en calles, aceras, patios o jardines, ya que se adaptan a los diferentes estilos arquitectónicos, existen variedad de colores, presentan resistencia al desgaste y su mantenimiento es sencillo, por lo tanto, son económicos, sin embargo, se debe mantener una evaluación constante para asegurar la funcionalidad a largo plazo y el correcto comportamiento. (Pérez Machado et al., 2022)

2.2.7. Morteros

De forma general, (Wilkie & Dyer, 2024), define al mortero como una combinación de agua, agregado fino con partículas no mayores a 4 mm y material no aglutinante, refiriéndose no solamente a cemento sino también otros componentes como la cal o sus derivados.

(Lema & Castillo, 2018) en su artículo establece que el mortero es un compuesto de cemento, arena y agua, con la finalidad de obtener un nuevo material combinando las mejores propiedades de cada uno de ellos una vez que transcurre el tiempo de solidificación, destaca también que relación agua cemento tiene que ser determinada con mucha precisión acorde a las necesidades del diseño. Su principal uso está destinado a la unión de otros mampuestos, en enlucidos o construcción de muros.

2.2.8. Control de calidad

Un control de calidad determina el grado de cumplimiento de los estándares mínimos de durabilidad, eficiencia y seguridad de un material mediante la evaluación y verificación de sus propiedades físicas y mecánicas. En una vivienda de interés social, este proceso representaría un papel fundamental asegura el cumplimiento eficiente de la obra durante

más tiempo, reduciendo costos de mantenimiento y salvaguardando la vida de las personas (Fasciela-Tolckimitt et al., 2020). Además, se resalta su importancia desde la fabricación de un material determinado con énfasis en garantizar la eficiencia estructural, su durabilidad y una construcción sostenible y el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales(Almssad et al., 2022).

2.2.9. Norma Técnica Ecuatoriana INEN

La norma ecuatoriana INEN se refiere a las normas técnicas establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Este instituto es el organismo encargado de regular y establecer las normativas técnicas y de calidad en Ecuador, con el objetivo de asegurar la seguridad, calidad y eficiencia de los productos y servicios en diversos sectores industriales y comerciales del país. Las normas INEN abarcan una amplia gama de áreas, desde la construcción y la ingeniería hasta la salud, el medio ambiente y la tecnología, entre otras.

2.2.10. Ensayos

Algunos de los procedimientos a seguir son los siguientes:

Tabla 5 Ensayos de laboratorio previstos

Ensayo	Norma
Resistencia a la compresión de ladrillos	NTE INEN 294
Resistencia a la compresión de bloques	NTE INEN 3066
Resistencia a la compresión de baldosas cerámicas	NTE INEN-ISO 10545-4
Resistencia a la compresión de morteros de 50 mm	NTE INEN 488

Fuente: NTE INEN

2.2.11. Resistencia a la compresión

Se define a la resistencia a la compresión como la capacidad máxima que un material o elemento estructural puede soportar bajo la aplicación de una carga gradual antes de experimentar una falla mecánica, misma que se manifiesta como una deformación o colapso significativo. (Asghar et al., 2023)

2.2.12. Absorción

(Li & Ren, 2011), en su libro establecen que la absorción es una propiedad de los materiales que permite conocer la capacidad de retener el agua cuando están totalmente sumergidos, dando a conocer además su porosidad y nivel de permeabilidad. Se expresa mediante una relación porcentual entre el peso del agua que absorbió el material y su mismo peso en estado seco.

2.2.13. Densidad

La densidad corresponde a una propiedad física de los materiales y se describe como la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa, de manera que se expresa en términos matemáticos como un cociente y permite comprender la compactación y estructura de un cuerpo. (Raviolo et al., 2022)

2.2.14. Contenido de humedad

Según (Villacis Troncoso et al., 2020) el contenido de humedad constituye la cantidad de agua que se encuentra en los agregados y materiales de construcción, expresada como un porcentaje de su peso seco, además, es uno de los principales influyentes en la determinación de resistencia a compresión, absorción y densidad de los bloques de hormigón.

2.2.15. Saturación

La saturación de un material de construcción sugiere que los poros de dicho elemento han alcanzado su capacidad máxima de retención de agua sin quedar espacio libre adicional. Esta característica es controlada tanto en el proceso de fabricación como en el resultado final con la finalidad de garantizar un adecuado desempeño de sus propiedades mecánicas en el uso diario. (ŞİMŞEK et al., 2023)

2.2.16. Espesor equivalente

(Zięba et al., 2021) en su artículo determina que el espesor equivalente de un muro estructural se considera a aquel donde no existieran celdas vacías, considerando propiedades geométricas como la sección, espesor de la pared y concreto, promedio de celdas vacías y el refuerzo vertical.

2.2.17. Porcentaje sólido

Refiriéndose a bloques de hormigón, este término se entiende como la relación de la proporción del material sólido con el volumen total de la mezcla, incluyendo vacíos presentes entre partículas.(Chu et al., 2021)

2.2.18. Viviendas de interés social

Para (Intriago-Plaza et al., 2020) una vivienda de interés social asegura un espacio adecuado y seguro para familias de recursos económicos limitados, además, se caracteriza por ubicarse en una zona estratégica que garantice el acceso a todos los servicios básicos necesarios para una vida digna.

2.3.ANTECEDENTES REFERENCIALES

Los autores (Sajanthan et al., 2019), en su investigación experimental realizada en Jaffna, Sri Lanka, determinan la resistencia a la compresión axial de prismas de mampostería y mampuestos de forma individual tales como: ladrillos, bloques y morteros de pega, se evalúa su comportamiento mediante ensayos de laboratorio a 144 muestras, usando bloques sólidos con dimensiones 205*105*65 mm³ y para mezclas de morteros, cemento Portland y agregado pétreo en diferentes proporciones. Los valores de los resultados de sus propiedades mecánicas se relacionan con la norma ASTM C129 evidenciando el correcto cumplimiento de los estándares requeridos. Este estudio se desempeña como un precedente importante para el presente trabajo de titulación, debido a la práctica desarrollada comparando resultados con normativas.

(Romero Lara et al., 2024) señala en su artículo el déficit de vivienda que existe en Cuba, optando como plan de remediación mediante la construcción de proyectos habitacionales con materiales asequibles como el ladrillo, sin embargo, ante la demanda se evidencian obstáculos en la producción alterando la calidad de las piezas. Con la finalidad de evaluar y conocer el estado real del mampuesto se realizaron ensayos de laboratorio en muestras comercializadas en 9 depósitos de Santiago de Cuba, determinando propiedades físicas y mecánicas como límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, absorción máxima del agua, contracción y resistencia a la compresión para comparar los resultados obtenidos con los parámetros establecidos en la norma cubana y mexicana, y establecer el grado cumplimiento paralelo a la calidad de estos mampuestos. Los valores obtenidos

reflejaron un cumplimiento del 76% de las muestras en lo que corresponde a resistencia a la compresión mínima y 89.5% en absorción, por otro lado, en lo que respecta a dimensiones un 89.5% excede el límite de tolerancias permitidas.

(Ortiz-Ayovi et al., 2020) realizan un estudio exhaustivo a los bloques de hormigón locales que se utilizan en las viviendas de bajo costo de la ciudad de Portoviejo para determinar el cumplimiento de las normas INEN en su elaboración artesanal tras los desastres ocasionados por el sismo del 16 de abril de 2016, para lo que tomaron muestras de tres fábricas bloqueras y realizaron ensayos de dimensionamiento, compresión simple, densidad y absorción llegando a la conclusión que ninguna de ellas cumple con lo mínimo requerido.

CAPITULO III

3. METODOLOGIA

3.1. Modalidad básica de la investigación

Para la obtención de resultados del presente trabajo se empleará una modalidad experimental y descriptiva, con la realización de ensayos según lo establecido en las normativas correspondientes a las muestras a analizar.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo a desarrollarse está enfocado en determinar el grado de cumplimiento de los mampuestos según los estándares de calidad establecido en las normativas que rigen las diferentes propiedades de estos.

Se realiza tres tipos de investigación: documental, para recopilación de requerimientos técnicos de cumplimiento establecidos en diferentes normativas; de campo, para la extracción de muestras in situ en los proyectos de viviendas de interés social y experimental, para la realización de ensayos de laboratorio de los mampuestos.

Tabla 6 Descripción del proceso metodológico

Variable	Tipo de variable	Operación	Caracterización	Definición
Ensayos de laboratorio	Cualitativa	Evaluación de los mampuestos a través de proceso establecidos por norma de muestras obtenidas en visitas de campo.	Resistencia a la compresión, densidad, absorción, contenido de humedad.	Ensayos destructivos para conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales.
Obtención de resultados	Cuantitativa	Aplicación de fórmulas respectivas para conocer los resultados finales	Cálculos correspondientes para conocer los datos a comparar.	Según el procedimiento aplicado a cada material las normas indican como obtener los valores de las características estudiadas.
Análisis de cumplimiento de calidad de los mampuestos	Cuantitativa	Análisis comparativo a través de requerimientos extraídos de la norma correspondiente.	Revisión de estándares expuestos en la norma para determinar el cumplimiento	Comparación de valores finales para determinar la calidad de un material.

Elaboración: Autores

3.3. Población y muestra

Se determina a la población como la totalidad de los mampuestos utilizados en la construcción de viviendas de interés social, la selección de los mampuestos a estudiar estará compuesto mediante visitas in situ a proyectos de viviendas de interés social, definiendo la muestra representativa a partir de los materiales de construcción con mayor demanda a nivel local.

Además, la selección de muestras se realiza con base en la normativa (NTE INEN 3066, 2016) que establece que para la realización de ensayos se necesitan 3 unidades para determinar las diferentes propiedades físicas o mecánicas del mampuesto. La NTE INEN ISO 2859, propone este número de mampuestos correspondiente a un muestreo con un nivel de inspección S-2 y un nivel de calidad aceptable AQL (número de ítems no conformes) del 10%, cuando el tamaño de lote sea hasta 1200 unidades.

Con respecto a ladrillos, la muestra a ensayar se compone de 5 unidades. La NTE INEN 292 propone este número de mampuestos para un lote de tamaño de hasta 35000 unidades.

Los mampuestos que se analizarán son bloques, ladrillos, cerámicas y morteros de dos proyectos de viviendas de interés social; sus unidades se detallan en la Tabla 5 mostrada a continuación:

Tabla 7 *Detalle de muestras a ensayar*

Proyecto de vivienda de interés social	Detalle	Cantidad
Proyecto 1	Bloque macizo de hormigón de 7 cm	8
	Ladrillo macizo de 7 cm	5
	Baldosa Cerámica Tipo I de 15cm*15 cm	8
	Baldosa Cerámica Tipo II de 15cm*15 cm	8
	Mortero en cubo de 50 mm de arista	5
Proyecto 2	Bloque hueco de hormigón de 10 cm	8
	Mortero en cubo de 50 mm de arista	5

Elaboración: Autores

Las muestras descritas corresponden a los mampuestos que son utilizados en diferentes proyectos de viviendas de interés social de la ciudad de Machala. En el proyecto #2 se extrajo únicamente bloque hueco y morteros debido a que se encuentra en proceso de construcción y enlucido de paredes interiores.

3.4. Métodos empíricos con los materiales utilizados

Los métodos empíricos usados para determinar propiedades físicas y mecánicas de mampuestos dentro del presente trabajo se basan en diferentes ensayos regulados bajo normativas establecidas a nivel local y mundial.

3.4.1. Bloques

3.4.1.1. Absorción, densidad y contenido de humedad

La determinación de absorción, densidad y otras propiedades de los bloques se realiza según la (NTE INEN 3066, 2016), que indica el siguiente procedimiento:

Saturación

Sumergir las muestras en agua a una temperatura entre 16 °C y 27 °C durante un periodo de 24 a 28 horas. Luego, determinar su masa mientras están completamente sumergidas y suspendidas, registrando este valor como M_i (masa de la muestra sumergida) (NTE INEN 3066, 2016).



Figura 6 Saturación de bloques

Elaboración: Autores

Posteriormente, retirar las muestras del agua, dejarlas escurrir sobre una malla metálica durante aproximadamente un minuto, secar superficialmente con un paño húmedo, y medir su masa nuevamente. Repetir este procedimiento cada 24 horas hasta que la diferencia de masa entre dos mediciones consecutivas sea menor al 0,2 %. Registrar este valor como M_s (masa de la muestra saturada).

Secado

Una vez determinada la masa saturada de las muestras, secarlas en un horno con ventilación, manteniendo una temperatura entre 100 °C y 115 °C. Registrar pesos cada 24 horas hasta que la diferencia entre dos pesajes consecutivos sea menor al 0,2 %. Tomar este valor final como M_d (masa de la muestra seca en horno) (NTE INEN 3066, 2016).



Figura 7 Secado de bloques en horno

Elaboración: Autores

Cálculos

Absorción

$$\text{Absorción} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{M_s - M_d}{M_s - M_i} \times 1000$$

$$\text{Absorción} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{M_s - M_d}{M_d} \times 100$$

Donde:

- M_i corresponde a la masa de la muestra sumergida (kg)
- M_s corresponde a la masa de la muestra saturada (kg)
- M_d corresponde a la masa de la muestra seca al horno (kg)

Contenido de humedad

$$\text{Contenido de humedad, (\%)} = \frac{M_r - M_d}{M_s - M_d} \times 100$$

Donde:

- M_r : Masa de la muestra tal como se recibe (kg)
- M_s : Masa de la muestra saturada (kg)
- M_d : Masa de la muestra seca al horno (kg)

Densidad

$$\text{Densidad (D), } \left(\frac{kg}{m^3}\right) = \frac{M_d}{M_s - M_i} \times 1000$$

Donde:

- M_d : Masa de la muestra seca al horno (kg)
- M_s : Masa de la muestra saturada (kg)
- M_i : Masa de la muestra sumergida (kg)

Área neta promedio

$$\text{Volumen neto (V}_n\text{), (mm}^3\text{)} = \frac{M_d}{D} = (M_s - M_i) \times 10^6$$

$$\text{Área neta promedio (A}_n\text{), (mm}^2\text{)} = \frac{V_n}{h}$$

Donde:

- V_n : Volumen neto de la muestra (mm^3)
- M_d : Masa de la muestra seca al horno (kg)
- D : Densidad de la unidad seca al horno (kg/m^3)

- M_s : Masa de la muestra saturada (kg)
- M_i : Masa de la muestra sumergida (kg)
- A_n : Área neta promedio de la muestra (mm^2)
- h : Altura promedio de la muestra (mm)

Área neta

$$\text{Área neta } (A_n), (mm^2) = l \times a$$

Donde:

- A_g : Área neta de la muestra 100% sólida (mm^2)
- l : Largo promedio de la muestra 100% sólida (mm)
- a : Ancho promedio de la muestra 100% sólida (mm)

Espesor equivalente

$$E_e, (mm) = \frac{V_n}{l \times h}$$

- E_e : Espesor equivalente (mm)
- V_n : Volumen neto de la muestra (mm^3)
- l : Largo promedio de la muestra entera (mm)
- h : Altura promedio de la muestra entera (mm)

Porcentaje sólido

$$\text{Porcentaje sólido, (\%)} = \frac{V_n}{l \times a \times h} \times 100$$

- V_n : Volumen neto de la muestra (mm^3)
- l : Largo promedio de la muestra (mm)
- h : Altura promedio de la muestra (mm)
- a : Ancho promedio de la muestra (mm)

3.4.1.2. Resistencia a la compresión

La determinación de la resistencia a la compresión de los bloques se realiza según la (NTE INEN 3066, 2016), que indica el siguiente procedimiento:

Posición de la muestra

Realizar el ensayo alineando el centroide de las superficies de carga de las muestras con el centro de aplicación de carga de la máquina de compresión. Todas las muestras deben colocarse con sus celdas en posición vertical, excepto las diseñadas para ser utilizadas con las celdas en orientación horizontal. Las muestras completamente sólidas y las muestras huecas especiales destinadas al uso con celdas en dirección horizontal deben ensayarse en la misma posición en la que serán utilizadas durante su servicio (NTE INEN 3066, 2016).

Cálculos

Área bruta

$$\text{Área bruta } (A_g), (mm^2) = l \times a$$

Donde:

- A_g : Área bruta de la muestra (mm²)
- l : Largo promedio de la muestra (mm)
- a : Ancho promedio de la muestra (mm)

Resistencia a la compresión del área bruta

$$\text{Resistencia a la compresión del área bruta, (MPa)} = \frac{P_{m\acute{a}x}}{A_g}$$

Donde:

- $P_{m\acute{a}x}$: Carga máxima de compresión (N)
- A_g : Área bruta (mm^2)

3.4.2. Ladrillos

3.4.2.1. Resistencia a la compresión

La determinación de la resistencia a la compresión de los ladrillos se realiza según la (NTE INEN 294, 1977a), que indica el siguiente procedimiento:

Procedimiento

Las muestras deben estar centradas con respecto a la rótula para una distribución uniforme de la carga, ésta debe aplicarse en dirección a la menor dimensión de las muestras (NTE INEN 294, 1977a).



Figura 8 Ensayo de resistencia a la compresión en ladrillos

Elaboración: Autores

Cálculos

Mediante la siguiente ecuación se determina la resistencia a la compresión del ladrillo:

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

Donde:

- C : Resistencia a la compresión (MPa)
- P : Carga de rotura (N)
- A : Área de la sección (mm^2)

Área de la sección

$$A = a \times l$$

Donde:

- a : Ancho de la muestra (mm)
- l : Largo de la muestra (mm)

3.4.2.2. Absorción de humedad

La determinación de la absorción de humedad de los ladrillos se realiza según la (NTE INEN 296, 2015a), que indica el siguiente procedimiento:

Procedimiento

Las muestras serán colocadas para un proceso de secado en horno a temperatura de 110 °C hasta alcanzar una masa constante. Luego, se enfriarán a temperatura ambiente y se procede a pesar. En caso de que exista un incremento superior al 1 %, se repetirá el procedimiento (NTE INEN 296, 2015a).



Figura 9 Secado de ladrillos en horno

Elaboración: Autores

Una vez obtenida la masa constante, se proceden a sumergir las muestras en agua por 24 horas con una temperatura entre 15 °C y 30 °C, finalmente se seca superficialmente las muestras y se toma su peso (NTE INEN 296, 2015a).

Cálculos

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100$$

Donde:

- P_1 : Masa de la muestra desecada
- P_2 : Masa de la muestra después de haber sido sumergida

3.4.3. Morteros

La determinación de la resistencia a la compresión de los morteros se realiza según la (NTE INEN 488, 2009a) que indica el siguiente procedimiento:

Procedimiento

Según la (NTE INEN 488, 2009a) para el ensayo se moldean entre 2 y 3 muestras para un periodo de prueba. Los especímenes de ensayo son cubos de 50 mm de arista, que son curados durante un día en sus respectivos moldes normalizados y posteriormente desencofrados. Luego de este proceso se someten a un proceso de saturación en agua por el tiempo que se establezca hasta realizar el ensayo.

Para este trabajo, se ha considerado 7 días, en los que las muestras permanecerán sumergidas en agua después de haber sido desencofradas.

Cálculos

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

Donde:

- fm : Resistencia a la compresión en MPa
- P : Carga total máxima de la falla, en N
- A : Área de la sección transversal del cubo a la que se aplica la carga, en (mm^2)

Además, bajo la norma (NTE INEN 488, 2009a) se realizan muestras de mortero en el laboratorio de mecánica de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Técnica de Machala con las dosificaciones que se muestran en la Tabla 15, con el fin de demostrar la correcta resistencia requerida a los 7 días de saturación, como lo indica la (NTE INEN 152, 2010a).

3.5. Técnicas de procesamiento de los datos obtenidos

Para el procesamiento de los datos que se obtienen mediante ensayos de laboratorio, se utilizan técnicas analíticas y herramientas comunes de la estadística como lo son las tablas de datos. Estas dan facilidades en cuanto a organización, estructuración y visualización de resultados para su posterior análisis e interpretación.

Además, se utiliza la misma técnica para la organización de valores de referencia, los cuales son tomados de las normas vigentes para la determinación del cumplimiento de estándares de calidad. Otra de las herramientas estadísticas comúnmente utilizada en el presente trabajo es el promedio, usada para obtener una media de resultados por cada tipo de ensayo y mampuesto.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados obtenidos

A continuación, se presenta los resultados obtenidos mediante pruebas de laboratorio realizados en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Machala, tales como resistencia a la compresión, absorción, contenido de humedad de los diferentes mampuestos utilizados en los proyectos de viviendas de interés social.

Tabla 8 Resistencia a la compresión de bloques

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES				
Lugar	Tipo de material	No. de muestra	Resistencia a la compresión (MPa)	Promedio de resultados
PROYECTO 1	BLOQUE MACIZO E=7CM	1	3,499	3.417
		2	3,449	
		3	3,086	
		4	3,143	
		5	3,906	
PROYECTO 2	BLOQUE HUECO E=10CM	1	0,86	1.113
		2	1,25	
		3	1,63	
		4	0,99	
		5	0,84	

Elaboración: Autores

Tabla 9 Bloques de hormigón de acuerdo a su uso

Clase	Uso
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Alivianamientos en losas

Fuente: NTE INEN 3066

Tabla 10 Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)*		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	13,8	4,0	1,7
Por bloque	12,4	3,5	1,4
*1 MPa = 10,2 kg/cm ²			

Fuente: NTE INEN 3066

Considerando que los proyectos de viviendas de interés social estudiados en el presente trabajo utilizan bloques macizos y huecos como mampostería no estructural, según la Tabla 9 se clasificación como bloques Clase B.

En base a los resultados obtenidos de resistencia a la compresión de bloques tanto macizos como huecos que se muestran en la tabla 8, el promedio de 5 bloques macizos para el proyecto 1 es de 3.417 MPa y el promedio de 5 bloques huecos para el proyecto 2 es de 1.113 MPa.

Según la Tabla 8, los bloques Clase B deberán cumplir con una resistencia mínima de 4.0 MPa en un promedio de al menos 3 bloques, sin embargo, en base a los resultados obtenidos se determina que el proyecto 1 cumple con el 85.29 % de lo mínimo establecido por la norma NTE INEN 3066 y el proyecto 2 cumple con el 27.83 %.

Tabla 11 Resistencia a la compresión de ladrillos

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS				
Lugar	Tipo de material	No. de muestra	Resistencia a la compresión (Mpa)	Promedio (MPa)
PROYECTO 1	LADRILLO MACIZO E=7CM	1	6,284	5,787
		2	6,388	
		3	4,963	
		4	5,450	
		5	5,850	

Elaboración: Autores

Tabla 12 Absorción de ladrillos

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)	PROMEDIO
1	16,70	17,41
2	18,60	
3	16,94	

Elaboración: Autores

Tabla 13 Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad

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

Fuente: NTE INEN 297

Conforme a lo establecido en la norma (NTE INEN 297, 2014) los ladrillos ensayados se categorizan como tipo C, debido a que son elaborados artesanalmente.

A partir de los ensayos realizados se obtuvo como resultado una resistencia a la compresión en promedio de 5.787 MPa según se indica en la tabla 10 y un porcentaje de absorción de 17,41%.

Contrastando con los requerimientos de la norma, que indica un promedio de 8 MPa de resistencia a la compresión se cumple con un 72.39% del valor mínimo y el nivel de absorción se encuentra por debajo del 25% que corresponde a la absorción máxima.

Tabla 14 Resistencia a la compresión de baldosas cerámicas

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BALDOSAS CERÁMICAS				
Lugar	Tipo de material	Muestra	Resistencia a la compresión (Mpa)	Promedio (MPa)
PROYECTO 1	BALDOSAS CERÁMICAS	1	51.911	49.467
		2	45.733	
		3	55.289	
		4	49.867	
		5	44.533	
PROYECTO 1	BALDOSAS CERÁMICAS	1	46.222	49.858
		2	55.289	
		3	48.178	
		4	50.533	
		5	49.067	

Elaboración: Autores

Tabla 15 Resistencia a la compresión de morteros de muestra

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS				
Lugar	Tipo de material	No. de muestra	Resistencia a la compresión (Mpa)	Promedio
Proyecto 1 (Enlucido*)	Morteros en cubos de 50mm de arista	1	8.840	9.56
		2	9.880	
		3	9.960	
Proyecto 1 (Pega**)	Morteros en cubos de 50mm de arista	1	14.080	13.067
		2	14.040	
		3	11.080	
Proyecto 2 (Enlucido* y Pega**)	Morteros en cubos de 50mm de arista	1	4.400	5.24
		2	5.120	
		3	6.200	

Elaboración: Autores

**Mortero de enlucido: Se refiere al material que se utiliza para el revestimiento y nivelado de las paredes y proporcionar un acabado liso y uniforme.*

***Mortero de pega: Se refiere a la mezcla empleada para la unión de elementos de construcción como bloques o ladrillos garantizando la estabilidad y resistencia de la mampostería.*

Tabla 16 Resistencia a la compresión de morteros realizados

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS				
Lugar	Tipo de material	No. de muestra	Resistencia a la compresión (Mpa)	Promedio
Laboratorio FIC	Morteros en cubos de 50mm de arista	1	15.520	17.373
		2	17.280	
		3	19.320	

Elaboración: Autores

Tabla 17 Cantidades de los materiales

MATERIAL	NÚMERO DE ESPECIMENES	
	6	9
Cemento, g	500	740
Arena, g	1375	2035
Agua, cm ³ Portland (a/c = 0.485)	242	359

Elaboración: NTE INEN 488

Tabla 18 Resistencia mínima a la compresión de morteros

Edad de ensayo	Norma de ensayo aplicable	II
7 días	NTE INEN 488	17.0 MPa

Fuente: NTE INEN 152

Para los morteros de pega la norma (NTE INEN 152, 2010) clasifica los morteros en tipologías, definiendo como tipo II cuando se desea una resistencia no necesariamente estructural y establece que se debe realizar el ensayo NT INEN 488 para la resistencia a la compresión de morteros y se debe alcanzar 17Mpa según la tabla 18.

De las muestras tomadas en el proyecto 1 se obtuvo una resistencia a la compresión en promedio de 9,56 MPa en morteros para enlucido y 13 .067 MPa en morteros de pega, para el caso del proyecto 2 se utiliza el mismo tipo de mortero para enlucido y pega y alcanzó 5.24 MPa.

Adicionalmente se realizó una dosificación correspondiente a lo que indica la tabla 16, mismos que dieron un resultado de 17,373 MPa.

En comparación con lo indicado en la norma el mortero de pega del proyecto 1 cumple en un 56% de lo establecido, el mortero de pega un 77%, por otro lado, en el proyecto 2 se alcanza un 5,240% y finalmente los realizados con las dosificaciones indicadas en la norma cumplen satisfactoriamente el 100%.

Tabla 19 Absorción, densidad y contenido de humedad de bloques

Lugar	Tipo de material	Muestra	Absorción		Contenido de humedad (%)	Densidad (kg/m ³)
			(kg/m ³)	(%)		
PROYECTO 1	BLOQUE MACIZO E=7CM	1	324.07	32.67	34.93	992.04
		2	317.46	33.60	19.87	944.76
		3	304.87	31.70	22.66	961.82
PROYECTO 2	BLOQUE HUECO E=10CM	1	316.50	32.38	23.37	977.46
		2	302.53	30.95	17.42	977.34
		3	308.90	31.48	25.25	981.11
		4	302.58	29.64	11.68	1020.86

Elaboración: Autores

Tabla 20 Absorción máxima de agua en bloques

Tipo	Densidad (kg/m ³)	Absorción de agua máxima promedio (kg/m ³)	Absorción de agua máxima por unidad (kg/m ³)
Liviano	< 1680	288	320
Medio	1680 a 2000	240	272
Normal	> 2000	208	240

Fuente: NTE INEN 3066

Para los ensayos correspondientes a absorción de los bloques inicialmente se establece que las muestras estudiadas corresponden a un tipo liviano ya que las densidades están por debajo de los 1680 kg/m³, al analizar por unidad alcanzando la máxima absorción de 324.07 kg/m³ para el bloque macizo que se utiliza y en el proyecto 1 se cumple al límite con la normativa, y el bloque hueco utilizado en el proyecto 2 alcanza la máxima absorción con 316 kg/m³ estando por debajo del límite indicado anteriormente conforme a la tabla 20.

CONCLUSIONES

A partir de la búsqueda en fuentes bibliográficas se logró determinar los materiales más comunes utilizados en viviendas de interés social, delimitando la búsqueda de información para este proyecto, las normativas aplicables a los mampuestos seleccionados como objeto de estudio y se estableció los estándares mínimos que deberían cumplir cada uno de ellos.

A través de pruebas realizadas en el laboratorio se determinó las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión, absorción, densidad y contenido de humedad a bloques, ladrillos, cerámicas y morteros extraídos de dos proyectos de viviendas de interés social, para ser comparados con la normativa NTE INEN aplicable a cada tipo de mampuesto y conocer el desempeño de cada uno de ellos.

De los proyectos en los que se evaluó bloques, ladrillos y morteros se establece que ninguno de ellos alcanzó los requisitos mínimos establecidos en las diferentes normativas NTE INEN. Sin embargo, las baldosas cerámicas analizadas si cumplen con el marco normativa NTE INEN ISO, siendo aptas en durabilidad y calidad para un correcto desarrollo en sus diferentes propósitos en pisos interiores en viviendas.

RECOMENDACIONES

Al seleccionar las muestras preguntar por los días de fabricación que tienen los mampuestos que ya se encuentran en obra, para un mejor análisis de muestras además de tener a consideración la información recolectada.

Revisar la información bibliográfica en referencia a normativas desde fuentes confiables procurando que los requisitos y estándares mínimos que se mencionan sean los adecuados para cada tipo de mampuesto.

Implementar controles de calidad de los mampuestos utilizados en los proyectos de vivienda a nivel general, garantizando el cumplimiento de estándares mínimos según normativas

Ampliar la evaluación de estándares de calidad a otras regiones del país para realizar una comparativa entre la calidad de los mampuestos en diferentes contextos geográficos.

REFERENCIAS

- Akintola, G. O., Amponsah-Dacosta, F., Mhlongo, S. E., & Matsiketa, K. E. (2024). Mechanical evaluation of soil and artisanal bricks for quality masonry product management, Limpopo South Africa. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64332-w>
- Almssad, A., Almusaed, A., & Homod, R. Z. (2022). Masonry in the Context of Sustainable Buildings: A Review of the Brick Role in Architecture. En *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 14, Número 22). MDPI. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su142214734>
- Aranda Jiménez, Y. G. (2023). Investigaciones sobre construcción con tierra. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, 1(13), 9-19. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i13.225>
- Asghar, R., Khan, M. A., Alyousef, R., Javed, M. F., & Ali, M. (2023). Promoting the green Construction: Scientometric review on the mechanical and structural performance of geopolymer concrete. En *Construction and Building Materials* (Vol. 368). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130502>
- ASTM C-270. (s. f.). *ASTM C-270 Standard Specification for Mortar for Unit Masonry* (Vol. 19, pp. 1-14).
- Becerra-Duitama, J. A., Echeverría-Avella, J. A., & Galvis-Echeverría, P. A. (2022). Evaluation of physical mechanical properties in concrete pavers made with construction and demolition waste. *Revista Politécnica*, 18(36), 9-16. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n36a1>
- Bernal Jiménez, K. R., Calvache Cruz, W. A., & Santamaría Carrera, J. L. (2024). Evaluación probabilística y económica de dos diseños de mezclas de hormigón ligero en la resistencia mecánica de mampuestos alivianados con fibras de PET triturado. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 16(1). <https://doi.org/10.18272/aci.v16i1.3146>
- Cabrera, S., Losa, N., & Darrás, G. (2023). Fabricación de mampuestos de tierra con reciclado de residuos de la minería de arena en Río Negro, Argentina. *Revista Tecnología y Ciencia*, 48, 22-40. <https://doi.org/10.33414/rtyc.48.22-40.2023>
- Chu, S. H., Poon, C. S., Lam, C. S., & Li, L. (2021). Effect of natural and recycled aggregate packing on properties of concrete blocks. *Construction and Building Materials*, 278. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122247>
- Contreras, L. F., Mayorga-Amaguaya, D., Peñafiel-Valla, G., & Navarro-Peñaherrera, C. (2023). *Análisis Comparativo de la Resistencia a compresión entre el hormigón tradicional y el preparado con escombros de hormigón*. <https://doi.org/https://doi.org/10.31243/id.v18.2023.2020>

- Costantini-Romero, A. B., & Franco M., F. (2022). Construcción con bloques de suelo cemento como alternativa sostenible para envolvente Edilicia. *Hábitat Sustentable*, 12(1), 114-125. <https://doi.org/10.22320/07190700.2022.12.01.08>
- Dabaieh, M., Heinonen, J., El-Mahdy, D., & Hassan, D. M. (2020). A comparative study of life cycle carbon emissions and embodied energy between sun-dried bricks and fired clay bricks. *Journal of Cleaner Production*, 275. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122998>
- Fasciela-Tolckmitt, D., Pilar, C. A., & Morán, R. (2020). ESTÁNDARES MÍNIMOS DE CALIDAD DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL. ESTUDIO DE CASOS CONSTRUIDOS Y PROPUESTAS DE ADECUACIÓN. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales*, 385-390. https://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/30312/RIUNNE_FAU_AR_Fasciela_Tolckmitt-Pilar-Mor%20a1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García-Léon, R. A., Afanador-García, N., & Guerrero-Gómez, G. (2021). Physical-Mechanical properties of H-10 blocks manufactured in Norte of Santander, Colombia: a case study. *DYNA (Colombia)*, 88(219), 181-189. <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n219.95687>
- Gimenéz, A., & Díaz, L. (2024). EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE CONCRETO ELABORADOS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL AGREGADO POR ARENA Y POLVO DE SÍLICE. *Revista Gaceta Técnica*, 25(2), 46-58. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica252.3>
- Intriago-Plaza, J., Muñoz-Zambrano, S., & Hormaza-Muñoz, Z. (2020). PROPUESTAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 4, 8-13. <https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/2/3>
- Jouve-Loor, A. D., Andrade-Lastra, O. A., & Areche-García, J. N. (2021). *Mortero con incorporación de fibra de coco y cerámica para acabados interiores de edificaciones*. 6, 315-336. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i4.2564>
- Lema, W., & Castillo, E. (2018). Relaciones agua/cemento en diseño de vértices extremos aplicado a mortero. *MASKANA*, 9(1), 125-140. <https://doi.org/10.18537/mskn.09.01.12>
- Li, Y., & Ren, S. (2011). *Building Decorative Materials*. Woodhead Publishing.
- Lopez, K., Domínguez, D., Murillo, D., & Miller, J. (2024). INVESTIGACIÓN ACADÉMICA E IMPACTO LOCAL: ESTUDIO DE CASO EN MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL PRODUCIDA EN SANCÁN, JIPIJAPA. *PENTACIENCIAS*, 6, 129-141. <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/967>

- Moreno Vázquez, O., López González, P. J., Juárez Reyes, Z. M., Espinoza Cabrera, C. M., & Hernández, A. R. (2024). EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS ADICIONADOS CON PARTÍCULA DE PET PARA SU USO EN REVOCOS DE CASA EXPERIMENTAL EN MISANTLA, VERACRUZ, MEXICO. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 11122-11134. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13245
- Muñoz Pérez, S. P., Serrato Mio, A., & Burga Delgado, B. (2023). Review of the mechanical properties of concrete by adding clay brick residues as a partial substitute for coarse sand. *Revista Ingenieria de Construccion*, 38(1), 32-42. <https://doi.org/10.7764/RIC.00050.21>
- Nasr, M. S., Shubbar, A. A., Raed Abed, Z. A. A., & Ibrahim, M. S. (2020). Properties of eco-friendly cement mortar contained recycled materials from different sources. *Journal of Building Engineering*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101444>
- NTE INEN 152. (2010). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 152 CEMENTO PORTLAND. REQUISITOS. En 2010 (Vol. 01, pp. 1-15).
- NTE INEN 198. (1987). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 198 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS. En 1987 (Vol. 09, pp. 1-15).
- NTE INEN 292. (2015). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 292 LADRILLOS CERÁMICOS MUESTREO. En 2015 (Vol. 12, pp. 1-4).
- NTE INEN 294. (1977). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 294 LADRILLOS CERÁMICOS DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. En 1977 (Vol. 05, pp. 1-7).
- NTE INEN 296. (2015). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 296 LADRILLOS CERÁMICOS DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE HUMEDAD. En 2015 (Vol. 12, pp. 1-3).
- NTE INEN 297. (2014). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 297 LADRILLOS CERÁMICOS REQUISITOS. En 2014 (Vol. 05, pp. 1-5).
- NTE INEN 488. (2009). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 488 CEMENTO HIDRÁULICO DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS EN CUBOS DE 50 mm DE ARISTA. En 2009 (Vol. 07, pp. 1-5).
- NTE INEN 3066. (2016). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 3066 BLOQUES DE HORMIGÓN. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO. En 2016 (Vol. 11, pp. 1-32). Servicio Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN-ISO 10545. (2021). NTE INEN-ISO 10545 BALDOSAS CERÁMICAS . En 2021 (Vol. 4, pp. 1-203).

- Ortiz-Ayovi, E. A., Orejuela-Ortiz, E. F., & Ruiz-Párraga, W. E. (2020). *Evaluación del cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma INEN, en la elaboración artesanal de los bloques de hormigón en el cantón Portoviejo*. <https://doi.org/https://doi.org/10.33936/riemat.v4i2.2189>
- PDOT Machala. (2022).
- Pérez Machado, L., Meireles Tamayo, B., Fuentes Alpizar, D. de la C., Peña Mijenes, C., & Alonso Aenlle, A. (2022). Empleo de adoquines de concreto en la construcción de pavimentos. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 16, 1-12. <https://www.redalyc.org/journal/1939/193971847007/193971847007.pdf>
- Raviolo, A., Carabelli, P., & Ekkert, T. (2022). Aprendizaje del concepto de densidad: la comprensión de las relaciones entre las variables. *Am. J. Phys. Educ*, 16(2). <http://www.lajpe.org>
- Romero Lara, D. M., González Díaz, L., Franco Rojas, L., Silva Gonzales, L. A., & Matos Pérez, S. (2024). Idoneidad De Los Ladrillos De Barro Cocido Producidos En Santiago De Cuba Para Mampostería Confinada. *Revista Ciencia y Construcción*, 5, 62-69. <https://rcc.cujae.edu.cu/index.php/rcc/article/view/252/160>
- Sajanathan, K., Balagasan, B., & Sathiparan, N. (2019). Prediction of compressive strength of stabilized earth block masonry. *Advances in Civil Engineering*, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2019/2072430>
- Schildkamp, M., Silvestri, S., & Araki, Y. (2020). Rubble Stone Masonry Buildings With Cement Mortar: Design Specifications in Seismic and Masonry Codes Worldwide. En *Frontiers in Built Environment* (Vol. 6). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2020.590520>
- Shaqour, E. N., Abo Alela, A. H., & Rsheed, A. A. (2021). Improved fired clay brick compressive strength by recycling wastes of blacksmiths' workshops. *Journal of Engineering and Applied Science*, 68(1). <https://doi.org/10.1186/s44147-021-00002-2>
- ŞİMŞEK, O., BİLGİL, A., ARI POLAT, T., & YEŞİLYURT, E. (2023). Determination of Physical and Mechanical Properties of Porous Blocks (Bricks) Produced with Brick Clay. *Journal of Polytechnic*. <https://doi.org/10.2339/politeknik.1246745>
- Viera Paulina, Gallegos Yesenia, & Venegas Edison. (2023). Resistencia a la compresión y flexión de bloques elaborados a base de cangahua, cal, arcilla y paja. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 6(1), 150-166. <https://doi.org/10.37135/ns.01.11.10>
- Villacis Troncoso, E. de las M., Luna Hermosa, G. V., Orbe Pinchao, L. V., Zúñiga Morales, P. S., Nates Pasaje, J. D., Velástegui Zambrano, E. D., & Santacruz Campoverde, W. A. (2020). Dosificación para elaborar bloques huecos de hormigón

- que cumplan con la actual NTE INEN 3066. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 32(1), 7. <https://doi.org/https://doi.org/10.37815/rte.v32n1.688>
- Wilkie, S., & Dyer, T. (2024). Mortar and Concrete: Precursors to Modern Materials. *International Journal of Architectural Heritage*, 18(9), 1440-1463. <https://doi.org/10.1080/15583058.2023.2235319>
- Zięba, J., Skrzypczak, I., & Buda-Ożóg, L. (2021). Calibration of partial safety factors of sample masonry structures. *Materials*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/ma14175003>

ANEXOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
Calidad, Pertenencia y Calidez
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL



LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PROYECTO #1 DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

FICHA N° 1

DATOS INFORMATIVOS

Realizado por: Carrión Tinoco María Fernanda & Díaz Ochoa Daniela Esther

Fecha: Machala, 7 de Noviembre de 2024

Nombre de Proyecto: Proyecto 1 - Urbanización Ciudad Yasuní

Dirección: Vía Balosa, km 13,5

Coordenadas: 615703 Este - 9632588 Norte

Zona: 7

Personas que proporciona información: Ing. Miguel Niebla Jaya

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tipo de Construcción: Vivienda Unifamiliar - 2 Plantas Habitables

Mampostería Externa:

6500 Unidades de Ladrillo Susudel de Origen Cuencano

Mampostería Interna:

800 Unidades de Bloque Macizo de 7 cm de fábricas aledañas al sector

Dosificación Mortero:

1 Cemento - 3 Arena Gruesa - 20 lts Agua / Para uso de pegado de mampuestos

Cerámica:

70 m² de Cerámica Nacional para sobrepiso de PB y PA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
Calidad, Pertenencia y Calidez
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL



LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN
PROYECTO #2 DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

FICHA N° 2

DATOS INFORMATIVOS

Realizado por: Carrión Tinoco María Fernanda & Díaz Ochoa Daniela Esther

Fecha: Machala, 16 de Diciembre de 2024

Nombre de Proyecto: Proyecto 2 - Vivienda en el sector El Arenal

Dirección: 9 de Mayo y 15va Sur

Coordenadas: 614406 Este - 9638507 Norte

Zona: 7

Personas que proporciona información: Ing. Francisco Medina

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tipo de Construcción: Vivienda Unifamiliar - 2 Plantas Habitables

Mampostería Externa:

4500 Unidades de Bloque Macizo de 7 cm de fábricas aldañas al sector

Mampostería Interna:

600 Unidades de Bloque Macizo de 7 cm de fábricas aldañas al sector

Dosificación Mortero:

1 Cemento - 3 Arena Gruesa - 20 lts Agua / Para uso de pegado de mampuestos

Cerámica:

Proyecto en proceso de obra gris / no stock

DIMENSIONES

BLOQUE MACIZO 7 CM

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
Masa tal como se recibe Mr (kg)	5,516	5,497	5,469	5,318	5,614
Ancho (a) borde superior (mm)	66,0	68,0	69,0	70,0	68,0
fondo (mm)	66,0	69,0	68,0	69,0	68,0
Altura (h) Cara 1 (mm)	199,00	197,00	199,00	199,00	198,00
Cara 2 (mm)	197,00	196,00	202,00	196,00	199,00
Largo (l) Cara 1 (mm)	399,00	397,00	395,00	395,00	396,00
Cara 2 (mm)	396,00	398,00	396,00	395,00	396,00

LADRILLO

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
Masa tal como se recibe Mr (kg)	3,404	3,380	3,648	3,495	3,495
Ancho (a) borde superior (mm)	63,0	63,0	68,0	65,0	65,0
fondo (mm)	64,0	65,0	66,0	64,0	67,0
Altura (h) Cara 1 (mm)	123,00	122,00	123,00	124,00	123,00
Cara 2 (mm)	122,00	121,00	122,00	125,00	122,00
Largo (l) Cara 1 (mm)	244,00	244,00	250,00	249,00	246,00
Cara 2 (mm)	245,00	243,00	249,00	250,00	245,00

BLOQUE HUECO 10 CM

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6
Masa tal como se recibe Mr (kg)	4,961	5,741	5,651	5,847	5,522	5,302
Ancho (a) borde superior (mm)	100,00	100,00	990,00	100,00	100,00	101,00
fondo (mm)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Altura (h) Cara 1 (mm)	190,00	195,00	197,00	195,00	197,00	196,00
Cara 2 (mm)	195,00	196,00	196,00	195,00	195,00	195,00
Largo (l) Cara 1 (mm)	400,00	400,00	398,00	397,00	398,00	395,00
Cara 2 (mm)	400,00	401,00	399,00	399,00	397,00	396,00
Espesor de cara (Ep)						
Cara 1 (mm)	25,00	25,00	27,00	22,00	23,00	25,00
Cara 2 (mm)	24,00	26,00	26,00	21,00	21,00	24,00
Espesor de tabique (Et)						
Tabique 1 (mm)	25,00	25,00	24,00	25,00	25,00	25,00
Tabique 2 (mm)	26,50	24,00	23,00	25,00	24,00	25,00
Tabique 3 (mm)	24,00	24,00	24,00	25,00	26,00	25,00
Tabique 4 (mm)	26,00	24,00	25,00	24,00	25,00	24,00

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS MATERIALES

Bloque Macizo

MUESTRA	l (mm)	a (mm)	CARGA (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1	396,3	65,7	91100	26036,91	3,499
2	397	65	89000	25805	3,449
3	394,7	67	81600	26444,9	3,086
4	394,7	69	85600	27234,3	3,143
5	395,7	68	105100	26907,6	3,906
PROMEDIO					3,417

Ladrillo Macizo

MUESTRA	l (mm)	a (mm)	CARGA (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1	244	63	96600	15372	6,284
2	244	63	98200	15372	6,388
3	249	67	82800	16683	4,963
4	247	65	87500	16055	5,450
5	245	66	94600	16170	5,850
PROMEDIO					5,787

Cerámica Tipo I

MUESTRA	l (mm)	a (mm)	CARGA (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1	150	150	1040000	22500	46,222
2	150	150	1244000	22500	55,289
3	150	150	1084000	22500	48,178
4	150	150	1137000	22500	50,533
5	150	150	1104000	22500	49,067
PROMEDIO					49,858

Cerámica Tipo II

MUESTRA	l (mm)	a (mm)	CARGA (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1	150	150	1040000	22500	46,222
2	150	150	1244000	22500	55,289
3	150	150	1084000	22500	48,178
4	150	150	1137000	22500	50,533
5	150	150	1104000	22500	49,067
PROMEDIO					49,858

Bloque Hueco

MUESTRA	l (mm)	a (mm)	CARGA (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1	400,3	103	35300	41230,9	0,856
2	400,3	100	50000	40030	1,249
3	397,3	100	64900	39730	1,634
4	397,3	100	39200	39730	0,987
5	395,3	99,7	33000	39411,41	0,837
PROMEDIO					1,113

Mortero para enlucido proyecto 1

MUESTRA	l (mm)	a (mm)	CARGA (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1	50	50	22100	2500	8,840
2	50	50	24700	2500	9,880
3	50	50	24900	2500	9,960
PROMEDIO					9,560

Mortero de pega proyecto 1

MUESTRA	l (mm)	a (mm)	CARGA (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1	50	50	35200	2500	14,080
2	50	50	35100	2500	14,040
3	50	50	27700	2500	11,080
PROMEDIO					13,067

Mortero de enlucido y pega proyecto 2

MUESTRA	l (mm)	a (mm)	CARGA (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1	50	50	11000	2500	4,400
2	50	50	12800	2500	5,120
3	50	50	15500	2500	6,200
PROMEDIO					5,240

Mortero realizado en laboratorio

MUESTRA	l (mm)	a (mm)	CARGA (N)	Área (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1	50	50	38800	2500	15,520
2	50	50	43200	2500	17,280
3	50	50	48300	2500	19,320
PROMEDIO					17,373

ABSORCIÓN, CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD EN BLOQUES

BLOQUES MACIZOS

Muestra	h (mm)	I (mm)	a (mm)	Mr (kg)	Mi (kg)	Ms (kg)	Md (kg)	Absorción		Contenido de humedad (%)
								(kg/m ³)	(%)	
1	199	399	66,0	5,734	1,64	6,828	5,147	324,07	32,67	34,93
2	202	396	69,0	5,304	1,38	6,643	4,972	317,46	33,60	19,87
3	198	398	68,0	5,489	1,42	6,745	5,121	304,87	31,70	22,66
PROMEDIO								315,47	32,66	25,82

Muestra	Densidad (kg/m ³)	Volumen neto (mm ³)	Área neta promedio (mm)	Área neta (mm ²)	Espesor equivalente (mm)	Porcentaje sólido (%)
1	992,04	5188100,00	26070,85	26334,00	197,01	99,00
2	944,76	5262700,00	26052,97	27324,00	192,60	95,35
3	961,82	5324500,00	26891,41	27064,00	196,74	99,36

BLOQUES HUECOS

MUESTRA	h (mm)	I (mm)	a (mm)	Mr (kg)	Mi (kg)	Ms (kg)	Md (kg)	Absorción		Contenido de humedad (%)
								(kg/m ³)	(%)	
1	195	401	100	5,723	1,60	7,043	5,320	316,50	32,38	23,37
2	196	400	100	5,484	1,49	6,814	5,203	302,53	30,95	17,42
3	197	399	100	5,770	1,58	7,028	5,345	308,90	31,48	25,25
4	198	398	101	5,976	1,83	7,488	5,776	302,58	29,64	11,68
PROMEDIO								307,63	31,11	19,43

Muestra	Densidad (kg/m ³)	Volumen neto (mm ³)	Área neta promedio (mm)	Área neta (mm ²)	Espesor equivalente (mm)	Porcentaje sólido (%)
1	977,46	5443000,00	27912,82	40100,00	135,74	69,61
2	977,34	5324000,00	27163,27	40000,00	133,10	67,91
3	981,11	5448000,00	27654,82	39900,00	136,54	69,31
4	1020,86	5658000,00	28575,76	40198,00	140,75	71,09

ABSORCIÓN LADRILLO

MUESTRA	P1	P2	ABSORCIÓN (%)
1	3,4986	4,0829	16,70
2	3,233	3,8342	18,60
3	3,537	4,1361	16,94
PROMEDIO			17,411%

DENSIDAD EN PROBETA

MATERIAL	N° MUESTRA	PESO SECO (g)	VOLUMEN INICIAL (cm ³)	VOLUMEN FINAL (cm ³)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD PROBETA (g/cm ³)
BLOQUE MACIZO	1	104,00	500	550	50	2,080
	2	51,90	500	525	25	2,076
	3	78,30	500	540	40	1,958
	4	47,90	500	523	23	2,083
	5	60,00	500	530	30	2,000
					Promedio	2.039

MATERIAL	N° MUESTRA	PESO SECO (g)	VOLUMEN INICIAL (cm ³)	VOLUMEN FINAL (cm ³)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD PROBETA (g/cm ³)
LADRILLO	1	36,80	500	535	35	1,051
	2	33,00	500	530	30	1,100
	3	31,30	500	528	28	1,118
	4	37,60	500	535	35	1,074
	5	40,80	500	540	40	1,020
					Promedio	1.073

MATERIA L	N° MUESTR A	PESO SECO (g)	VOLUMEN INICIAL (cm ³)	VOLUMEN FINAL (cm ³)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD PROBETA (g/cm ³)
CERÁMIC A TIPO I	1	19,78	500	510	10	1,978
	2	30,34	500	515	15	2,023
	3	30,47	500	510	10	3,047
	4	22,14	500	512	12	1,845
	5	15,47	500	505	5	3,094
					Promedio	2.397

MATERIA L	N° MUESTR A	PESO SECO (g)	VOLUMEN INICIAL (cm ³)	VOLUMEN FINAL (cm ³)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD PROBETA (g/cm ³)
CERÁMIC A TIPO II	1	19,84	500	510	10	1,984
	2	15,8	500	506	6	2,633
	3	37,44	500	520	20	1,872
	4	23,26	500	515	15	1,551
	5	61,12	500	530	30	2,037
					Promedio	2.015

MATERIAL	N° MUESTRA	PESO SECO (g)	VOLUMEN INICIAL (cm ³)	VOLUMEN FINAL (cm ³)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD PROBETA (g/cm ³)
MORTEROS	1	33,66	500	518	18	1,870
	2	49,47	500	525	25	1,979
	3	35,8	500	520	20	1,790
					Promedio	1.880

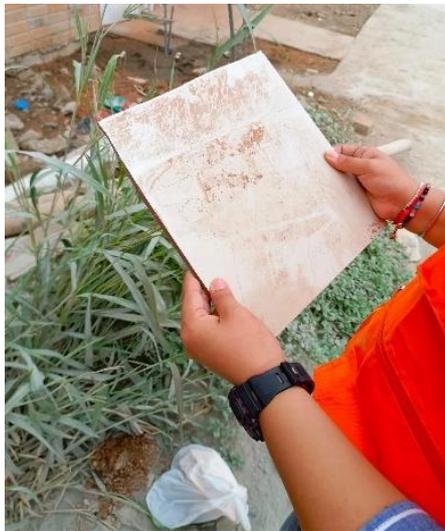
MATERIAL	N° MUESTRA	PESO SECO (g)	VOLUMEN INICIAL (cm ³)	VOLUMEN FINAL (cm ³)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD PROBETA (g/cm ³)
MORTEROS	1	28,7	500	515	15	1,913
	2	50,69	500	524	24	2,112
	3	32,87	500	517	17	1,934
					Promedio	1.986

MATERIAL	N° MUESTRA	PESO SECO (g)	VOLUMEN INICIAL (cm ³)	VOLUMEN FINAL (cm ³)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD PROBETA (g/cm ³)
MORTEROS	1	45,2	500	523	23	1,965
	2	47,71	500	525	25	1,908
	3	71,08	500	536	36	1,974
					Promedio	1.949

MATERIAL	N° MUESTRA	PESO SECO(g)	VOLUMEN INICIAL (cm ³)	VOLUMEN FINAL (cm ³)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD PROBETA (g/cm ³)
BLOQUE HUECO	1	50,06	500	550	50	1,001
	2	47,26	500	545	45	1,050
	3	47,85	500	540	40	1,196
	4	56,43	500	555	55	1,026
	5	51,1	500	545	45	1,136
	6	43,75	500	540	40	1,094
					Promedio	1.084

MATERIAL	N° MUESTRA	PESO SECO (g)	VOLUMEN INICIAL (cm ³)	VOLUMEN FINAL (cm ³)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD PROBETA (g/cm ³)
MORTEROS	1	32,8	500	518	18	1,822
	2	101,77	500	554	54	1,885
	3	58,42	500	535	35	1,669
					Promedio	1.792

VISITAS A PROYECTOS PARA TOMA DE MUESTRAS





ENSAYOS EN LABORATORIO

