

**PARAMETRIZACIÓN DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL Y NO
ESTRUCTURAL H-10, H-15 y M-25 DE EMPRESAS PRODUCTORAS EN EL ÁREA
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA.**

ANGIE CAROLINA DÍAZ OCHOA

LINDI XIOMARA PEDRAZA QUINTERO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

SECCIONAL BUCARAMANGA

ESCUELA DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

BUCARAMANGA

2018

**PARAMETRIZACIÓN DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL Y NO
ESTRUCTURAL H-10, H-15 y M-25 DE EMPRESAS PRODUCTORAS EN EL ÁREA
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA.**

ANGIE CAROLINA DÍAZ OCHOA
LINDI XIOMARA PEDRAZA QUINTERO

Proyecto de grado presentado como requisito para optar el título de
INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR
JOHN ALEXIS CASTELLANOS REYES
M.I.C. Ingeniero civil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA

2018

Dedico este trabajo primeramente a Dios por guiarme y ayudarme durante mi formación profesional.

A mi familia por su continuo apoyo y amor a lo largo de mi carrera, porque con esmero y sacrificios permitieron que culminara este trayecto tan importante en mi vida.

Angie Carolina

Dedico muy especialmente este trabajo a Dios quién me acompaño en este recorrido de aprendizajes y enseñanzas.

A mis padres y familia quienes siempre estuvieron hay brindándome su apoyo y amor a lo largo de mi formación que hoy concluye en la expectativa como profesional.

Dedico también este trabajo a una persona muy especial que durante este recorrido ha sido mi apoyo incondicional.

Lindi Xiomara

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia le damos gracias a Dios por darnos la oportunidad de concluir esta etapa tan importante en nuestras vidas; a nuestros padres por su apoyo a lo largo de nuestra formación, gracias por su esfuerzo por educarnos y ofrecernos la oportunidad de tener estudios profesionales.

Un agradecimiento a la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, a los directivos y docentes que hicieron posible culminar este proceso; a nuestro director del proyecto de grado el Ing. Magister John Alexis Castellanos por brindarnos sus conocimientos que nos orientaron en el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. OBJETIVOS.....	1
1.1. Objetivo General.....	1
1.2. Objetivos Específicos.....	1
2. MARCO TEORICO.....	2
2.1. LA ARCILLA.....	2
2.1.1. Versatilidad.....	2
2.1.2. Durabilidad.....	2
2.1.3. Estética.....	3
2.1.4. Plasticidad.....	3
2.2. LADRILLO.....	3
2.3. MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL.....	4
2.4. MAMPOSTERIA DE USO INTERIOR O DE USO EXTERIOR (DE FACHADA) 4	
2.5. UNIDADES DE MAMPOSTERÍA.....	4
2.5.1. Unidades de mampostería de perforación vertical (PV).....	4
2.5.2. Unidades de mampostería de perforación horizontal (PH).....	6
2.5.3. Unidades macizas de mampostería.....	7
2.6. MAMPOSTERÍA NO ESTRUCTURAL.....	7
2.6.1. Tipos de unidades.....	7
2.7. PROPIEDADES DE LA MAMPOSTERÍA.....	10
2.7.1. Resistencia a la compresión.....	10
2.7.2. Módulo de elasticidad (E).....	10
2.7.3. Conductividad térmica.....	10
2.7.4. Transferencia de calor.....	10

2.7.5. Eflorescencia	10
2.8. PROPIEDADES DE YESO	11
2.8.1. Solubilidad.....	11
2.8.2. Finura del molido.....	11
2.8.3. velocidad del fraguado	11
2.8.4. Resistencia mecánica	11
2.8.5. Permeabilidad	12
2.8.6. Adherencia.....	12
2.8.7. Corrosión.....	12
2.8.8. Resistencia al fuego	12
2.9. ÁREA NETA.....	12
2.10. AREA BRUTA	12
3. JUSTIFICACIÓN.....	13
4. ALCANCE.....	14
5. METODOLOGÍA.....	15
5.1. PROPIEDADES FÍSICAS	16
5.1.1. Ensayo de inmersión durante 24 horas	16
5.1.2. Ensayo de Absorción por ebullición.....	16
5.1.3. Tasa inicial de absorción (succión).....	16
5.2. EFLORESCENCIA	16
5.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	17
5.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	17
5.5. CONCLUSIONES	17
6. ENSAYOS DE LABORATORIO Y RESULTADOS.....	18
6.1. ENUMERACIÓN DE LAS MUESTRAS Y TOMA DE MEDIDAS.....	18

6.2. ABSORCIÓN DE AGUA.....	20
6.2.1. Tasa inicial de absorción T.I.A.....	20
6.2.2. Resultados ensayo tasa inicial de absorción.....	22
6.2.3. Inmersión durante 24 h.....	24
6.2.4. Resultados ensayo inmersión por 24 horas	25
6.2.5. Absorción por Ebullición	27
6.2.6. Resultados ensayo absorción por ebullición	28
6.3. EFLORESCENCIAS	29
6.4. ELABORACIÓN DE LOS MURETES.....	31
6.5. REFRENTADO DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERÍA.....	33
6.6. REFRENTADO DE LOS MURETES.....	35
6.7. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	37
6.7.1. Resistencia a la compresión de unidades	37
6.7.2. Resultados estadísticos.....	39
6.7.3. Resistencia a la compresión de muretes.....	41
6.7.4. Resultados estadísticos resistencia a la compresión en muretes.....	42
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	44
7.1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	44
7.1.1. Diagrama de caja y bigotes	44
7.1.2. Promedio	45
7.1.3. Mediana.....	45
7.1.4. Desviación estándar [σ].....	45
7.1.5. Coeficiente de desviación [%].....	45
7.2. IDENTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA.....	45

7.2.1. UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE ARCILLA COCIDA. LADRILLOS Y BLOQUES CERÁMICOS. NTC 4205.....	46
7.2.2. MAMPOSTERIA NO ESTRUCTURAL –NTC 4205-2.....	51
7.2.3. MAMPOSTERIA DE FACHADA- NTC 4205-3.....	51
7.2.4. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE MAMPOSTERÍA. NTC 3495.	53
7.2.5. MÉTODO PARA MUESTREO Y ENSAYOS DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA Y OTROS PRODUCTOS DE ARCILLA. NTC 4017.	55
7.3. ANÁLISIS RESULTADOS ABSORCIÓN DE AGUA.....	61
7.3.1. Análisis resultados tasa Inicial de Absorción.....	61
7.3.2. Análisis resultados absorción por 24 h.....	64
7.3.3. Análisis resultados absorción por ebullición.....	67
7.4. ANÁLISIS RESULTADOS EFLORESCENCIA.....	68
7.5. ANÁLISIS RESULTADOS COMPRESIÓN EN UNIDADES.....	69
7.5.1. Análisis compresión en unidades M-25.....	69
7.5.2. Análisis compresión en unidades H-10.....	71
7.5.3. Análisis compresión en unidades H-15.....	73
7.6. ANÁLISIS RESULTADOS COMPRESIÓN EN MURETES.....	75
7.6.1. Análisis compresión en muretes M-25.....	75
7.6.2. Análisis compresión en muretes H-10.....	78
7.6.3. Análisis compresión en muretes H-15.....	80
7.7. ANÁLISIS RESULTADOS ESFUERZO-DEFORMACIÓN DE MURETES.....	82
7.7.1. Análisis muretes M-25.....	82
7.7.2. Análisis muretes H-10.....	83
7.7.3. Análisis muretes H-15.....	84
7.8. ANALISIS GENERAL.....	84

7.8.1. Unidades M-25	84
7.8.2. Unidades H-10.....	85
7.8.3. Unidades H-15	85
8. CONCLUSIONES.....	87
9. RECOMENDACIONES.....	89
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS.....	91
ANEXO 1. DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE MAMPOSTERIA	91
ANEXO 2. ENSAYO TASA INICIAL DE ABSORCION.....	106
ANEXO 3. ENSAYO INMERSIÓN POR 24 HORAS.....	108
ANEXO 4. ABSORCIÓN POR EBULLICIÓN	110
ANEXO 5. COMPRESIÓN EN UNIDADES	111
ANEXO 6. COMPRESIÓN EN MURETES	1

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Dimensiones de los ladrillos</i>	18
Tabla 2. <i>Resultados Absorción ladrillos M-25</i>	23
Tabla 3. <i>Resultados Absorción ladrillos H-10</i>	23
Tabla 4. <i>Resultados Absorción ladrillos H-15</i>	24
Tabla 5. <i>Resultados absorción por 24 h ladrillos M-25</i>	26
Tabla 6. <i>Resultados absorción por 24 h ladrillos H-10</i>	26
Tabla 7. <i>Resultados absorción por 24 h ladrillos H-15</i>	27
Tabla 8. <i>Resultados absorción por ebullición</i>	28
Tabla 9. <i>Dosificación del mortero</i>	31
Tabla 10. <i>Características estadísticas ladrillos M-25</i>	39
Tabla 11. <i>Características Estadísticas ladrillos H-10</i>	40
Tabla 12. <i>Características Estadísticas ladrillos H-15</i>	40
Tabla 13. <i>Características estadísticas muretes-ladrillos M-25</i>	42
Tabla 14. <i>Características estadísticas muretes-ladrillos H-10</i>	43
Tabla 15. <i>Características estadísticas muretes-ladrillos H-15</i>	43
Tabla 16. <i>Absorción máxima de agua</i>	46
Tabla 17. <i>Propiedades físicas de las unidades para mampostería estructural</i>	48
Tabla 18. <i>Propiedades físicas de las unidades de mampostería no estructural</i>	51
Tabla 19. <i>Longitud máxima permisible de desportilladuras desde las esquinas y los bordes de las unidades</i>	52
Tabla 20. <i>Porcentaje de unidades que puede superar las longitudes máximas de desportillados</i>	52

Tabla 21. <i>Resultados absorción por ebullición ladrillos M-25 empresa A, B y C.</i>	67
Tabla 22. <i>Resultados absorción por ebullición ladrillos H-10 empresa A, B y C.</i>	67
Tabla 23. <i>Resultados absorción por ebullición ladrillos H-15 empresa A, B y C.</i>	68
Tabla 24. <i>Resultados compresión de ladrillos M-25 empresa A, B, C.</i>	69
Tabla 25. <i>Resultados compresión de ladrillos H-10 empresa A, B, C.</i>	71
Tabla 26. <i>Resultados compresión de ladrillos H-15 empresa A, B, C.</i>	73
Tabla 27. <i>Resultados compresión de muretes M-25 empresa A, B, C.</i>	76
Tabla 28. <i>Resistencias mínimas Muretes M-25</i>	76
Tabla 29. <i>Resultados compresión de muretes H-10 empresa A, B, C.</i>	78
Tabla 30. <i>Resistencias mínimas Muretes H-10.</i>	78
Tabla 31. <i>Resultados compresión de muretes H-15 empresa A, B, C.</i>	80
Tabla 32. <i>Resistencias mínimas Muretes H-15.</i>	80

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. <i>Unidades de mampostería de perforación vertical</i>	5
Ilustración 2. <i>Unidades de mampostería de perforación horizontal</i>	6
Ilustración 3. <i>Unidades de mampostería maciza</i>	7
Ilustración 4. <i>Unidades de perforación horizontal (PH)</i>	8
Ilustración 5. <i>Unidades de perforación vertical (PV)</i>	9
Ilustración 6. <i>Unidades macizas (M)</i>	9
Ilustración 7. <i>Materia prima</i>	15
Ilustración 8. <i>Medición de unidades</i>	18
Ilustración 9. <i>Marcación de unidades</i>	19
Ilustración 10. <i>Unidades descartadas</i>	19
Ilustración 11. <i>Determinación Área en contacto con el agua</i>	20
Ilustración 12. <i>Ajuste de soportes y calibración</i>	21
Ilustración 13. <i>Verificación con el espécimen de prueba</i>	21
Ilustración 14. <i>Verificación área en contacto con el agua y pesaje de las unidades</i> ...	22
Ilustración 15. <i>Inmersión de las unidades</i>	25
Ilustración 16. <i>Secado de las unidades</i>	25
Ilustración 17. <i>Espécimen sumergido</i>	28
Ilustración 18. <i>Demarcación por pares de unidades M-25</i>	29
Ilustración 19. <i>Verificación de profundidad</i>	30
Ilustración 20. <i>Secado de unidades en el cuarto de secado y en el horno</i>	30
Ilustración 21. <i>Comparación entre unidades</i>	31
Ilustración 22. <i>Elaboración del mortero</i>	32

Ilustración 23. <i>Elaboración de los muretes</i>	32
Ilustración 24. <i>Nivelación</i>	33
Ilustración 25. <i>Muretes</i>	33
Ilustración 26. <i>Preparación del yeso</i>	34
Ilustración 27. <i>Nivelación</i>	35
Ilustración 28. <i>Revisión del espesor</i>	35
Ilustración 29. <i>Revisión nivelación muretes</i>	36
Ilustración 30. <i>Revisión espesor muretes</i>	36
Ilustración 31. <i>Muretes refrentados</i>	37
Ilustración 32. <i>Ubicación de la unidad en la máquina de compresión</i>	38
Ilustración 33. <i>Unidades falladas</i>	39
Ilustración 34. <i>Fallas en los muretes.</i>	42
Ilustración 35. <i>Anatomía diagrama de caja y bigotes</i>	44
Ilustración 36. <i>Símbolos diagrama de flujo</i>	46
Ilustración 37. <i>Flujograma Propiedades físicas</i>	47
Ilustración 38. <i>Paredes y tabiques</i>	49
Ilustración 39. <i>Flujograma defectos superficiales en ladrillos</i>	50
Ilustración 40. <i>Flujograma compresión muretes</i>	54
Ilustración 41. <i>Flujograma tasa inicial de absorción</i>	56
Ilustración 42. <i>Flujograma ensayo compresión en unidades</i>	57
Ilustración 43. <i>Flujograma absorción 24 horas</i>	58
Ilustración 44. <i>Flujograma absorción por ebullición</i>	59
Ilustración 45. <i>Eflorescencia en unidades M-25</i>	60

Ilustración 46. <i>Tasa inicial de absorción ladrillo M-25</i>	61
Ilustración 47. <i>Tasa inicial de absorción ladrillo H-10</i>	62
Ilustración 48. <i>Tasa inicial de absorción ladrillo H-15</i>	63
Ilustración 49. <i>% Absorción por inmersión ladrillo M-25</i>	64
Ilustración 50. <i>% Absorción por inmersión ladrillo H-10</i>	65
Ilustración 51. <i>% Absorción por inmersión ladrillo H-15</i>	66
Ilustración 52. <i>Resultados empresa C</i>	69
Ilustración 53. <i>Resistencia a la compresión ladrillo M-25</i>	70
Ilustración 54. <i>Características estadísticas ladrillos M-25</i>	71
Ilustración 55. <i>Resistencia a la compresión ladrillo H-10</i>	72
Ilustración 56. <i>Características estadísticas ladrillos H-10</i>	73
Ilustración 57. <i>Resistencia a la compresión ladrillo H-15</i>	74
Ilustración 58. <i>Características estadísticas ladrillos H-15</i>	75
Ilustración 59. <i>Resistencia a la compresión de muretes M-25</i>	76
Ilustración 60. <i>Promedios Resistencias muretes M-25</i>	77
Ilustración 61. <i>Resistencia a la compresión de muretes H-10</i>	78
Ilustración 62. <i>Promedios Resistencias muretes H-10</i>	79
Ilustración 63. <i>Resistencia a la compresión de muretes H-15</i>	80
Ilustración 64. <i>Resistencias promedios muretes H-15</i>	81
Ilustración 65. <i>Esfuerzos-Deformaciones promedios muretes M-25</i>	82
Ilustración 66. <i>Esfuerzos-Deformaciones promedios muretes H-10</i>	83
Ilustración 67. <i>Esfuerzos-Deformaciones promedios muretes H-15</i>	84

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: PARAMETRIZACIÓN DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL Y NO ESTRUCTURAL H-10, H-15 y M-25 DE EMPRESAS PRODUCTORAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA.

AUTOR(ES): ANGIE CAROLINA DÍAZ OCHOA
LINDI XIOMARA PEDRAZA QUINTERO

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): JOHN ALEXIS CASTELLANOS REYES

RESUMEN

Este trabajo de grado se realizó con el objetivo de analizar la resistencia a compresión de los ladrillos de arcilla utilizados para mampostería estructural y no estructural H-10, H-15 Y M-25 de empresas representativas proveedoras de la región bajo las normas técnicas establecidas en la NSR-10. Mediante la ejecución de pruebas sobre unidades de mampostería al igual que la fabricación de muretes siguiendo las recomendaciones de las NTC, se permite determinar cuáles son las resistencias a la compresión (f'm) entre otras establecidas en la norma NTC y NRS-10. Los resultados obtenidos sirven para conocer la calidad de los ladrillos y promover nuevas líneas de investigación sobre procedimientos empleados en la fabricación de los elementos utilizados en mampostería con el propósito de aumentar las condiciones de f'm de los ladrillos.

PALABRAS

CLAVE:

Mampostería estructural, mampostería no estructural, resistencia, muretes, refrentado, absorción.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: PARAMETRIZATION OF STRUCTURAL AND NON-STRUCTURAL MASONRY H-10, H-15 and M-25 OF PRODUCTION COMPANIES IN THE METROPOLITAN AREA OF BUCARAMANGA.

AUTHOR(S): ANGIE CAROLINA DÍAZ OCHOA
LINDI XIOMARA PEDRAZA QUINTERO

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: JOHN ALEXIS CASTELLANOS REYES

ABSTRACT

This degree work was carried out with the aim of analyzing the compressive strength of clay bricks used for masonry structural and non-structural H-10, H-15 and M-25 of representative companies in the region under the technical standards laid down in the NSR-10. By running test on masonry like the walls manufacturing units following the recommendations of the NTC, is allowed to determine the resistance to compression ($f'm$) among others set forth in the standard NTC and NSR-10. The results help to know the quality of the bricks and promoting new lines of research procedures used in the manufacture of the elements used in masonry with the purpose of increase conditions of the bricks.

KEYWORDS:

Structural masonry, non-structural masonry, resistance, walls, facing, absorption.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo el ladrillo ha sido uno de los materiales de elección para la construcción de todo el mundo, no solo por su diversidad en formas, tamaños y resistencia sino por sus grandes ventajas constructivas en diferentes obras como: viviendas, puentes, edificios, tanques, hospitales, muros, hoteles entre otras.

Por ello, es necesario realizar controles de calidad, con el fin de verificar si las unidades de mampostería producidas en la región cumplen o no con la normativa colombiana.

Por esta razón mediante el análisis a las NTC y la ejecución de pruebas sobre unidades de mampostería al igual que la fabricación de muretes siguiendo las recomendaciones de las NTC; se determinó cuáles son las resistencias a la compresión ($f'm$) y absorción de agua tanto para unidades como para muretes con el fin de observar el comportamiento respecto a la NSR 10 TÍTULO D; las unidades analizadas fueron suministradas por 3 empresas las cuales se vincularon para llevar a cabo el trabajo de grado.

De acuerdo con los resultados se validó las normas establecidas en el TÍTULO D de las NSR-10 para verificar el comportamiento de estos materiales.

Se espera que con ayuda de los resultados los cuales serán suministrados a las empresas proveedoras, estas conozcan la efectividad de sus productos y mejoren la calidad en su producción, con el fin de brindar un material acorde con las NTC. Así mismo se plantea la posibilidad de que se continúe investigando la calidad de los ladrillos y se lleven a cabo trabajos de grado enfocados en determinar las debilidades presentes en los procesos de fabricación de la mampostería estructural y no estructural.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

Analizar desde el punto de vista técnico la resistencia a compresión de los ladrillos de arcilla utilizadas para mampostería estructural y no estructural (H-10, H-15 y M-25) de diferentes empresas proveedoras de la región, por medio de la validación de las normas establecidas en el TITULO D de la NSR-10 para verificar el comportamiento físico de estos materiales.

1.2. Objetivos Específicos

- Comprender las normas NTC (3495, 4017, 4205) establecidas en la NRS-10 (TÍTULO D Y TÍTULO I) para determinar la calidad y resistencia de los bloques de arcilla, mediante la observación de cada ensayo para disponer cuál es la de mejor desempeño para el análisis de los bloques.
- Realizar ensayos de compresión a cada muestra de mampostería, por medio de las normas establecidas y obtener resistencias mínimas permitidas para la mampostería estructural de la región.
- Analizar los datos obtenidos por los ensayos de compresión, mediante un espacio de muestreo con el fin de confrontar los datos estipulados en las normas que apliquen de la NSR-10 (TÍTULO D Y TÍTULO I) con los datos obtenidos por los ensayos.

2. MARCO TEORICO

A lo largo del tiempo el ladrillo ha sido uno de los materiales de elección para la construcción de todo el mundo, no solo por su diversidad en formas y tamaños sino por su resistencia; debido a que el departamento de Santander y más que todo el área metropolitana se encuentra ubicada en una zona de amenaza sísmica alta, se debe tener en cuenta la calidad de la mampostería utilizada para la construcción.

Es muy importante hacer una aproximación teórica y conceptual sobre la mampostería estructural ya que tener un conocimiento detallado conlleva a un buen desempeño.

2.1. LA ARCILLA

Las arcillas son un grupo de minerales industriales con características mineralógicas y genéticas muy variadas de las que se derivan un amplio rango de propiedades y por consiguiente de aplicaciones industriales como la construcción. Se trata de partículas de tamaño de grano muy fino y morfología laminar, con una amplia superficie de reacción fisicoquímica que facilita su interacción con multitud de sustancias como el agua. De ello se derivan sus propiedades plásticas y la relación esfuerzo deformación.

Las propiedades más importantes que destacar de la arcilla son:

2.1.1. Versatilidad

Se refiere a la gran variedad de aplicaciones, tales como paredes, fachadas, cubiertas, jardines, terrazas etc.

2.1.2. Durabilidad

Los materiales de arcilla poseen una gran variedad de características como: ser robustos, estables y de una vida útil duradera (100 años aproximadamente); así mismo con el pasar de los años se ha podido observar que las construcciones de ladrillos se han mantenido por siglos, especialmente las construidas con tejas de arcilla porque son resistentes al fuego, intemperie y a prueba de terremotos.

2.1.3. Estética

Generalmente los ladrillos de arcilla y los azulejos cuentan con una naturaleza estética y versátil. De acuerdo con la variabilidad en colores (desde el blanco hasta el rojo), formas y superficies (rugosas y lisas) se dice que el ladrillo cuenta con diferentes diseños y variaciones lo cual lo hace un material casi ilimitado

2.1.4. Plasticidad

Dependiendo del agua que se adicione la arcilla puede adquirir diferentes formas (Cademac, 2017).

2.2. LADRILLO

Este material de tipo cerámico es uno de los más antiguos que se utiliza en el sector de la construcción. Es conocido por su forma rectangular y propiedades las cuales le dan una excelente resistencia a la compresión, también se distingue por sus cualidades de aislamiento acústico y térmico. Así mismo este material hecho de masa de barro cocido puede levantar cualquier tipo de construcción para brindar comodidad a los usuarios.

2.3. MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

Son aquéllas que se diseñan y fabrican para ser utilizadas en construcciones de tipo estructural, Además de su propio peso, dichas unidades pueden soportar otras cargas verticales y horizontales (ICONTEC, NTC, 4205-1, 2010)

2.4. MAMPOSTERIA DE USO INTERIOR O DE USO EXTERIOR (DE FACHADA)

Son aquéllas que sólo son aptas para usarse en muros que no estén expuestos a la intemperie, como muros divisorios interiores que puedan estar o no a la vista, o en muros exteriores que tengan un acabado de protección de revoque o pañete, enchape u otra mampostería que impida la exposición a la intemperie. Las unidades de mampostería de uso exterior o para fachada son aptas para construir muros a la vista que estén expuestos a la intemperie. Cualquier unidad de mampostería, especificada para uso en exteriores, debe cumplir por lo menos con los requisitos de absorción determinados para ese uso. Adicionalmente, si se trata de una fachada, ésta debe cumplir, además, con las exigencias de tolerancia dimensional, distorsión, eflorescencia y límites de defectos superficiales que se presentan en la NTC 4205. (ICONTEC, NTC, 4205-1, 2010).

2.5. UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

Las unidades de mampostería que se utilizan en las construcciones pueden ser de concreto, arcilla cocida, sílico -calcáreas o de piedra. Según el tipo de mampostería estructural y según el refuerzo, las unidades pueden ser de perforación vertical, de perforaciones horizontales o sólidas, de acuerdo con la posición normal de la pieza en el muro.

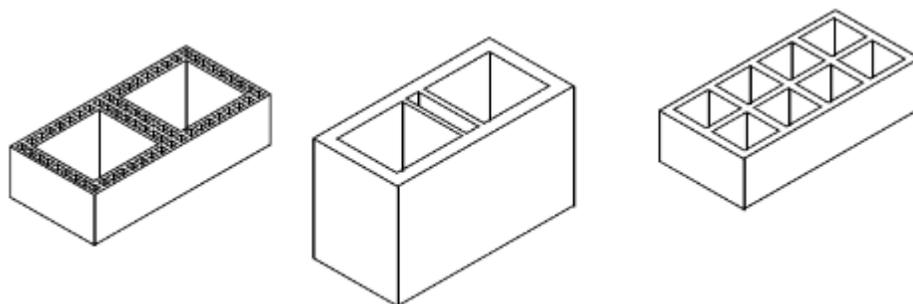
2.5.1. Unidades de mampostería de perforación vertical (PV)

Se pueden utilizar en las construcciones de mampostería estructural de todos los tipos. Pueden ser de concreto, arcilla o sílico-calcáreas. Se establecen, además, para este tipo de unidades los siguientes requisitos: Dimensiones de las celdas y las paredes. El área de las celdas verticales

de la pieza de mampostería en posición normal no puede ser mayor que el 65% del área de la sección transversal. Las celdas verticales u horizontales continuas en donde se coloque refuerzo no pueden tener una dimensión menor de 50 mm, ni menos de 3000 mm² de área.

Usos y Ventajas

- ✓ Bloques para muros portantes o de carga
- ✓ Empleados para realizar viviendas de 1 a 10 pisos (mampostería confinada y estructural dependiendo de la zona de amenaza sísmica), piscinas, tanques, muros de contención.
- ✓ La mampostería estructural además de las ventajas técnicas cuenta con cualidades estéticas.
- ✓ La utilización de módulos de mampostería como sistema constructivo, ofrece economía de edificaciones tanto bajas (hasta 2 pisos) como altas (de 2 a 10 pisos).
- ✓ Variedad de medidas, ancho y alto optimizan su uso
- ✓ Fácil almacenamiento y transporte
- ✓ Alta velocidad de construcción
- ✓ Resistencia al fuego y al ruido



Fuente: Norma Técnica colombiana 4205

Ilustración 1. *Unidades de mampostería de perforación vertical*

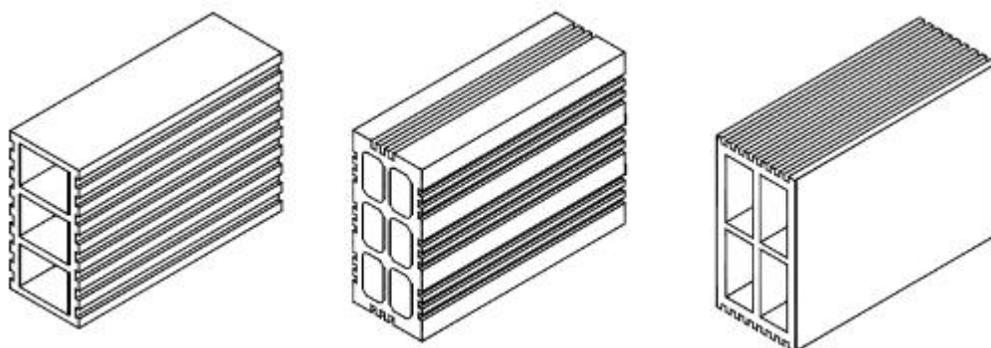
2.5.2. Unidades de mampostería de perforación horizontal (PH)

Sólo se pueden utilizar en los siguientes tipos de estructuras de mampostería: mampostería de muros confinados, mampostería de cavidad reforzada y mampostería reforzada externamente.

El tiempo de vida de las piezas de mampostería depende de diversos factores, los ladrillos mal cocidos no tienen la capacidad de resistir grandes cargas ya que tienen poca resistencia y por ende son susceptibles a deformarse fácilmente.

Usos y ventajas:

- ✓ Mayor capacidad de deformación.
- ✓ Patrón de agrietamiento más uniforme.
- ✓ Disminución del tamaño de grietas para el mismo nivel de distorsión (desplazamiento horizontal entre la altura del muro).
- ✓ Capacidad para tomar esfuerzos por temperatura.
- ✓ Disminución de fisuras ante sollicitaciones de servicio.
- ✓ Mayor capacidad ante la presencia de asentamientos diferenciales y desplomes (Uribe, 2011).



Fuente: Norma Técnica colombiana 4205

Ilustración 2. *Unidades de mampostería de perforación horizontal*

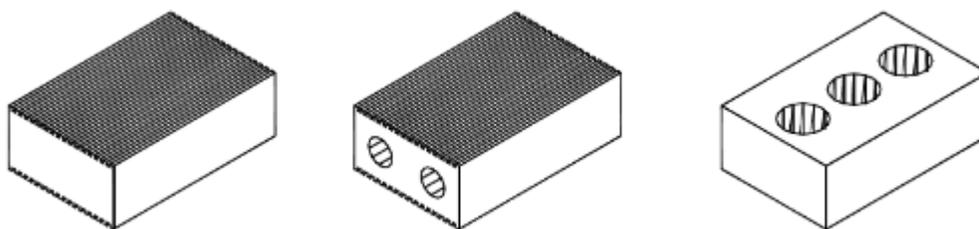
2.5.3. Unidades macizas de mampostería

Es la forma común del ladrillo. Como su nombre lo indica, es un elemento macizo y por lo tanto de bastante densidad. Según la región se le da también el nombre de tolete, o bocadillo.

La dureza y densidad del ladrillo depende de varios factores como son:

- ✓ Calidad de la arcilla utilizada
- ✓ Proceso de fabricación
- ✓ Temperatura a la que es sometido en el horno

El ladrillo macizo se produce en diferentes resistencias, según los grados de calor a que es sometido. Esta diferencia en cuanto a dureza puede ocurrir accidentalmente en especial en hornos rústicos de producción periódica. También se puede buscar mayor conocimiento si se requiere, según el caso específico y el tipo de mampostería en que se vaya a utilizar. Generalmente se emplea en elementos de mampostería que están sometidos a humedad o a gran peso. En el acabado de ladrillo también influye la arcilla utilizada en el proceso de fabricación (SENA, 2005)



Fuente: Norma Técnica colombiana 4205

Ilustración 3. *Unidades de mampostería maciza*

2.6. MAMPOSTERÍA NO ESTRUCTURAL

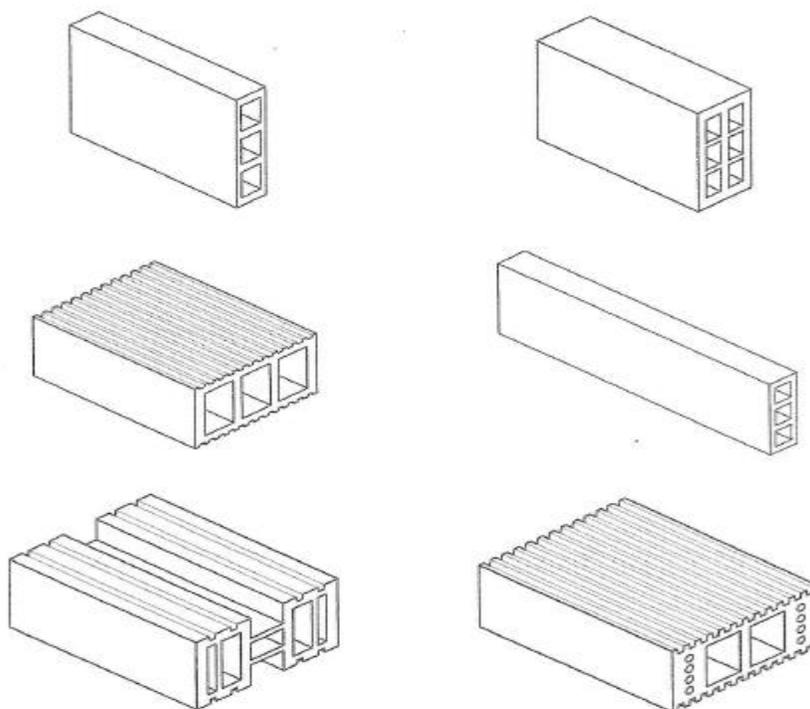
2.6.1. Tipos de unidades

Existen tres tipos básicos de unidades de mampostería no estructural de arcilla cocida, según su disposición de sus perforaciones y del volumen que estas ocupen: perforación horizontal

(PH), perforación vertical (PV) y macizas (M). Las unidades de perforación vertical cubiertas por esta norma tienen usos estrictamente no estructurales. El número de celdas y los espesores tanto de paredes como de tabiques.

2.6.1.1. Unidades de perforación horizontal (PH)

Unidades cuyas celdas o perforaciones son paralelas a la cara o superficie en que se asientan en el muro. El porcentaje máximo de huecos o perforaciones es del 75% de la sección bruta sostenible.



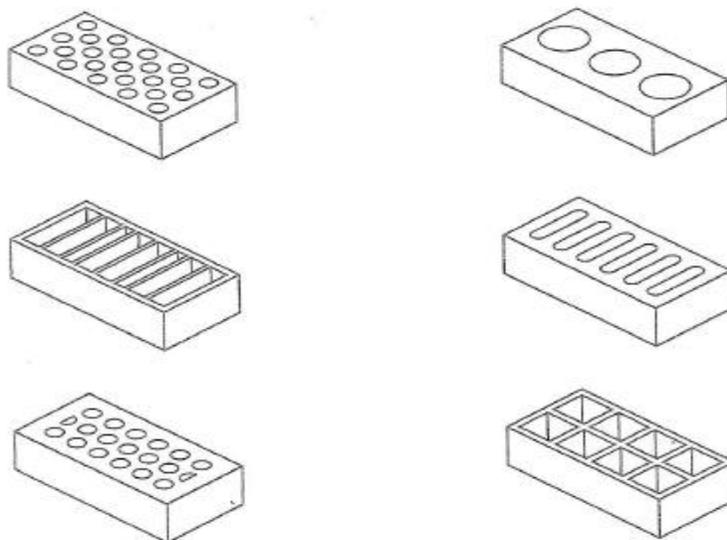
Fuente: Norma Técnica colombiana 4205

Ilustración 4. *Unidades de perforación horizontal (PH)*

2.6.1.2. Unidades de perforación vertical (PV)

Unidades cuyas celdas o perforaciones son perpendiculares a la cara o superficie en que se asientan en el muro. El área de las celdas y perforaciones, medida en una sección paralela a la cara

en que se asientan y que contengan la totalidad de ellas no puede ser superior al 75% de área bruta de dicha sección.

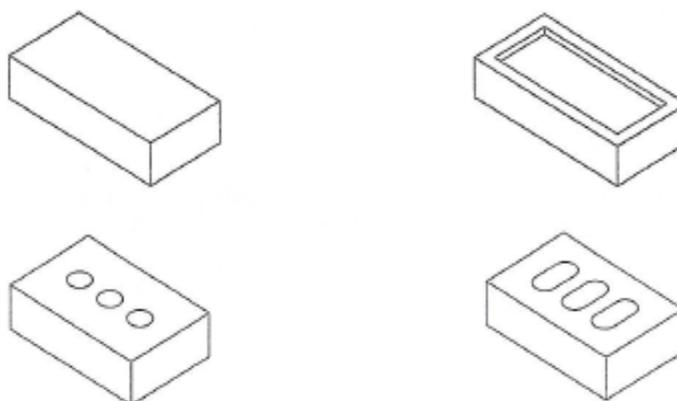


Fuente: Norma Técnica colombiana 4205

Ilustración 5. *Unidades de perforación vertical (PV)*

2.6.1.3. Unidades macizas (M)

Son unidades sin perforaciones. También se consideran unidades macizas aquellas con perforaciones menores al 25% del volumen total de la unidad.



Fuente: Norma Técnica colombiana 4205

Ilustración 6. *Unidades macizas (M)*

2.7. PROPIEDADES DE LA MAMPOSTERÍA

2.7.1. Resistencia a la compresión

Depende de la resistencia a compresión de las unidades y de los muretes, como la mano de obra, el refrentado en yeso, las propiedades del cemento y la mezcla de mortero.

2.7.2. Módulo de elasticidad (E)

Es una característica de cada material donde se aplica la relación del esfuerzo al que es sometido el material y la deformación unitaria lo que representa la rigidez del material ante una carga impuesta.

2.7.3. Conductividad térmica

Propiedad de la cual disponen los materiales para transmitir el calor de una pieza a otra. Para las unidades de mampostería la conductividad térmica depende de la densidad y la cantidad de humedad presente.

2.7.4. Transferencia de calor

Es la diferencia de temperaturas de un material a otro. Solo se da por conducción entre muros de mampostería y se transmite por medio de partículas adyacentes al muro.

2.7.5. Eflorescencia

Son cristales de sales generalmente de color blanco, las sales solubles en agua pueden migrar hacia la superficie del ladrillo, al evaporarse el agua y tener contacto con el ambiente se generan manchas de color blanco sobre el ladrillo a estas manchas se le llaman eflorescencia. Dependen de la zona en la que se encuentren aparecen con mayor frecuencia (ICONTEC, 2008).

2.8. PROPIEDADES DE YESO

La manera en la que se hidrata el yeso marcara sus propiedades en el resultado final (temperatura del agua y la proporción de esta con el yeso), las propiedades más importantes del yeso son:

2.8.1. Solubilidad

El yeso es poco soluble en agua dulce (10 gramos por litro a temperatura ambiente). El yeso en presencia de sales aumenta notablemente la solubilidad, el yeso se recomienda que sea usado en espacios interiores ya que cuando tiene contacto con los exteriores aparece la salinidad.

2.8.2. Finura del molido

Luego de ser deshidratado el yeso debe ser molido para su utilización. La finura del yeso influye en las propiedades que adquiere para volverlo a hidratar. Se estima que en cuanto mayor sea el grado de finura más completa será la reacción y la calidad del producto, la velocidad de fraguado es proporcional al grado de disolución.

2.8.3. velocidad del fraguado

Una de las características más importantes del yeso es su rapidez para fraguar (grado de finura, pureza, condiciones de hidratación, humedad y temperatura), es por esto por lo que se debe hidratar en pequeñas cantidades. Además, la rapidez del fraguado nos indica el grado de resistencia que obtendrá.

2.8.4. Resistencia mecánica

Para que esta propiedad sea de alta resistencia el yeso debe contar con alto grado de finura, velocidad de fraguado, temperatura del agua de la atmosfera y concentración del yeso.

2.8.5. Permeabilidad

El yeso posee un grado alto de porosidad es por esto por lo que el agua penetra con facilidad la red capilar lo que acelera la disolución y consecuentemente la pérdida del material.

2.8.6. Adherencia

Disminuye en contacto con el agua y es de mejor calidad en medio seco, para materiales pétreos y metálicos.

2.8.7. Corrosión

En presencia del agua este material reaccione perjudicando.

2.8.8. Resistencia al fuego

Es un material aislante lo cual lo hace resiste al fuego (Lopez, 2016).

2.9. ÁREA NETA

Es el área de la unidad de mampostería incluyendo los morteros de relleno y excluyendo las cavidades, medida en el plano bajo consideración, desde los bordes externos de la mampostería (AIS, 2010)

2.10. AREA BRUTA

Área delimitada por los bordes externos de la mampostería en el plano bajo consideración (AIS, 2010).

3. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con lo establecido en la ley 400 de 1997 en la creación de la comisión sismo resistente que dio lugar al Reglamento Colombiano de Construcción NSR 98 y posterior NSR-10; el título I Supervisión Técnica señala que se debe realizar un control a los materiales y a su vez expone los ensayos de control de calidad que se deben realizar a los diversos materiales usados en la construcción (AIS, 2010).

El desarrollo del presente proyecto de grado se realiza para dar a conocer los resultados de las piezas H-10, H-15 y tolete M-25 usadas en la mampostería estructural y no estructural de empresas productoras en el área metropolitana de Bucaramanga, cuando son sometidos a la normatividad aplicable para este tipo de material.

Con dichos datos se busca validar las normas establecidas en el título D y I de la NSR-10 que apliquen para el esfuerzo a compresión ($f'm$) en mampostería estructural y no estructural y así dar cumplimiento a los ensayos de calidad en cuanto a la compresión, expuestos en la normatividad anteriormente mencionada.

Con los resultados obtenidos de los ensayos realizados a unidades de mampostería y muretes se busca identificar el cumplimiento de la normatividad establecida como la tolerancia a la aceptación del material según las NTC y así ofrecer a los participantes del proyecto información de primera mano que permita validar sus procesos operativos para dar cumplimiento a lo anteriormente establecido.

4. ALCANCE

Mediante el análisis de las normas técnicas colombianas solicitadas para el cumplimiento de la NSR-10, TITULO D e I, se establecerá el grado de cumplimiento de los bloques (H-10, H-15, Tolete M-25) utilizados para mampostería estructural y no estructural.

Las empresas seleccionadas para realizar este estudio han sido elegidas teniendo en cuenta su reconocimiento en el mercado y la aprobación hacia los ensayos a realizar en sus productos, hay que aclarar que en la actualidad en el área metropolitana de Bucaramanga existen solo 7 empresas dedicadas a la producción de este tipo de bloques para mampostería y solo 3 de ellas cuentan con el material completo, así mismo solo 3 de las 7 empresas decidieron brindar su apoyo en la realización de este trabajo de grado.

Para realizar dicha verificación se llevará a cabo ensayos a 10 unidades individuales de bloques y la fabricación de 3 muretes para cada empresa y cada una de las unidades analizadas (H-10, H-15, Tolete M-25), esto en base a los criterios definidos en el título D de la NSR-10 (D.3.7.4.3) para muretes y en la NTC 4017 para unidades individuales; con el fin de determinar el valor de absorción, eflorescencia y resistencia a la compresión de la mampostería.

Con el análisis de los esfuerzos a compresión se busca realizar una comparación entre los esfuerzos individuales y los arrojados por los muretes; estos a su vez relacionarlos con los valores estipulados en las NTC correspondientes, para así analizar si la mampostería cumple con los requerimientos necesarios.

Los resultados obtenidos serán compartidos con las empresas que apoyaron este proyecto de grado, para ser usados en su respectivo análisis y mejora de los procesos a que dé lugar en su organización.

5. METODOLOGÍA

Dando alcance a nuestros objetivos se hace el estudio de la norma sismo resistente NSR-10 y de las NTC, se logró determinar los ensayos a realizar.

Se autorizó el uso de los materiales suministrados por los proveedores, los cuales son 138 unidades H-10, 138 unidades H-15 y 147 unidades tipo Tolete M-25, para un total de 423 unidades de mampostería, las cuales fueron suministradas por 3 empresas representativas de la región.



Fuente: Propia

Ilustración 7. *Materia prima*

Las actividades se llevaron a cabo en las instalaciones de la universidad Pontificia Bolivariana, en el laboratorio de materiales de construcción el cual cuenta con los equipos indispensables para la realización de ensayos de absorción de agua y resistencia a la compresión. De acuerdo con las normas los ensayos que se realizaron son:

5.1. PROPIEDADES FÍSICAS

Se empezó con la caracterización de cada uno de los materiales suministrados por cada ladrillera, posterior a ello se procede a determinar las propiedades físicas establecidas por la norma técnica colombiana la cual nos permite desarrollar los siguientes ensayos:

5.1.1. Ensayo de inmersión durante 24 horas

El ensayo de inmersión de acuerdo con la NTC 4017 nos permite determinar la cantidad de agua que absorben los ladrillos durante 24h. Se realiza en agua fría para determinar la cantidad de agua que absorben los ladrillos durante 24h, se realizó el ensayo para 5 unidades de cada tipo de ladrillo y de cada empresa con el fin de obtener el promedio de absorción para el lote.

5.1.2. Ensayo de Absorción por ebullición

El ensayo de absorción de acuerdo con la NTC 4017 permite determinar el punto de ebullición de cada muestra. Mientras se presentaron diversos cambios de temperatura la presión aumentaba.

5.1.3. Tasa inicial de absorción (succión)

El ensayo de tasa inicial de absorción de acuerdo con la NTC 4017 se debe pesar el ladrillo seco para determinar la humedad después de sumergir 3.2mm del ladrillo por 60s.

5.2. EFLORESCENCIA

El ensayo de eflorescencia se realiza a unidades M-25, ya que estas son usadas para fachada o a la vista, el ensayo se desarrolla de acuerdo con la NTC 4205-3, permite determinar si las unidades sufren cambios volumétricos o decoloración al estar en agua destilada y en el cuarto de curado por 7 días.

5.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Dicho ensayo se realiza a unidades de mampostería estructural H-10, H-15 y tolete M-25 donde por cada empresa se ensaya 10 unidades Y 3 muretes por cada tipo de muestra, el ensayo a compresión se realiza en el laboratorio de ingeniería civil, en la maquina universal.

5.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En base a los resultados obtenidos en el laboratorio de ingeniería civil se realiza un análisis estadístico para determinar la resistencia a la compresión de la mampostería.

- a) Por determinación experimental sobre muretes de prueba
- b) Por medio de ensayos sobre materiales individuales (AIS, 2010)

Con los datos estadísticos se desea ejecutar una comparación entre los datos arrojados en los procedimientos a y b con el fin de demarcar la diferencia entre el comportamiento individual del material y el comportamiento en conjunto (muretes); a su vez se confrontarán dichos resultados con la normativa pertinente, con el fin de alcanzar los objetivos propuestos.

5.5. CONCLUSIONES

Con ayuda de los análisis de resultados se realiza una visión detallada y general de los datos obtenidos, con el fin de crear una serie de conclusiones para dar solución a los objetivos propuestos.

6. ENSAYOS DE LABORATORIO Y RESULTADOS

A continuación, se muestran los ensayos de laboratorio desarrollados para la obtención de los resultados de absorción de agua y de la resistencia a la compresión de las unidades y muretes de mampostería.

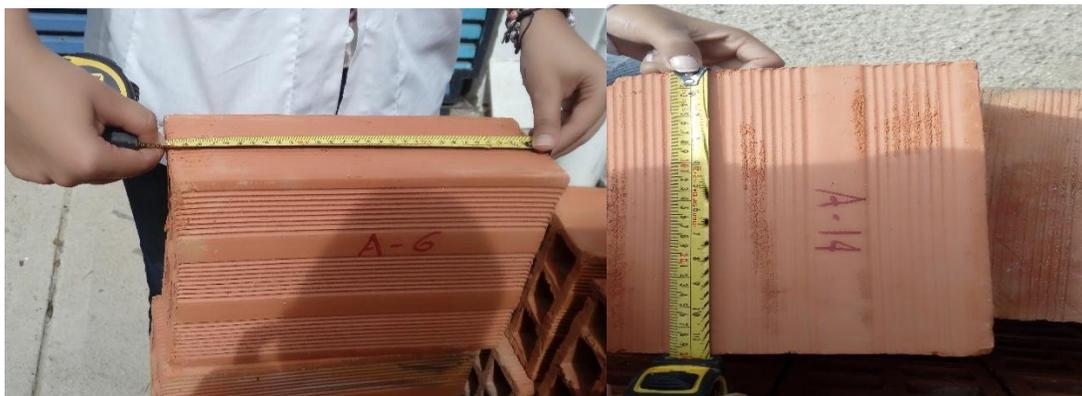
6.1. ENUMERACIÓN DE LAS MUESTRAS Y TOMA DE MEDIDAS

Previo al desarrollo de los ensayos, se demarco y enumero cada una de las unidades de mampostería, con el fin de controlar el origen de estas.

Se observa a continuación las dimensiones estándar de los ladrillos de mampostería estructural.

Tabla 1. *Dimensiones de los ladrillos*

UNIDAD (TIPO)	LARGO [cm]	ALTO [cm]	ANCHO [cm]
H-10	30	20	10
H-15	30	20	15
M-25	25	6,5	12



Fuente: Propia

Ilustración 8. *Medición de unidades*



Fuente: Propia

Ilustración 9. *Marcación de unidades*

En el momento de realizar la medición se verificó que cada una de las piezas cumpliera con los criterios de aceptación físicos y geométricos tales como:

- Las unidades no se deben desintegrar al tacto.
- El color y la textura de los ladrillos deben ser preferiblemente uniformes.
- Deben estar libres de grietas extensas o poco superficiales en cualquiera de las caras.
- Las caras y aristas de las unidades, no se pueden desviar del plano o línea respectivamente en más de un 1% de su dimensión nominal.



Fuente: Propia

Ilustración 10. *Unidades descartadas*

6.2. ABSORCIÓN DE AGUA

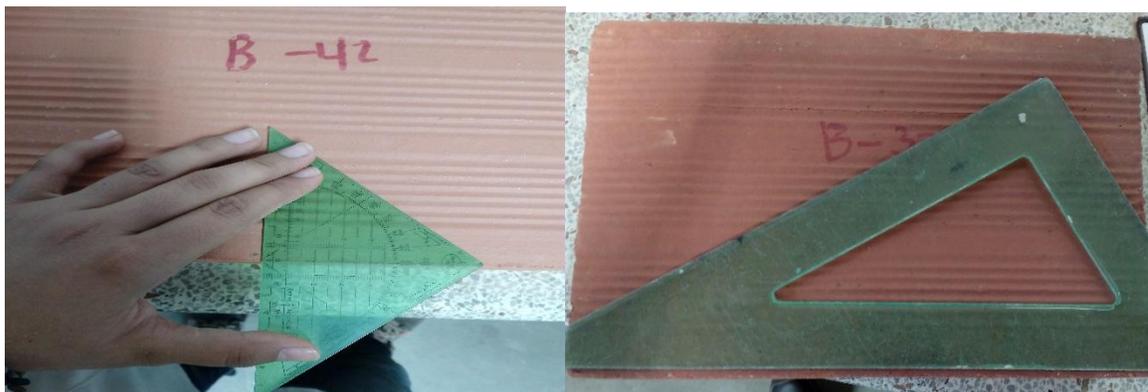
6.2.1. Tasa inicial de absorción T.I.A

El objetivo de este ensayo es hallar la succión capilar que tienen las superficies de las unidades estructurales secas, medida durante sesenta segundos (60 s) con el fin de calcular el tiempo recomendado de humedecimiento previo para la colocación de unidades, en este caso para la elaboración de los muretes.

- Procedimiento

En primera instancia se secan y enfrían los 5 especímenes a usar como lo indica la Norma Técnica Colombiana (NTC 4017) con el fin de determinar la masa seca de cada unidad.

Después de seleccionar las piezas y determinar la masa seca, se limpian las unidades con el fin de retirar material particulado que pueda alterar el peso de la unidad, posteriormente se halla el área de la superficie de la pieza que va a estar en contacto con el agua.



Fuente: Propia

Ilustración 11. *Determinación Área en contacto con el agua*

Se calibra y ajustan los soportes con un nivel de burbuja y se coloca el espécimen de prueba con el fin de verificar que se cumpla con los requisitos establecidos en la NTC 4017.



Fuente: Propia

Ilustración 12. *Ajuste de soportes y calibración*



Fuente: Propia

Ilustración 13. *Verificación con el espécimen de prueba*

Después de retirar el espécimen de referencia, se coloca el espécimen de ensayo sobre los soportes y se verifica que cumpla con el área en contacto con el agua, se deja por un periodo de 60 ± 1 s, al finalizar este periodo se retira el espécimen, se seca la superficie con un paño húmedo y se determina la masa nuevamente.

Se debe mantener constante el nivel del agua después de colocada la pieza (3 mm por encima del soporte)



Fuente: Propia

Ilustración 14. Verificación área en contacto con el agua y pesaje de las unidades

6.2.2. Resultados ensayo tasa inicial de absorción

En el ANEXO 2, se muestran los resultados de los ensayos de tasa inicial de absorción realizados bajo la NTC 4017 para determinar el tiempo previo requerido de humedecimiento de las unidades para elaborar los muretes.

6.2.2.1. Resultados tasa inicial de absorción unidades M-25

En la tabla 2 se observan los resultados obtenidos para las unidades M-25 en donde se realiza una comparación entre las empresas para un mejor análisis.

Tabla 2. Resultados Absorción ladrillos M-25

M-25		
T.I.A [g/cm²/min)		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
0,2466	0,1768	0,1867
0,2288	0,2246	0,2607
0,2358	0,1216	0,2844
0,3061	0,1796	0,2334
0,2392	0,2100	0,30341

6.2.2.2. Resultados tasa inicial de absorción unidades H-10

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de tasa inicial de absorción para cada empresa, a la vez se realiza una comparación entre los resultados obtenidos de la empresa A, B y C para un mejor análisis.

Tabla 3. Resultados Absorción ladrillos H-10

H-10		
T.I.A [g/cm²/min)		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
0,1010	0,1455	0,0579
0,0905	0,0828	0,1060
0,0777	0,1873	0,0598
0,0494	0,1718	0,0104
0,0311	0,2387	0,0555

6.2.2.3. Resultados tasa inicial de absorción unidades H-15

En la tabla 4 se observan los resultados obtenidos para las unidades H-15 en donde se realiza una comparación entre las empresas para un mejor análisis.

Tabla 4. Resultados Absorción ladrillos H-15

H-15		
T.I.A [g/cm²/min)		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
0,0830	0,1429	0,0900
0,1226	0,0764	0,0860
0,0727	0,0422	0,1859
0,0910	0,1483	0,1266
0,0807	0,1343	0,1082

6.2.3. Inmersión durante 24 h

Este ensayo se realiza con el objetivo de cumplir con lo establecido en la especificación para la absorción de agua, especificadas en la NTC 4205-1 (ICONTEC, NTC, 4205-1, 2010); el fin de este ensayo es determinar la cantidad de agua que alcanza a absorber una pieza de mampostería durante veinticuatro horas (24 h).

- Procedimiento

Se secan y enfrían los 5 especímenes a usar como lo indica la Norma Técnica Colombiana (NTC 4017) con el fin de determinar la masa seca de cada unidad.

Posteriormente se sumergen los especímenes secos y fríos, en agua destilada entre 15,5°C y 30°C durante veinticuatro horas (24 h).



Fuente: Propia

Ilustración 15. *Inmersión de las unidades*

Pasadas las 24 h se retira el espécimen del agua, se seca con un trapo húmedo y se pesa antes de que pasen 300 s.



Fuente: Propia

Ilustración 16. *Secado de las unidades*

6.2.4. Resultados ensayo inmersión por 24 horas

En el ANEXO 3, se observan los resultados obtenidos al realizar los ensayos de absorción por 24 horas efectuados bajo la NTC 4017.

6.2.4.1. Resultados absorción por 24 horas unidades M-25

A continuación, en la tabla 5 se muestra un resumen de los resultados obtenidos para las unidades M-25 después de realizado el ensayo de absorción por 24 horas; en ella se observan los resultados de las empresas A, B y C.

Tabla 5. Resultados absorción por 24 h ladrillos M-25

M-25		
%Absorción		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
10,10	10,28	10,96
10,86	7,72	10,38
10,84	10,93	10,31
10,67	11,04	10,81
10,15	10,39	10,81

6.2.4.2. Resultados absorción por 24 horas unidades H-10

En la tabla 6, se muestra el resumen de los resultados obtenidos para las unidades H-10 después de realizar el ensayo correspondiente a la absorción por 24 horas.

Tabla 6. Resultados absorción por 24 h ladrillos H-10

H-10		
%Absorción		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
12,40	11,74	9,23
12,26	11,74	7,65
11,80	11,14	10,08
11,26	11,77	10,27
13,04	11,77	9,58

6.2.4.3. Resultados absorción por 24 horas unidades H-15

En la tabla 7, se muestra un resumen de los resultados obtenidos para la unidad H-15, posterior al desarrollo del ensayo de inmersión por 24 horas; se observan los datos de las empresas A, B y C para un mejor análisis.

Tabla 7. Resultados absorción por 24 h ladrillos H-15

H-15		
%Absorción		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
12,36	10,66	10,94
13,11	10,19	10,43
12,81	10,83	10,75
13,04	9,56	10,25
12,69	10,26	10,62

6.2.5. Absorción por Ebullición

Este ensayo se realiza con el objetivo de cumplir con lo establecido en la especificación para la absorción de agua, especificadas en la NTC 4205-1 (ICONTEC, NTC, 4205-1, 2010).

- Procedimiento

Se determina la masa seca de los especímenes como se indica en la NTC 4017, posteriormente se sumerge el espécimen en un tanque metálico que permita la libre circulación, el agua debe ser limpia y estar a una temperatura entre 15,5° C y 30°C. Se calienta el agua de manera que alcance la ebullición dentro de la primera hora y se deja en ebullición constantemente por 1 h.



Fuente: Propia

Ilustración 17. *Espécimen sumergido*

Luego se permite que el espécimen se enfríe a una temperatura que este entre 15,5°C y 30°C por pérdida natural de calor, cuando el espécimen se encuentre a la temperatura indicada, se saca el espécimen y se remueve el agua de la superficie con un paño y se pesa antes de que trascurren 300 s de haberlo sacado del agua.

6.2.6. Resultados ensayo absorción por ebullición

En el ANEXO 4, se muestran los resultados obtenidos al realizar el ensayo de absorción por ebullición para las unidades M-25, H-10 y H-15, de cada empresa.

A continuación, se observan los resultados obtenidos al realizar el ensayo de absorción por ebullición, el cual se desarrolló de acuerdo con lo estipulado en la NTC 4017. Se ensayó una unidad por cada tipo y para cada empresa.

Tabla 8. *Resultados absorción por ebullición*

M-25		H-10		H-15	
Nombre	Absorción [%]	Nombre	Absorción [%]	Nombre	Absorción [%]
A-1	0,00	A-6	0%	A-7	1%
B-20	0,00	B-22	0%	B-15	2%
C-3	0,00	C-14	1%	C-10	1%

6.3. EFLORESCENCIAS

El objetivo de este ensayo es examinar las unidades de mampostería de fachada M-25 cuando se someten a condiciones climáticas similares a las de la vida en obra.

- Procedimiento

Se seleccionan diez especímenes completos de cada empresa y se agrupan en cinco pares, de manera que cada par tenga un aspecto similar, se demarca cada par de especímenes con el fin de diferenciarlos durante el desarrollo del ensayo.



Fuente: Propia

Ilustración 18. *Demarcación por pares de unidades M-25*

Después de demarcadas las unidades se limpian con un cepillo suave, se elige una unidad de cada par y se sumerge en agua destilada hasta una profundidad de 25 mm, se deja en el cuarto de secado por 7 días.



Fuente: Propia

Ilustración 19. *Verificación de profundidad*

Posteriormente se almacenan los otros 5 especímenes de cada uno de los pares en el cuarto de secado, sin tener contacto con el agua. Al finalizar los 7 días se inspeccionan los especímenes sumergidos en agua y luego se secan los dos grupos en el horno por 24 horas.



Fuente: Propia

Ilustración 20. *Secado de unidades en el cuarto de secado y en el horno*

Después de las 24 horas se examinan y comparan cada par de especímenes, con el fin de determinar si son o no eflorescentes.



Fuente: Propia

Ilustración 21. *Comparación entre unidades*

6.4. ELABORACIÓN DE LOS MURETES

Para llevar a cabo la construcción de los muretes se debe tener en cuenta el nivel del mortero de pega, el cual es de 1 cm, así como el humedecimiento previo de las unidades a utilizar, el cual se hizo con el ensayo de tasa inicial de absorción, T.I.A.

Se nivela con ayuda del nivel de burbuja y de arena el suelo donde se colocará y elaborará el murete; se prepara el mortero de pega 1:4, (la cual es usada para pega de ladrillos en muros) cumpliendo con las dosificaciones y cantidades requeridas.

Tabla 9. *Dosificación del mortero*

Tipo de mortero	Materiales por m ³		
	Cemento (kg)	Arena (m ³)	Agua (L)
1:2	610	0,97	250
1:3	454	1,10	250
1:4	364	1,16	240
1:5	302	1,20	240
1:6	261	1,20	235

Fuente: www.construereyesingenieria.com



Fuente: Propia

Ilustración 22. *Elaboración del mortero*

Después se aplica el mortero de pega en una de las caras de la pieza y se superpone la siguiente pieza, se verifica que la brecha tenga 1 cm, que el murete este nivelado y se limpian.



Fuente: Propia

Ilustración 23. *Elaboración de los muretes*



Fuente: Propia
Ilustración 24. Nivelación

Se ordenan los muretes y se dejan inmóviles por un tiempo de 48 h; posterior al curado inicial se dejan cubiertos los muretes durante 28 días, que es el tiempo en el cual el mortero de pega alcanza su máxima resistencia.



Fuente: Propia
Ilustración 25. Muretes

6.5. REFRENTADO DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

El refrentado se debe realizar después de que el mortero de relleno cumpla las 48 h de curado inicial, el refrentado se realiza a unidades que tengan irregularidades sobre la cara por

donde se aplicará la carga del ensayo de resistencia a la compresión; el material utilizado para refrentar será el yeso odontológico tipo IV, el cual es un yeso de alta resistencia y cumple con los requisitos establecidos en la NTC 4017 Y 3495, donde piden el uso de yeso calcinado (hemihidrato).

- Procedimiento

Se secan los especímenes con ayuda del horno, posteriormente se limpian con ayuda de una brocha para quitar material particulado.

Se limpia la zona donde se va a realizar el refrentado, con el fin de que este nivelada y libre de polvo o cualquier otro material.

Se prepara la mezcla y se extiende sobre el papel periódico verificando que la cantidad sea suficiente y que se cumpla con el espesor del yeso, se asienta la pieza sobre la mezcla y se hace un poco de presión con el fin de que se adhiera el yeso a la unidad, se toma el nivel de la unidad y se limpia el excedente.



Fuente: Propia

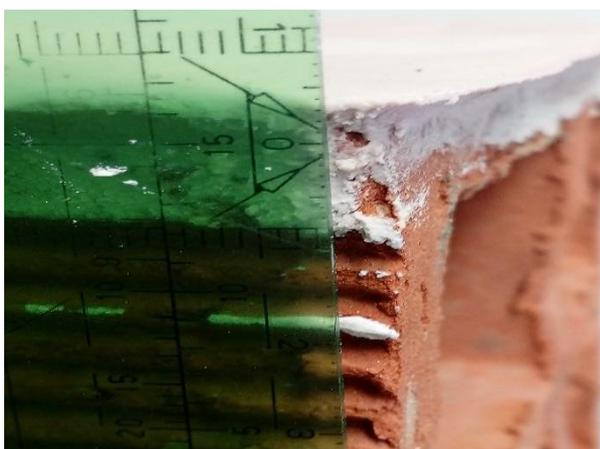
Ilustración 26. *Preparación del yeso*



Fuente: Propia

Ilustración 27. Nivelación

Se deja secar, se revisa el espesor y se repite el mismo procedimiento con la otra cara de la unidad; se realiza el mismo procedimiento para las 90 unidades.



Fuente: Propia

Ilustración 28. *Revisión del espesor*

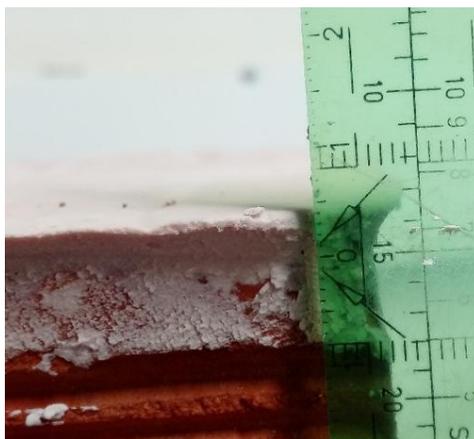
6.6. REFRENTADO DE LOS MURETES

El refrentado se realiza de igual forma como el descrito en el numeral anterior; el refrentado se debe realizar después de que el mortero de relleno tenga mínimo 48 h de edad.



Fuente: Propia

Ilustración 29. *Revisión nivelación muretes*



Fuente: Propia

Ilustración 30. *Revisión espesor muretes*



Fuente: Propia

Ilustración 31. *Muretes refrentados*

6.7. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

6.7.1. Resistencia a la compresión de unidades

El ensayo de compresión de unidades se lleva a cabo en la máquina de compresión ubicada en el laboratorio de construcciones de la universidad en el bloque k 210.

Antes de ubicar la unidad en la máquina se debe verificar que se encuentre calibrada, debe tener una precisión de $\pm 1\%$ sobre el rango provisto de la carga.

Para iniciar el ensayo se colocan unas platinas metálicas endurecidas debajo del mampuesto para minimizar el desgaste del plato inferior y acercar el mampuesto al asiento esférico, el centro de la esfera que posee la maquina debe descansar en el centro de la superficie del bloque metálico y este a su vez debe estar centrado con el espécimen.



Fuente: Propia

Ilustración 32. *Ubicación de la unidad en la máquina de compresión*

Se debe aplicar una carga adecuada y uniforme, observando en la máquina el momento donde se registra la carga máxima, luego se retira la unidad y se realiza el mismo procedimiento con las demás unidades.





Fuente: Propia

Ilustración 33. *Unidades falladas*

6.7.2. Resultados estadísticos

En el ANEXO 5, se encuentran las tablas de los resultados de los esfuerzos a compresión de cada una de las unidades ensayadas, los cuales se llevaron a cabo de acuerdo con lo estipulado en la NTC 4017.

6.7.2.1. Resultados resistencia a la compresión para unidades M-25

En la tabla 10, se muestran las características estadísticas halladas para las unidades M-25, se muestran los resultados de resistencia promedio, desviación estándar y el coeficiente de desviación.

Tabla 10. *Características estadísticas ladrillos M-25*

Características estadísticas [Kgf/cm ²]	Ladrillos M-25		
	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Promedio [Kgf/cm ²]	451,424	561,55	512,41
Mediana [Kgf/cm ²]	433,356	565,08	512,00
Varianza [Kgf/cm ²]	2443,501	2315,87	9241,14
Desviación [Kgf/cm ²]	49,432	48,12	96,13
Coef. De desviación [%]	11%	9%	19%

6.7.2.2. Resultados resistencia a la compresión para unidades H-10

En la tabla 11, se muestran los resultados de resistencia promedio, desviación estándar y coeficiente de desviación, hallados al realizar el ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 11. *Características Estadísticas ladrillos H-10*

Características estadísticas [Kgf/cm ²]	Ladrillos H-10		
	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Promedio [Kgf/cm ²]	26,003	22,83	27,17
Mediana [Kgf/cm ²]	23,831	22,81	26,63
Varianza [Kgf/cm ²]	100,346	25,24	19,77
Desviación [Kgf/cm ²]	10,017	5,02	4,45
Coef. De desviación [%]	39%	22%	16%

6.7.2.3. Resultados resistencia a la compresión para unidades H-15

En la tabla 12, se muestran las características estadísticas halladas para las unidades H-15, de las 3 empresas analizadas al realizar el ensayo de compresión de unidades.

Tabla 12. *Características Estadísticas ladrillos H-15*

Características estadísticas	Ladrillos H-15		
	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Promedio [Kgf/cm ²]	17,512	13,054	27,170
Mediana [Kgf/cm ²]	17,101	14,072	21,511
Varianza [Kgf/cm ²]	18,082	5,708	23,569
Desviación [Kgf/cm ²]	4,252	2,389	4,855
Coef. De desviación [%]	24%	18%	23%

6.7.3. Resistencia a la compresión de muretes

El ensayo de compresión se lleva a cabo en la máquina universal ubicada en el bloque K salón 210.

Para realizar el ensayo los muretes se debe seguir el mismo procedimiento usado para las unidades individuales.





Fuente: Propia

Ilustración 34. *Fallas en los muretes.*

6.7.4. Resultados estadísticos resistencia a la compresión en muretes

En el ANEXO 6, se muestran las tablas de los resultados de los esfuerzos a compresión obtenidos después de realizar el ensayo correspondiente bajo la NTC 3495 para muretes de mampostería M-25, H-10 y H-15 de las empresas A, B y C.

6.7.4.1. Resultados resistencia a la compresión para muretes M-25

En la tabla 13 se muestran las características estadísticas halladas con los resultados de resistencia a la compresión en los muretes elaborados con las unidades M-25.

Tabla 13. Características estadísticas muretes-ladrillos M-25.

Características estadísticas	Ladrillos M-25		
	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Promedio [Mpa]	10,309	3,546	5,777
Mediana [Mpa]	11,890	3,647	4,103
Varianza [Mpa]	10,216	0,376	10,216
Desviación [Mpa]	3,196	0,614	3,196
Coef. De desviación [%]	31%	17%	55%

6.7.4.2. Resultados resistencia a la compresión para muretes H-10

En la tabla 14 se muestran las características estadísticas calculadas para los resultados de resistencia a compresión de los muretes elaborados con unidades H-10.

Tabla 14. *Características estadísticas muretes-ladrillos H-10.*

Características estadísticas	Ladrillos H-10		
	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Promedio [Mpa]	2,093	1,687	1,791
Mediana [Mpa]	2,105	2,051	1,985
Varianza [Mpa]	0,022	0,400	0,314
Desviación [Mpa]	0,148	0,632	0,560
Coef. De desviación [%]	7%	37%	31%

6.7.4.3. Resultados resistencia a la compresión para muretes H-15

En la tabla 15, se muestran las características estadísticas calculadas para los resultados de resistencia a compresión de los muretes elaborados con unidades H-15, se muestran los valores para cada empresa.

Tabla 15. *Características estadísticas muretes-ladrillos H-15.*

Características estadísticas	Ladrillos H-15		
	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Promedio [Mpa]	1,938	1,204	1,827
Mediana [Mpa]	2,020	1,012	1,883
Varianza [Mpa]	0,343	0,147	0,609
Desviación [Mpa]	0,585	0,383	0,780
Coef. De desviación [%]	30%	32%	43%

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

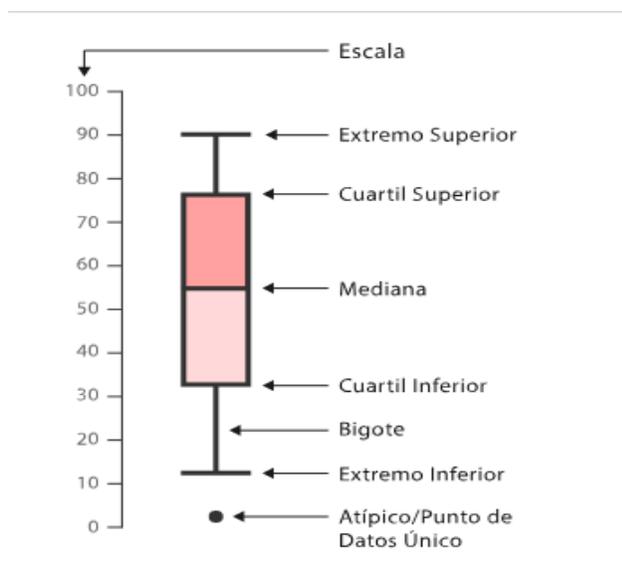
Con el fin de tener mayor claridad al momento de realizar el análisis de resultados se deben tener claros los siguientes conceptos:

7.1. CONCEPTOS BÁSICOS

7.1.1. Diagrama de caja y bigotes

Las líneas que se extienden paralelas a las cajas se conocen como «bigotes», y se usan para indicar variabilidad fuera de los cuartiles superior e inferior. La línea que se extiende por la mitad es la mediana y la “x” representa el promedio; los valores atípicos se representan a veces como puntos individuales que están en línea con los bigotes, los cuales son valores que están muy por encima o muy por debajo del 25% y 75%.

Normalmente utilizado en estadísticas descriptivas, los gráficos de cajas y bigotes son una excelente forma de examinar rápidamente uno o más conjuntos de datos gráficamente (Dataviz, 2012).



Fuente: <https://datavizcatalogue.com>

Ilustración 35. Anatomía diagrama de caja y bigotes

7.1.2. Promedio

La media o promedio se vincula a la media aritmética, que consisten en el resultado que se obtiene al generar una división con la sumatoria de diversas cantidades por el dígito que las representa en total.

7.1.3. Mediana

Número que ocupa la posición central, respecto al orden al que los ha sometido el estadista tomando en cuenta para ello su tamaño, y disponiéndolos de menor a mayor.

7.1.4. Desviación estándar [σ]

Es la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. Mientras mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos.

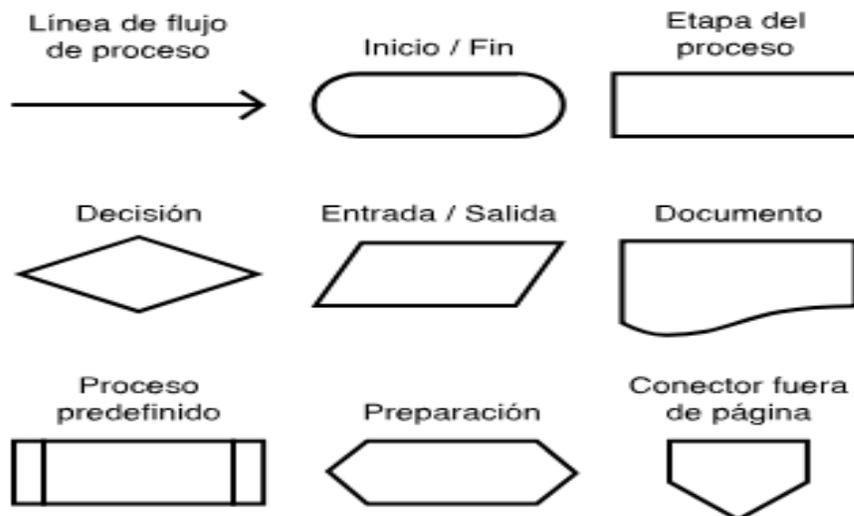
7.1.5. Coeficiente de desviación [%]

Es un porcentaje obtenido de la desviación estándar dividido en el promedio de la muestra (Perez & Gardey, 2010).

A continuación, se muestran los análisis realizados a los datos obtenidos con el fin de dar cumplimiento a los objetivos establecidos.

7.2. IDENTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA

Con el fin de cumplir con el primer objetivo propuesto en el trabajo de grado y tener claridad en los ensayos de laboratorio se elaboraron diagramas de flujo, cuyo fin es ofrecer una secuencia clara respecto a las actividades realizadas.



Fuente: <https://datavizcatalogue.com>
 Ilustración 36. Símbolos diagrama de flujo

7.2.1. UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE ARCILLA COCIDA. LADRILLOS Y BLOQUES CERÁMICOS. NTC 4205.

7.2.1.1. Mampostería estructural- NTC 4205-1:

7.2.1.1.1. Rotulado

Se establece la manera en que las unidades deben estar rotuladas, debe ser de manera permanente de modo que se identifique claramente su designación.

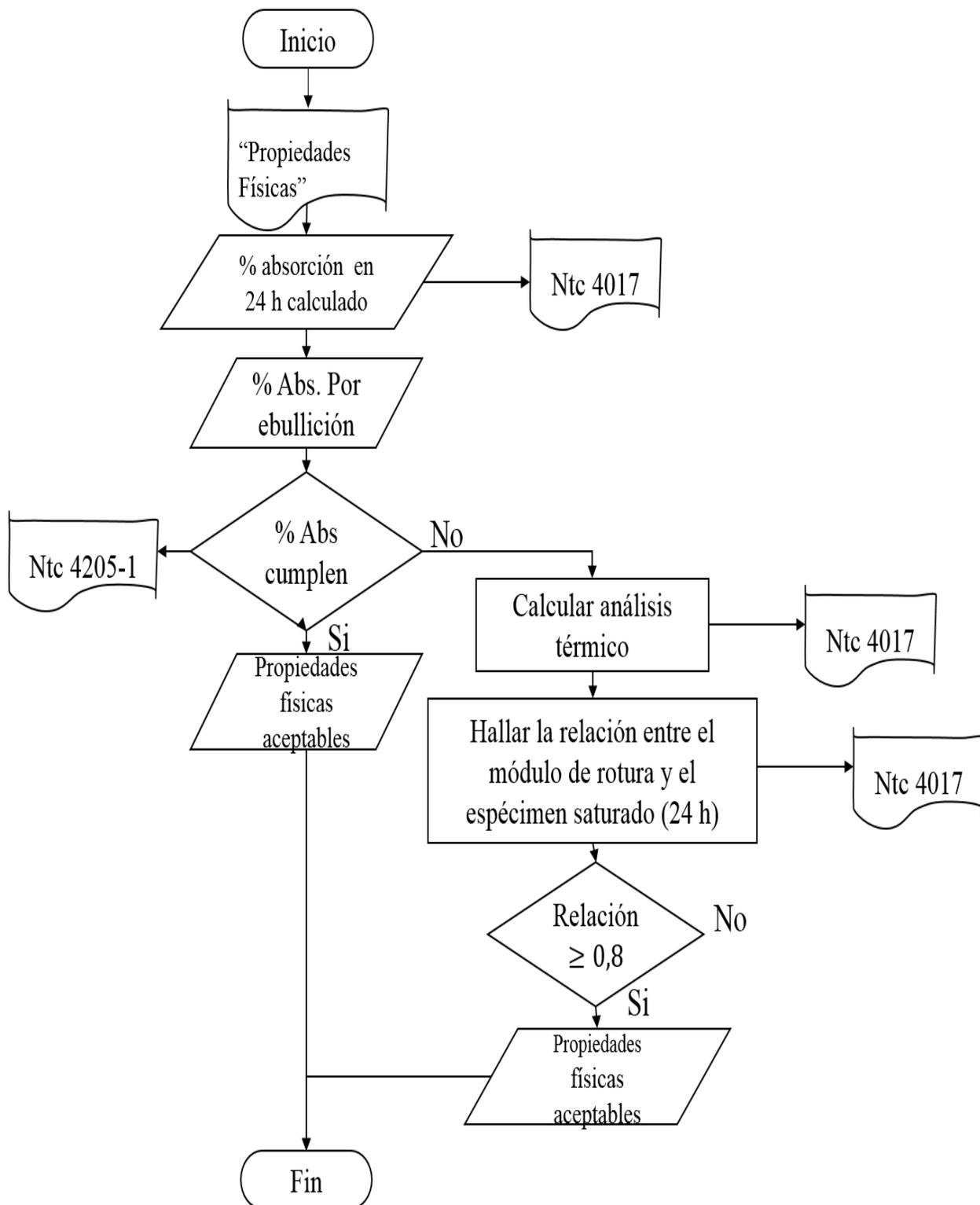
7.2.1.1.2. Propiedades físicas

- **ABSORCIÓN DE AGUA:** las unidades deben cumplir con lo establecido en la Tabla 16:

Tabla 16. *Absorción máxima de agua*

Fuente: Norma técnica colombiana NTC 4205-1. ICONTEC; p 6

Inmersión en agua fría 24 h %		Ebullición 1h %	
Promedio 5 Unidades	Individual	Promedio 5 Unidades	Individual
13	16	16	19



Fuente: Propia

Ilustración 37. *Flujograma Propiedades físicas*

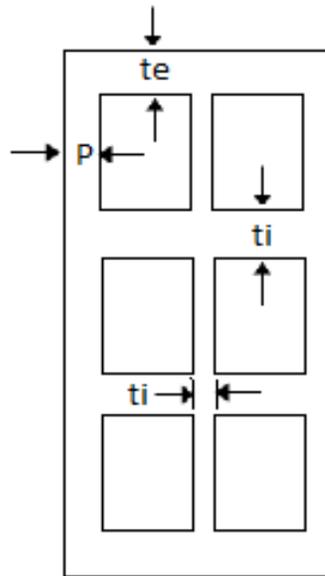
- **RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN:** La normativa establece las resistencias mínimas a la compresión que deben cumplir las unidades de mampostería estructural las cuales están establecidas en la Tabla 17.

Tabla 17. *Propiedades físicas de las unidades para mampostería estructural.*

Unidades para muros de mampostería reforzada		
Tipo	Resistencia mínima a la compresión MPa (Kgf /cm ²)	
	Prom. 5 unidades	Unidad
PV CLASE I ^A	24,0 (240)	20,0 (200)
Unidades para muros de mampostería reforzada y parcialmente reforzada, mampostería de cavidad reforzada, mampostería no reforzada y otras.		
	Resistencia mínima a la compresión MPa (Kgf /cm ²)	
	Prom. 5 unidades	Unidad
PH ^B	5,0 (50)	3,5 (35)
PV	18,0 (180)	15,0 (150)
M ^B	20,0 (200)	15,0 (150)
^A Para unidades de PV , los valores establecidos corresponden a la resistencia neta mínima a la compresión. ^B En el caso de las unidades de PH y las unidades macizas- M , los valores corresponden a la resistencia bruta mínima a la compresión. ^C Para unidades de 20 cm de altura y mayores, sólo se aplica el 75% del requisito de la resistencia a la compresión.		

Fuente: Norma técnica colombiana NTC 4205-1. ICONTEC; p 7

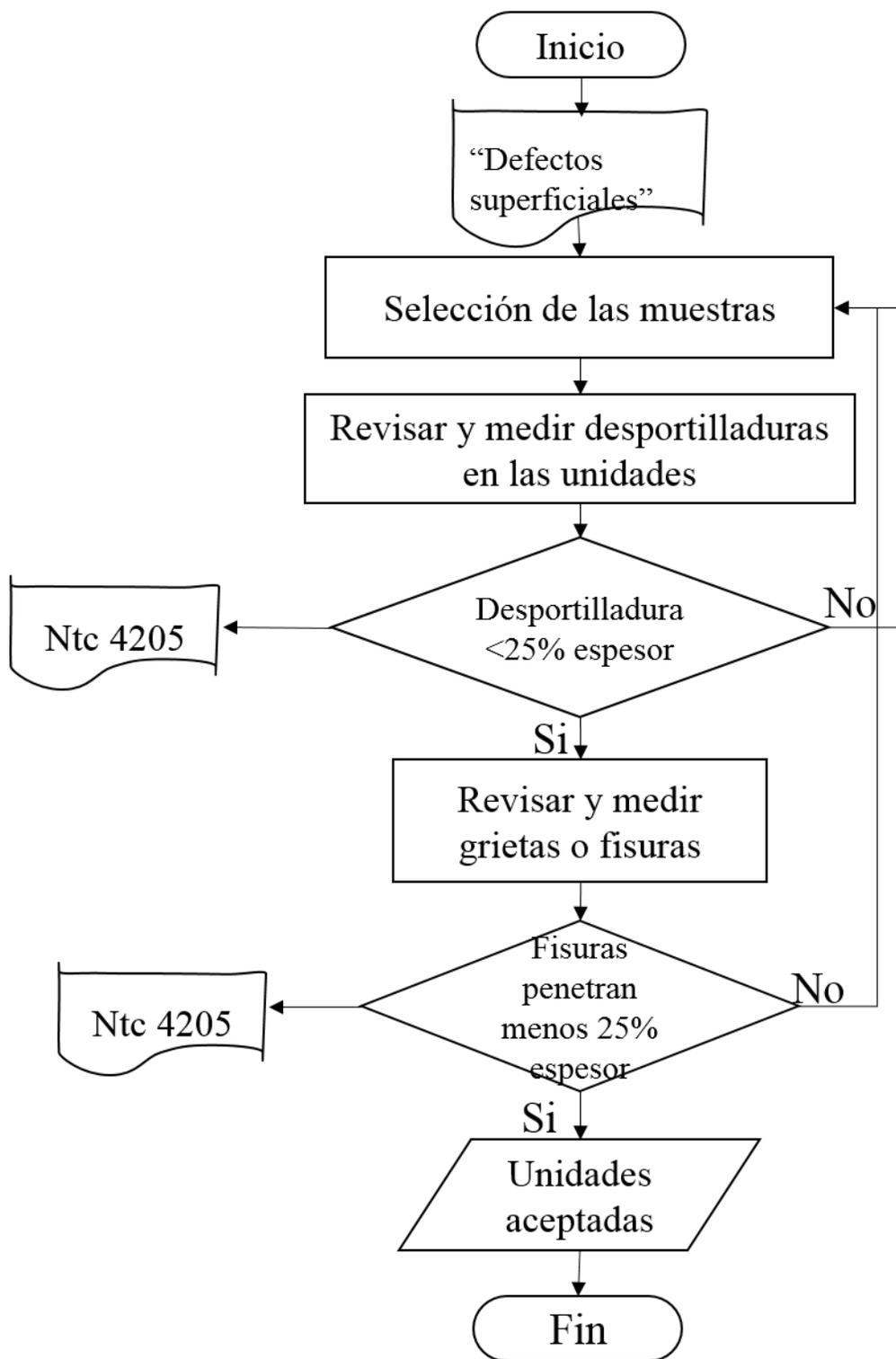
- PAREDES Y PERFORACIONES: Se debe medir las paredes y perforaciones de las unidades de mampostería, las medidas para tener en cuenta son:
 - Paredes exteriores (P)
 - Tabiques exteriores (Te)
 - Tabiques interiores (Ti)



Fuente: Norma técnica colombiana NTC 4205-1. ICONTEC; p 9
 Ilustración 38. *Paredes y tabiques*

7.2.1.1.3. Límites de defectos superficiales

Las unidades de mampostería deben estar libres de defectos superficiales, en el diagrama de flujo se observa los criterios para tener en cuenta.



Fuente: Propia

Ilustración 39. Flujograma defectos superficiales en ladrillos

7.2.2. MAMPOSTERIA NO ESTRUCTURAL –NTC 4205-2

7.2.2.1. Propiedades físicas

- **ABSORCIÓN DE AGUA:** Las unidades deben cumplir los mismos requisitos especificados en el ítem de mampostería estructural.

No se deben presentar unidades con promedio de absorción menor al 5%

- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Tabla 18. *Propiedades físicas de las unidades de mampostería no estructural*

Tipo	Resistencia mínima a la compresión Mpa (Kgf /cm ²)		Absorción de agua máxima en %	
			Interior	
	Prom 5 unidades	Unidad	Prom 5 unidades	Unidad
PH	3,0 (30)	2,0(20)	17	20
PV	14,0(140)	10,0(100)	17	20
M	14,0(140)	10,0(100)	17	20
Unidades livianas PH	2,0(20)	1,5(15)	17	20

Fuente: Norma técnica colombiana NTC 4205-2. ICONTEC; p 7

7.2.2.2. Paredes y perforaciones

Para unidades no estructurales no hay requisitos especiales para las dimensiones de las paredes y tabiques, solo se debe verificar que el área de las celdas o huecos no sea mayor que el 75% del área bruta de la sección que se está midiendo.

7.2.3. MAMPOSTERIA DE FACHADA- NTC 4205-3

7.2.3.1. Propiedades físicas

- **ABSORCIÓN DE AGUA:** Se requieren cumplir los mismos requisitos especificados para unidades de mampostería estructural.

Adicional a ello las unidades ensayadas no deben tener absorciones de agua inferiores al 5% en promedio, ni superficies vidriadas o esmaltadas.

- Para el caso de resistencia mecánica a la compresión y tasa inicial de absorción (TIA): Tienen los mismos requisitos especificados anteriormente para unidades de mampostería estructural

7.2.3.2. Defectos superficiales

- DESPORTILLADOS (DESBORDADOS): Las unidades no deben tener desportillados que superen a los especificados en las tablas 19 y 20.

Tabla 19. *Longitud máxima permisible de desportilladuras desde las esquinas y los bordes de las unidades*

Textura	Longitud máxima del desportillado(desbordado) mm	
	Esquina	Borde
Lisa	10	7
Rugosa	13	8

Fuente: Norma técnica colombiana NTC 4205-3. ICONTEC; p 12

Tabla 20. *Porcentaje de unidades que puede superar las longitudes máximas de desportillados*

Textura	Porcentaje máximo	Longitud máxima de desportillado (desbordado), mm	
		Esquina	Borde
Lisa	10	13	8
Rugosa	15	19	12

Fuente: Norma técnica colombiana NTC 4205-3. ICONTEC; p 12

7.2.4. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE MAMPOSTERÍA. NTC 3495.

El método de ensayo comprende los procedimientos para la elaboración y ensayo de muretes de mampostería, y los procedimientos para determinar la resistencia a la compresión de la mampostería, f_{mt} usada para determinar el cumplimiento del requisito de la resistencia nominal a la compresión de la mampostería especificada, f'_m .

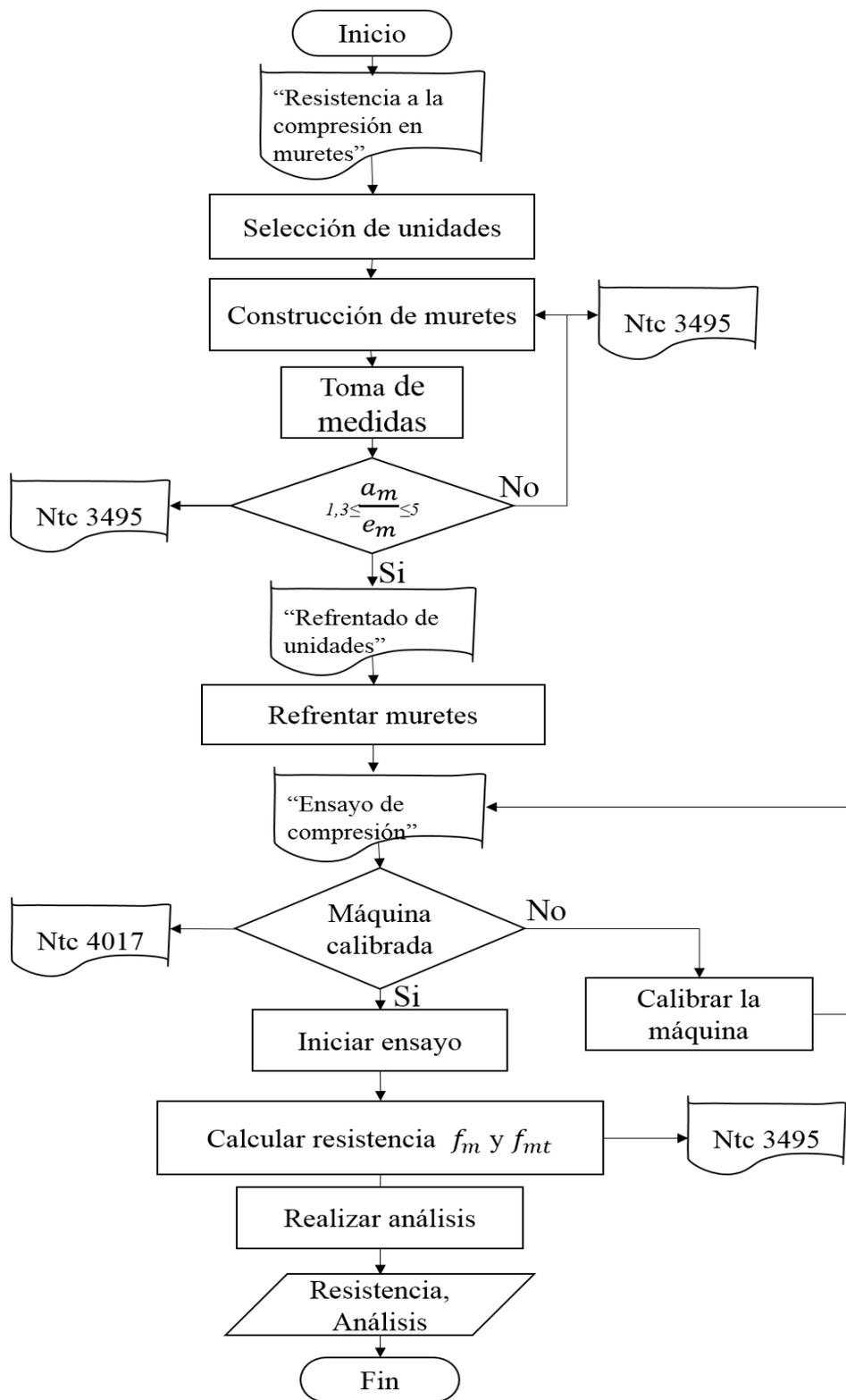
Notaciones:

f'_m : Resistencia a la compresión especificada, de la mampostería

f_{mt} : Resiste nominal a la compresión de la mampostería

a_m : Altura del murete.

e_m : Espesor (menor dimensión lateral) real del murete.



Fuente: Propia

Ilustración 40. *Flujograma compresión muretes*

7.2.5. MÉTODO PARA MUESTREO Y ENSAYOS DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA Y OTROS PRODUCTOS DE ARCILLA. NTC 4017.

Esta norma cubre los procedimientos de muestreo y ensayo de unidades de mampostería de arcilla, bloques de arcilla y de otros productos como adoquines, tejas. Los ensayos incluyen resistencia a la compresión, absorción de agua, coeficiente de saturación, efecto de congelamiento y descongelamiento, tasa inicial de absorción, análisis térmico-diferencial y expansión por humedad; no todos los ensayos son aplicables, a continuación, encontramos los que se van a desarrollar para el presente proyecto de grado.

Notaciones:

- Resistencia a compresión

C : Resistencia del espécimen a la compresión, en $Pa \times 10^4$ (ó Kgf/cm^2).

W : Carga máxima (de rotura), en N (o Kgf) o la indicada por la máquina de ensayo.

A : Promedio de las áreas brutas de las superficies superior e inferior del espécimen.

V_n : Volumen Neto, en cm^3

W_s : Masa seca del espécimen antes de inmersión, en g

W_{ss} : Masa sumergida en agua del espécimen saturado, en g

γ : Densidad del agua a la temperatura de ensayo, en g/mm^3

A_{np} : Área neta promedio, en cm^2

h : Altura real, en cm

- Inmersión durante 24 h

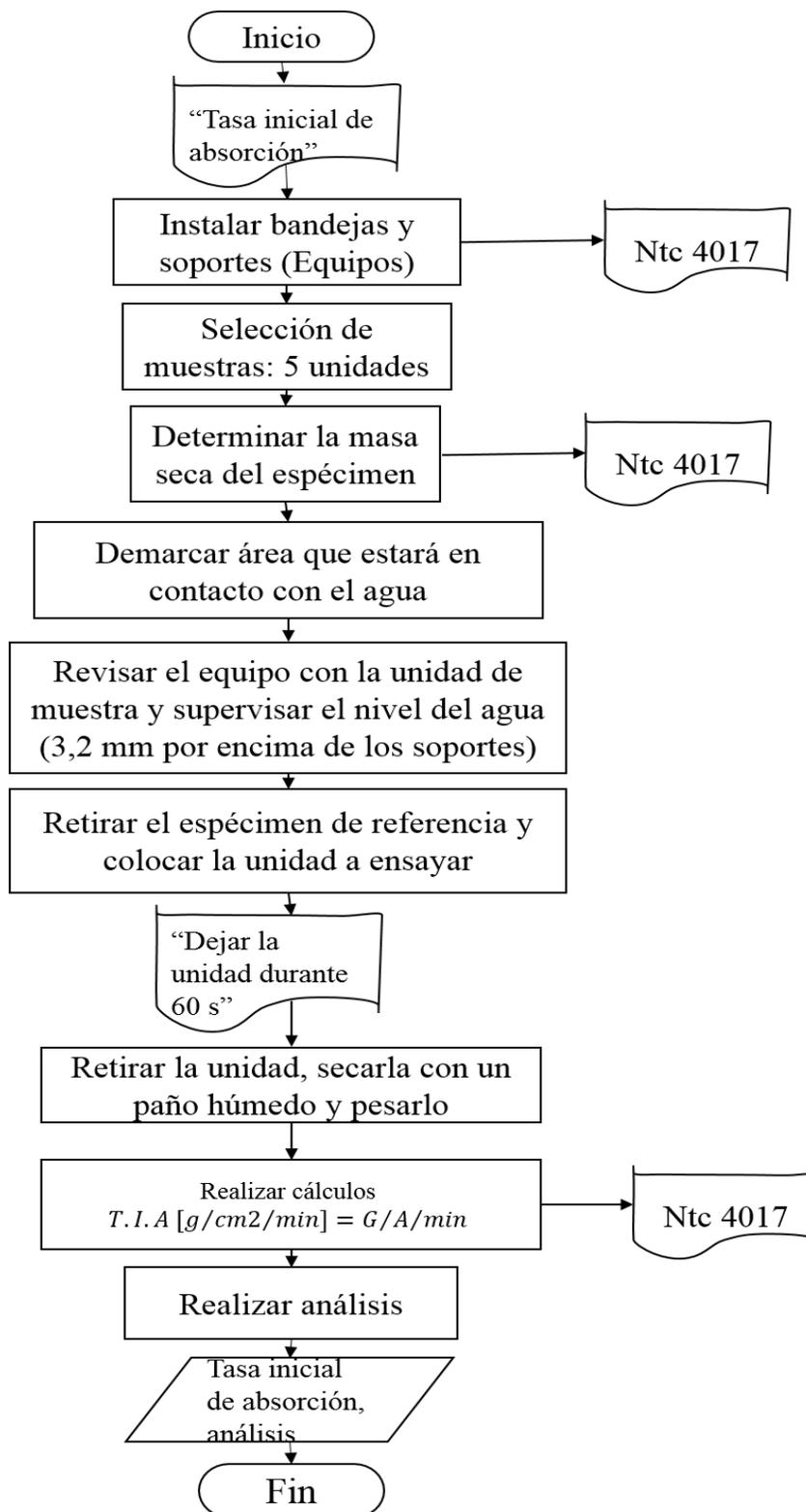
W_s : Masa seca del espécimen antes de inmersión, en g.

W_{ss} : Masa sumergida en agua del espécimen saturado luego de inmersión en agua fría, en g.

- Absorción por ebullición

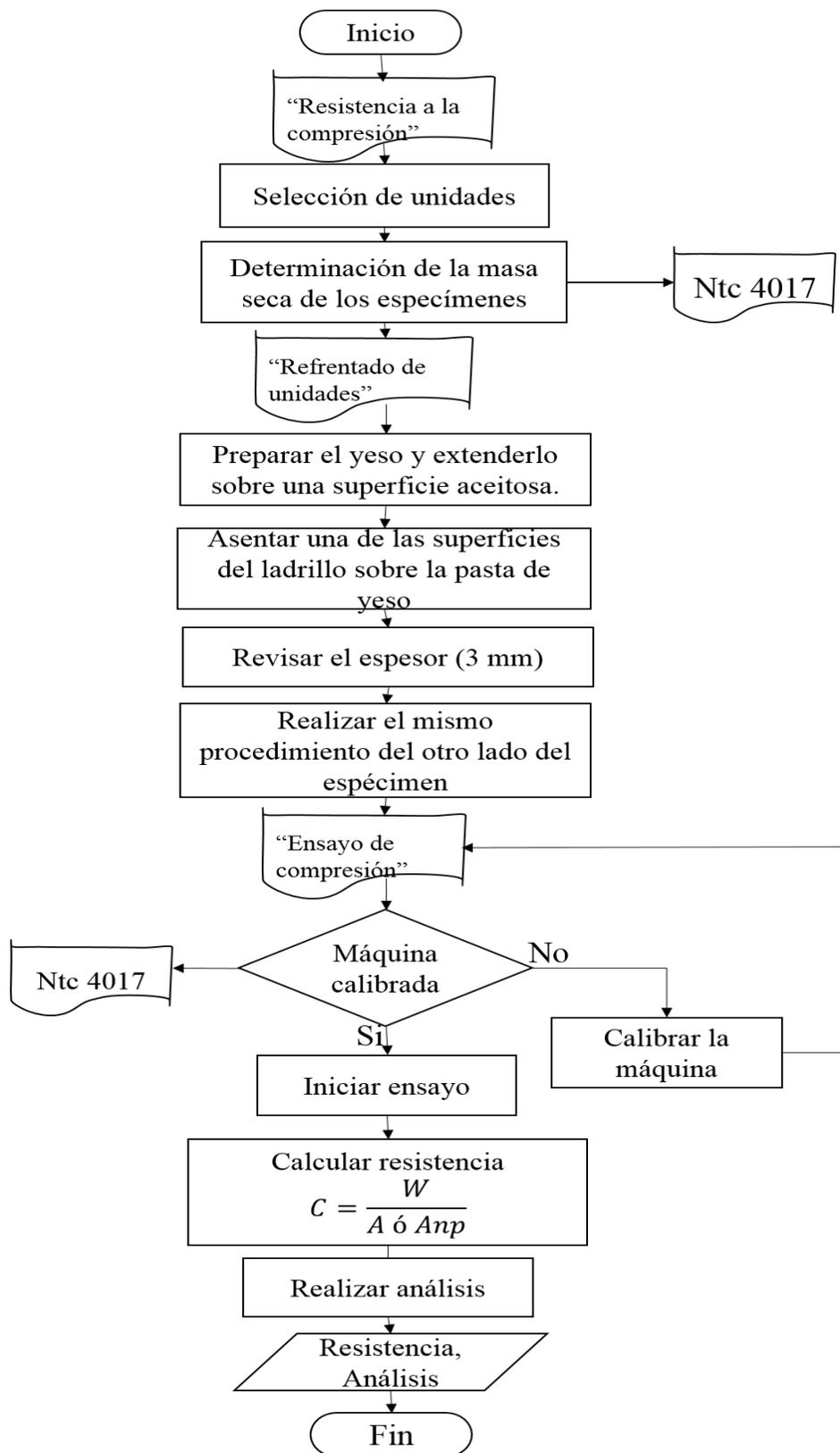
W_b : Masa saturada del espécimen después de la inmersión en agua en ebullición, en g.

W_s : Masa seca del espécimen, en g.



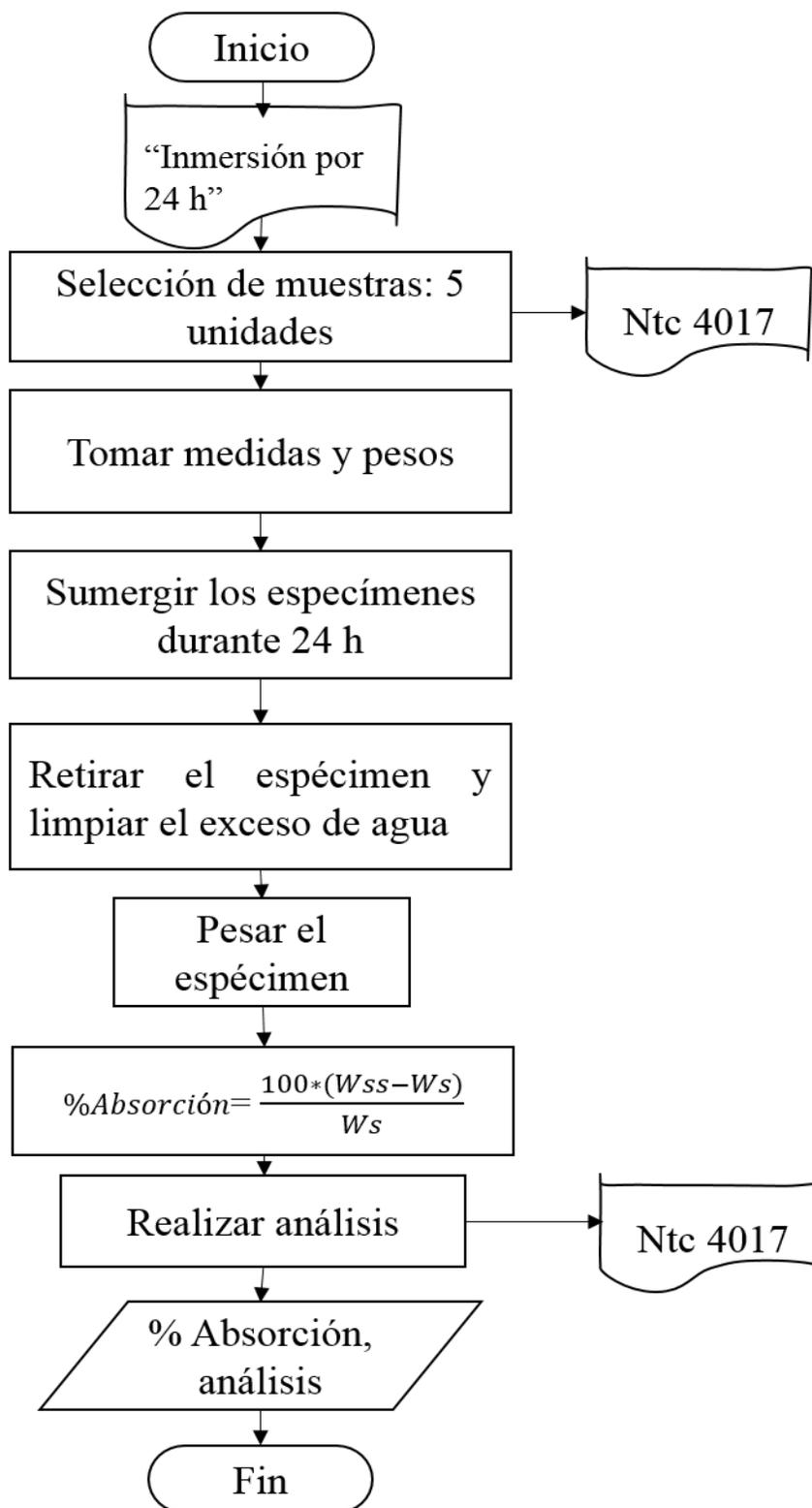
Fuente: Propia

Ilustración 41. *Flujograma tasa inicial de absorción*



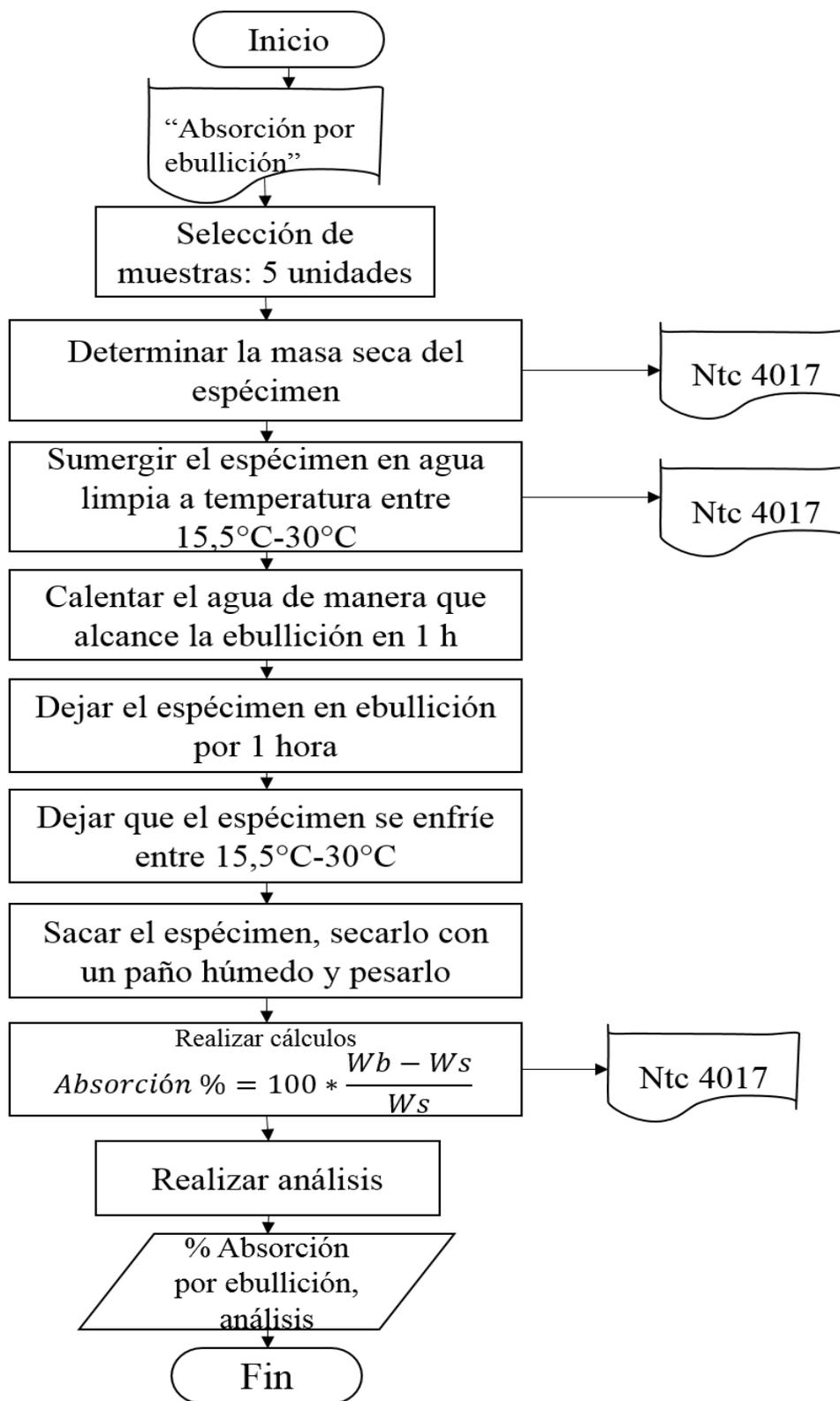
Fuente: Propia

Ilustración 42. Flujograma ensayo compresión en unidades



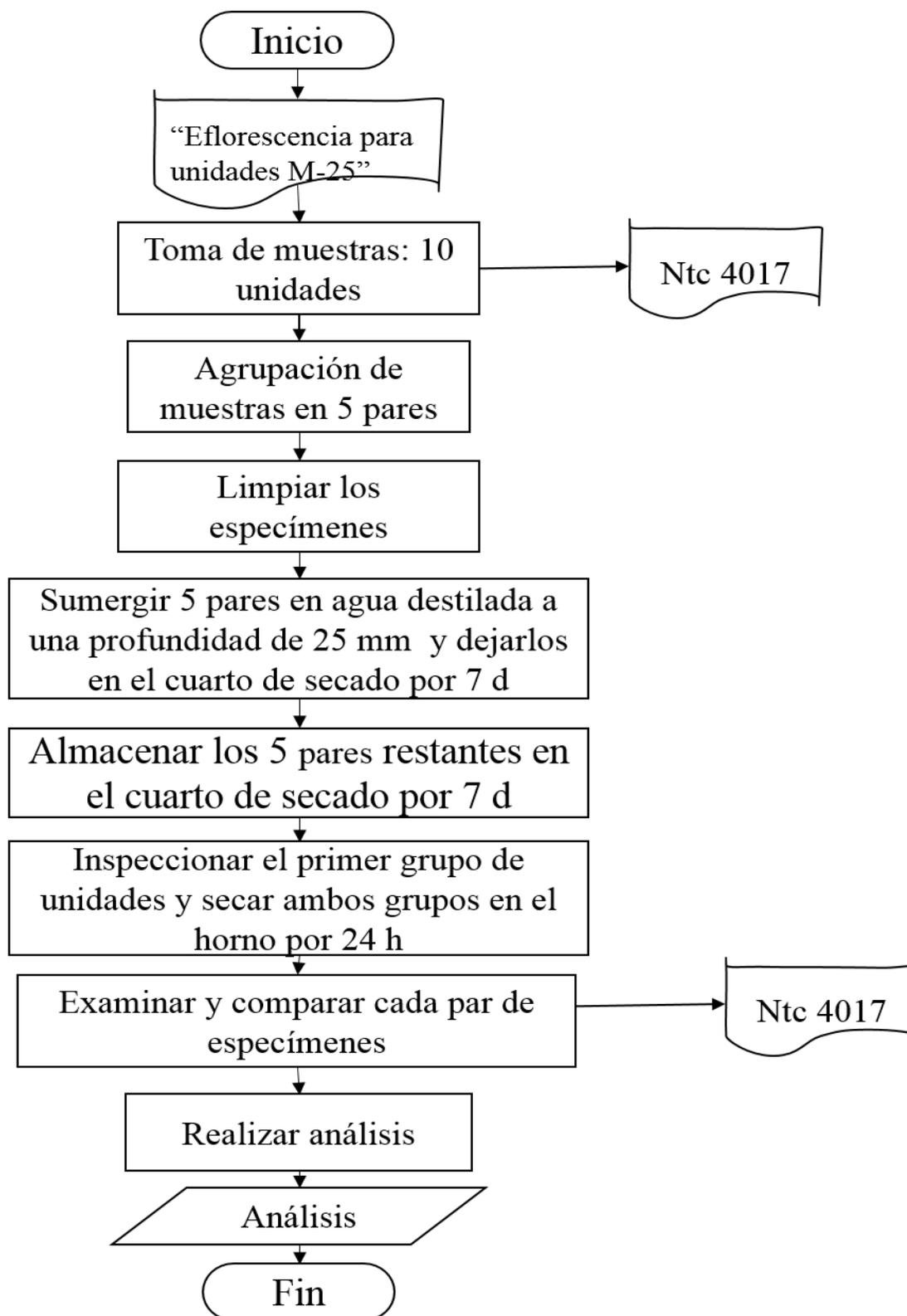
Fuente: Propia

Ilustración 43. *Flujograma absorción 24 horas*



Fuente: Propia

Ilustración 44. Flujograma absorción por ebullición



Fuente: Propia

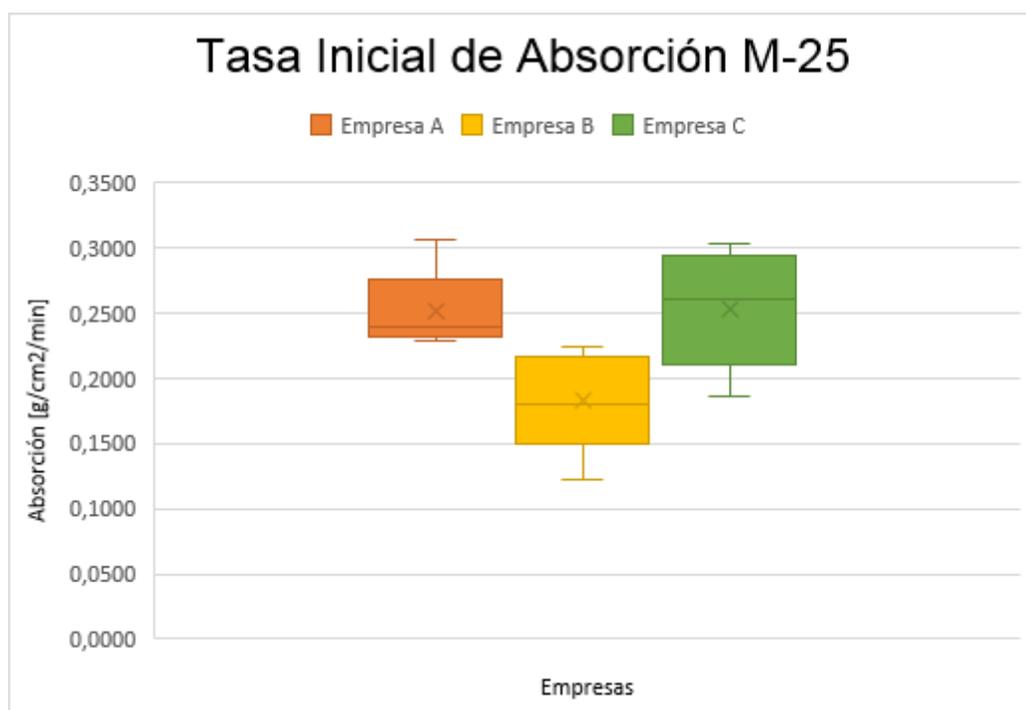
Ilustración 45. *Eflorescencia en unidades M-25*

7.3. ANÁLISIS RESULTADOS ABSORCIÓN DE AGUA

7.3.1. Análisis resultados tasa Inicial de Absorción

7.3.1.1. Análisis unidades M-25

Se puede observar en la ilustración 45 el resultado de todos los ensayos de tasa inicial de absorción para las unidades M-25, el tipo de gráfica a usar es el diagrama de caja y bigotes.



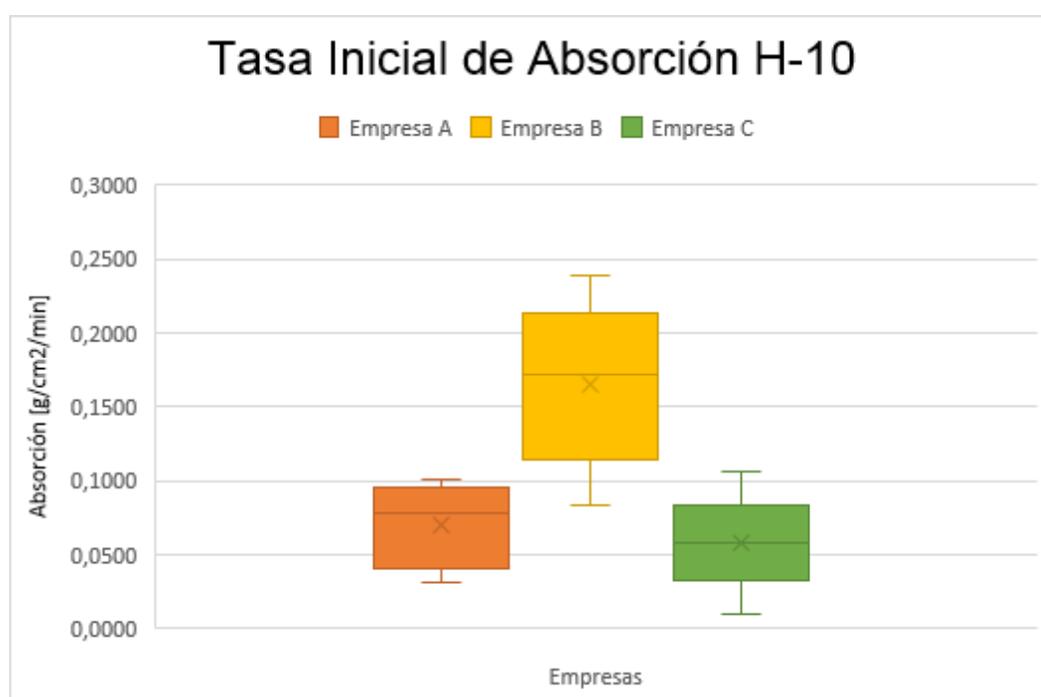
Fuente: Propia

Ilustración 46. Tasa inicial de absorción ladrillo M-25

Se observa en la ilustración 46, que los especímenes provenientes de las empresas B y C presentan para la tasa inicial de absorción, una mayor dispersión con sus datos, en comparación con la empresa A; la empresa A presenta los valores más altos de absorción y representan los datos menos dispersos lo que a la vez denota una diferencia entre la media y su mínimo valor.

También se puede analizar que de las unidades procedentes de la empresa A y B, se obtuvo una mayor absorción, estas poseen unidades que no cumplen con el rango establecido en la NTC 4205-1 ($<0,25$ de absorción para un tiempo de humedecimiento previo de 0,5 a 5 minutos) para este tipo de ladrillos.

7.3.1.2. Análisis unidades H-10



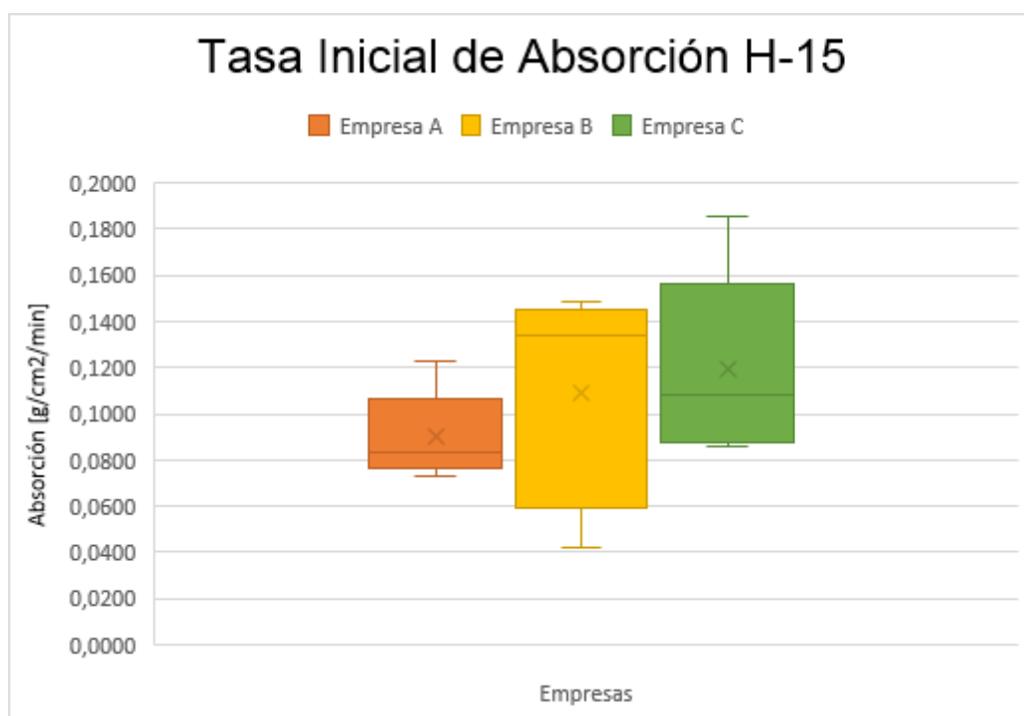
Fuente: Propia

Ilustración 47. Tasa inicial de absorción ladrillo H-10

Se observa en la ilustración 47, que los especímenes provenientes de las empresas A y C presentan para la tasa inicial de absorción, una menor dispersión con sus datos, en comparación con la empresa B; la empresa B presenta los valores más altos de absorción y representan los datos más dispersos lo que a la vez denota una diferencia entre la media y su mínimo valor.

También se puede analizar que las unidades procedentes de la empresa B, presentan una mayor absorción, sin embargo, esta cumple con el rango establecido en la NTC 4205-1 ($<0,25$ de absorción para un tiempo de humedecimiento previo de 0,5 a 5 minutos) para este tipo de ladrillos.

7.3.1.3. Análisis unidades H-15



Fuente: Propia

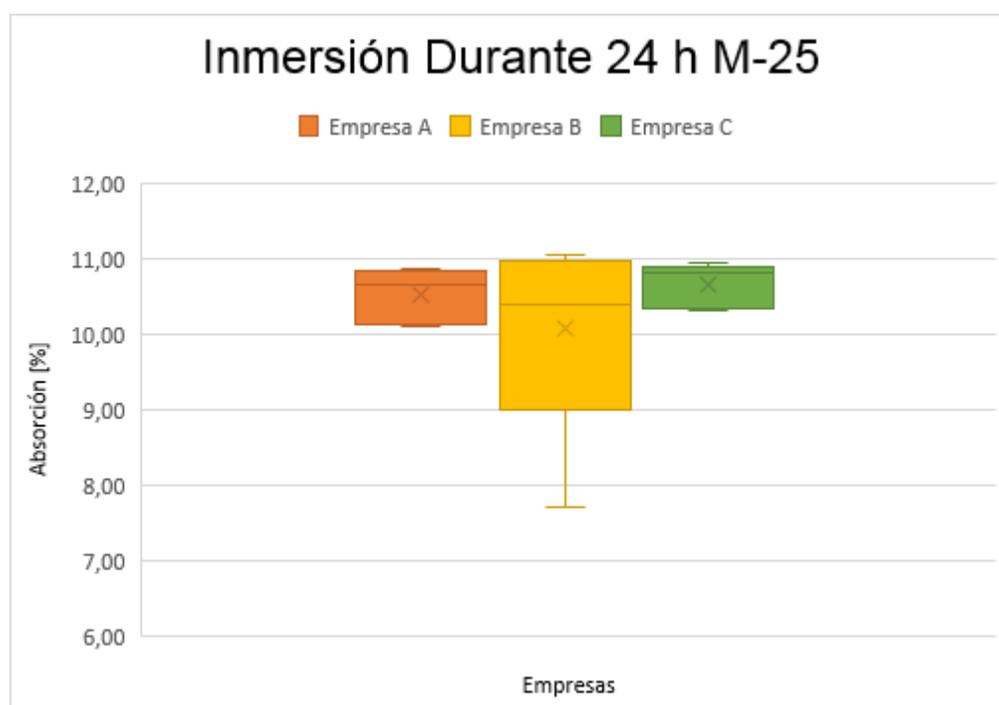
Ilustración 48. Tasa inicial de absorción ladrillo H-15

Se observa en la ilustración 48, que los especímenes provenientes de las empresas A presenta para la tasa inicial de absorción, con una menor dispersión con sus datos, en comparación con la empresa B; la empresa C presenta los valores más altos de absorción y representan los datos más dispersos lo que a la vez denota una diferencia entre la media y su mínimo valor.

También se puede analizar que las unidades procedentes de la empresa C, se obtuvo una mayor absorción, sin embargo, esta cumple con el rango establecido en la NTC 4205-1 ($<0,25$ de absorción para un tiempo de humedecimiento previo de 0,5 a 5 minutos) para este tipo de ladrillos.

7.3.2. Análisis resultados absorción por 24 h

7.3.2.1. Análisis unidades M-25



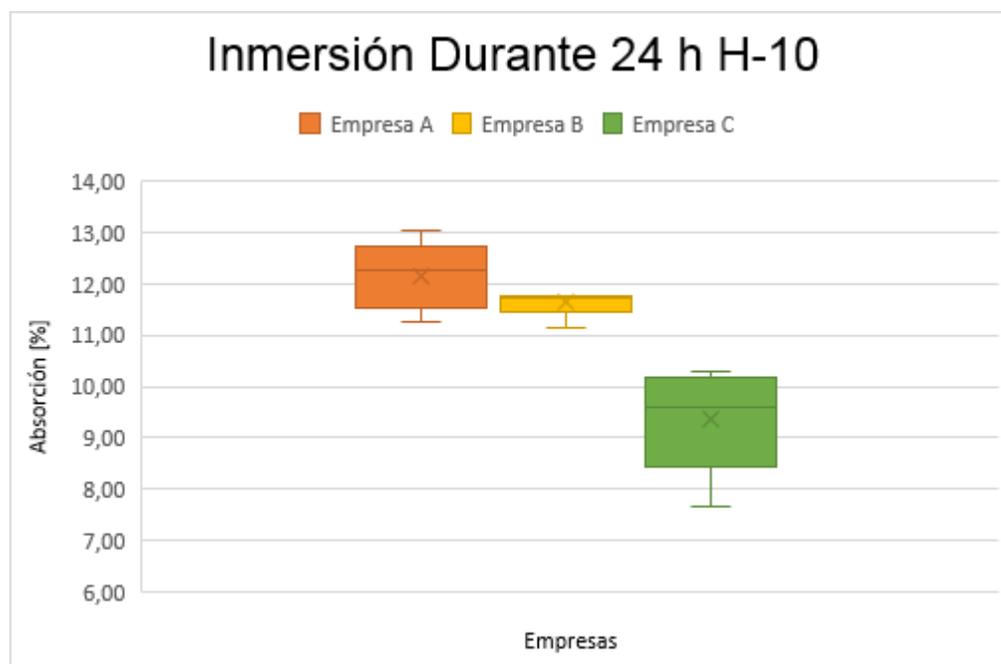
Fuente: Propia

Ilustración 49. % Absorción por inmersión ladrillo M-25

Se observa en la ilustración 49, que los especímenes provenientes de las empresas A y C para el ensayo de inmersión durante 24 horas presentan una menor dispersión con sus datos, en comparación con la empresa B; la empresa B presenta los valores más altos de absorción y representan los datos más dispersos lo que a la vez denota una diferencia entre la media y su mínimo valor.

También se puede analizar que las unidades procedentes de la empresa B, muestran una mayor absorción, sin embargo, esta cumple con el rango establecido en la NTC 4205-1 (máximo 16 % Absorción) para este tipo de ladrillos.

7.3.2.2. Análisis unidades H-10



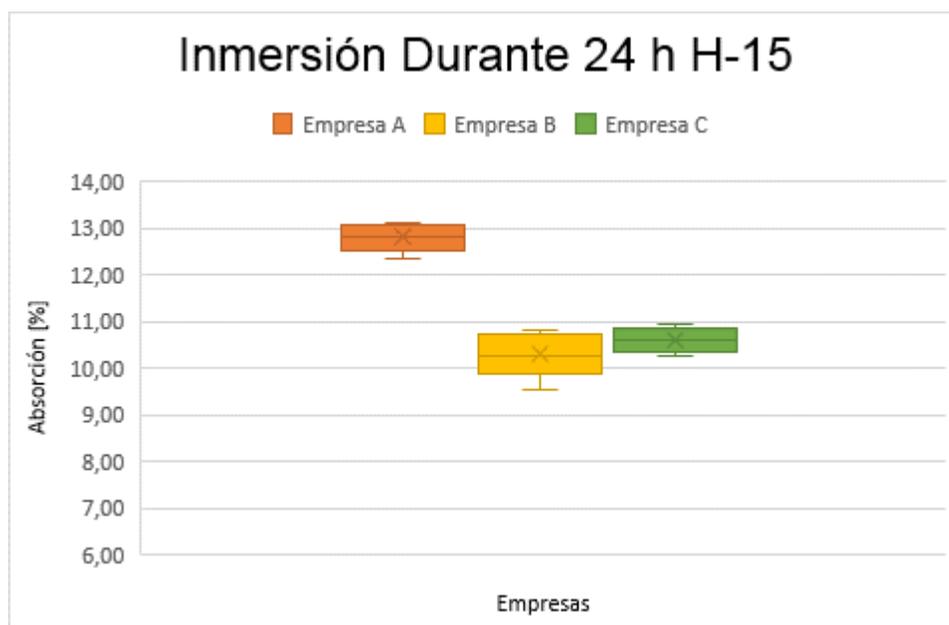
Fuente: Propia

Ilustración 50. % Absorción por inmersión ladrillo H-10

Se observa en la ilustración 50, que los especímenes provenientes de las empresas A y B para la inmersión por 24 horas presentan una menor dispersión con sus datos, en comparación con la empresa C; la empresa A presenta los valores más altos de absorción, la empresa C presenta los datos más dispersos lo que a la vez denota una diferencia entre la media y su mínimo valor.

También se puede analizar que las unidades procedentes de la empresa A, muestran el mayor porcentaje de absorción, sin embargo, esta cumple con el rango establecido en la NTC 4205-1 (máximo 16 % Absorción).

7.3.2.3. Análisis unidades H-15



Fuente: Propia

Ilustración 51. % Absorción por inmersión ladrillo H-15

Se observa en la ilustración 51, que los especímenes provenientes de las empresas A y C presentan para la absorción por 24 horas, una menor dispersión con sus datos, en comparación con la empresa B; la empresa A presenta los valores más altos de absorción y representan los datos menos dispersos lo que a la vez denota una diferencia entre la media y su mínimo valor, y hace que los resultados sean más confiables.

También se puede analizar que las unidades procedentes de la empresa A presentan una mayor absorción, sin embargo, esta cumple con el rango establecido en la NTC 4205-1 (máximo 16 % Absorción) para este tipo de ladrillos.

7.3.3. Análisis resultados absorción por ebullición

Tabla 21. Resultados absorción por ebullición ladrillos M-25 empresa A, B y C.

Nombre	Absorción [%]
A-1	0,00
B-20	0,00
C-3	0,00

En la tabla 21 se observa que las unidades M-25 no sufrieron ningún cambio cuando se sometieron al ensayo de absorción por ebullición, las unidades no sufrieron ningún cambio al análisis térmico.

Tabla 22. Resultados absorción por ebullición ladrillos H-10 empresa A, B y C.

H-10	
Nombre	Absorción [%]
A-6	0%
B-22	0%
C-14	1%

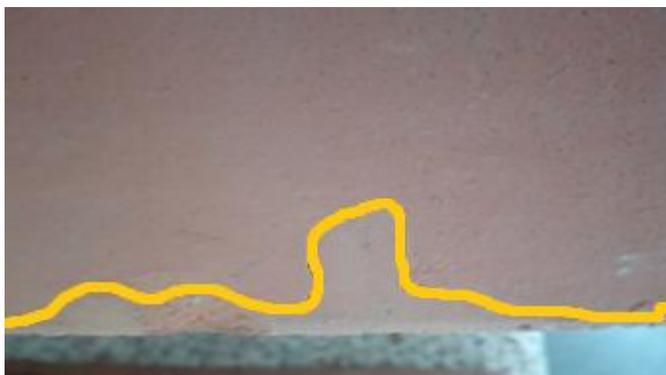
En la tabla 22 se observa que la unidad de la empresa A y de la B presentan una absorción similar lo que ofrece una confiabilidad entre la absorción de dichas empresas, la empresa C presenta una absorción mayor lo que también se ve reflejado en la absorción por 24 horas; las unidades presentaron una absorción baja, pero todas cumplen con el porcentaje de absorción indicados en la NTC 4205 (19 % Absorción).

Tabla 23. Resultados absorción por ebullición ladrillos H-15 empresa A, B y C.

H-15	
Nombre	Absorción [%]
A-7	1%
B-15	2%
C-10	1%

Los resultados de la tabla 23 denotan el porcentaje de absorción de las unidades H-15 de las 3 empresas analizadas, se observa que hubo un aumento en la absorción en comparación con las unidades M-25 y H-10. Las unidades H-15 de la empresa A y de la C tuvieron una absorción igual. Todas las unidades cumplen con el porcentaje de absorción indicado en la NTC 4205 (19 % Absorción).

7.4. ANÁLISIS RESULTADOS EFLORESCENCIA





Fuente: Propia

Ilustración 52. Resultados empresa C

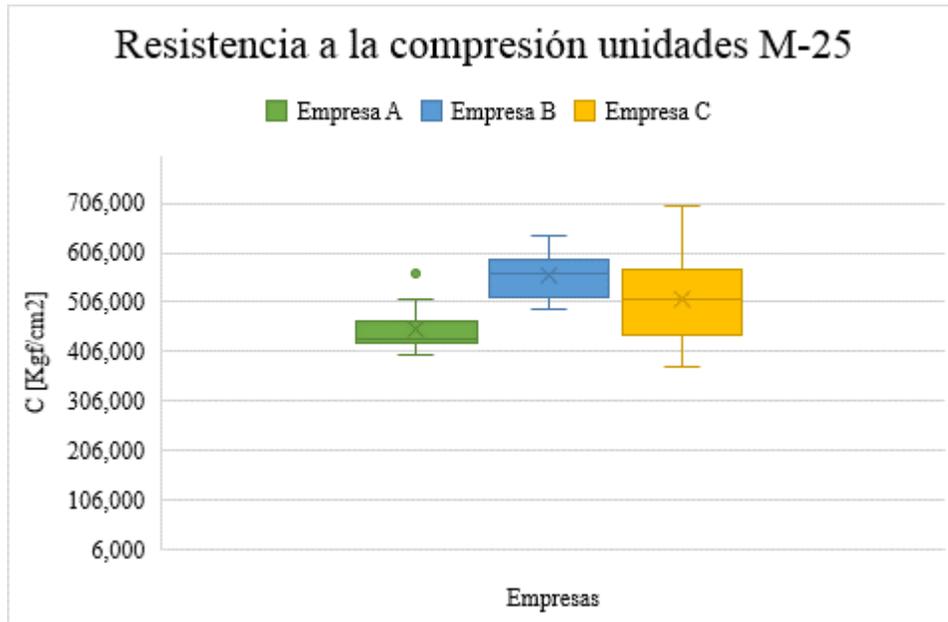
En base a los criterios establecidos en la NTC 4205-3 para evaluar la eflorescencia en las unidades M-25 que se usan en fachada, se observa que solo se presentaron manchas o decoloración muy mínima a los ladrillos de la empresa A, esto se puede deber al contenido de sales solubles en el ladrillo, que al tener contacto con el ambiente pueden aparecer y originar decoloración. Esto se da al humedecimiento excesivo de las muestras

7.5. ANÁLISIS RESULTADOS COMPRESIÓN EN UNIDADES

7.5.1. Análisis compresión en unidades M-25

Tabla 24. Resultados compresión de ladrillos M-25 empresa A, B, C.

M-25		
C [Kgf/cm ²]		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
400,946	627,906	440,273
432,447	519,766	447,046
511,769	491,038	500,428
455,382	509,747	563,158
412,367	581,952	540,413
443,698	562,253	373,637
563,690	640,016	430,634
432,209	571,419	701,938
434,264	567,900	523,568
427,473	543,469	602,967

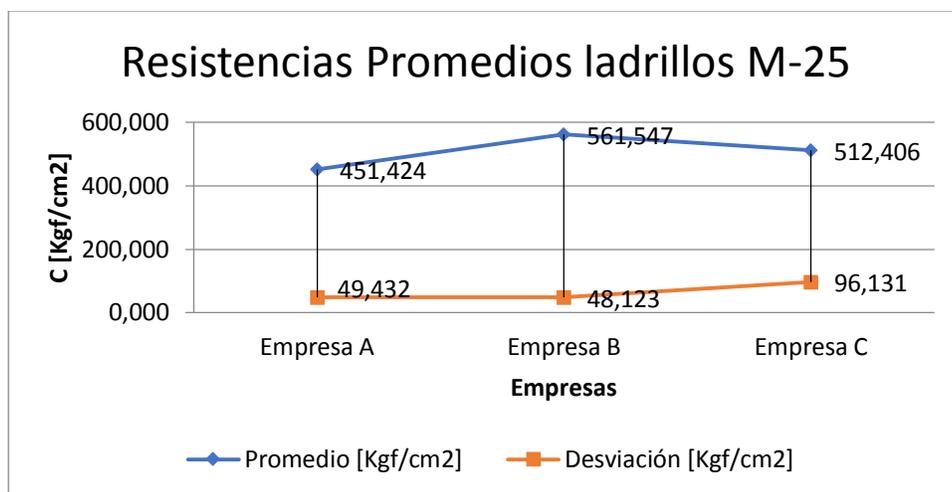


Fuente: Propia

Ilustración 53. Resistencia a la compresión ladrillo M-25

Se observa en la ilustración 53, bajo los criterios establecidos dentro de la norma NTC 4205-1 para resistencia a la compresión de mampostería estructural, que todas las unidades cumplen con la resistencia mínima (PV- resistencia mínima a compresión 200 [Kgf/cm²]), también se puede hacer una relación de acuerdo al ensayo de absorción, ya que la empresa A presento un porcentaje de absorción bajo en el ensayo de tasa inicial de absorción y absorción por 24 horas y la empresa B solamente en el primer ensayo mencionado, lo que denota la relación entre el porcentaje de absorción y la resistencia a la compresión.

Se presenta una menor dispersión en la empresa A la cual obtuvo baja absorción y presento un punto atípico lo que significa que hay un valor que está muy por encima del 75% y muy alejado de los demás valores, a diferencia de la empresa B y C que presentaron una absorción mayor, es por esto por lo que la empresa A presento resistencias bajas mientras que la empresa C presento las resistencias más altas.



Fuente: Propia

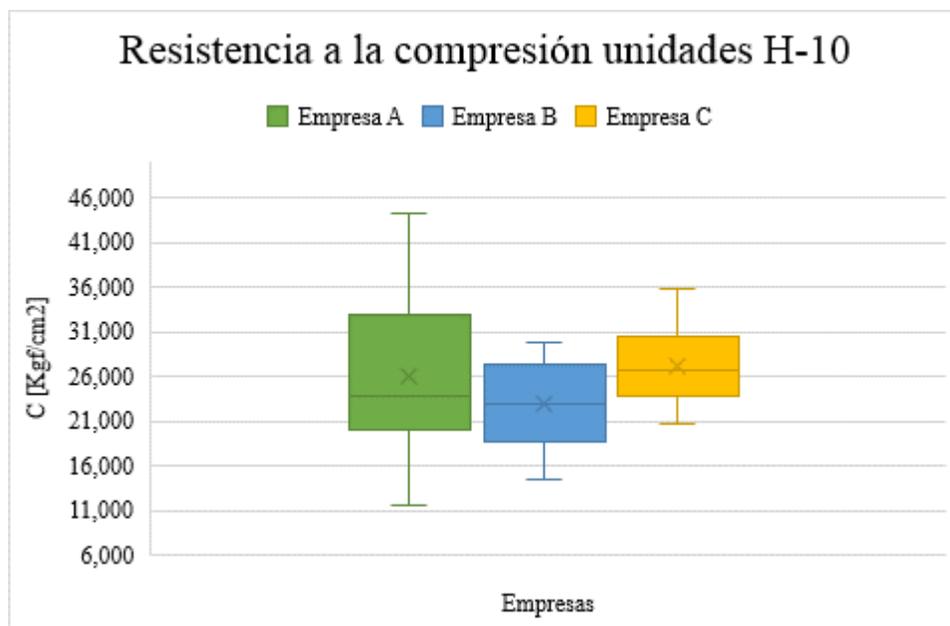
Ilustración 54. *Características estadísticas ladrillos M-25*

En la ilustración 54 se observa la desviación estándar y el promedio de las 3 empresas analizadas, para las unidades M-25, donde se observa la diferencia entre cada empresa y el rango de dispersión ofrecido por la desviación, la cual también se puede observar en el diagrama de caja y bigotes; la empresa B y C presentan un promedio y una desviación similar lo que demuestra una similitud entre la calidad de las unidades producidas por las empresas.

7.5.2. Análisis compresión en unidades H-10

Tabla 25. *Resultados compresión de ladrillos H-10 empresa A, B, C.*

H-10		
C [Kg/cm²]		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
23,134	27,653	26,578
44,337	29,771	28,261
38,605	19,290	25,585
24,529	16,488	26,691
22,378	22,282	24,115
30,995	21,317	35,776
21,992	27,281	30,055
14,511	23,336	31,439
27,962	26,281	22,501
11,590	14,559	20,698



Fuente: Propia

Ilustración 55. Resistencia a la compresión ladrillo H-10

En la ilustración 55 se observa que los especímenes presentan un rango similar entre empresas lo que garantiza mayor confiabilidad, las tres empresas ofrecen datos con baja dispersión, principalmente la empresa B y C.

Bajo los criterios establecidos dentro de la norma NTC 4205-1 para resistencia a mampostería estructural, no cumplen con el criterio establecido (PH- resistencia mínima a compresión 35 [Kgf/cm²]) y realizando el análisis bajo la NTC 4205-2 para resistencia a la compresión de mampostería NO estructural, se observa que en promedio todas las unidades de la empresa C cumplen con el criterio de resistencia mínima, mientras que en la empresa A y B un 30% de las unidades no cumplen, según los valores presentes en la tabla 25 (PH- resistencia mínima a compresión 20 [Kgf/cm²]).

Según los ensayos de absorción la empresa B presenta un porcentaje mayor, lo que no se ve reflejado en el valor de la resistencia.

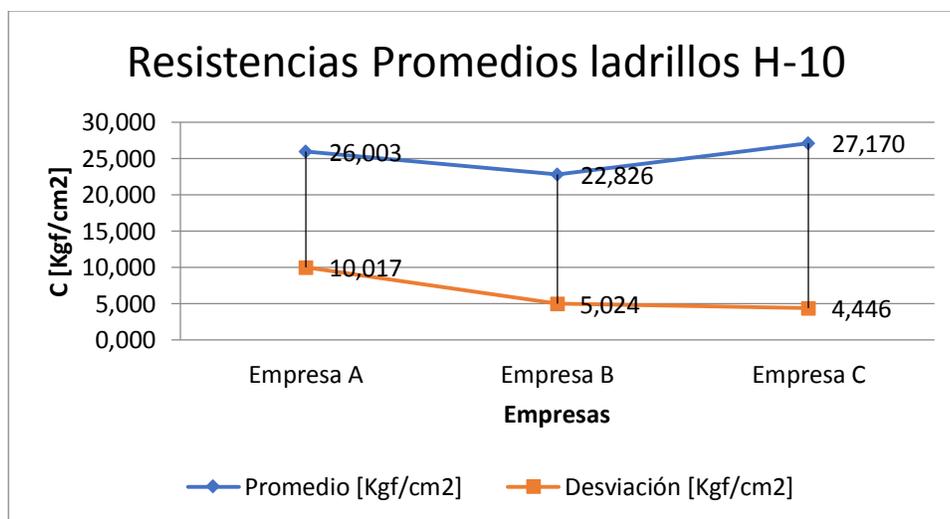


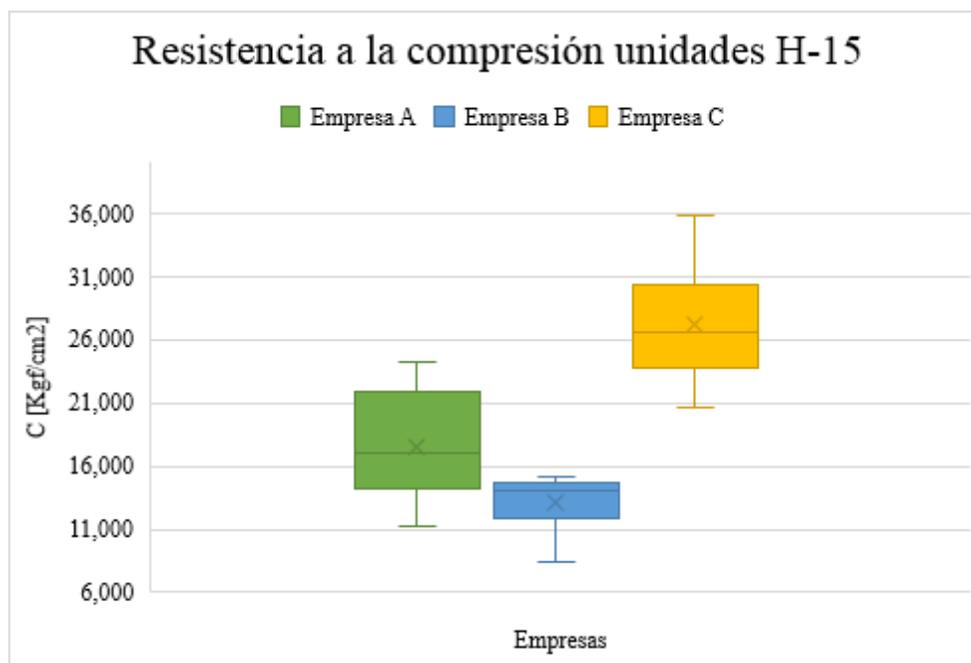
Ilustración 56. *Características estadísticas ladrillos H-10*

En la ilustración 56 se observa la desviación estándar y el promedio de las empresas analizadas, se observa que el rango entre la desviación y el promedio varía entre la empresa A, B y C aumentando. Se percibe que la empresa C es la que ofrece mayor resistencia, pero menor confiabilidad debido a que su valor de desviación es más grande, en comparación de las otras dos empresas.

7.5.3. Análisis compresión en unidades H-15

Tabla 26. *Resultados compresión de ladrillos H-15 empresa A, B, C.*

H-15		
C [Kgf/cm²]		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
15,694	14,603	26,578
22,546	9,205	28,261
21,576	15,072	25,585
24,175	12,840	26,691
14,416	15,201	24,115
18,587	12,752	35,776
14,362	8,401	30,055
11,245	14,111	31,439
14,011	14,033	22,501
18,508	14,324	20,698



Fuente: Propia

Ilustración 57. Resistencia a la compresión ladrillo H-15

Se observa en la ilustración 57 de los especímenes provenientes de las empresas A, B y C, bajo los criterios establecidos dentro de la norma NTC 4205-1 para resistencia a mampostería estructural, no cumple ninguna unidad (PH- resistencia mínima a compresión 35 [Kgf/cm²]) y realizando el análisis bajo la NTC 4205-2 para resistencia a la compresión de mampostería NO estructural, solo la empresa C cumple en un 100% con la resistencia mínima (PH- resistencia mínima a compresión 20 [Kgf/cm²]). En la empresa A solo un 30% cumple en su totalidad la resistencia mínima, basado en los datos de la tabla 26, mientras que en la empresa B ninguna de las unidades cumple con la resistencia mínima a compresión lo cual puede evidenciarse respecto al ensayo de absorción pues la empresa B presentó el punto más bajo de absorción y la mayor dispersión en sus datos, mientras la empresa C quien presenta el punto más alto de absorción cumple en su totalidad para todas las piezas la resistencia mínima permitida por la NTC 4205-2.

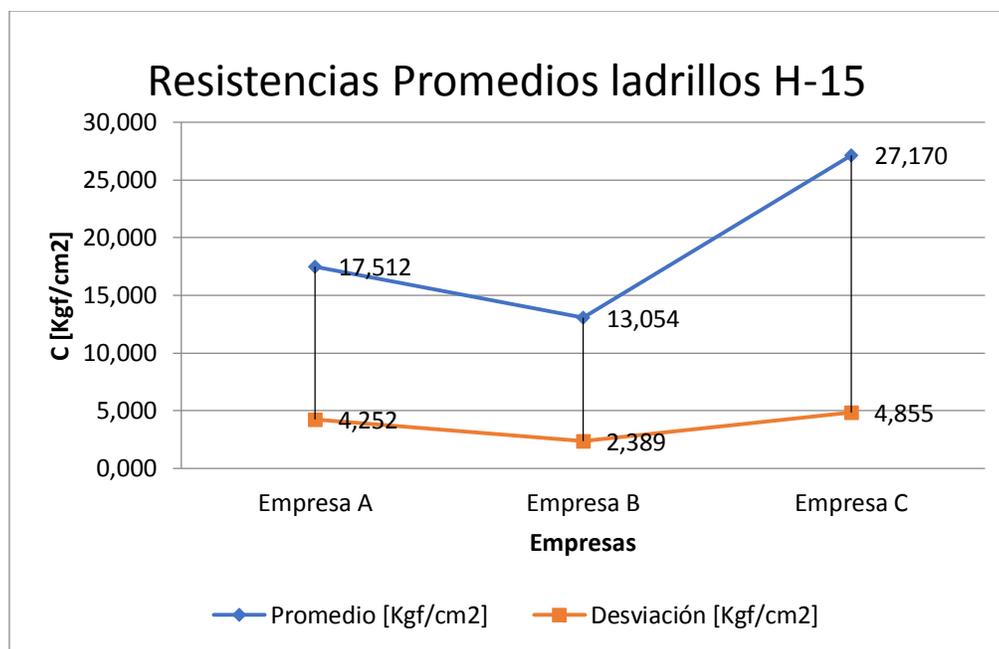


Ilustración 58. *Características estadísticas ladrillos H-15*

En la ilustración 58 se observa la desviación estándar y el promedio de las empresas analizadas, se denota que la empresa C fue la que obtuvo mayor resistencia, pero la empresa B tuvo menor rango entre el promedio y la dispersión lo que ofrece mayor confiabilidad en los resultados.

7.6. ANÁLISIS RESULTADOS COMPRESIÓN EN MURETES

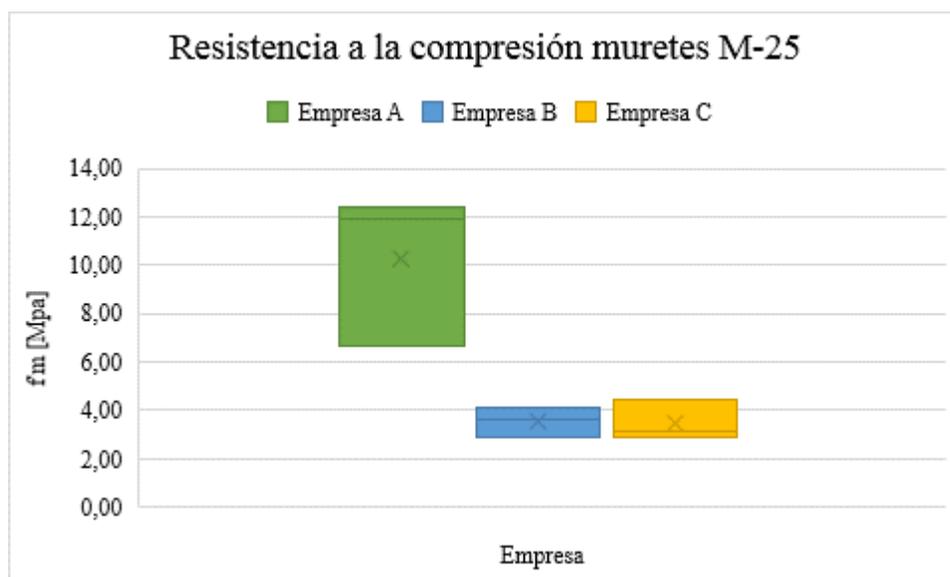
En el ANEXO 6 se muestran los resultados de ensayos de compresión realizados a los muretes bajo la Norma técnica colombiana NTC 3495.

A continuación, se muestran las gráficas obtenidas al analizar los resultados estadísticos hallados para los muretes de mampostería, M-25, H-10 y H-15.

7.6.1. Análisis compresión en muretes M-25

Tabla 27. Resultados compresión de muretes M-25 empresa A, B, C.

M-25		
f ^m [Mpa]		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
12,41	4,103	4,444
6,63	2,889	3,087
11,89	3,647	2,893



Fuente: Propia

Ilustración 59. Resistencia a la compresión de muretes M-25

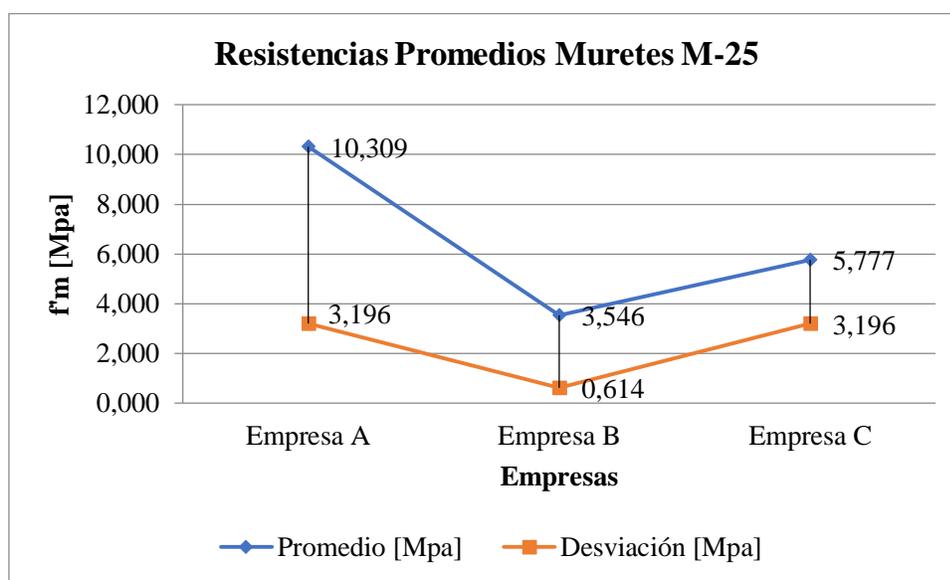
Tabla 28. Resistencias mínimas Muretes M-25

f ^m MPa (Kgf/cm ²)		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
33,86 (338.57)	42,12 (421.159)	38,43 (384.305)

Se observa en la ilustración 59, que los especímenes provenientes de las empresas B y C para la resistencia a compresión presentan una menor dispersión con sus datos, en comparación

con la empresa A; la empresa A presenta los valores más altos de resistencia y representan los datos más dispersos lo que a la vez denota una diferencia entre la media y su mínimo valor.

De acuerdo con la tabla 28 para los muretes provenientes de las empresas A, B y C, bajo los criterios establecidos por la NSR-10 (título D) la resistencia a compresión para muretes se puede tomar como el 75% del valor promedio de los ensayos. En base a la tabla 28 y la ilustración 59 se observa que ninguna empresa cumple con las resistencias mínimas.



Fuente: Propia

Ilustración 60. *Promedios Resistencias muretes M-25*

En la ilustración 60 se observa la desviación estándar y el promedio de cada empresa para las unidades M-25, donde se observa la diferencia entre cada empresa y el rango de dispersión ofrecido por la desviación, la cual también se puede observar en el diagrama de caja y bigotes; la empresa A y C presentan una desviación notable a diferencia de la empresa B, pero la empresa A tuvo un promedio mayor en la resistencia.

7.6.2. Análisis compresión en muretes H-10

Tabla 29. Resultados compresión de muretes H-10 empresa A, B, C.

H-10		
f ^m [Mpa]		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
1,940	2,051	1,159
2,105	2,052	1,985
2,236	0,956	2,229

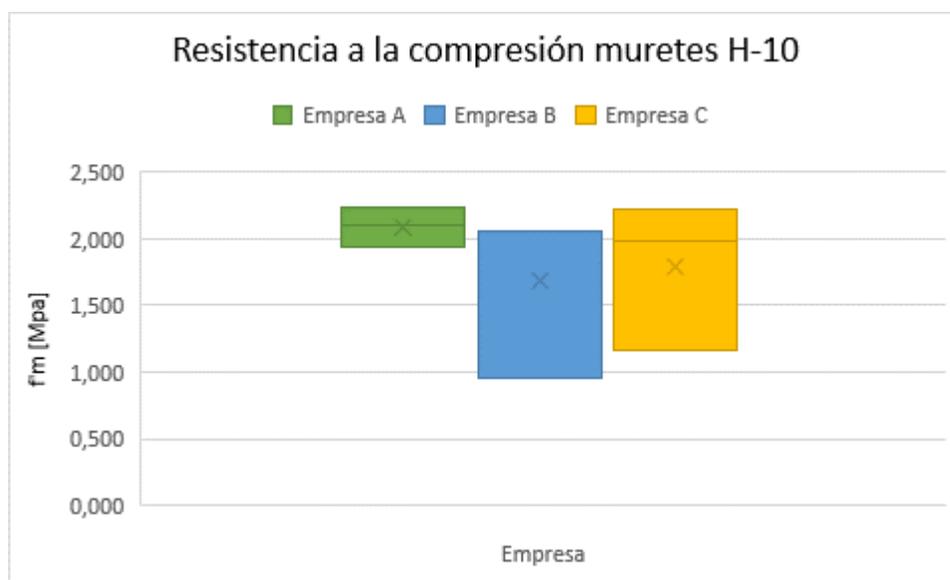


Ilustración 61. Resistencia a la compresión de muretes H-10

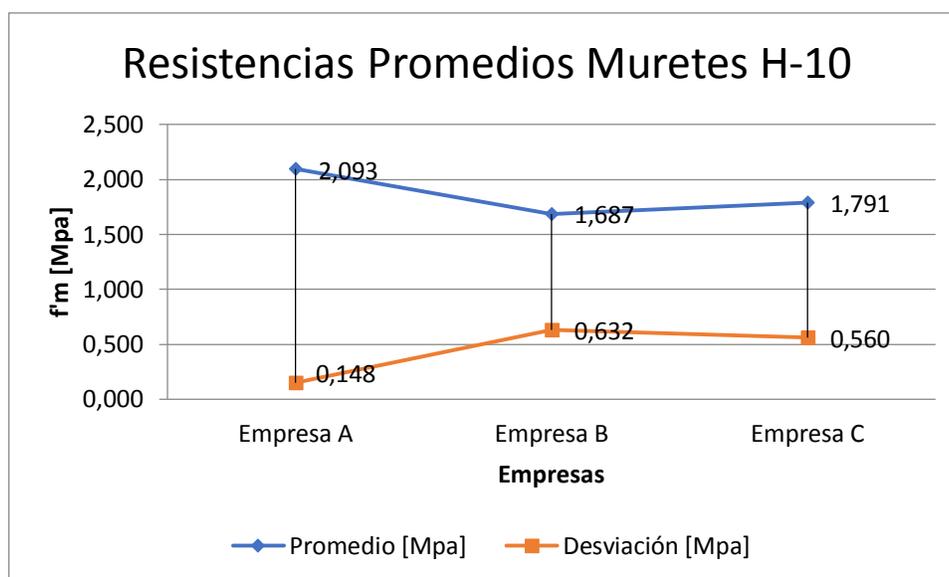
Tabla 30. Resistencias mínimas Muretes H-10

f ^m MPa (Kgf/cm ²)		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
1,95 (19.502)	1,71 (17.1193)	2,037 (20.377)

Se observa en la ilustración 61, que los especímenes provenientes de las empresas B y C para la resistencia a compresión presentan una mayor dispersión con sus datos, en comparación

con la empresa A; la empresa A presenta los valores más altos de resistencia y representan los datos menos dispersos lo que a la vez denota una diferencia entre la media y su mínimo valor.

De acuerdo con la tabla 30 para los muretes provenientes de las empresas A, B y C, bajo los criterios establecidos por la NSR-10 (título D) la resistencia a compresión para muretes se puede tomar como el 75% del valor promedio de los ensayos. En base a la tabla 30 y la ilustración 61 se observa que, en la empresa A cumple con la resistencia mínima establecida, las empresas B y C no cumplen en su totalidad.



Fuente: Propia

Ilustración 62. Promedios Resistencias muretes H-10

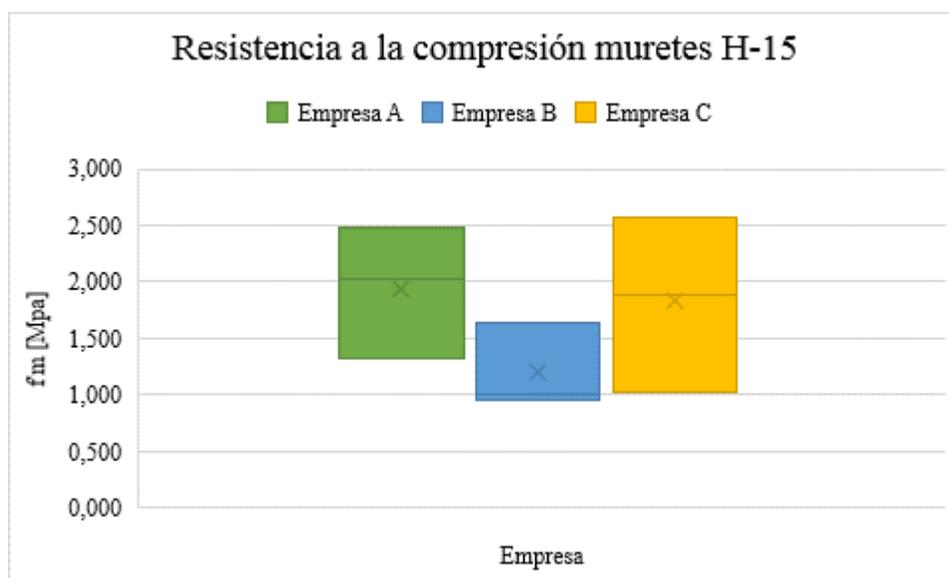
En la ilustración 62 se observa la desviación estándar y el promedio de cada empresa, se tuvo un comportamiento un poco similar en cuanto a los valores de promedio de resistencia, principalmente entre la empresa B y C.

La empresa A presenta una menor desviación y el valor máximo de la resistencia.

7.6.3. Análisis compresión en muretes H-15

Tabla 31. Resultados compresión de muretes H-15 empresa A, B, C.

H-15		
f _m [Mpa]		
Empresa A	Empresa B	Empresa C
2,478	1,645	1,883
2,020	0,955	1,019
1,316	1,012	2,577



Fuente: Propia

Ilustración 63. Resistencia a la compresión de muretes H-15

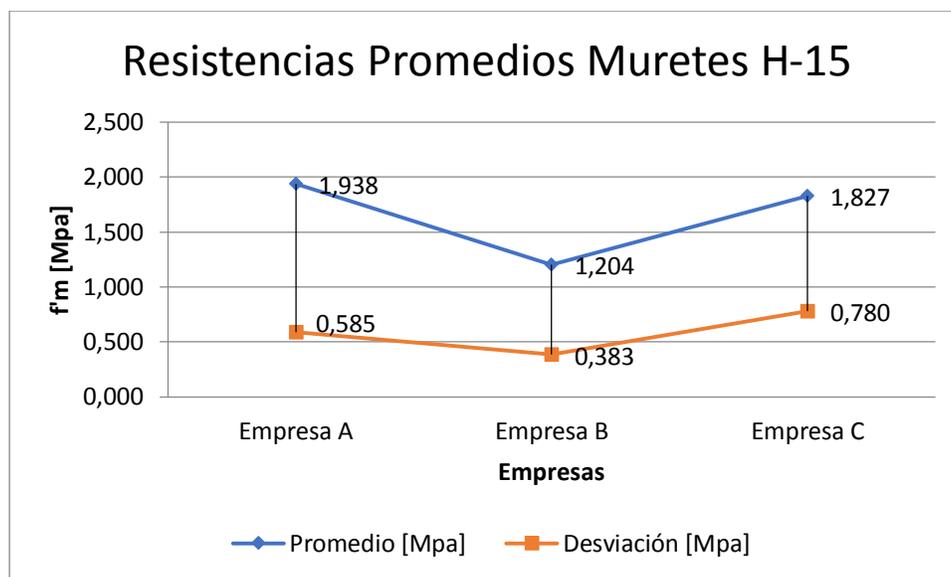
Tabla 32. Resistencias mínimas Muretes H-15

	f _m MPa (Kgf/cm ²)	
Empresa A	Empresa B	Empresa C
1,31 (13.134)	0,979 (9.791)	1,55 (20.378)

Se observa en la ilustración 63, que los especímenes provenientes de las empresas A y C para la resistencia a compresión presentan una mayor dispersión con sus datos, en comparación

con la empresa B; la empresa C presenta los valores más altos de resistencia y representan los datos más dispersos lo que a la vez denota una diferencia alta entre la media y su mínimo valor.

De acuerdo con la tabla 32 para los muretes provenientes de las empresas A, B y C, bajo los criterios establecidos por la NSR-10 (título D) la resistencia a compresión para muretes se puede tomar como el 75% del valor promedio de los ensayos. En base a la tabla 32 y la ilustración 63 se observa que la empresa A y B cumplen en su totalidad con la resistencia mínima establecida, mientras que la empresa C no.



Fuente: Propia

Ilustración 64. *Resistencias promedios muretes H-15*

En la ilustración 64 se observa la desviación estándar y el promedio de cada empresa, se evidencia una mayor relación entre el promedio y la desviación a comparación de las anteriores unidades, esto debido a que la dispersión es menor y se centra en el valor promedio.

La empresa A presenta una menor desviación y el valor máximo de la resistencia.

7.7. ANÁLISIS RESULTADOS ESFUERZO-DEFORMACIÓN DE MURETES.

7.7.1. Análisis muretes M-25.

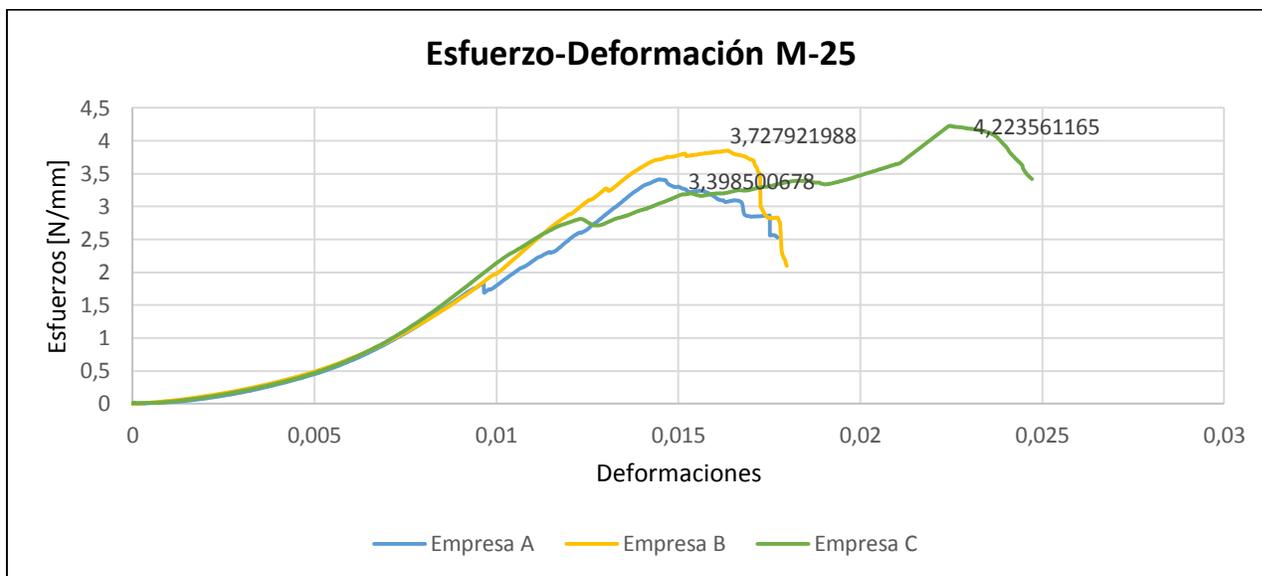
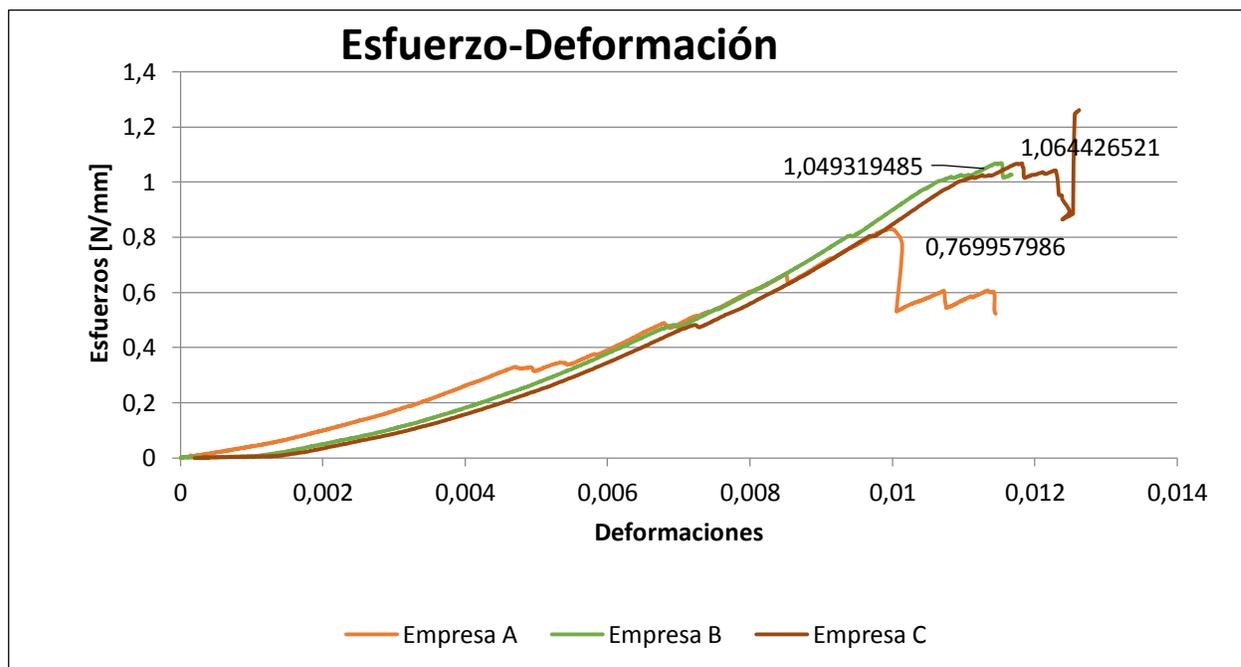


Ilustración 65. *Esfuerzos-Deformaciones promedios muretes M-25*

De acuerdo con la ilustración 65 de esfuerzo-Deformación se observa el comportamiento de los muretes de mampostería estructural donde la empresa C ofrece mayor confiabilidad debido a que sus muestras presentan mayor resistencia a la compresión y mayor deformación, de la empresa B quien también tiene una deformación alta.

7.7.2. Análisis muretes H-10



Fuente: Propia

Ilustración 66. *Esfuerzos-Deformaciones promedios muretes H-10*

De acuerdo con la ilustración 66 de esfuerzo-Deformación se observa el comportamiento de los muretes de mampostería estructural donde la empresa C ofrece mayor confiabilidad debido a que sus muestras presentan mayor resistencia a la compresión y deformación, así mismo la empresa A y B presentan resistencias similares y cumplen con la resistencia mínima establecida por la NTC 4205.

7.7.3. Análisis muretes H-15



Fuente: Propia

Ilustración 67. *Esfuerzos-Deformaciones promedios muretes H-15*

De acuerdo con la ilustración 67 de esfuerzo-Deformación se observa el comportamiento de los muretes de mampostería estructural donde la empresa A y C ofrece mayor confiabilidad debido a que sus muestras presentan mayor resistencia a la compresión, tanto en los muretes como en las piezas individuales caso contrario que se presenta con la empresa B que no cumple con la resistencia mínima establecida por la NTC 4205.

7.8. ANALISIS GENERAL

El principal factor para tener en cuenta al evaluar la resistencia de las unidades de mampostería son las propiedades físicas de estos, es por ello por lo que la NSR-10 en el TÍTULO D enfatiza que se debe cumplir con los requerimientos estipulados en la NTC 4205.

7.8.1. Unidades M-25

En base a la ilustración 46 y 49 se observa que los poros de las unidades M-25 absorben más agua en comparación con las demás unidades, esto según el ensayo de T.I.A, estas mismas

unidades presentan una relación inversamente proporcional respecto al ensayo de absorción por 24 horas ya que el porcentaje de absorción fue menor a los resultados obtenidos por las demás unidades lo que es favorable ya que una absorción alta puede afectar la durabilidad del material; esto también se ve reflejado en los resultados de resistencia a la compresión puesto que las unidades M-25 dieron valores de resistencia altos, esto según la tabla 21. Al realizar un análisis respecto a los valores arrojados por los muretes se denota que las piezas no están ofreciendo la misma resistencia cuando se evalúan en conjunto a cuando se evalúan las unidades individuales.

7.8.2. Unidades H-10

En el caso de las unidades H-10 se logró observar una relación entre los resultados de los ensayos de T.I.A y absorción por inmersión por 24 horas, en ambos casos la absorción fue baja, lo que representa una ventaja ya que las unidades presentan una absorción similar por ende se evitarían problemas de humedades.

Para el caso de la resistencia a la compresión en base a las tablas 25, 29 y 30 se observa que hay una relación entre los valores de resistencia en unidades y en los muretes lo que representa una ventaja ya que las unidades ofrecen un comportamiento favorable cuando se evalúan en conjunto con otros materiales como el mortero y el yeso.

7.8.3. Unidades H-15

Según las tablas 23 y 26 para las unidades H-15 se observa que los poros absorbieron poca agua en el ensayo de T.I.A, pero ofrecieron un comportamiento inverso en el ensayo de absorción por 24 horas, lo que denota que las unidades H-15 presentan una probabilidad baja a sufrir por problemas de absorción.

Para el caso de resistencia a la compresión las unidades H-15 presentan valores bajos de resistencia como se observa en las tablas 31 y 32, no se observa una relación entre unidades de la misma empresa lo que es una desventaja ya que no se refleja una concordancia en el proceso de fabricación.

8. CONCLUSIONES

- Al realizar la validación física según lo establecido bajo la norma NTC (3495, 4017, 4205) citadas en la NSR-10 (TÍTULO D Y TÍTULO I) se determinó que el bloque M-25 cumple con los requerimientos de la norma, para el caso del H-10 y H-15 la norma no establece criterio para esta validación.
- En la realización de los ensayos de resistencia a la compresión se observó que las unidades de mampostería estructural de perforación vertical (M-25) soportaron altas resistencias mientras las unidades usadas en mampostería no estructural de perforación horizontal (H-10 y H-15) soportaron resistencias menores o en algunos casos debajo de lo establecido por la normativa.
- En base a los análisis realizados se define que para el caso de las unidades M-25 las tres empresas cumplen con los valores requeridos de resistencia a la compresión; en el caso de las unidades H-10 y H-15 al comparar los resultados mediante ensayos con los criterios establecidos por las normas observamos que cumplen en promedio un 83% y 43% respectivamente del valor mínimo estipulado para mampostería no estructural (20 Kgf/cm²), lo que a la vez nos indica que no se pueden utilizar estas unidades para construcciones en mampostería estructural por no cumplir con los requerimientos establecidos en la NTC 4205-1. En el caso de los muretes solo las unidades H-15 cumplieron con el criterio establecido en la NSR-10 numeral D.3.7.4.3 , ya que los valores de f'_m en los muretes fueron superiores al 75% del valor promedio de la resistencia de las unidades.
- Con base al análisis realizado se determinó que los datos hallados para los coeficientes de desviación son iguales o menores al 30%, esta información se puede utilizar como dato

histórico para la determinación estadística del valor de f'_m , como lo menciona en el numeral D.3.7.3 de la Norma sismo resistente NSR-10 TITULO D.

- Al comparar los resultados de absorción con los de resistencia a la compresión se denota la relación que tienen entre sí, una absorción alta o baja afecta la adherencia del mortero de pega, lo que se refleja en la resistencia de la mampostería y la durabilidad. Las unidades M-25 presentaron una mayor absorción por 24 horas, esto debido a los orificios que permitían más absorción, pero no presentaron absorción por ebullición lo que se ve reflejado en el análisis de eflorescencia ya que si la unidad tiene absorción alta se pueden presentar cambios volumétricos o permeabilidad alta, lo que puede causar decoloración y pérdida de resistencia.

9. RECOMENDACIONES

- El universo relacionado con las unidades de mampostería no solamente es el cumplimiento de las normas en laboratorio, en el proceso de optimización se debe garantizar los procesos productivos de las unidades, de esta forma se dan nuevas líneas de investigación con el propósito de disminuir la incertidumbre en los materiales utilizados en mampostería.
- Se puede realizar este mismo análisis para mampostería con bloques de cemento y poder establecer los beneficios en función de los costos, con relación en la mampostería de arcilla.
- Se recomienda desarrollar líneas de investigación en las cadenas productivas, entiéndase estas como consecución de materias primas, transformación y entrega en los proyectos de construcción.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación colombiana de ingeniería sísmica- AIS (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, Título I: Supervisión técnica; Bogotá, Colombia: AIS
- Asociación colombiana de ingeniería sísmica- AIS (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, título D-Mampostería estructural, Bogotá, Colombia: AIS
- Cademac, (2017). Compañía Cademac. Beneficios de la arcilla cocida. Recuperado de <http://www.cademac.com.co>
- Dataviz. (2010). Catálogo Dataviz. Diagrama de caja y bigotes. Recuperado de <https://datavizcatalogue.com>
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación- ICONTEC, (2008), mampostería no estructural NTC 4205-2, ICONTEC.
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación- ICONTEC, (2008), mampostería de fachada NTC 4205-3, ICONTEC.
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación- ICONTEC, (2003), Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de muretes a la mampostería, NTC 3495, ICONTEC.
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación- ICONTEC, (2005), Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla-NTC 4017, ICONTEC.
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación-ICONTEC, (2008), mampostería estructural NTC 4205-1, ICONTEC.
- López, J. (2016). Propiedades y características del yeso. Recuperado de <https://es.slideshare.net>
- Uribe, J. (2011). Obras de mampostería. Servicio Nacional de Aprendizaje

ANEXOS

ANEXO 1. DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE MAMPOSTERIA

- UNIDADES H-15
- EMPRESA A

Nombre H-15	Largo [cm]	Alto [cm]	Ancho [cm]	Paredes	Tabiques	
				P [mm]	te [mm]	ti [mm]
A-1	30	19,2	14,5	10,69	11,3	11
A-2	29,9	19,3	14,2	11,85	10,8	10,15
A-3	30	19,5	14,5	10,41	10,75	11,2
A-4	30,2	18,5	14	10,7	11,09	12,09
A-5	30	19,5	14,2	12,47	10,59	10,9
A-6	30	19,2	14,6	13,97	11	10,97
A-7	30	19,5	14,4	11,75	10,75	11,21
A-8	30,1	19,6	14,5	13,78	10,69	11,14
A-9	30,2	19,4	14,7	11,57	11	10,8
A-10	30	19,6	14,5	11,42	11,04	12
A-11	30	19,2	14,7	13,24	11,2	12,03
A-12	30,4	19,6	15	11,45	10,9	11,14
A-13	29,8	19,5	15	15,85	10,68	11,98
A-14	29,9	19,6	14,4	13,27	10,8	10,14
A-15	29,5	19,9	14	14,48	11	10,9
A-16	30	19,5	14,4	14,68	10,78	11,03
A-17	29,2	19	14	12,59	11,08	10,09
A-18	30	19,5	14	11,31	11	10,4
A-19	29,7	19,2	14,5	13,51	11,1	10,99
A-20	29,5	19,3	14,2	15,5	10,59	11
A-21	29,9	19,3	14,2	13,24	10,69	10,9
A-22	30,2	18,5	14	11,61	10,8	11,13
A-23	30	19,3	14,6	14,68	11	10,35
A-24	30,2	19,4	14,7	15,56	11,09	12
A-25	30	19,2	14,7	13,96	11,03	10,98

A-26	30	19,5	14,5	15,44	10,3	10,2
A-27	30	19,2	14,5	14,45	14,11	12,11
A-28	29,8	19,5	15	15,49	13,1	11,89
A-29	29,9	19,6	14,4	13,2	11,2	11,4
A-30	29,7	19,1	14,2	11,43	10,4	12,1
A-31	29,7	19,2	14,5	11,81	10,86	13,62
A-32	30,2	18,7	14	11,88	10,49	12,08
A-33	29,5	19,3	14,2	13,3	11	11,9
A-34	30	19,5	14,5	11,69	10,9	11,08
A-35	30	19,5	14,2	14,4	11,14	11,78
A-36	30,4	19,6	15	10,59	10,69	12,24
A-37	30,1	19,6	14,5	10,7	11	12,02
A-38	30	19,5	14,4	11,69	11,3	11,9
A-39	29,2	19	14	10,67	11,24	12,14
A-40	29,5	19	14,7	11,66	10,8	12,09
A-41	30,3	19,3	14,5	12,45	10,69	11,98
A-42	29,1	18,5	14,3	11,65	11,3	10,92
A-43	29,6	19,1	14,4	10,56	11	11,89
A-44	29,5	19,8	15	12,86	10,8	12
A-45	30	19,5	14,2	11,56	11,03	11,1
A-46	30,2	19,4	14,7	15,5	11,13	10,92
PROMEDIO	29,90	19,32	14,44	12,75	11,03	11,39

- EMPRESA B

Nombre H-15	Largo [cm]	Alto [cm]	Ancho [cm]	Paredes	Tabiques	
				P [mm]	te [mm]	ti [mm]
B-1	29,8	19	14	11,93	11,3	11,1
B-2	29,6	19,4	14	12,45	12,14	12,09
B-3	30	19	14,4	12,66	12,68	11,68
B-4	29,5	19	14,4	11,74	10,76	11,16
B-5	30	19	14	11,89	10,67	11,23

B-6	30	19	14	10,5	10,36	11,18
B-7	29,6	19,4	14	9,64	12,5	12,07
B-8	30,1	19,5	14,4	10,98	13	12,14
B-9	30	19,4	14	11,2	12,59	11,1
B-10	29,5	19	14	11,74	12,8	10,9
B-11	29,8	19,4	14,3	11,66	13	11,14
B-12	30	19,4	14,4	10,58	12,88	12,1
B-13	29,2	19	14,2	11,8	13,58	11,2
B-14	30	19,4	14	11,56	13,09	10,58
B-15	29,8	19,6	14,3	11,74	11,92	10,9
B-16	30	19	14	10,58	11,1	11,14
B-17	29,8	19,2	14	11,2	12,1	12,03
B-18	30	19,4	14	12,18	11,02	12,02
B-19	29,6	19,2	14	11,99	10,4	10,58
B-20	30	19,4	14,5	10,57	13,1	11,68
B-21	29,5	19	14	14	13	11,3
B-22	30	19	14,4	11,56	12,8	12,1
B-23	29,6	19,4	14	8,76	13	11,14
B-24	30	19,4	14,4	13	14,7	11
B-25	30	18,6	14	10,97	13,2	12
B-26	30	19	14,5	10,65	12,45	11,2
B-27	29,2	19	14,5	10,8	14,21	11,14
B-28	30	19,7	14	10,55	13,2	11,25
B-29	29,8	19	15	10,9	13,05	12,1
B-30	29,5	19	15	11,63	12,1	11,3
B-31	29,8	19,6	14,5	11,68	13,09	12,14
B-32	30	19	14,5	13,02	13,73	12,4
B-33	30	19	14	12,3	13,2	13,1
B-34	30	19,4	14,5	11,98	12,9	14,2
B-35	30	19	14,5	11,64	14,9	13,1
B-36	30	19,5	14,7	11,8	13,9	14,4
B-37	30	19	15	11,93	13,46	11,2
B-38	29,5	19,5	15	11,78	12,1	12,1

B-39	29,6	19,2	14	12,64	12,3	10,45
B-40	30	19,4	14,5	10,97	11,15	10,98
B-41	29,4	19,5	14,8	11,65	11,1	11,2
B-42	29,7	19,6	14,8	11,88	12,04	12,34
B-43	29,9	19,2	14,2	11,79	12,1	12,4
B-44	29,6	18,5	13,9	10,97	11,9	12,05
B-45	29,58	19,4	15	11,88	12,09	12,09
B-46	30	19,4	14,4	12	13,2	11,3
PROMEDIO	29,80	19,22	14,33	11,55	12,52	11,70

- EMPRESA C

Nombre H-15	Largo [cm]	Alto [cm]	Ancho [cm]	Paredes	Tabiques	
				P [mm]	te [mm]	ti [mm]
C-1	30,2	19,5	14,4	11,86	14,03	10,14
C-2	30	19,5	14,2	11,7	13,98	10,2
C-3	30,2	19,2	14,3	10,77	13,93	10,12
C-4	30,4	19,3	14,2	10,67	14	9,8
C-5	30	19,3	14,5	12,47	13,88	11,1
C-6	31	19	14	12,76	13,9	10,2
C-7	30	19	14	13,78	13,87	10,24
C-8	31	19	14,5	12,47	14,02	10,14
C-9	31	19	14,5	13,7	13,59	10,12
C-10	30,8	19	14,6	12	13,67	10,2
C-11	30,5	19	14,2	11,58	14,2	10,3
C-12	30,3	19,6	14,4	11,4	13,98	9,9
C-13	30	19,4	14	10,92	14,2	10,12
C-14	30	19	14,3	12	14	10,09
C-15	30	19	14,4	13,98	13,93	9,67
C-16	30,4	19,2	14,5	14,86	14,32	10,13
C-17	30,5	19,2	14,5	14,11	13,9	12,1
C-18	30,4	19	14	11,69	15	11,67

C-19	30,4	19	14,4	12,68	13,87	12,03
C-20	30,5	19,2	14,3	15	14,8	12,1
C-21	30,8	19	14,6	10,33	15,03	11,9
C-22	30,1	19,5	14,8	13,96	14,38	10,8
C-23	30,4	19,5	14,5	15,5	14,6	10,34
C-24	30,2	19,4	14,8	13,58	13,97	10,4
C-25	29,5	18,7	14,1	12,2	14,09	11,03
C-26	30,5	19,2	14,5	13,73	13,89	10,4
C-27	30,4	19,2	14,5	12,56	14	11,02
C-28	30,8	19	14,8	12,2	14,03	12,1
C-29	31	18,5	15	13,73	13,68	12
C-30	30	19	14,6	14,67	13,68	11,9
C-31	30,2	19,2	14,3	13,8	14,3	12,09
C-32	30	19	14	10,68	14,58	10,91
C-33	30,2	19,5	14,3	11,09	13,83	12,43
C-34	30,5	19,5	14,6	13,3	14,72	11,74
C-35	30,6	19,2	14,5	11,95	15,05	12,3
C-36	30,6	18,5	14,2	14,6	14,73	11,9
C-37	30,3	18,9	14,2	12,69	14,39	12,3
C-38	29,7	18,7	14,1	11,59	13,98	11,98
C-39	30,5	18,9	14,2	12,4	14,28	12,09
C-40	30,2	19,5	14,8	11,4	13,92	10
C-41	30,5	19	14,5	11,5	14,48	11,89
C-42	30	19	14,4	13,73	13,9	12,09
C-43	30,4	19,2	14,6	14,67	14,48	12
C-44	30,5	19,3	15	14,2	14,9	11,98
C-45	30	19,5	14,8	14,72	13,89	12,09
C-46	30	19,3	14,5	13,54	14,4	12
PROMEDIO	30,34	19,14	14,42	12,80	14,18	11,13

- **UNIDADES H-10**
- **EMPRESA A**

Nombre H-10	Largo [cm]	Alto [cm]	Ancho [cm]	Paredes	Tabiques	
				P [mm]	te [mm]	ti [mm]
A-1	30	19,8	9,9	11,6	10,39	9,8
A-2	30,2	19	9,8	12,03	9,38	10,2
A-3	29,8	19,2	10	12,6	11	10,38
A-4	29,8	18,5	9	11,25	11,2	10,83
A-5	30	18,5	9,5	12,05	10,45	11,34
A-6	30	18,5	9,5	11,7	10,58	12,03
A-7	29	18,7	9,5	9,72	10,3	9,94
A-8	30,5	19	10	10,18	11	10
A-9	30,5	18,5	9,5	11,12	10,4	9,71
A-10	29,9	19,9	9,7	9,71	8,22	10
A-11	30,7	19	10	12,06	9,5	10,82
A-12	30	19,8	9	12,05	10,45	10,32
A-13	29,8	18,5	9	11,35	11	10,3
A-14	29,5	19,5	9	12,1	10,39	11,01
A-15	29,5	19	9,6	11,6	11,2	10
A-16	30	19	9,9	12,06	11	10,83
A-17	29,8	19,8	9,6	11,36	10,58	10,35
A-18	29,3	18,8	9,8	11,45	9,9	10,12
A-19	29	19	10	12,05	10,13	10,35
A-20	30,1	18,5	9,8	12,5	10,63	10,24
A-21	30	19,8	9	12,4	10,5	11
A-22	29	19	10	11,45	11,1	10,23
A-23	30,1	18,5	9,6	9,8	10,62	9,55
A-24	30	19,8	9,9	9,75	10,8	9,92
A-25	30	18,5	9,5	12,6	10,15	10,02
A-26	29	18,7	9,5	11	11	9,55
A-27	30,5	18,5	9,5	12,3	11,94	10,3
A-28	30	19	9,9	12,9	13,2	9,55
A-29	29,5	19,5	9	11,4	13	10,14
A-30	29,8	19,8	9,6	10,2	13	10,02
A-31	30,2	19	9,9	13	10,63	11

A-32	30,2	18,7	8,9	11,2	11	10,3
A-33	30,7	19	10	12,6	10,3	10,03
A-34	30	19,8	9	11,4	10,4	9,8
A-35	29,3	18,8	9,6	10,45	11	12,3
A-36	29,8	19,8	9,6	12,8	10,69	11,34
A-37	29,8	18,5	9,5	11,4	11,2	10,5
A-38	29,9	19,9	9,8	12,9	10,13	10,4
A-39	30,5	19	10	12,07	10,3	9,98
A-40	29,8	18,5	9	12,68	10,45	9,9
A-41	30	18,5	10	10,5	11,02	10,2
A-42	29,5	19	9,6	12,9	10,45	11,01
A-43	29,7	18,5	9,5	10,16	11	10,85
A-44	30	19	9,7	12,06	10,45	11,3
A-45	30	19,7	10	12,9	12,03	10,89
A-46	30,2	20	9,8	13,2	10,65	10,5
PROMEDIO	29,89	19,07	9,60	11,66	10,75	10,42

- EMPRESA B

Nombre H-10	Largo [cm]	Alto [cm]	Ancho [cm]	Paredes	Tabiques	
				P [mm]	te [mm]	ti [mm]
B-1	29,5	19	9	10,2	10,12	9,8
B-2	30,4	18,8	9	13,2	11,1	9,8
B-3	30	19,2	9,2	12,9	10,23	10,24
B-4	30	19	9,2	12,09	10,3	10,3
B-5	30	19,2	9,2	12,68	12,1	11
B-6	30,5	19,9	9,9	10,77	10,3	10,72
B-7	30	19,2	9,2	12,32	10,25	11,58
B-8	29,9	19	9,2	11,66	12,2	10,83
B-9	30,4	19	9,4	13	10,23	11,01
B-10	30,4	19,4	9	11,9	11	10,35

B-11	29,5	19,2	9,3	12,2	10,25	10,83
B-12	30	19,2	9	10	10,3	11,01
B-13	28,8	19,5	9,4	11,46	12,1	10,12
B-14	29,4	19	9,2	12,2	10,15	11,6
B-15	29,5	19	9,3	11,9	12,1	12,9
B-16	29,5	19,4	9,3	10,56	11,1	11,01
B-17	30	19,5	9,2	11,9	10	12,1
B-18	29,5	19	9,3	12,2	8,39	10,82
B-19	30	19,5	9,4	10	12,1	11,34
B-20	30	19	9	11,46	13,4	10,8
B-21	30	19,2	9,2	10,15	12,13	11,3
B-22	30,5	19,9	9,9	10,47	10,25	11,01
B-23	30,4	19	9,4	11,85	10,3	10
B-24	29,5	19,2	9,3	12,5	12,9	10,38
B-25	29,5	19,9	9	12,2	12,3	10,8
B-26	30,4	18,9	9	13	12,34	10,45
B-27	30	19	9	13,2	12	10,82
B-28	29,5	19	9,5	12,2	11,1	10,46
B-29	30	19,5	9,5	12,68	10,23	10,5
B-30	30	19	9,5	11,9	10,4	11
B-31	30	19,2	9,5	12,69	12,1	11,01
B-32	30,4	19,4	9	12,9	11,49	10,85
B-33	30,2	19,6	9,1	13,21	11,2	10,8
B-34	30	18	8,9	12,69	12	11,44
B-35	28,8	19,6	9,4	12,78	11,8	11,59
B-36	29,4	19,4	9,2	12,9	10,3	10,7
B-37	29,5	19,5	9,5	12,7	11	10,69
B-38	29,6	19,5	9,5	12,4	11,1	11,12
B-39	30	19,5	9,2	13,2	10,8	10,8
B-40	29,4	19,6	9,2	12,7	10,69	10,3

B-41	9,6	19,3	9,6	12,42	11	11,43
B-42	30,2	19,2	9,2	12,32	10,34	10,15
B-43	30	19,5	9,5	12,9	12	10,34
B-44	30,5	19,4	9,6	12,09	11,9	10,8
B-45	29,5	19,4	9,8	9,3	10,34	11,4
B-46	30	19,7	10	12,5	10,9	10,65
PROMEDIO	29,44	19,27	9,31	12,05	11,10	10,85

- EMPRESA C

Nombre H-10	Largo [cm]	Alto [cm]	Ancho [cm]	Paredes	Tabiques	
				P [mm]	te [mm]	ti [mm]
C-1	30	18,7	9,5	12,4	10,38	11,4
C-2	29,4	18,5	10	12,08	10,4	11,3
C-3	30,2	19	9,5	13,2	10,23	12,1
C-4	30	19	10	12,9	10,6	11,39
C-5	29,3	18,5	9,5	12,09	1,8	12,09
C-6	29,4	19	9,8	11,4	10,8	11,5
C-7	29,5	18,5	9,6	12,68	10,29	11,59
C-8	29,6	19	9,5	11,03	10,3	11,5
C-9	30	19	10	10,77	10,23	11,59
C-10	29,6	19	9,6	12,3	10,34	12
C-11	29,8	18,8	9,8	13,2	10,28	11,4
C-12	29,8	19	10	12,4	10,65	12,03
C-13	30	19	9,8	12,7	10,7	12
C-14	29,8	19	9,8	12,5	10,8	11,59
C-15	30	19	9,6	13,2	10,56	11,89
C-16	29,6	18,8	10,5	12,49	10,45	12
C-17	29,8	18,8	9,5	12,1	10,34	11,4
C-18	30	19	9,5	12,68	10,65	12,9

C-19	30,5	19,2	10	11,2	10,45	12,4
C-20	30,2	19	10	12,3	10,8	12,5
C-21	29,6	19	9,6	12,04	10,65	11,6
C-22	29,8	19	10	12,4	10,79	11,65
C-23	30	19	9,8	11,2	11	11,34
C-24	29,8	19	9,8	12,32	10,49	11,5
C-25	30	19	9,5	12,22	10,9	11,2
C-26	30,5	19,2	10	13,29	11	11,43
C-27	30,2	19	10	12,9	10,8	12,02
C-28	30	19	10	12,59	10,67	11,3
C-29	29,4	18,5	10	13	10,47	11,58
C-30	30	18,7	9,5	12,5	10,4	11,39
C-31	29,7	18,5	9,3	11,2	10,54	11,4
C-32	30	19	9,8	12,23	10,6	12,9
C-33	29,8	18,8	10,5	12,07	10,76	11,3
C-34	29,6	18,7	9,6	12,06	10,9	11,29
C-35	30,5	19,2	10	12,69	10,8	11,45
C-36	29,6	19	9,5	11,69	11	11,4
C-37	29,4	19,5	9,8	12,64	10,74	11,04
C-38	29,8	18,8	10,5	12,06	10,85	11,3
C-39	30,5	19,2	10	11	11	11,39
C-40	30,2	19	9,5	12,54	10,89	11,8
C-41	30,1	18,6	9,4	11,77	10,93	10,85
C-42	29,9	18,7	9,5	12	11,02	10,74
C-43	30	19,2	10	10,5	10,8	11
C-44	30,2	19,8	9,8	12,4	10,4	11,23
C-45	29,3	18,5	9,5	11,9	10,5	12
C-46	30,3	18,6	9,5	12,45	11	11,1
PROMEDIO	29,88	18,92	9,78	12,20	10,46	11,60

- UNIDADES M-25
- EMPRESA A

Nombre M-25	Largo [cm]	Alto [cm]	Ancho [cm]	Pared perforada			Tabiques	
				P [mm]	Pe [mm]	Pi [m m]	te [mm]	ti [mm]
A-1	25,2	6,6	12,1	31	15	1	20	14
A-2	25	6,5	12	32	12	1,1	20	13
A-3	25,4	6,7	12,3	33	10	1	21	12
A-4	25	6,8	12,2	32	12	1	20	14
A-5	25	6,7	12,4	32	15	1,2	21	13,5
A-6	25	6,5	12,1	32	12	1,2	20	12,2
A-7	25	6,5	12,2	31	13	1	20	12,5
A-8	25	6,8	12,2	31	10	1	20	13
A-9	25	6,8	12	30	10	1,2	22	14,5
A-10	25	6,8	12,3	30	10	1,2	21	15
A-11	25,1	6,5	12	32	10	1	20	14
A-12	25,3	6,4	12,3	31	15	1	20	13
A-13	25,2	6,6	12,2	32	12	1	19,5	12
A-14	24,8	6,7	12,3	32	13	1,2	21	12,5
A-15	25,3	6,8	12,1	31	12	1,1	20	13
A-16	24,9	6,4	12	32	12	1	20	14,5
A-17	25	6,8	12	31	12	1,2	20	14,5
A-18	25,1	6,7	12,1	30	13	1,3	20	14
A-19	25,2	6,8	12,3	30	15	1,2	20	14
A-20	25,00	6,60	12,20	31	12	1,2	20	14,5
A-21	25,3	6,6	12,1	32	10	1	20	13
A-22	25,3	6,5	12,1	30	12	1,1	20	14
A-23	25,4	6,7	12,3	31	13	1,2	20	12
A-24	25,1	6,8	12,2	32	12	1,2	20	12,5
A-25	25,3	6,7	12,3	30	10	1	21	14,5
A-26	25,2	6,5	12,3	31	15	1,3	21	14,5
A-27	25,3	6,8	12,2	31	12	1,2	20	14

A-28	25,1	6,7	12,1	30	13	1,2	20	13
A-29	25,3	6,6	12,3	32	15	1,2	21	12,5
A-30	25,1	6,5	12,1	32	10	1	22	12,5
A-31	25,3	6,8	12	32	10	1	21	12,7
A-32	25,2	6,7	12	32	12	1,1	20	12,5
A-33	25,4	6,8	12	32	11	1,1	20	14,5
A-34	25,4	6,5	12,1	32	12	1,2	20	13,5
A-35	25,3	6,8	12,3	33	11	1,2	21	13
A-36	25,2	6,5	12,2	32	10	1	20	13,5
A-37	25,4	6,7	12,2	32	12	1	21	14,5
A-38	25,3	6,6	12,3	33	12	1,1	22	14
A-39	25,2	6,6	12,3	32	13	1,2	21	12,5
A-40	25,2	6,7	12,2	32	10	1	22	13,5
A-41	25,3	6,7	12,1	33	12	1,1	21	12,5
A-42	25,4	6,8	12,2	32	10	1	20	13
A-43	25,1	6,8	12,1	32	10	1	20	13
A-44	25,2	6,5	12,2	32	11	1,1	21	13,5
A-45	25,3	6,5	12,3	32	12	1,2	20	12,5
A-46	25,4	6,6	12,4	33	11	1,1	21	14,5
A-47	25,3	6,5	12,5	33	12	1,2	23	13,5
A-48	25,1	6,5	12,1	32	12	1	21	13
A-49	25,3	6,5	12	33	10	1,1	20	12,5
PROMEDIO	25,19	6,64	12,18	31,65	11,84	1,11	20,52	13,36

- **EMPRESA B**

Nombre M-25	Largo [cm]	Alto [cm]	Ancho [cm]	Pared perforada			Tabiques	
				P [mm]	Pe [mm]	Pi [m m]	te [mm]	ti [mm]
B-1	25	6,5	12	30	14	1	21	12
B-2	25	6,5	12,3	32	12	1,2	22	13
B-3	25,5	7	12,5	32	10	1,1	21	12
B-4	25,4	6,5	12,5	31	11	1,1	21	13

B-5	25,3	6,3	12,3	32	15	1,3	20	12
B-6	25,5	7	13	32	13	1,2	21	12
B-7	25	6,5	12	31	12	1,1	21	12
B-8	25	7	12,5	31	11	1,1	20	13
B-9	25,6	8	12,3	30	10	1,2	20	12
B-10	25	7	12,3	31	11	1,2	21	15
B-11	25	6,5	12	30	10	1	20	14
B-12	25,4	7	12,4	32	13	1	20	13
B-13	25	6,5	12,3	32	12	1	20	12
B-14	25,6	6,5	12,6	32	13	1,2	21	12,5
B-15	25	6,3	12,3	31	12	1,1	21	13
B-16	25,5	6,3	12,5	32	12	1	21	14,5
B-17	25	6,5	12	32	12	1,2	20	14,5
B-18	25,4	6,5	12,5	30	12	1,3	21	14
B-19	25	6,3	12,8	32	14	1,2	20	14
B-20	25,4	6,5	12,6	30	12	1,2	20	14,5
B-21	25	6,8	12	32	10	1	20	13
B-22	25	7	12,3	32	12	1,1	20	14
B-23	25,5	7	12,5	32	13	1,2	20	12
B-24	25	6,5	12	32	12	1,2	20	12,5
B-25	25	6,5	12,3	30	10	1	21	14,5
B-26	25	6,5	12	31	15	1,3	21	14,5
B-27	25,4	6,5	12	31	12	1,2	20	14
B-28	25	6,3	12,8	30	13	1,2	20	13
B-29	25,4	6,5	12,5	32	15	1,2	21	12,5
B-30	25,5	7	13	32	10	1	22	12,5
B-31	25	7	12	32	10	1	21	12,7
B-32	25	6,5	12	32	12	1,1	20	12,5
B-33	25,4	6,5	12,5	32	11	1,1	20	14,5
B-34	25	6,5	12	32	12	1,2	20	13,5
B-35	25,4	7	12	33	11	1,2	21	13
B-36	25,1	6,4	12,4	32	10	1	20	13,5
B-37	25,5	6,3	12,5	32	12	1	21	14,5

B-38	25	6,4	12	33	12	1,1	22	14
B-39	24,6	6,1	12	30	13	1,2	21	12,5
B-40	24,8	6,1	12	32	10	1	22	13,5
B-41	25,1	6,5	12	33	12	1,1	21	12,5
B-42	25	6,3	12,3	32	10	1	20	13
B-43	25,3	6,3	12,5	33	10	1	20	13
B-44	25	6,5	12,3	32	11	1,1	21	12
B-45	25,4	7	12,4	32	12	1,2	20	12
B-46	25	6,5	12	33	10	1,1	21	13
B-47	25,4	6,5	12,3	33	13	1,2	23	13
B-48	25	6,5	12	33	14	1	22	14
B-49	25	6,3	12,3	33	11	1,1	21	12
PROMEDIO	25,17	6,59	12,30	31,69	11,82	1,12	20,69	13,13

- **EMPRESA C**

Nombre M-25	Largo [cm]	Alto [cm]	Ancho [cm]	Pared perforada			Tabiques	
				P [mm]	Pe [mm]	Pi [m m]	te [mm]	ti [mm]
C-1	25,1	6,5	12	31	13	1	20	12,5
C-2	25,2	6,3	12	32	12	1,2	21	13
C-3	25,2	6,7	12,1	31	10	1,1	20	12,5
C-4	25,1	6,5	12,3	33	11	1,1	23	12
C-5	25	6,5	12	32	15	1,3	21	12,5
C-6	25	6,8	12,3	33	13	1,2	21	13
C-7	25	6,8	12	32	12	1,1	21	12
C-8	25	6,7	12	32	11	1,1	20	12
C-9	24,8	6,6	12	32	10	1,2	20	12
C-10	25	6,7	12,2	32	11	1,2	21	15
C-11	25,2	6,7	12,2	31	10	1	20	14
C-12	25,1	6,5	12,1	32	13	1	20	13
C-13	25,3	6,5	12,1	32	12	1	20	12
C-14	25	6,6	12	32	13	1,2	21	12,5

C-15	25	6,7	12	31	12	1,1	21	13
C-16	25,1	6,5	12	32	12	1	21	14,5
C-17	25	6,6	12,2	32	12	1,2	20	14,5
C-18	25,2	6,7	12,3	30	12	1,3	21	14
C-19	25,3	6,5	12,2	32	14	1,2	20	14
C-20	25,2	6,5	12,2	30	12	1,2	20	14,5
C-21	25,1	6,5	12,3	32	10	1	20	13
C-22	25	6,5	12,1	32	12	1,1	20	14
C-23	25	6,5	12,4	32	13	1,2	20	12
C-24	25	6,7	12,5	32	12	1,2	20	12,5
C-25	25,1	6,6	12,1	30	10	1	21	14,5
C-26	25,3	6,5	12,5	31	15	1,3	21	14,5
C-27	25,2	6,6	12,4	31	12	1,2	20	14
C-28	25,2	6,5	12	30	13	1,2	20	13
C-29	25	6,7	12	32	15	1,2	21	12,5
C-30	25,1	6,6	12	32	10	1	22	12,5
C-31	25,3	6,7	12	32	10	1	21	12,7
C-32	25,1	6,8	12,1	32	12	1,1	20	12,5
C-33	25,2	6,5	12,2	32	11	1,1	20	14,5
C-34	25,1	6,5	12,1	32	12	1,2	20	13,5
C-35	25	6,5	12,3	33	11	1,2	21	13
C-36	25	6,7	12	32	10	1	20	13,5
C-37	25,2	6,6	12,1	32	12	1	21	14,5
C-38	25,1	6,5	12	33	12	1,1	22	14
C-39	25,2	6,6	12,3	30	13	1,2	21	12,5
C-40	25,2	6,7	12,2	32	10	1	22	13,5
C-41	25,1	6,5	12,3	33	12	1,1	21	12,5
C-42	25,1	6,5	12,1	32	10	1	20	13
C-43	25,3	6,7	12	33	10	1	20	13
C-44	25,4	6,5	12	32	11	1,1	21	12
C-45	25,5	6,5	12,1	32	12	1,2	20	12
C-46	25,5	6,5	12,2	33	10	1,1	21	13
C-47	25,4	6,6	12,1	33	13	1,2	23	13

C-48	25,3	6,5	12	33	14	1	22	14
C-49	25	6,5	12	33	11	1,1	21	12
PROMEDIO	25,14	6,58	12,13	31,88	11,80	1,12	20,69	13,14

ANEXO 2. ENSAYO TASA INICIAL DE ABSORCION

– Unidad M-25: Empresa A, B y C

M-25					
Nombre	Peso 1 [g]	Peso 2 [g]	G	Área Neta [cm ²]	T.I.A [g/cm ² /min]
A-1	1931	1954	23	93	0,25
A-2	1861	1883	22	96	0,23
A-3	1905	1927	22	93	0,24
A-4	1907	1937	30	98	0,31
A-5	1897	1920	23	96	0,24
Nombre	Peso 1 [g]	Peso 2 [g]	G	Área Neta [cm ²]	T.I.A [g/cm ² /min]
B-36	2180	2196	16	90	0,177
B-39	2160	2180	20	89	0,225
B-16	2110	2121	11	90	0,122
B-40	2180	2196	16	89	0,180
B-13	2185	2204	19	90	0,210
Nombre	Peso 1 [g]	Peso 2 [g]	G	Área Neta [cm ²]	T.I.A [g/cm ² /min]
C-1	1853	1869	16	85,692	0,187
C-2	1937	1959	22	84,394	0,261
C-3	1881	1905	24	84,394	0,284
C-4	1952	1972	20	85,692	0,233
C-5	1910	1936	26	85,692	0,303

– Unidad H-10: Empresa A, B y C

H-10					
Nombre	Peso 1 [g]	Peso 2 [g]	G	Área [cm²]	T.I.A [g/cm²/min]
A-16	4530	4560	30	297	0,101
A-18	4550	4576	26	287,14	0,091
A-17	4570	4592	22	283,2	0,078
A-15	4860	4874	14	283,2	0,049
A-9	4490	4499	9	289,75	0,031
Nombre	Peso 1 [g]	Peso 2 [g]	G	Área [cm²]	T.I.A [g/cm²/min]
B-33	4350	4390	40	274,82	0,146
B-42	4750	4773	23	277,84	0,083
B-34	4390	4440	50	267	0,187
B-32	4430	4477	47	273,6	0,172
B-41	4722	4744	22	92,16	0,239
Nombre	Peso 1 [g]	Peso 2 [g]	G	Área [cm²]	T.I.A [g/cm²/min]
C-31	4670	4686	16	276,21	0,058
C-41	4640	4670	30	282,94	0,106
C-42	4760	4777	17	284,05	0,060
C-46	4790	4793	3	287,85	0,010
C-37	4660	4676	16	288,12	0,056

– **Unidad H-15: Empresa A, B y C**

H-15					
Nombre	Peso 1 [g]	Peso 2 [g]	G	Área [cm²]	T.I.A [g/cm²/min]
A-30	6930	6965	35	421,74	0,083
A-42	6880	6931	51	416,13	0,123
A-43	6880	6911	31	426,24	0,073
A-41	7400	7440	40	439,35	0,091
A-40	6920	6955	35	433,65	0,081

Nombre	Peso 1 [g]	Peso 2 [g]	G	Área [cm2]	T.I.A [g/cm2/min]
B-25	6220	6280	60	420	0,143
B-12	6390	6423	33	432	0,076
B-11	6450	6468	18	426,14	0,042
B-44	6320	6381	61	411,44	0,148
B-43	6370	6427	57	424,58	0,134
Nombre	Peso 1 [g]	Peso 2 [g]	G	Área [cm2]	T.I.A [g/cm2/min]
C-39	6810	6849	39	433,1	0,090
C-38	6710	6746	36	418,77	0,086
C-37	6800	6880	80	430,26	0,186
C-36	6610	6665	55	434,52	0,127
C-25	6740	6785	45	415,95	0,108

ANEXO 3. ENSAYO INMERSIÓN POR 24 HORAS

– **Unidad M-25: Empresa A, B y C**

M-25			
Nombre	Ws [g]	Wss [g]	%Absorción
A-1	1930	2125	10,1
A-2	1860	2062	10,9
A-3	1901	2107	10,8
A-4	1903	2106	10,7
A-5	1902	2095	10,1
Promedio			10,5
Nombre	Ws [g]	Wss [g]	%Absorción
B-20	2131	2350	10,3
B-19	2164	2331	7,7
B-3	2177	2415	10,9
B-18	2182	2423	11,0
B-4	2184	2411	10,4
Promedio			10,1

Nombre	Ws [g]	Wss [g]	%Absorción
C-1	1852	2055	11,0
C-2	1937	2138	10,4
C-3	1881	2075	10,3
C-4	1952	2163	10,8
C-5	1905	2111	10,8
Promedio			10,7

– **Unidad H-10: Empresa A, B y C**

H-10			
Nombre	Ws[g]	Wss[g]	%Absorción
A-1	4743	5331	12,4
A-2	4822	5413	12,3
A-6	4423	4945	11,8
A-7	4529	5039	11,3
A-8	4379	4950	13,0
Promedio			12,3
Nombre	Ws[g]	Wss[g]	%Absorción
B-46	4303	4808	11,7
B-11	4328	4836	11,7
B-22	4702	5226	11,1
B-44	4309	4816	11,8
B-45	4298	4804	11,8
Promedio			11,7
Nombre	Ws[g]	Wss[g]	%Absorción
C-17	4625	5052	9,2
C-14	4603	4955	7,6
C-12	4702	5176	10,1
C-16	4585	5056	10,3
C-15	4584	5023	9,6
Promedio			9,4

– **Unidad H-15: Empresa A, B y C**

H-15

Nombre	Ws[g]	Wss[g]	%Absorción
A-4	6774	7611	12,4
A-5	6928	7836	13,1
A-7	6892	7775	12,8
A-8	6976	7886	13,0
A-12	7037	7930	12,7
Promedio			12,9
Nombre	Ws[g]	Wss[g]	%Absorción
B-13	6343	7019	10,7
B-17	6263	6901	10,2
B-15	6406	7100	10,8
B-16	6456	7073	9,6
B-14	6277	6921	10,3
Promedio			10,4
Nombre	Ws[g]	Wss[g]	%Absorción
C-12	6738	7475	10,9
C-13	6772	7478	10,4
C-9	6812	7544	10,7
C-10	6739	7430	10,3
C-1	6740	7456	10,6
Promedio			10,7

ANEXO 4. ABSORCIÓN POR EBULLICIÓN

– **Unidades M-25**

	Nombre	Ws [g]	Wb[g]	Absorción [%]
M-25	A-1	2125	2125	0%
	B-20	2350	2350	0%
	C-3	2075	2075	0%
Promedio				0,001

– **Unidades H-10**

Nombre	Ws [g]	Wb[g]	Absorción [%]
--------	--------	-------	---------------

H-10	A-6	4945	4965	0,4%
	B-22	4935	4955	0,4%
	C-14	4955	5000	1%
			Promedio	1%

– **Unidades H-15**

	Nombre	Ws [g]	Wb[g]	Absorción [%]
H-15	A-7	7750	7820	1%
	B-15	7100	7230	2%
	C-10	7430	7505	1%
			Promedio	1%

ANEXO 5. COMPRESIÓN EN UNIDADES

• **UNIDADES M-25**

– **EMPRESA A**

Nombre	W [N]	W [Kgf]	Vn[mm³]	h [cm]	Anp [Cm²]	C [Kgf/cm²]
A-16	366800	37401,7028	625	6,7	93,28	400,946
A-19	389800	39746,9567	625	6,8	91,91	432,447
A-21	461300	47037,6376	625	6,8	91,91	511,769
A-25	416600	42479,6875	625	6,7	93,28	455,382
A-26	371700	37901,3438	625	6,8	91,91	412,367
A-28	418400	42663,2291	625	6,5	96,15	443,698
A-29	508100	51809,7197	625	6,8	91,91	563,690
A-30	395400	40317,9751	625	6,7	93,28	432,209
A-31	403300	41123,5189	625	6,6	94,70	434,264
A-32	403100	41103,1254	625	6,5	96,15	427,473

– **EMPRESA B**

Nombre	W [N]	W [Kgf]	Vn[mm ³]	h [cm]	Anp [Cm ²]	C [Kgf/cm ²]
B-1	540000	55062,485	570	6,5	87,69	627,906
B-14	447000	45579,5015	570	6,5	87,69	519,766
B-15	435700	44427,268	570	6,3	90,48	491,038
B-19	452300	46119,9295	570	6,3	90,48	509,747
B-21	478400	48781,283	570	6,8	83,82	581,952
B-22	449000	45783,4366	570	7	81,43	562,253
B-23	511100	52115,6224	570	7	81,43	640,016
B-38	499100	50892,0116	570	6,4	89,06	571,419
B-42	503900	51381,4559	570	6,3	90,48	567,900
B-45	434000	44253,9231	570	7	81,43	543,469

– **EMPRESA C**

Nombre	W [N]	W [Kgf]	Vn[mm ³]	h [cm]	Anp [Cm ²]	C [Kgf/cm ²]
C-13	370000	37727,999	557	6,5	85,69	440,273
C-14	370000	37727,999	557	6,6	84,39	447,046
C-15	408000	41602,7664	557	6,7	83,13	500,428
C-17	466100	47527,0819	557	6,6	84,39	563,158
C-18	440600	44926,909	557	6,7	83,13	540,413
C-20	314000	32017,8153	557	6,5	85,69	373,637
C-21	361900	36902,0617	557	6,5	85,69	430,634
C-22	589900	60150,6665	557	6,5	85,69	701,938
C-23	440000	44865,7285	557	6,5	85,69	523,568
C-24	491600	50127,2548	557	6,7	83,13	602,967

• **UNIDADES H-10**

- **EMPRESA A**

Nombre	W [N]	W [Kgf]	A [cm ²]	C [Kgf/cm ²]
--------	-------	---------	----------------------	--------------------------

A-10	65800	6709,46576	290,03	23,134
A-12	117400	11970,9921	270	44,337
A-25	107900	11002,3002	285	38,605
A-27	69700	7107,13926	289,75	24,529
A-3	65400	6668,67874	298	22,378
A-32	81700	8330,75004	268,78	30,995
A-36	61700	6291,39875	286,08	21,992
A-38	41700	4252,04745	293,02	14,511
A-44	79800	8137,01167	291	27,962
A-45	34100	3477,09396	300	11,590

- EMPRESA B

Nombre	W [N]	W [Kgf]	A [cm²]	C [Kgf/cm²]
B-10	74200	7565,99331	273,6	27,653
B-11	80100	8167,60194	274,35	29,771
B-18	51900	5292,11661	274,35	19,290
B-19	45600	4649,72095	282	16,488
B-20	59000	6016,08632	270	22,282
B-21	57700	5883,52849	276	21,317
B-24	73400	7484,41925	274,35	27,281
B-40	61900	6311,79226	270,48	23,336
B-8	70900	7229,50034	275,08	26,281
B-9	40800	4160,27664	285,76	14,559

- EMPRESA C

Nombre	W [N]	W [Kgf]	A [cm²]	C [Kgf/cm²]
C-19	79500	8106,4214	305	26,578
C-20	83700	8534,68517	302	28,261
C-21	71300	7270,28737	284,16	25,585

C-3	75100	7657,76411	286,9	26,691
C-33	74000	7545,59979	312,9	24,115
C-34	99700	10166,1662	284,16	35,776
C-35	89900	9166,88407	305	30,055
C-36	86700	8840,58787	281,2	31,439
C-4	66200	6750,25279	300	22,501
C-5	56500	5761,16741	278,35	20,698

- **UNIDADES H-15**

- **EMPRESA A**

Nombre	W [N]	W [Kgf]	A [cm ²]	C [Kgf/cm ²]
A-13	68800	7015,36846	447	15,694
A-14	95200	9707,31217	430,56	22,546
A-17	86500	8820,19435	408,8	21,576
A-19	102100	10410,8884	430,65	24,175
A-27	61500	6271,00523	435	14,416
A-31	78500	8004,45383	430,65	18,587
A-35	60000	6118,05389	426	14,362
A-44	48800	4976,01716	442,5	11,245
A-46	61000	6220,02145	443,94	14,011
A-6	79500	8106,4214	438	18,508

- **EMPRESA B**

Nombre	W [N]	W [Kgf]	A [cm ²]	C [Kgf/cm ²]
B-18	60150	6133,34902	420	14,603
B-19	37410	3814,6066	414,4	9,205
B-20	64300	6556,51442	435	15,072
B-24	54400	5547,03552	432	12,840
B-3	64400	6566,71117	432	15,201

B-32	54400	5547,03552	435	12,752
B-4	35000	3568,86477	424,8	8,401
B-40	60200	6138,4474	435	14,111
B-5	57800	5893,72524	420	14,033
B-6	59000	6016,08632	420	14,324

- EMPRESA C

Nombre	W [N]	W [Kgf]	A [cm²]	C [Kgf/cm²]
C-14	93000	9482,98352	429	22,105
C-15	100380	10235,5042	432	23,693
C-18	42500	4333,6215	425,6	10,182
C-19	89800	9156,68732	437,76	20,917
C-27	111600	11379,5802	440,8	25,816
C-32	83500	8514,29166	420	20,272
C-33	109000	11114,4646	431,86	25,736
C-34	66900	6821,63008	445,3	15,319
C-35	102300	10431,2819	443,7	23,510
C-40	84600	8626,45598	446,96	19,300

ANEXO 6. COMPRESIÓN EN MURETES

- MURETES UNIDADES M-25
 - EMPRESA A

Nombre	Carga [N]	Longitud [cm]	Espesor [cm]	Altura [cm]	Área transversal neta [mm ²]	Resistencia [Mpa]	δ_m/e_m	Factor de corrección	f'm [Mpa]	
A1	134078,130	25,1	12,1	19,3	9510	14,0986	1,6	0,88	12,407	
A2	66078,130	25,2	12,3	19,9	8770	7,5346	1,6	0,88	6,630	
A3	122250,000	25	12,4	20,4	9048	13,5113	1,6	0,88	11,890	
									f_{mt}	10,3090

- EMPRESA B

Nombre	Carga [N]	Longitud [cm]	Espesor [cm]	Altura [cm]	Área transversal neta [mm ²]	Resistencia [Mpa]	δ_m/e_m	Factor de corrección	f'm [Mpa]	
B1	141562,500	25,3	12	19,7	8143	4,6628	1,6	0,88	4,1033	
B2	96531,250	25,2	12,2	20,5	9610	3,1398	1,7	0,92	2,8887	
B3	128421,880	25,4	12,2	19,8	9048	4,1442	1,6	0,88	3,6469	
									f_{mt}	3,5463

- EMPRESA C

Nombre	Carga [N]	Longitud [cm]	Espesor [cm]	Altura [cm]	Área transversal bruta [mm ²]	Área transversal celdas [mm ²]	Área transversal [mm ²]	Resistencia [Mpa]	δ_m/e_m	Factor de corrección	fm [Mpa]
A1	36890,630	29,2	9,5	37,7	27740	5866,28	21873,72	1,6865	4,0	1,15	1,9395
A2	39140,630	30	9,2	38	27600	6027	21573	1,8143	4,1	1,16	2,1046
A3	39406,250	29,5	9	38,4	26550	5926,55	20623,45	1,9107	4,3	1,17	2,2356
										f_{mt}	2,0932

- MURETES UNIDADES H-10
- EMPRESA A

Nombre	Carga [N]	Longitud [cm]	Espesor [cm]	Altura [cm]	Área transversal neta [mm ²]	Resistencia [Mpa]	δ_m/e_m	Factor de corrección	fm [Mpa]
C1	154609,380	25,3	12,1	19,5	8569	5,0504	1,6	0,88	4,4444
C2	108750,000	25,2	12,3	19,3	8439	3,5085	1,6	0,88	3,0875
C3	100203,130	25,4	12	19,7	8650	3,2875	1,6	0,88	2,8930
								f_{mt}	3,4750

- EMPRESA B

Nombre	Carga [N]	Longitud [cm]	Espesor [cm]	Altura [cm]	Área transversal bruta [mm ²]	Área transversal celdas [mm ²]	Área transversal [mm ²]	Resistencia [Mpa]	δ_m/e_m	Factor de corrección	fm [Mpa]
--------	-----------	---------------	--------------	-------------	---	--	-------------------------------------	-------------------	----------------	----------------------	----------

B1	39687,500	29,7	9,6	38,4	28512	6263,73	22248,27	1,7838	4,0	1,15	2,0514
B2	40093,750	29,6	9,7	39	28712	6242,64	22469,36	1,7844	4,0	1,15	2,0520
B3	19531,250	29,5	10	38,9	29500	6221,55	23278,45	0,8390	3,9	1,14	0,9565
										f_{mt}	1,6866

- EMPRESA C

Nombre	Carga [N]	Longitud [cm]	Espesor [cm]	Altura [cm]	Área transversal bruta [mm ²]	Área transversal celdas [mm ²]	Área transversal [mm ²]	Resistencia [Mpa]	δ_m/e_m	Factor de corrección	fm [Mpa]
C1	21750,000	30	9,3	37,2	27900	6327	21573	1,0082	4,0	1,15	1,1594
C2	35296,880	29,5	9,1	38,6	26845	6221,55	20623,45	1,7115	4,2	1,16	1,9853
C3	40328,130	29,6	9,2	37,8	27232	6242,64	20989,36	1,9214	4,1	1,16	2,2288
										f_{mt}	1,7912

• MURETES UNIDADES H-15

- EMPRESA A

Nombre	Carga [N]	Longitud [cm]	Espesor [cm]	Altura [cm]	Área transversal [mm ²]	Área transversal celdas [mm ²]	Área transversal [mm ²]	Resistencia [Mpa]	δ_m/e_m	Factor de corrección	fm [Mpa]
--------	-----------	---------------	--------------	-------------	-------------------------------------	--	-------------------------------------	-------------------	----------------	----------------------	----------

A1	66859,380	29,8	14,2	38,9	42316	13985,14	28330,86	2,3599	2,7	1,05	2,4779
A2	55437,500	30	14,3	39	42900	14079	28821	1,9235	2,7	1,05	2,0197
A3	36734,380	29,6	14,5	38,2	42920	13891,28	29028,72	1,2654	2,6	1,04	1,3161
										<i>f_{mt}</i>	1,9379

- EMPRESA B

Nombre	Carga [N]	Longitud [cm]	Espesor [cm]	Altura [cm]	Área transversal [mm ²]	Área transversal celdas [mm ²]	Área transversal [mm ²]	Resistencia [Mpa]	∂_m / e_m	Factor de corrección	f _m [Mpa]
B1	48093,750	29,5	15	38,4	44250	13844,35	30405,65	1,5817	2,6	1,04	1,6450
B2	27390,630	29,8	14,7	38,4	43806	13985,14	29820,86	0,9185	2,6	1,04	0,9552
B3	28258,450	29,6	14,5	38,4	42920	13891,28	29028,72	0,9735	2,6	1,04	1,0124
										<i>f_{mt}</i>	1,2042

- EMPRESA C

Nombre	Carga [N]	Longitud [cm]	Espesor [cm]	Altura [cm]	Área transversal [mm ²]	Área transversal celdas [mm ²]	Área transversal [mm ²]	Resistencia [Mpa]	∂_m / e_m	Factor de corrección	f _m [Mpa]
C1	53281,250	30	14,5	38,4	43500	14079	29421	1,8110	2,6	1,04	1,8834

C2	27875,000	30,2	14,2	38,2	42884	14172,86	28711,14	0,9709	2,7	1,05	1,0194
C3	70734,380	30	14,3	38,7	42900	14079	28821	2,4543	2,7	1,05	2,5770
										f_{mt}	1,8266