



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO DE LA ZONA DE SAN RAFAEL VERACRUZ, ADICIONANDO CEMENTO PORTLAND.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

**DIANA LAURA MIRANDA CASTELLANOS
JESÚS RONALDO LÓPEZ HERNÁNDEZ**

DIRECTOR

M.V.T OSCAR MORENO VÁZQUEZ

CO-DIRECTOR

M.V.T PABLO JULIÁN LÓPEZ GONZÁLEZ

MISANTLA, VERACRUZ

FEBRERO 2020



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

FECHA: 11 de Febrero de 2020.

ASUNTO: **AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS PROFESIONAL.**

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hago constar que el (la) C:

DIANA LAURA MIRANDA CASTELLANOS

pasante de la carrera de INGENIERÍA CIVIL con No. de Control 152T0529 ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el **Manual de Procedimientos para la Obtención del Título Profesional de Licenciatura** bajo la opción **Titulación Integral (Tesis Profesional)**

Por tal motivo se **Autoriza** la impresión del **Tema** titulado:

“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO DE LA ZONA DE SAN RAFAEL VERACRUZ, ADICIONANDO CEMENTO PORTLAND”

Dándose un plazo no mayor de un mes de la expedición de la presente a la solicitud del Acto de Recepción para la obtención del Título Profesional.

ATENTAMENTE

**ING. GERBACIO TLAXALO ESPINOZA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**



Archivo.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

FECHA: 11 de Febrero de 2020.

ASUNTO: **AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS PROFESIONAL.**

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hago constar que el (la) C:

JESÚS RONALDO LÓPEZ HERNÁNDEZ

pasante de la carrera de INGENIERÍA CIVIL con No. de Control 152T0525 ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el **Manual de Procedimientos para la Obtención del Título Profesional de Licenciatura** bajo la opción **Titulación Integral (Tesis Profesional)**

Por tal motivo se **Autoriza** la impresión del Tema titulado:

“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO DE LA ZONA DE SAN RAFAEL VERACRUZ, ADICIONANDO CEMENTO PORTLAND”

Dándose un plazo no mayor de un mes de la expedición de la presente a la solicitud del Acto de Recepción para la obtención del Título Profesional.

ATENTAMENTE

ING. GERBACIO TLAXALO ESPINOZA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Archivo.

Agradecimientos:

Diana Laura Miranda Castellanos

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen al Instituto Tecnológico Superior de Misantla, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar mis estudios.

A mi madre, en primer lugar, por darme la vida, por haberme inculcado todos estos valores para ser una persona de bien, por apoyarme en todo momento tanto en lo académico, como en lo personal, en lo sentimental, en lo moral, en fin, en todo. Gracias por todos esos consejos que me han servido para llegar hasta donde he llegado hoy en día, también por esos regaños y llamadas de atención, pues me han servido para ir por el camino del bien. Gracias por celebrar conmigo mis triunfos y fracasos. Gracias por creer en mí.

A mi padre, por el apoyo brindado en todos estos años, por sus enseñanzas y consejos.

A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al M.V.T. Oscar Moreno principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Jesús Ronaldo López Hernández

De primera instancia doy gracias a Dios por la salud que tengo al haber llegado a esta etapa de mi vida y por permitirme concluir este logro con la presencia de mi bonita familia.

De igual forma le agradezco profundamente a mis padres, Mariano y Rocio por confiar y creer en mí, ya que sin su ayuda yo no estuviera en este punto de mi formación académica, siempre me han brindado su apoyo en general, tanto en lo académico como en lo sentimental, por tal motivo estaré eternamente agradecidos con ellos, también agradezco el apoyo incondicional de mi hermana Isamar, los cuales fueron los pilares para que yo pudiera estudiar esta bonita carrera que es Ingeniería Civil por tal motivo este logro es dedicado para ellos.

Las sonrisas de mi sobrina Naomi y mi sobrino Santiago, las cuales me daban ese ánimo para seguir adelante y poder ser un ejemplo para ellos, también le agradezco profundamente a los maestros que me formaron como estudiante y me brindaron su apoyo cada vez que recurría a ellos.

Hago un agradecimiento especial al Maestro Oscar Moreno Vázquez, quien me ha brindado sus conocimientos y apoyo para la elaboración de esta tesis ya que estuvo en todo momento en el proceso de la misma para poder concluirla, así mismo agradezco a cada uno de mis compañeros de los cuales aprendí muchas cosas.

En general doy las gracias al Tecnológico de Misantla por la formación académica que me proporcionó y por las ganas que me deja para seguir creciendo profesionalmente.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Justificación.....	2
Planteamiento del problema.....	3
Hipótesis.....	4
Objetivos	5
Objetivo Principal.....	5
Objetivos específicos.....	5
Alcances y limitaciones	6
Alcances	6
Limitaciones.....	6
CAPÍTULO 1	7
Marco teórico.....	7
1.1 Mampostería.....	8
1.1.1 Tipos de mampostería	9
1.1.1.1 Mampostería confinada.....	9
1.1.1.2 Mampostería reforzada interiormente	9
1.1.1.3 Mampostería no confinada ni reforzada	10
1.1.2 Tabique de barro rojo recocido	11
1.1.2.1 Piezas naturales.....	11
1.1.2.2 Piezas artificiales.....	12
1.1.3 Tabiquera.....	14
1.2 Materiales constituyentes al tabique.....	15
1.2.1 Arcilla	15
1.2.2 Arena	16
1.2.3 Agua potable.....	16
1.3 Material adicionado para el mejoramiento de las piezas	17
1.3.1 Tipos de cemento	17
1.3.2 Componentes y características del cemento Portland	19
1.4 Herramientas para su elaboración	20
1.4.1 Gaveras	20
1.4.2 Hornos	21

1.4.2.1 Combustibles.....	23
1.4.3 Rastrillo.....	24
1.4.4 Enrrasador	25
1.4.5 Molino de tracción animal	26
CAPÍTULO 2	27
Localización, inspección y proceso de elaboración de las piezas en la Tabiquera	27
2.1 Delimitación geográfica del área de estudio.....	28
2.1.1 Ubicación de los bancos de materiales.....	30
2.2 Proceso de elaboración del tabique	32
2.2.1 Extracción de los materiales	32
2.2.2 Preparación de los materiales	33
2.2.3 Homogenizado.....	34
2.2.4 Amasado.....	34
2.2.5 Moldeado	35
2.2.6 Secado.....	36
2.2.7 Estibación en el patio de secado	38
2.2.8 Cocción.....	39
2.2.9 Estibación para venta	40
CAPÍTULO 3	41
Elaboración de la pieza modificada.....	41
3.1 Matriz de experimentación.....	42
3.2 Elaboración de tabiques con adición de cemento.....	43
CAPÍTULO 4	51
Metodología de pruebas y ensayos de laboratorio.....	51
4.1 Análisis de materia prima para la fabricación de piezas de tabique.	52
4.1.1 Metodología de pruebas y procedimientos, en arcillas para la elaboración de tabiques.	52
4.1.1.1 Análisis granulométrico para arcillas (método por lavado).	53
4.1.1.2 Determinación de los límites de consistencia.....	55
4.1.2 Metodología de pruebas y procedimientos en arenas para la elaboración de tabiques.	61
4.1.2.1 Análisis granulométrico de arenas	61
4.1.2.2 Modulo de finura.....	63

4.1.2.3 Peso Volumétrico Seco Suelto.....	65
4.1.2.4. Absorción Y Densidad.....	71
4.1.5 Metodología de pruebas y ensayos de laboratorio para piezas control y modificadas.....	75
4.1.5.1 Determinación de las dimensiones del tabique (NMX-C-038-ONNCCE-2013).....	75
4.1.5.2 Determinación de la absorción del tabique (NMX-C-037-ONNCCE-2004).....	78
3.1.5.3 Determinación de la resistencia a la compresión axial del tabique (NMX-C-036-ONNCCE-2004).....	82
CAPITULO 5	89
Resultados	89
5.1 Exposición de Resultados	90
5.1.1 Resultados de las pruebas a las que se sometió la arena para elaboración de Tabique.....	90
5.1.2 Resultados de las pruebas a las que se sometió el material fino con el que se elabora la pieza de tabique	91
5.1.3 Piezas Elaboradas en el sitio Tabiquera Cementeras del Pital, (tabique control).....	91
CAPITULO 6	96
Conclusiones y recomendaciones.....	96
6.1 Conclusión.....	97
6.2 Recomendaciones.....	98
Anexos	99
Glosario	129
Bibliografía	131

<i>Fig. 1. 1</i>	<i>Patio de secado de la tabiquera Ortega</i>	7
<i>Fig. 1. 2</i>	<i>Elaboración de muro de mampostería (Sodimac, 2009)</i>	8
<i>Fig. 1. 3</i>	<i>Ejemplo de mampostería confinada</i>	9
<i>Fig. 1. 4</i>	<i>Requisitos para mampostería con refuerzo interior.</i>	10
<i>Fig. 1. 5</i>	<i>Mampostería no confinada ni reforzada.</i>	10
<i>Fig. 1. 6</i>	<i>Ejemplo de tabiques o ladrillos en diferentes niveles de cocción.</i>	11
<i>Fig. 1. 7</i>	<i>Tipos de mampostería de piedras naturales (Sánchez Alejandro Alfredo, Meneces Cardenas Bryan Iván, 2019)</i>	12
<i>Fig. 1. 8</i>	<i>Piezas huecas utilizadas en mampostería reforzada interiormente (NTC, 2017)</i>	13
<i>Fig. 1. 9</i>	<i>Entrada a la tabiquera Ortega.</i>	14
<i>Fig. 1. 10</i>	<i>Bestia destinada al funcionamiento del molino.</i>	14
<i>Fig. 1. 11</i>	<i>Patio de secado y de estibación de las piezas.</i>	14
<i>Fig. 1. 12</i>	<i>Arcilla extraída de los terrenos de las tabiqueras.</i>	15
<i>Fig. 1. 13</i>	<i>Arcilla en estado seco.</i>	15
<i>Fig. 1. 14</i>	<i>Arena extraída de bancos de material de la zona.</i>	16
<i>Fig. 1. 15</i>	<i>Cono de arena para realizar cuarteo y poder determinar el peso volumétrico seco suelto.</i>	16
<i>Fig. 1. 16</i>	<i>Agua de toma para la elaboración de tabique.</i>	17
<i>Fig. 1. 17</i>	<i>Gavera de dos compartimentos.</i>	21
<i>Fig. 1. 18</i>	<i>Gavera parcialmente llena de material.</i>	21
<i>Fig. 1. 19</i>	<i>Horno elaborado de tabique y sellado con arcilla de la zona.</i>	22
<i>Fig. 1. 20</i>	<i>Horno con piezas después de su cocción.</i>	22
<i>Fig. 1. 21</i>	<i>Combustible para llevar acabo la cocción de las piezas de tabique.</i>	23
<i>Fig. 1. 22</i>	<i>Combustible para la alimentación del horno de cocción.</i>	23
<i>Fig. 1. 23</i>	<i>Rastrillo elaborado a base de madera.</i>	24
<i>Fig. 1. 24</i>	<i>Distribución de la arena en el patio de secado.</i>	25
<i>Fig. 1. 25</i>	<i>Rastrillo empleado para la preparación del terreno.</i>	25
<i>Fig. 1. 26</i>	<i>Uso correcto del enrrasador sobre una gavera de 4 compartimentos.</i>	25
<i>Fig. 1. 27</i>	<i>Molino de tracción animal de la tabiquera Ortega.</i>	26
<i>Fig. 2. 1</i>	<i>Secado de piezas al aire libre.</i>	27
<i>Fig. 2. 2</i>	<i>Localización geográfica del municipio de San Rafael en el estado de Veracruz.</i>	28
<i>Fig. 2. 3</i>	<i>Ubicación de la localidad de Cementeras del Pital.</i>	29
<i>Fig. 2. 4</i>	<i>Zona de bancos de material para la extracción de la arcilla pertenecientes al municipio de San Rafael, Veracruz</i>	30
<i>Fig. 2. 5</i>	<i>Localización del Municipio de Vega de Alatorre en el estado de Veracruz.</i>	31
<i>Fig. 2. 6</i>	<i>Zona de bancos de material para la extracción de la arena pertenecientes al municipio de Vega de Alatorre, Veracruz</i>	31
<i>Fig. 2. 7</i>	<i>Presencia de material orgánico en la arena</i>	33
<i>Fig. 2. 8</i>	<i>Preparación de arcilla y la arena para ser vertida al molino.</i>	33

<i>Fig. 2. 9 Homogenización de los materiales antes de ser vertidos al molino.</i>	<i>34</i>
<i>Fig. 2. 10 Material amasado y homogenizado.</i>	<i>35</i>
<i>Fig. 2. 11 Moldeado del material en la gavera.</i>	<i>36</i>
<i>Fig. 2. 12 Enrase de las piezas.</i>	<i>36</i>
<i>Fig. 2. 13 Preparación del terreno para secado de las piezas.</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 2. 14 Colocación de cama de arena para evitar que las piezas se adhieran al suelo.</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 2. 15 Gavera con material previamente moldeado.</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 2. 16 Desprendimiento de la gavera (Es necesario aplicar un par de golpes)</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 2. 17 Correcta elaboración y desprendimiento de las piezas.</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 2. 18 Piezas recién elaboradas en el patio de secado.</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 2. 19 Secado de las piezas tomando de base uno de sus cantos (esto se realiza después de haber transcurrido alrededor de dos días de secado dependiendo del estado climatológico).</i>	<i>38</i>
<i>Fig. 2. 20 Estibación para secado, previa a la cocción de las piezas.</i>	<i>38</i>
<i>Fig. 2. 21 Estibación dentro del horno para su cocción.</i>	<i>39</i>
<i>Fig. 2. 22 Estibación para la venta.</i>	<i>40</i>
<i>Fig. 3. 1 Colocación de material sobre la gavera.</i>	<i>41</i>
<i>Fig. 3. 2 Pieza terminada con pequeños orificios causados por la presencia de restos orgánicos.</i>	<i>43</i>
<i>Fig. 3. 3 Material con presencia de elementos sólidos y restos orgánicos.</i>	<i>44</i>
<i>Fig. 3. 4 Área de homogenización.</i>	<i>44</i>
<i>Fig. 3. 5 Mezcla lista para ser utilizada.</i>	<i>45</i>
<i>Fig. 3. 6 Acarreo de mezcla al área de trabajo.</i>	<i>45</i>
<i>Fig. 3. 7 Lavado de gavera.</i>	<i>46</i>
<i>Fig. 3. 8 Gavera lista para ser utilizada.</i>	<i>46</i>
<i>Fig. 3. 9 Moldeado de material para determinar el peso y obtener el peso de los porcentajes de cemento adicionante.</i>	<i>46</i>
<i>Fig. 3. 10 Retiro de exceso de material de la gavera.</i>	<i>46</i>
<i>Fig. 3. 11 Pesaje de cemento para adicionar.</i>	<i>47</i>
<i>Fig. 3. 12 Moldeado de material para determinar el peso y obtener el peso de los porcentajes de cemento adicionante.</i>	<i>47</i>
<i>Fig. 3. 13 Colocación de la mezcla dentro de la gavera.</i>	<i>48</i>
<i>Fig. 3. 14 Mezcla homogenizada con cemento.</i>	<i>48</i>
<i>Fig. 3. 15 Amasado de la mezcla para homogenizar el cemento.</i>	<i>48</i>
<i>Fig. 3. 16 Adición de cemento a la mezcla.</i>	<i>48</i>
<i>Fig. 3. 17 Piezas enrasadas listas para colocarse en el patio de secado.</i>	<i>49</i>
<i>Fig. 3. 18 Enrasado de las piezas.</i>	<i>49</i>
<i>Fig. 3. 19 Moldeado de las piezas.</i>	<i>49</i>
<i>Fig. 3. 20 Preparación del patio de secado.</i>	<i>49</i>
<i>Fig. 3. 21 Colocación de las piezas en el patio de secado.</i>	<i>49</i>
<i>Fig. 3. 22 Pieza con adición de cemento después de su cocción.</i>	<i>50</i>

<i>Fig. 3. 23 Primeras piezas obtenidas en estado fresco de la adición de Cemento Portland.</i>	50
<i>Fig. 3. 24 Prototipos en el patio de secado.</i>	50
<i>Fig. 4. 1 Proceso de moldeado de los tabiques dentro de la gavera.</i>	51
<i>Fig. 4. 2 Lavado de material para la prueba de granulometría.</i>	53
<i>Fig. 4. 3 Proceso de cribado del material seco.</i>	54
<i>Fig. 4. 4 Proceso de cribado del material.</i>	54
<i>Fig. 4. 5 Pesaje del material retenido en cada uno de los tamices.</i>	55
<i>Fig. 4. 6 Partículas retenidas en el tamiz #30.</i>	55
<i>Fig. 4. 7 Medición de la abertura después de ejecutar los golpes indicados.</i>	58
<i>Fig. 4. 8 Materiales a utilizar para la prueba de límite líquido.</i>	58
<i>Fig. 4. 9 Verificación de que la junta esté cerrada a 13 milímetros.</i>	58
<i>Fig. 4. 10 Amasado para cilindros de arcilla.</i>	59
<i>Fig. 4. 11 Elaboración de cilindros.</i>	59
<i>Fig. 4. 12 Proceso de secado del material en la charola con ayuda de la parrilla.</i>	66
<i>Fig. 4. 13 Verificación de humedad en material con cristal templado.</i>	66
<i>Fig. 4. 14 Montículo de arena en estado seco para proceder al cuarteo.</i>	66
<i>Fig. 4. 15 El montículo destendido con golpes continuos con uno de los filos de la regla.</i>	67
<i>Fig. 4. 16 El proceso termina hasta obtener un cono truncado.</i>	67
<i>Fig. 4. 17 El cono truncado se divide primeramente en dos secciones.</i>	67
<i>Fig. 4. 18 Secciones opuestas para ser vertidas al molde.</i>	68
<i>Fig. 4. 19 Segmentación de las dos partes en las que se dividió el cono truncado.</i>	68
<i>Fig. 4. 20 Resultado del cuarteo del cono truncado.</i>	68
<i>Fig. 4. 21 Llenado del molde.</i>	69
<i>Fig. 4. 22 El material se deja caer por su propio peso.</i>	69
<i>Fig. 4. 23 Molde lleno en su totalidad de material.</i>	69
<i>Fig. 4. 24 Pesaje del molde con material.</i>	70
<i>Fig. 4. 25 Enrasado de molde para retirar material excedente.</i>	70
<i>Fig. 4. 26 Secado de la muestra de arena.</i>	72
<i>Fig. 4. 27 Verificación de la humedad en el material.</i>	72
<i>Fig. 4. 28 Llenado del cono con material.</i>	72
<i>Fig. 4. 29 Compactación del material dentro del cono.</i>	72
<i>Fig. 4. 30 Cono llenado en su totalidad de material.</i>	73
<i>Fig. 4. 31 Enrase del cono para retirar exceso de material.</i>	73
<i>Fig. 4. 32 Material relativamente seco.</i>	73
<i>Fig. 4. 33 Aforo del matraz de Chapman.</i>	74
<i>Fig. 4. 34 Nombre de caras y aristas del tabique.</i>	75
<i>Fig. 4. 35 Medición del grueso de una pieza de tabique.</i>	76
<i>Fig. 4. 36 Medición del tizón de la pieza de tabique.</i>	77
<i>Fig. 4. 37 Medición del grueso de la pieza de tabique.</i>	77

<i>Fig. 4. 38 Obtención de la masa de la pieza de tabique.....</i>	<i>78</i>
<i>Fig. 4. 39 Piezas de tabique en saturación.</i>	<i>79</i>
<i>Fig. 4. 40 Retiro del exceso de agua de la pieza de tabique.</i>	<i>79</i>
<i>Fig. 4. 41 Obtención del peso de la pieza después de ser retirada del recipiente con agua.....</i>	<i>80</i>
<i>Fig. 4. 42 Colocación de las piezas dentro del horno de secado.</i>	<i>80</i>
<i>Fig. 4. 43 Piezas en proceso de secado.</i>	<i>80</i>
<i>Fig. 4. 44 Retiro de las piezas después de mantenerse en el horno de secado. ..</i>	<i>81</i>
<i>Fig. 4. 45 Obtención de la masa de las piezas después del secado.</i>	<i>81</i>
<i>Fig. 4. 46 Trituración manual del azufre.</i>	<i>83</i>
<i>Fig. 4. 47 Recipiente y parrilla eléctrica para calentar el azufre.</i>	<i>83</i>
<i>Fig. 4. 48 Proceso de fundición del azufre.</i>	<i>83</i>
<i>Fig. 4. 49 Azufre en estado líquido después del proceso de fundición.....</i>	<i>83</i>
<i>Fig. 4. 50 Colocación del azufre líquido sobre la cabeceadora.</i>	<i>84</i>
<i>Fig. 4. 51 Colocación de la pieza sobre el azufre líquido.</i>	<i>84</i>
<i>Fig. 4. 53 Piezas correctamente encaradas.</i>	<i>85</i>
<i>Fig. 4. 52 Encarado de una pieza de tabique.....</i>	<i>85</i>
<i>Fig. 4. 54 Prensa para compresión axial del laboratorio LACOCA (Laboratorio de control de calidad).</i>	<i>86</i>
<i>Fig. 4. 55 Colocación de la pieza de tabique sobre la prensa.</i>	<i>87</i>
<i>Fig. 4. 56 Tabique sometido a compresión axial.</i>	<i>87</i>
<i>Fig. 4. 57 Fracturas ocasionadas después de someter el tabique a la prueba de resistencia.</i>	<i>87</i>
<i>Fig. 4. 58 Resistencia de la pieza dada en toneladas.</i>	<i>88</i>
<i>Fig. 4. 59 Desprendimiento de material al ejercerle presión a la pieza.</i>	<i>88</i>
<i>Fig. 4. 60 Colocación de calzas (placas de acero) para alcanzar el pistón de la prensa.</i>	<i>88</i>
<i>Fig. 4. 61 Prensa de compresión con marcador digital de la resistencia obtenida de la pieza.</i>	<i>88</i>
<i>Fig. 5. 1 Colocación de la pieza en la prensa de compresión axial.</i>	<i>89</i>
<i>Fig. 5. 2 Pieza después de someterse a la prueba de compresión axial.....</i>	<i>89</i>
<i>Fig. 6. 1 Tabiguera Ortega y piezas listas para ser utilizadas.</i>	<i>96</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2. 1 Localización de los bancos de material.</i>	30
<i>Tabla 3. 1 Especímenes de control</i>	42
<i>Tabla 3. 2 Especímenes adicionados con diferentes porcentajes</i>	42
<i>Tabla 4. 1 Encabezado de tabla de análisis granulométrico.</i>	62
<i>Tabla 4. 2 Tabla para realizar el análisis granulométrico y obtención de los datos para calcular el módulo de finura.</i>	64
<i>Tabla 5. 1 Resultados de las pruebas a las que se sometió la arena para elaborar los tabiques.</i>	90
<i>Tabla 5. 2 Resultados de las pruebas a las que se sometió el material fino para elaborar los tabiques</i>	91
<i>Tabla 5. 3 Resultados promedios de la prueba de dimensionamiento de las piezas.</i>	93

INDICE DE FORMULAS

<i>Fórmula 4. 1 Retenido Parcial.</i>	63
<i>Fórmula 4. 2 Módulo de finura</i>	63
<i>Fórmula 4. 3 Formula para la obtención del peso volumétrico seco suelto.</i>	70

INDICE DE GRAFICAS

<i>Grafico 5. 1 Resultados promedios de la prueba de absorción a las piezas.</i>	92
<i>Grafico 5. 2 Resultados promedios de la prueba de resistencia a la compresion axial de las piezas.</i>	94
<i>Grafico 5. 3 Resultados promedios de la prueba de compresión axial para fines de diseño estructural de las piezas.</i>	95

Introducción

A nivel histórico se sabe que la expansión del tabique o ladrillo es reciente comparado con otras civilizaciones. Si bien el tabique recocido es conocido en México desde los inicios de la época colonial, su utilización era muy limitada observándolo únicamente en templos o casa señoriales.

Se desconoce con precisión el proceso de expansión de la industria tabiquera, sin embargo, comienza a tener un auge en los años sesenta, este crecimiento se debe al crecimiento de las grandes ciudades con la construcción de viviendas. El tabique es uno de los materiales más utilizados en el país, específicamente para la construcción de muros de mampuesto. Roberto Meli menciona que, en el año de 1995 en un censo hecho a la vivienda, se tiene un 70% de viviendas elaboradas con algún tipo de mampuesto, resaltando la importancia que tienen las piezas en el ámbito constructivo y estructural.(Bazán Enrique, 2018).

Actualmente la industria del tabique en México sigue regida por pequeños productores de tabique artesanal, al principio se utilizaban bloques de adobe los cuales no son tan fuertes ante las solicitaciones estructurales, poco a poco se fue introduciendo el tabique rojo recocido el cual es más resistente en comparativa al de adobe, teniendo mayor seguridad estructural, sin embargo el tabique rojo recocido elaborado de forma artesanal no cumple con los estándares de calidad, así como también no cumple con lo estipulado en las normativas mexicanas.

En el país se ha trabajado poco en relación con el mejoramiento de las piezas de tabique, expertos estructuristas se han dado a la tarea de elaborar piezas resistentes que soporten las solicitaciones estructurales. La siguiente investigación se propone un prototipo de tabique de barro rojo recocido, evaluando sus propiedades físicas y mecánicas. Observando su comportamiento y características. Dicha pieza se elaborará en las condiciones que se presentan en una industria tabiquera artesanal de la región de San Rafael Ver, elaborando una comparativa con el tabique artesanal que se elabora en el sitio contra el prototipo propuesto.

Justificación

Las tabiquerías de la región de San Rafael, son de suma importancia debido a que dichas empresas distribuyen piezas en los municipios de Vega de Alatorre, Nautla, Tecolutla, Martínez de la Torre, Tlapacoyan y Misantla, teniendo gran impacto en los municipios de distribución.

Un estudio en la región elaborado en el año 2018 determinó que las piezas de tabique rojo recocido de la región incumplen con lo estipulado en las normas;

- NMX-C-404-ONNCCE-2005
- NMX-C-036-ONNCCE-2004
- NTC-2017

Donde se concluyó que las piezas necesitan ser mejoradas para obtener un mejor desempeño en las construcciones. (Gómez, Hector. Raya, 2018)

En eventos sísmicos que se han suscitado en nuestro país dos de los más puntuales, los ocurridos en 1985 y 2017 se registraron daños muy marcados en la estructuración de los muros teniendo fallas por cortante y por flexión las cuales dañaron a las edificaciones dejando muros colapsados y con daños irreparables, es por ello que se pretende mejorar la pieza de tabique adicionando algún material alternativo el cual dote de características físicas y mecánicas positivas satisfaciendo los requerimientos de la normativa vigente.

Planteamiento del problema

La pieza de tabique tiene un gran impacto en la rama de la construcción, sin embargo, las piezas que se utilizan no contienen fichas técnicas y se carece de información técnica de los materiales de elaboración, dimensiones, absorción y resistencia a la compresión axial de la pieza.

Debido a lo anterior se han presentado diversas problemáticas con respecto a su uso, enfrentando problemas como:

- Bajas resistencias a la compresión axial.
- Baja resistencias para fines de diseño estructural.
- Piezas sumamente absorbentes.
- Dimensionamiento irregular.
- Bajo o nulo control de calidad en su elaboración.
- Manejo irresponsable de transporte y estiba

Con el mejoramiento del tabique rojo recocido base cemento, se busca mejorar algunas de las propiedades de la pieza, adquiriendo datos certeros, cuidando el control de calidad con el que se elaboran las piezas de tabique.

Hipótesis

Con la elaboración del tabique rojo recocido adicionado con cemento portland mejorará el comportamiento físico y mecánico de las piezas de tabique, superando las piezas de tabique elaboradas en el sitio y cumpliendo con lo estipulado en la norma NMX-C-404-ONNCCE-2005.

Objetivos

Objetivo Principal

Fabricar la pieza de tabique rojo recocido adicionando cemento portland con materiales y método de fabricación de la zona de san Rafael, para obtener resultados que cumplan con base a la normativa NMX-C-404-ONNCCE-2005.

Objetivos específicos

- Realizar la visita al sitio de los trabajos.
- Determinar las pruebas índices de la mecánica de suelos a los materiales constituyentes al tabique.
- Conocer el proceso de manufactura artesanal de la pieza.
- Elaborar las piezas mejoradas en los siguientes porcentajes (3%, 4%, 10% y 15%), de adición con cemento portland.
- Ejecutar la prueba de dimensionamiento de tabiques en base a la norma NMX-C-038-ONNCCE 2004.
- Ejecutar la prueba de absorción en las piezas en base a la norma NMX-C-037-ONNCCE-2004.
- Ejecutar la prueba de resistencia a la compresión en base a la norma NMX-C-036-ONNCCE 2004.
- Establecer el porcentaje con adición de cemento que mejor se desempeñó.

Alcances y limitaciones

Alcances

- Análisis del procedimiento efectuado en campo y valoración de su control de calidad.
- Caracterización de la materia prima para la elaboración de los tabiques (suelos).
- Ensayes físicos aplicados a la pieza.
- Ensayes mecánicos aplicados a la pieza.

Limitaciones

- No se evaluarán pilas ni muretes.
- No se realizará la evaluación de la junta de mortero.
- No se cuenta con el equipo necesario para la evaluación por sismo.
- Se carece de pruebas para el control de calidad del agua para la fabricación de piezas.
- No se evaluarán los suelos mediante pruebas químicas.

CAPÍTULO 1

Marco teórico



Fig. 1. 1Patio de secado de la tabiquera Ortega

1.1 Mampostería

La mampostería está definida por un conjunto de dos fases materiales constituidas por bloques ya sean de forma natural o de fábrica como los ladrillos y una sucesión de juntas de mortero dispuestas de forma irregular o regular, en este último las juntas siguen la disposición del entorno de los ladrillos teniendo dos grupos principales, horizontales y verticales.

La mampostería es un material que presenta diferentes propiedades en función de la dirección en la que estén orientadas las juntas de mortero. Éstas constituyen planos de debilidad. El fallo de las estructuras de mampostería va precedido generalmente por un desarrollo masivo de fisuración en dichas juntas, por lo que éstas son las limitantes en la capacidad resistente final. (Oller, 1998)

Se define como un conjunto de piezas de tabique, piedra, bloques etc. Que conforman un sistema de construcción las cuales son asentadas o unidas cada una mediante un mortero y pueden ser de diversos tipos.



Fig. 1. 2 Elaboración de muro de mampostería (Sodimac, 2009)

1.1.1 Tipos de mampostería

1.1.1.1 Mampostería confinada

Es la que está reforzada con castillos y dalas. Para ser considerados como confinados, los muros deben cumplir con los requisitos que se muestran en la fig. 1.3. En esta modalidad, los castillos o porciones de ellos se cuelan una vez construido el muro o la parte de él que corresponda.

Los castillos serán externos si se construyen por fuera de la mampostería; los castillos internos son los que se construyen dentro de piezas huecas, de modo que no son visibles desde el exterior.(NTC, 2017)

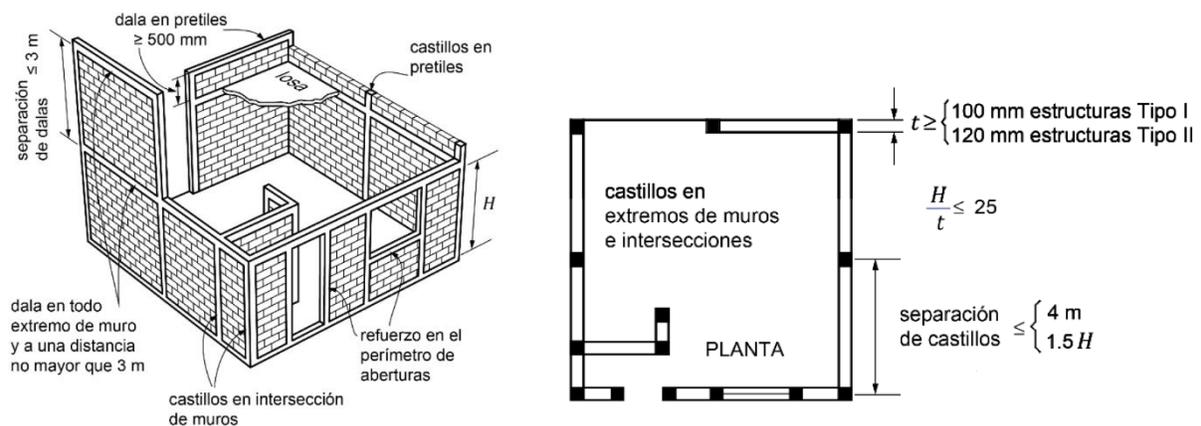


Fig. 1. 3 Ejemplo de mampostería confinada

1.1.1.2 Mampostería reforzada interiormente

Es aquella con muros reforzados con barras o alambres corrugados de acero, horizontales y verticales, colocados en las celdas de las piezas, en ductos o en las juntas. El acero de refuerzo, tanto horizontal como vertical, se distribuirá a lo alto y largo del muro. Para que un muro pueda considerarse como reforzado deberán cumplirse los requisitos como tamaño, colocación y separación del refuerzo.(NTC, 2017)

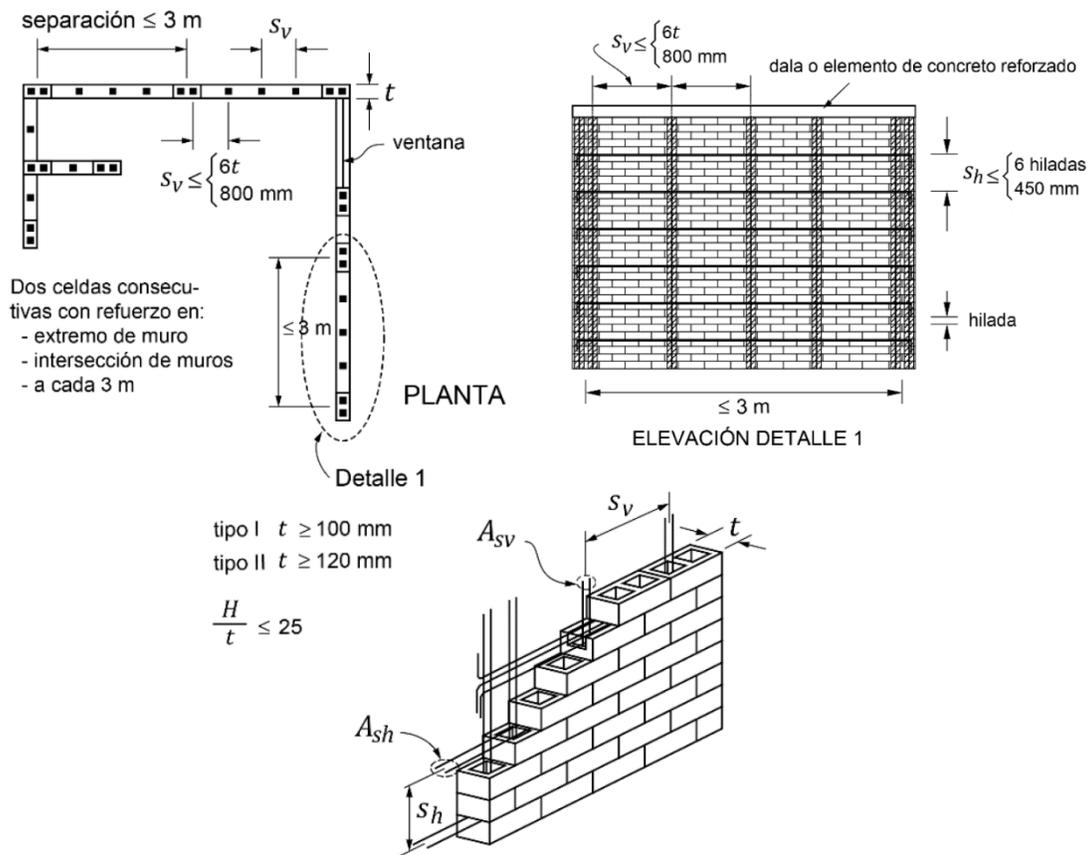


Fig. 1. 4 Requisitos para mampostería con refuerzo interior.

1.1.1.3 Mampostería no confinada ni reforzada

Se considerarán como muros no confinados ni reforzados aquéllos que, aun contando con algún tipo de refuerzo interior o confinamiento (exterior o interior), no tengan el refuerzo necesario. El espesor de la mampostería de los muros, no será menor de 100 mm. (NTC, 2017)

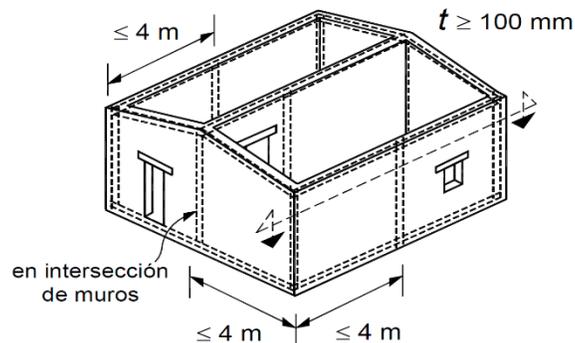


Fig. 1. 5 Mampostería no confinada ni reforzada.

1.1.2 Tabique de barro rojo recocido

Pieza para mampostería de forma prismática rectangular, de dimensiones menores que el bloque, fabricado con arcillas, comprimidas o extruidas, mediante un proceso de cocción o de concreto. Puede ser macizo, hueco o multiperforado. Al tabique macizo de arcilla se le conoce comúnmente como ladrillo.(NTC, 2017)

Es un componente para uso estructural, de forma prismática rectangular fabricado con arcillas comprimidas o extruidas, mediante un proceso de cocción o de otros materiales con procesos diferentes.(ONNCCE, 2005)



Fig. 1. 6 Ejemplo de tabiques o ladrillos en diferentes niveles de cocción.

1.1.2.1 Piezas naturales

Las piezas naturales pueden ser empleadas sin labrar o con un proceso de labrado que mejora sus características geométricas a conveniencia del constructor. Con base en este proceso de labrado, las piezas naturales son clasificadas de la siguiente manera, (ver fig. 1.7):

- ❖ **Mampostería de primera.** La piedra se labra en paralelepípedos regulares con su cara expuesta de forma rectangular. Las unidades de piedra de este tipo reciben el nombre de sillares.
- ❖ **Mampostería de segunda.** La piedra se labra en paralelepípedos de forma variable siguiendo la configuración natural con que llega a la cantera.
- ❖ **Mampostería de tercera.** La piedra se utiliza con la forma irregular con que llega de la cantera, aunque procurando que la cara expuesta sea

aproximadamente plana.(Sánchez Alejandro Alfredo, Meneces Cardenas Bryan Iván, 2019)

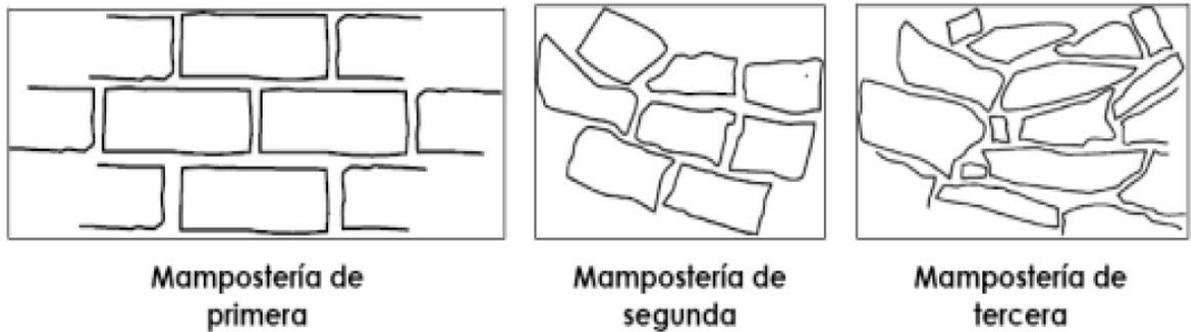


Fig. 1. 7 Tipos de mampostería de piedras naturales (Sánchez Alejandro Alfredo, Meneces Cardenas Bryan Iván, 2019)

1.1.2.2 Piezas artificiales

Actualmente existe una gran variedad de piezas de mampostería gracias al avance tecnológico que ha habido en el ramo de la construcción, debido a la necesidad e innovación de buscar sistemas a base de mampuestos que resulten ser más manejables o de buen comportamiento ante las sollicitaciones presentadas. Las principales características en las que se presenta la diferencia entre las piezas son la materia prima utilizada, los procedimientos de fabricación y la geometría que se le da. El barro, el concreto, con agregados normales o ligeros y la arena con cal, son las materias primas que comúnmente se utilizan para la fabricación de dichas piezas.

El proceso de fabricación varía mucho, existen métodos artesanales como el cocido en horno para los tabiques comunes, por otra parte, hay métodos más industrializados que consisten en vibro-compactación, proceso del cual resultan los bloques de concreto, mientras que el bloque hueco resulta del proceso de extrusión.

Dentro de la categoría de piezas artificiales, se encuentran dos tipos de estas, las piezas huecas y las piezas macizas. Ambas están normalizadas dentro de las NTCM-17 y pueden ser empleadas en la construcción siempre y cuando se considere el método de diseño correspondiente para cada una. Las piezas macizas

son aquellas cuya área neta es igual o mayor al 75% de su área total (bruta) en la sección transversal más desfavorable.

Las piezas huecas pueden poseer orificios verticales u horizontales y con área neta no menor al 50% del área bruta, esto debe cumplirse para que éstas sean admitidas por la norma NMX-C-404 al igual que por las NTCM-17. Dichas normas sólo admiten que tengan huecos verticales (ortogonal a la cara de apoyo que se colocará horizontal), y con no menos del 50% de la relación de área neta a área bruta como ya se mencionó. Si alguna pieza no cumple con lo anterior, no podrá ser empleada en elementos estructurales. La figura 1.7 presenta las características que deben poseer este tipo de mampuesto para ser aceptados y aplicados en la construcción, según las NTCM-17.

Las piezas macizas son aquellas que no poseen cavidades, es decir, el área neta es igual al área bruta. Además, son las que se utilizan con mayor frecuencia en la construcción local, motivo por el cual se decidió implementar este tipo de mampuesto para el caso de estudio. (Sánchez Alejandro Alfredo, Meneces Cardenas Bryan Iván, 2019)

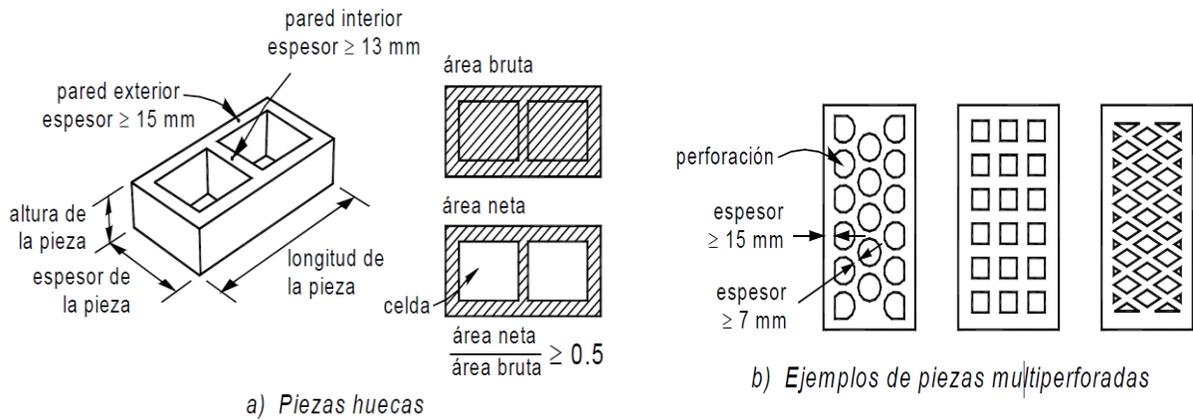


Fig. 1. 8 Piezas huecas utilizadas en mampostería reforzada interiormente (NTC, 2017)

1.1.3 Tabiguera

Área delimitada destinada a la fabricación de tabiques de manera artesanal. Debe contar con una extensión que le permita tener un patio de fraguado de las piezas bajo condiciones de intemperismo, así como un área destinada exclusivamente al molino para homogenizar las materias primas, un horno y un área de estibado para el apilado de los tabiques ya cocidos. (Gómez, Hector. Raya, 2018)



Fig. 1. 9 Entrada a la tabiguera Ortega.



Fig. 1. 10 Bestia destinada al funcionamiento del molino.



Fig. 1. 11 Patio de secado y de estibación de las piezas.

1.2 Materiales constituyentes al tabique

Las materias primas componentes del tabique o ladrillo de barro rojo recocido de Cementeras de Pital son arcilla, arena y agua. La arcilla es originaria de la región de San Rafael y es extraída por los productores de tabiques, debido a que, el banco de material se encuentra dentro de las instalaciones de la Tabiguera Ortega, la arena empleada en la elaboración de las piezas es transportada desde de la zona de Vega de Alatorre, lugar en el que se encuentra el banco de material que brinda las características adecuadas para la producción de las piezas.

1.2.1 Arcilla

Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de aluminio hidratado, aunque en pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de estos minerales es generalmente, cristalina y complicada, y sus átomos están dispuestos en forma laminar. (Villalaz, 2017)



Fig. 1. 12 Arcilla extraída de los terrenos de las tabigueras.



Fig. 1. 13 Arcilla en estado seco.

1.2.2 Arena

La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 m de diámetro.

El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea. (Villalaz, 2017).



Fig. 1. 14 Arena extraída de bancos de material de la zona.



Fig. 1. 15 Cono de arena para realizar cuarteo y poder determinar el peso volumétrico seco suelto.

1.2.3 Agua potable

El agua potable es aquella que es apta para el consumo humano y que no supone ningún riesgo para su salud, es decir, está libre de microorganismos y sustancias tóxicas. Normalmente el agua que bebemos y que está en nuestras casas no procede directamente de la naturaleza, sino que ha sido tratada previamente. (Ariadna García-Astillero, 2019)



Fig. 1. 16 Agua de toma para la elaboración de tabique.

1.3 Material adicionado para el mejoramiento de las piezas

1.3.1 Tipos de cemento

- **Cemento Portland Ordinario**

NMX-C-414-ONNCCE-1999

El cemento portland ordinario es excelente para construcciones en general, zapatas, columnas, travesaños, castillos, dallas, muros, pisos, pavimentos, guarniciones, banquetas, muebles municipales (bancas, mesas, fuentes, escaleras), etc.

Ideal para elaboración de productos prefabricados (tabicónes, adoquines, bloques, postes de luz, lavaderos, balaustradas, etc.

- **Cemento Portland Compuesto**

NMX-C-414-ONNCCE-1999

Presenta excelente durabilidad en prefabricados para alcantarillados y a los concretos les proporciona una mayor resistencia química y menos desprendimiento de calor. Este cemento es compatible con todos los materiales de construcción convencionales como arenas, gravas, piedras, cantera, mármol, etc.; así como los

pigmentos y aditivos que se usen con los cuidados y dosificaciones que recomienden sus fabricantes.

- **Cemento Portland Puzolánico**

NMX-C-414-ONNCCE-1999

Ideal para la construcción de zapatas, pisos, columnas, castillos, dalas, muros, losas, pavimentos, guarniciones, banquetas, muebles municipales (bancas, mesas, fuentes, escaleras), etc. Especialmente diseñado para la construcción sobre suelos salinos. El mejor para obras expuestas a ambientes químicamente agresivos. Alta durabilidad en prefabricados para alcantarillados como brocales para pozos de visita, coladeras, pluviales, registros y tubería para drenaje.

- **Cemento portland ordinario blanco**

NMX-C-414-ONNCCE-1999

Excelente para obras ornamentales o arquitectónicas como fachadas, monumentos, lapidas, barandales, escaleras, etc. Gran rendimiento en la producción de mosaicos, terrazos, balaustradas, lavaderos, W.C. rurales, pegazulejos, junteadores, etc.

Por alta resistencia a la comprensión tiene los mismos usos estructurales que el cemento gris.

- **Cemento Portland Ordinario Resistente a los Sulfatos.**

NMX-C-414-ONNCCE-1999

El cemento portland Ordinario Resistente a los sulfatos proporciona mayor resistencia química para concretos en contacto con aguas o suelos agresivos (aguas marinas, suelos con alto contenido de sulfatos o sales), recomendable para la construcción de presas, drenajes municipales y topo tipo de obras subterráneas.

- Cemento para albañilería (Mortero).

NMX-C-021-ONNCCE-2004

Diseñado específicamente para trabajos de albañilería: junteo o pegado de bloques, tabiques, ladrillos, piedra y mampostería; aplanados entornados, enjarres, repellados y resanes, firmes, plantillas y banquetas. No debe utilizarse en la construcción de elementos estructurales. (El IMCYC, s.f.)

Tabla 1. 1 Denominación y características de los diferentes tipos de Cemento Portland.

TIPO	DENOMINACION	CLASE RESISTENTE	CARACTERISTICAS ESPECIALES
CPO	Cemento Portland Ordinario	20	(SR) Resistente a los Sulfatos
CPP	Cemento Portland Puzolanico	30	(BRA) Baja Reactividad Alkali Agregado
CPEG	Cemento Portland con Escoria Granulada de Alto Horno	30 R	(BCH) Bajo Calor de Hidratacion
CPC	Cemento Portland Compuesto	40	(B) Blanco
CPS	Cemento Portland con Humo de Silice	40 R	
CEG	Cemento con Escoria Granulada de alto Horno		

1.3.2 Componentes y características del cemento Portland

Se da nombre el nombre de cemento Portland a un cemento obtenido por la mezcla de materiales calcáreos y arcillosos u otros materiales asociados con sílice, alúmina,

y óxido de hierro que son calentados a temperaturas que provocan que se formen escorias, para posteriormente moler el producto resultante. Este cemento esta echo a básicamente de la combinación de un material calcáreo (como piedra caliza y yeso) y una base de sílice y alúmina, como arcilla o esquisto. (Brooks, 1998)

Tabla 1. 2 Composición química de los cementos.

ESPECIFICACIÓN Y TOLERANCIA								
COMPONENTES	TIPO	DENOMINACIÓN	COMPONENTES (% EN MASA)					
			Principales					Minotarios
			clinker Pórtland+ yeso	Erscoria granulada de alto	materiales puzolanicos (2)	Humo de sílice	Caliza	
			CPO	CEMENTO PÓRTLAND ORDINARIO	95-100	-	-	-
CPEG	CEMENTO PÓRTLAND CON ESCORIA GRANULADA DE ALTO HORNO	40-94	6-60		-	-	0-5	
CPC	CEMENTO PÓRTLAND COMPUESTO	50-94	6-35	6-35	1-10	6-35	0-5	
CEG	CEMENTO CON ESCORIA GRANULADA DE ALTO HORNO	20-39	61-80	-	-	-	0-5	

Resulta de la integración de Clinker, sulfato de calcio y una mezcla de materiales Puzolánicos, escoria de alto horno y caliza. En el caso de la caliza, este puede ser componente único.

Aplicaciones: Diseñado para su aplicación en todo tipo de elementos o estructuras de concreto simple o armado, desde proyectos familiares hasta la construcción de fraccionamientos, casas, edificios, obras municipales, etc. (El IMCYC, s.f.)

1.4 Herramientas para su elaboración

1.4.1 Gaveras

Gavera es un molde de tipo rectangular elaborado a base de madera la cual puede contar con dos o más compartimentos (dependiendo del fabricante de los tabiques), donde se deposita la materia prima para dar forma a las piezas de tabique rojos. Las gaveras, en su interior, pueden contar con piezas adicionales de madera, las

cuales al darle forma a las piezas forman una hendidura, la cual, sirve para obtener un mejor agarre cuando estas son sentadas con mortero.



Fig. 1. 17 Gavera de dos compartimentos.



Fig. 1. 18 Gavera parcialmente llena de material.

1.4.2 Hornos

Las características del horno de tipo artesanal para cocer el ladrillo utilizado en el Pital, San Rafael, Ver. No cuenta con un sistema de emisiones, quemadores y dosificadores (este último se emplea para alimentar el combustible al horno). Si no que consta de estas dos partes:

1. Cámara de cocción construida a partir de bloques de adobe o arcilla mezclada con agua y estiércol o algún otro material fibroso, con estructura rectangular.
2. Sistema de alimentación de combustible el cual se encuentra localizado en la parte exterior de la cámara de cocción. La capacidad del horno depende de la cantidad de ladrillos por lote, el funcionamiento depende de los requerimientos, es decir se pueden encender desde una vez por semana hasta una vez al mes. Para la cocción del ladrillo se necesitan temperaturas que van desde los 600°C hasta 1000°C por periodos de 48 a 72 horas.



Fig. 1. 19 Horno elaborado de tabique y sellado con arcilla de la zona.



Fig. 1. 20 Horno con piezas después de su cocción.

1.4.2.1 Combustibles

Los combustibles empleados para alimentar el horno en la mayoría de los casos están determinados por la disposición de los materiales y residuos localizados en el sitio donde se ubica el horno, los más frecuentes son: madera, aserrín, aceites usados, diésel, gas natural, gas LP (CENICA,2002).

El uso de combustibles de desecho y altamente contaminante se debe de que varios de ellos se adquieren gratis o a bajos precios.

En la emisión de gases participan tres elementos fundamentales, el tipo de combustible, la cantidad de oxígeno disponible y la temperatura a la que tiene lugar el proceso. En teoría podría existir una combustión perfecta o también denominada completa, cuando se presentan relaciones apropiadas de aire/combustible y cuando las temperaturas de combustión son altas (debido a que la velocidad de la reacción incrementa exponencialmente con la temperatura) bajo estas condiciones los principales productos de combustión son CO_2 , H_2O y calor.



Fig. 1. 21 Combustible para llevar acabo la cocción de las piezas de tabique.



Fig. 1. 22 Combustible para la alimentación del horno de cocción.

1.4.3 Rastrillo

El rastrillo es una herramienta que no se utiliza directamente en la fabricación de las piezas de tabique, sino que, es empleado en la preparación del terreno de secado sobre el cual se colocan las piezas para llevar un proceso de fraguado que consta de algunos días dependiendo las condiciones climatológicas. El rastrillo es fabricado por los artesanos productores del tabique el cual está elaborado a partir de madera y es utilizado para distribuir de manera uniforme la arena que se agrega a el terreno para que las piezas de tabique que se colocan en estado fresco no se adhieran al suelo.



Fig. 1. 23 Rastrillo elaborado a base de madera.

El rastrillo consta de un cabo sobre el cual se sujeta y una duela o tabla que en ninguno de sus dos filos cuenta con alguna especie de dientes como algún rastrillo convencional, esto se debe a que el objetivo de este es esparcir la arena uniformemente lo cual al tener ambos filos de manera plana ayuda a facilitar el trabajo.



Fig. 1. 24 Distribución de la arena en el patio de secado.



Fig. 1. 25 Rastrillo empleado para la preparación del terreno.

1.4.4 Enrrasador

El Enrrasador es una herramienta que se utiliza para eliminar los excesos de material que sobresalen de la gavera lo cual permite obtener una superficie relativamente plana y así producir piezas estéticamente buenas, además es una herramienta fabricada por los mismos artesanos de la zona y su tamaño puede variar dependiendo de la comodidad de cada uno de los fabricantes.

El enrrasador está fabricado a base de un arco de varilla de acero, preferiblemente del #3 (4/8) atado de extremo a extremo por un alambre de calibre 16.



Fig. 1. 26 Uso correcto del enrrasador sobre una gavera de 4 compartimentos.

1.4.5 Molino de tracción animal

El molino es un elemento indispensable en la elaboración del tabique de barro, debido a que, en este es donde se realiza la principal mezcla entre la arena de banco, la arcilla y el agua necesaria para obtener una mezcla lo suficientemente homogénea. El molino consta de un contenedor sobre el que se vierte la arena y la arcilla y una estructura apoyada sobre cuatro postes los cuales están unidos de manera opuesta por dos vigas de madera que en su centro se encuentra apoyado un perfil tubular de manera vertical a una altura no mayor a dos metros, en su extremo inferior lleva soldado una especie de aspas las cuales ayudan a mover el material, en el extremo superior de este perfil se desprende un tubo de manera perpendicular que se extiende hasta 4 metros, ambos forman una escuadra la cual sirve de palanca y al final de este es donde se encuentra atada la bestia, al caminar en forma circular hace que el perfil con las aspas gire de igual manera y así los materiales puedan ser homogenizados.



Fig. 1. 27 Molino de tracción animal de la tabiquera Ortega.

CAPÍTULO 2

Localización, inspección y proceso de elaboración de las piezas en la Tabiquera



Fig. 2. 1 Secado de piezas al aire libre.

2.1 Delimitación geográfica del área de estudio

El municipio de San Rafael se encuentra ubicado entre los paralelos $20^{\circ} 08'$ y $20^{\circ} 18'$ de latitud norte y los meridianos $96^{\circ} 46'$ y $97^{\circ} 02'$ de longitud oeste y se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de entre 10 y 20 metros.

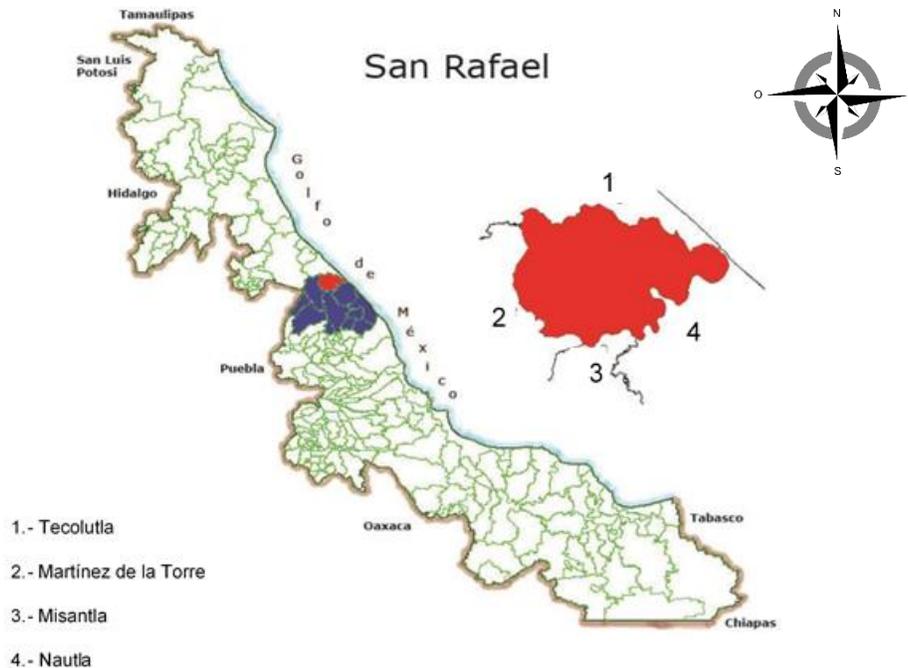


Fig. 2. 2 Localización geográfica del municipio de San Rafael en el estado de Veracruz

Colinda al norte con el municipio de Tecolutla, al este con el litoral del golfo de México, con el municipio de Nautla y parte del municipio de Tecolutla, al sur tiene colindancia con los municipios de Nautla, Misantla y Martínez de la Torre, al oeste colinda con los municipios de Martínez de la Torre y Tecolutla.

La zona en la cual se realizan los trabajos y procesos de elaboración del tabique de barro rojo recocido es en la zona perteneciente al municipio de San Rafael dando exactitud a la localidad de Cementeras del Pital, lugar en el cual se encuentran ubicadas alrededor de 13 tabiqueras.

Cementerías del Pital se ubica en el estado mexicano de Veracruz en el municipio de San Rafael. Se localiza a una altura de 12 metros sobre el nivel del mar. Esta localidad brinda hogar para 1247 habitantes de cuales 600 son hombres o niños y 647 mujeres o niñas, 871 de la población son adultos y 171 son mayores de 60 años. Del total de la población 701 habitantes disponen de seguro social.

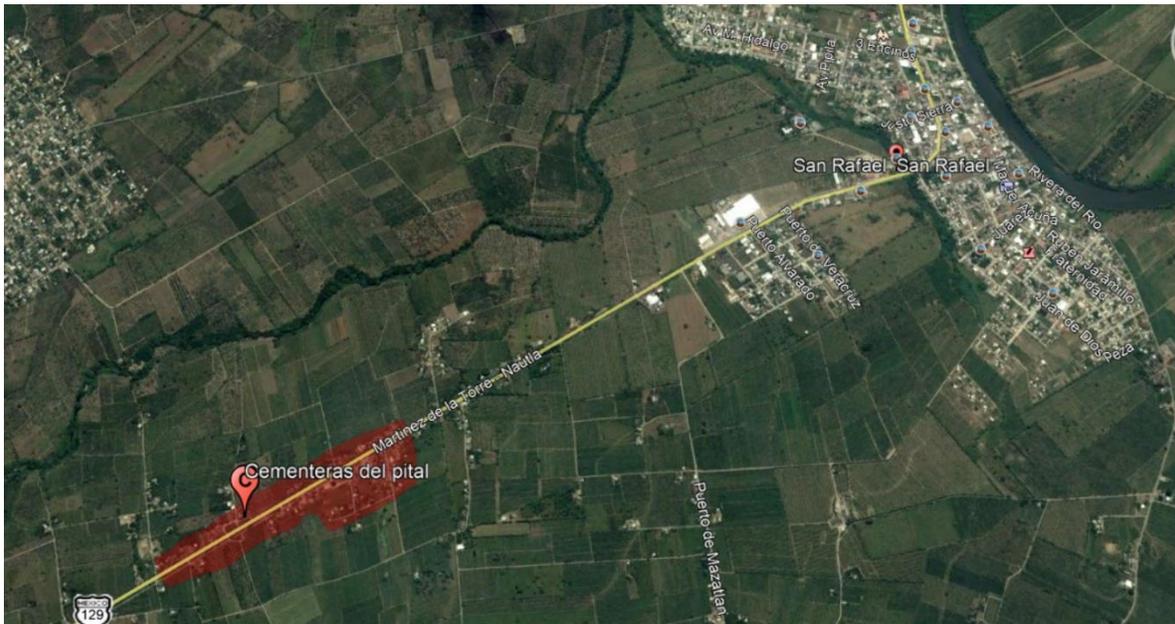


Fig. 2. 3 Ubicación de la localidad de Cementerías del Pital

Las coordenadas UTM en las que se encuentra la localidad de cementerías del Pital son; Coordenada Este 719794.00 m E y coordenada Norte 2232351.00 m N.

Su clima es tropical con una temperatura aproximada durante el verano de 35°C y durante el invierno de 18°C, manteniendo una humedad alrededor de 80 y 90 %. Actualmente durante los meses de septiembre y octubre la población se mantiene alerta por los fenómenos meteorológicos que ocasionan inundaciones por el Río Bobos, y durante el verano y otoño la temporada de huracanes la precipitación media anual es de 106 a 153mm.

2.1.1 Ubicación de los bancos de materiales

Los materiales empleados en la fabricación del ladrillo o tabique de barro rojo recocido son originarios de la región, teniendo en cuenta que la materia prima utilizada son la arcilla, arena y agua.

La arcilla empleada en la elaboración de tabiques es extraída de los terrenos pertenecientes a la tabiquera Ortega, que fue sobre la cual se realizaron los trabajos de elaboración de las piezas adicionadas con cemento, por otra parte, la arena empleada para la elaboración de los tabiques es conocida como arena de médano y es extraída de las orillas de ríos o algún banco de material el cual cumpla con la finura recomendada por los fabricantes artesanales y es distribuida por un proveedor el cual la obtiene del municipio de vega de Alatorre Veracruz.

Tabla 2. 1 Localización de los bancos de material.

Material	Ubicación	Coordenadas UTM	
Arcilla	Cementerías del Pital	719794.00 m E	2232351.00 m N
Arena	Médanos de Vega de Alatorre	746049.28 m E	2216271.39 m N



Fig. 2. 4 Zona de bancos de material para la extracción de la arcilla pertenecientes al municipio de San Rafael, Veracruz



Fig. 2. 5 Localización del Municipio de Vega de Alatorre en el estado de Veracruz.



Fig. 2. 6 Zona de bancos de material para la extracción de la arena pertenecientes al municipio de Vega de Alatorre, Veracruz

2.2 Proceso de elaboración del tabique

El proceso de elaboración de los tabiques de barro rojo recocido del Municipio de San Rafael, Veracruz se realiza de manera artesanal, siguiendo una misma metodología, la cual ha sido adoptada por las diferentes tabiqueras pertenecientes a esta región durante años. En este capítulo se describen cada una de las partes que conforman la fabricación de las piezas de tabique, así como también las medidas que se tomaron en cuenta para obtener resultados positivos de dimensionamiento y resistencia en los bloques.

El proceso de fabricación consiste en las siguientes fases:

2.2.1 Extracción de los materiales

La extracción de materiales consiste en obtener las materias primas destinadas para la fabricación de los tabiques como lo son la arcilla, arena y agua.

La arcilla es el material que brinda cierta plasticidad a la mezcla, tiene la ventaja de encontrarse en abundancia en la zona de Cementeras del Pital, de tal manera su extracción puede realizarse en los terrenos de las mismas tabiqueras, teniendo como inconveniente la presencia de residuos sólidos o exceso de material orgánico, lo cual debe de ser retirado en su mayoría para su correcta cocción y así presentar una resistencia adecuada.

La arena empleada en la Tabiguera Ortega es distribuida por un proveedor originaria del municipio de Vega de Alatorre teniendo las características adecuadas para la fabricación de las piezas como mencionan los fabricantes de tabiques, en algunas ocasiones presenta material orgánico, el cual debe ser retirado.



Fig. 2. 7 Presencia de material orgánico en la arena

2.2.2 Preparación de los materiales

Los materiales destinados a la fabricación de las piezas de tabique deben estar libres de impurezas, ante ello se deben someter a procesos de depuración para eliminar o reducir restos orgánicos o residuos sólidos.



Fig. 2. 8 Preparación de arcilla y la arena para ser vertida al molino.

El proceso de depuración consiste en la utilización de una malla de aproximadamente 3mm (cernidor) en el cual se vierte el material y es cribado para reducir la presencia de otros materiales, este proceso es aplicable a las arcillas y arenas.

Para la preparación de los materiales es necesario realizar una excavación a un costado del molino de aproximadamente 50cm de profundidad, con un diámetro variable de 3 a 4 metros, en la cual, pueda contener una cantidad considerable de material (se realiza un montículo de arcilla y arena) para la fabricación completa de un lote de tabiques.

2.2.3 Homogenizado

Los materiales que han sido vertidos dentro de la excavación previamente realizada son homogenizados con las proporciones que los fabricantes han empleado a base de su experiencia en la elaboración de las piezas. La homogenización de los materiales se comienza de manera manual con la ayuda de una pala y es realizado por una o dos personas vertiendo agua sobre los materiales para evitar la dificultad del mezclado.



Fig. 2. 9 Homogenización de los materiales antes de ser vertidos al molino.

2.2.4 Amasado

La homogenización de los materiales juega un papel importante dentro de la preparación de la mezcla ya que distribuye las partículas de ambos materiales hasta tener una especie de lodo. Después de haber realizado la homogenización, se continua con el amasado de la mezcla empleando un molino que funciona mediante

tracción animal con la ayuda de un caballo como se muestra en la fig. 2.10. En el molino se vierte la mezcla en el cual se continúa la homogenización y amasado del material agregando agua hasta obtener una consistencia adecuada que presente cierta plasticidad y uniformidad interna que permita ser manipulada de manera manual.

La funcionalidad del molino depende de un brazo de palanca atado al animal que al caminar en forma perimetral de una circunferencia hace que las aspas giren y homogenicen la mezcla.



Fig. 2. 10 Material amasado y homogenizado.

2.2.5 Moldeado

La mezcla que surge del molino no debe estar expuesta al sol ya que pierde la consistencia y humedad que se requiere para realizar las piezas, es por ello que debe ser utilizada en el instante que es mezclada por el molino, también puede ser colocada en algún tipo de sombra cubierta con nylon o una manta húmeda que no exceda las 4 horas para que pueda ser utilizada ya que al perder humedad la trabajabilidad de la mezcla resulta compleja y por ende una pieza de menor calidad.

Al tener la mezcla lista para utilizarse se preparan las herramientas con las que se elaborarán las piezas de tabique estas son, las gaveras y el enrrasador.

Las gaveras que generalmente son de madera deben ser humedecidas y sobre ellas se vierte arena para que recubran las paredes del molde, esto con el fin de tener un desprendimiento fácil de las piezas y así no pierdan su forma geométrica.



Fig. 2. 11 Moldeado del material en la gavera.



Fig. 2. 12 Enrrase de las piezas.

De manera manual se coloca sobre las gaveras la mezcla ejerciendo presión sobre la misma para evitar que existan cavidades de aire, después de haber llenado todos los compartimentos de manera adecuada, se retiran los excesos con la ayuda del enrrasador hasta obtener una superficie relativamente plana, como se muestra en la fig. 2.12.

2.2.6 Secado

El secado de los tabiques en estado fresco se realiza al desprender las piezas de los moldes, que gracias a la arena que se coloca antes de ser moldeados permite tener un desprendimiento fácil. Los tabiques deben de ser secados expuestos a la intemperie, para ello el patio de secado debe contar con las características adecuadas que permita colocar un gran número de piezas y debe de estar libre de residuos sólidos que puedan adherirse a las piezas, además de ello, debe colocarse sobre el patio de secado una ligera cama de arena la cual no permita que las piezas se adhieran al suelo. El secado de las piezas depende en su mayoría del estado del

tiempo, por ejemplo, si se cuenta con un día soleado a una temperatura de 32°C +/- 2°C serán necesarios alrededor de 3 a 4 días para proceder a su estibación.



Fig. 2. 13 Preparación del terreno para secado de las piezas.



Fig. 2. 14 Colocación de cama de arena para evitar que las piezas se adhieran al suelo.



Fig. 2. 15 Gavera con material previamente moldeado.



Fig. 2. 16 Desprendimiento de la gavera (Es necesario aplicar un par de golpes)



Fig. 2. 17 Correcta elaboración y desprendimiento de las piezas.



Fig. 2. 18 Piezas recién elaboradas en el patio de secado.



Fig. 2. 19 Secado de las piezas tomando de base uno de sus cantos (esto se realiza después de haber transcurrido alrededor de dos días de secado dependiendo del estado climatológico).

2.2.7 Estibación en el patio de secado



Fig. 2. 20 Estibación para secado, previa a la cocción de las piezas.

La estibación se realiza al verificar que las piezas presenten cierta resistencia que al ser manipuladas no desprendan partes que dañen la forma de la pieza. La estibación consiste en colocar los tabiques entrelazados de manera que la mayoría de sus caras este expuesta a la intemperie como se muestra en la fig. 2.20.

Las piezas permanecen alrededor de 3 a 5 días estibados, de igual manera tomando en consideración el estado climático.

2.2.8 Cocción

Al haber transcurrido alrededor de 7 a 10 días de secado (Estibados y recién moldeados), se procede al proceso de cocción, iniciando con la estibación de las piezas dentro del horno de manera que se puedan introducir una cantidad considerable como se puede ver en la fig. 2.21.

El proceso de cocción se realiza a base de aceite quemado con un fuego directo aproximadamente de 48 a 72 horas. La elección del combustible puede variar dependiendo el fabricante, por ejemplo, la leña es una buena opción para generar fuego, pero resulta con un costo más elevado en comparación con el aceite.



Fig. 2. 21 Estibación dentro del horno para su cocción.

2.2.9 Estibación para venta

Al terminar el proceso de cocción de las piezas se deben dejar pasar al menos dos días para el enfriamiento de las piezas hasta alcanzar una temperatura ambiente y así ser manipuladas para su estibación de venta.

Dentro de la tabiquera se debe contar con un patio destinado para el acomodo o estibado de las piezas para venta como se puede ver en la fig. 2.22. Los consumidores llegan hasta la tabiquera para adquirir las piezas las cuales tienen un costo unitario de venta dentro de la tabiquera de \$3 y de \$4.5 si el fabricante se encarga de llevar los tabiques al destino indicado por el consumidor, no sobrepasando los 20 km de distancia y adquiriendo una cantidad mayor a mil piezas.



Fig. 2. 22 Estibación para la venta.

CAPÍTULO 3

Elaboración de la pieza modificada



Fig. 3. 1 Colocación de material sobre la gavera.

3.1 Matriz de experimentación

En el presente trabajo se elaboraron tabiques preliminares y tabiques con adición de cemento la matriz experimental quedo de la siguiente forma:

TABIQUES CONTROL

Los tabiques control, son los tabiques que se elaboran en la tabiquera, con los mismos estándares de calidad, así mismo con los mismos agregados que se extraen de los bancos de materiales para la elaboración de las piezas.

Tabla 3. 1 Especímenes de control

Nomenclatura	No de Tabiques elaborados
TC	15

TABIQUES ADICIONADOS

Estos tabiques son elaborados con arcilla y adicionados con diferentes porcentajes de cemento para su evaluación, pretendiendo ayudar en sus características físicas y mecánicas de la pieza.

Tabla 3. 2 Especímenes adicionados con diferentes porcentajes

Nomenclatura	% Adicionado	No de tabiques elaborados
TC03	3%	10
TC04	4%	10
TC10	10%	10
TC15	15%	10

Estos especímenes serán utilizados para la ejecución de las siguientes pruebas:

- ❖ Dimensionamiento con respecto a NMX-C-038-ONNCCE-2004
- ❖ Absorción de la pieza con respecto NMX-C-037-ONNCCE-2005
- ❖ Ensaye a la resistencia a la compresión axial con respecto a NMX-C-038-ONNCCE-2004

Con estos valores se dará análisis de los resultados para poder hacer un dictamen de las piezas ensayadas.

3.2 Elaboración de tabiques con adición de cemento

Con respecto a la elaboración de tabiques adicionados con cemento portland, se siguió la misma metodología de fabricación artesanal, teniendo las herramientas necesarias como lo son: gaveras, enrrasador, patio de secado previamente limpio y con una capa de arena para evitar la adherencia a la superficie del suelo.

La extracción de los materiales estaba realizada por los fabricantes de la tabiquera debido a que evitan el desabasto de los materiales dentro de la misma. Estos son extraídos de bancos de material sin ser sometidos a algún proceso de calidad es por ello que en la tabiquera se lleva a cabo un proceso de depuración (cribado) mediante un cernidor esto con la finalidad de retirar elementos solidos o algunos restos orgánicos para poder producir piezas de buena calidad.



Fig. 3. 2 Pieza terminada con pequeños orificios causados por la presencia de restos orgánicos.

El proceso de cribado se realiza a un costado del molino, teniendo de primer instante una excavación de aproximadamente 50 cm de profundidad con un área suficiente para elaborar un lote de piezas, sobre este mismo se depositan los materiales hasta formar un montículo como se observa en la figura 3.4.

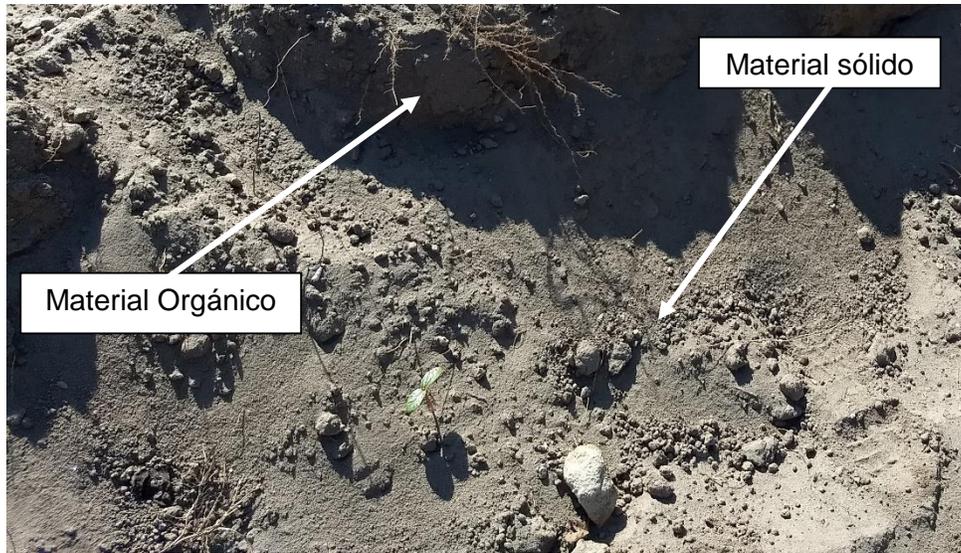


Fig. 3. 3 Material con presencia de elementos sólidos y restos orgánicos.



Fig. 3. 4 Área de homogenización.

Al tener la materia prima lista para ser utilizada, se inicia el proceso de homogenización entre la arena y la arcilla empleando agua, esto se realiza con la ayuda de una pala hasta obtener una especie de lodo el cual es vertido al molino donde se prosigue con el homogenizado hasta que el material continúa amasándose para obtener la masa que se utiliza para la elaboración de las piezas.

La mezcla que es amasada con la ayuda del molino, se verifica que tenga la consistencia adecuada con cierta plasticidad y manejabilidad para ser moldeada dentro de las gaveras.



Fig. 3. 5 Mezcla lista para ser utilizada.



Fig. 3. 6 Acarreo de mezcla al área de trabajo.



Fig. 3. 7 Lavado de gavera.



Fig. 3. 8 Gavera lista para ser utilizada.

Al obtener una mezcla totalmente homogénea y manejable entre la arena, arcilla y agua se llega a la fase de adición de Cemento Portland en distintos porcentajes 4%, 5%, 10% y 15%, a las piezas, esto va en función del peso de la mezcla que se requiere para elaborar un tabique. En este caso se manipulo la mezcla para 4 tabiques debido a que la gavera empleada estaba compuesta de 4 compartimentos.



Fig. 3. 9 Moldeado de material para determinar el peso y obtener el peso de los porcentajes de cemento adicionante.



Fig. 3. 10 Retiro de exceso de material de la gavera.

El proceso consistió en tomar la cantidad necesaria para llenar los moldes, y con ayuda del enrrasador eliminar el exceso de la superficie. Al tener exactamente el volumen de la mezcla para 4 tabiques se agregó el cemento previamente pesado (porcentajes antes mencionados en la tabla 3.2) y se realizó la adición de cemento para posteriormente mezclarlo uniformemente, se mostró que la mezcla tomó una consistencia más compacta, por tal motivo se agregó agua hasta lograr una mezcla moldeable y adecuada para ser colocada sobre las gaveras.



Fig. 3. 12 Moldeado de material para determinar el peso y obtener el peso de los porcentajes de cemento adicionante.



Fig. 3. 11 Pesaje de cemento para adicionar

La adición de cemento se realizó en función del peso de la masa, por ejemplo: para las piezas adicionadas con el 3% se colocó sobre la gavera de 4 compartimentos la mezcla entre la arena, arcilla y agua, después de haber moldeado de manera correcta se retiró el material para ser pesado sobre una báscula.

El proceso de adición de Cemento Portland a las piezas de tabique fue el mismo considerando la elaboración de 10 piezas por cada uno de los diferentes porcentajes y poder ser evaluados en laboratorio.

El proceso de adición de Cemento Portland a las piezas de tabique fue el mismo considerando la elaboración de 10 piezas por cada uno de los diferentes porcentajes y poder ser evaluados en laboratorio.



Fig. 3. 16 Adición de cemento a la mezcla.



Fig. 3. 15 Amasado de la mezcla para homogenizar el cemento.



Fig. 3. 14 Mezcla homogenizada con cemento.



Fig. 3. 13 Colocación de la mezcla dentro de la gavera.

El proceso de adición de Cemento Portland a las piezas de tabique fue el mismo considerando la elaboración de 10 piezas por cada uno de los diferentes porcentajes y poder ser evaluados en laboratorio.



Fig. 3. 19 Moldeado de las piezas.



Fig. 3. 18 Enrasado de las piezas.



Fig. 3. 17 Piezas enrasadas listas para colocarse en el patio de secado.



Fig. 3. 20 Preparación del patio de secado.



Fig. 3. 21 Colocación de las piezas en el patio de secado.



Fig. 3. 23 Primeras piezas obtenidas en estado fresco de la adición de Cemento Portland.



Fig. 3. 24 Prototipos en el patio de secado.



Fig. 3. 22 Pieza con adición de cemento después de su cocción.

CAPÍTULO 4

Metodología de pruebas y ensayos de laboratorio.



Fig. 4. 1 Proceso de moldeado de los tabiques dentro de la gavera.

4.1 Análisis de materia prima para la fabricación de piezas de tabique.

En el presente capítulo se hablará de los materiales constituyentes de la pieza de tabique, a los cuales se ejecutarán pruebas de control de calidad para obtener la caracterización, mediante la mecánica de suelos. Así mismo se conocerán las características del material adicional (cemento portland).

4.1.1 Metodología de pruebas y procedimientos, en arcillas para la elaboración de tabiques.

La metodología de las pruebas de mecánica de suelos que se le aplican a la pieza de tabique tiene la finalidad de caracterizar el material con el que se fabrica la pieza.

Una caracterización demuestra el tipo de suelo, el cual corresponde al SUCS (sistema unificado de clasificación de suelos), este sistema menciona una clasificación de suelos gruesos y finos distinguiéndolos por el cribado de sus partículas y sus características plásticas. Por ejemplo, un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas y se considera fino si más de la mitad de sus partículas en peso son finas y pasan la malla 200. Con respecto a ello se harán los ensayos a los agregados gruesos y finos que integran al tabique. (E. Juarez Badillo, 2006)

4.1.1.1 Análisis granulométrico para arcillas (método por lavado).

Objetivo de la prueba: La Norma Mexicana NMX-C-084-ONNCCE-2018, especifica el método de prueba para determinar el contenido de partículas más finas de la criba (No. 200) por medio de lavado. Las partículas de arcilla y otras que se disgregan por el agua de lavado y las que son solubles en el agua son separadas durante esta prueba. (ONNCCE, 2018)

Materiales:

- ❖ Charola
- ❖ Cucharón
- ❖ Báscula electrónica
- ❖ Cribas (N° 4 a N° 200)
- ❖ Máquina cribadora
- ❖ Brocha
- ❖ Cepillo
- ❖ Recipiente con agua
- ❖ Parilla
- ❖ Cristal

Procedimiento:

1. Se coloca en un recipiente el material arcilloso y se satura con agua 24 horas \pm 2 horas.



Fig. 4. 2 Lavado de material para la prueba de granulometría.

2. Al día siguiente se toma el material y se decanta, debido a que el material está asentado.
3. Se coloca un poco de agua para homogenizar la mezcla y se realizan movimientos oscilatorios vigorosos en forma de 8, durante 20 minutos para que las partículas finas queden suspendidas.
4. Posteriormente, el agua de lavado se decanta sobre la malla N° 200 y simultáneamente se coloca bajo el chorro de agua para eliminar las partículas más pequeñas.
5. Se realizan los pasos 3 y 4 hasta que el agua resultante del lavado se vea clara.
6. Se seca la arena en parrilla o en horno, si es en horno debe secarse a $110^{\circ}\text{C} \pm 5$, durante 24 horas, ± 2 . Si es el caso que se utilice en parrilla, se debe cerciorar que el material haya perdido humedad poniendo sobre la charola un cristal para determinar si está totalmente seco.
7. Una vez seco el material, este se coloca en Los tamices ordenados de manera descendente. Y se da inicio al proceso de agitación el cual se hace con movimientos circulares y arriba-abajo, también se puede utilizar una tamizadora.



Fig. 4. 3 Proceso de cribado del material seco.



Fig. 4. 4 Proceso de cribado del material.

8. Por consecuente, al terminar el proceso se retiran los tamices y se limpian con ayuda de una brocha, colocando el material resultante de cada tamiz en una charola para su posterior pesado.



Fig. 4. 5 Pesaje del material retenido en cada uno de los tamices.



Fig. 4. 6 Partículas retenidas en el tamiz #30.

Una vez obtenidos todos los pesos retenidos en cada uno de los tamices, se procede realizar los cálculos.

4.1.1.2 Determinación de los límites de consistencia

Objetivo de la prueba: Determinar el límite líquido y límite plástico para clasificar un suelo con respecto a su plasticidad, esto de acuerdo con la norma NMX-C-493-ONNCCE-2018.

El límite líquido o el contenido de agua para el cual un suelo plástico adquiere una resistencia al corte se considera como la frontera entre los estados semilíquido y plástico.

El límite plástico o el contenido de agua se determina moldeando un pequeño cilindro con el material arcilloso, el cual se divide en tres partes hasta alcanzar un

diámetro de 3 mm; este se considera como la frontera entre los estados plástico y semisólido. (ONNCCE, 2018)

Materiales:

- ❖ Báscula
- ❖ Parrilla eléctrica
- ❖ Copa de Casagrande
- ❖ Recipientes de aluminio
- ❖ Espátula
- ❖ Vernier
- ❖ Probeta
- ❖ Piseta con agua
- ❖ Cristal
- ❖ Cápsula de porcelana
- ❖ Muestra alterada

Procedimiento

Límite líquido:

1. Como primer paso se calibra la copa de Casagrande para una altura de caída de 1 cm, provista de un ranurador plano, posteriormente se toma una porción de muestras alteradas retenida en el tamiz #40. (aproximadamente 200 gramos).
2. Se coloca el material sobre la capsula de porcelana agregándole el agua necesaria para saturar el material, se mezcla con ayuda de una espátula hasta que esté totalmente homogénea.
3. Con una espátula se distribuye el material en la copa de Casagrande, teniendo cuidado de que la superficie quede plana con un espesor máximo de 1 cm.

4. Se coloca la punta del ranurador en la parte superior y al centro de la muestra, colocándolo perpendicular a la superficie de la copa y realizar la ranura.
5. Inmediatamente después de colocado y ranurado la materia, se acciona la manivela del aparato para hacer caer la copa a razón de dos golpes por segundo, y se registra el número de golpes necesarios para lograr que los bordes inferiores de la ranura se pongan en contacto en una longitud de 13 mm.
6. Con la espátula se retira el material de la copa y se vuelve a mezclar repitiendo los pasos 2 a 5, agregando un poco de agua con la Piseta. 4 muestras 2 debajo de 25 y dos arriba de 25
7. Del lugar donde se cierra la ranura se toman aproximadamente 30 gramos de la muestra y se coloca sobre un cristal, se etiqueta, se pesa y se comienza a secar en una parrilla eléctrica.
8. Se retiran las muestras y se enfrían para después pesar y registrar los datos.
9. Con los datos obtenidos se calcula el contenido de agua correspondiente a cada número de golpes.
10. Por último, los datos obtenidos son reservados para cálculos posteriores.



Fig. 4. 8 Materiales a utilizar para la prueba de limite líquido.



Fig. 4. 7 Medición de la abertura después de ejecutar los golpes indicados.



Fig. 4. 9 Verificación de que la junta esté cerrada a 13 milímetros.

Limite plástico:

1. De la muestra utilizada para límite líquido se toma una porción, la cual se moldea sobre una superficie limpia y lisa con características no absorbentes como lo es la placa de vidrio, hasta formar un cilindro de 3.2 mm de diámetro por 15 cm de longitud, aproximadamente.



Fig. 4. 10 Amasado para cilindros de arcilla.

2. Se amasa los cilindros y se vuelve a rodar repitiendo esto tantas veces como sea necesario para reducir gradualmente la humedad por evaporación, hasta que el rollo comience a endurecer.



Fig. 4. 11 Elaboración de cilindros.

3. El límite plástico se alcanza cuando el cilindro se agrieta, al ser reducido aproximadamente a 3.2 mm.
4. Se divide el cilindro y se coloca en porciones en vidrios de reloj, marcándolos, pesándolos y secándolos con ayuda de una parrilla eléctrica.
5. Se repiten los pasos 1 a 4 con otra porción de la misma muestra para verificar los resultados.
6. Se retiran las muestras, se dejan secar, se pesan y se registran los datos.
7. Con los datos obtenidos se determina el contenido de agua en porcentaje y si la diferencia no es mayor a 2 % se promedia, en caso contrario se repite la prueba.

4.1.2 Metodología de pruebas y procedimientos en arenas para la elaboración de tabiques.

Es necesario efectuarle pruebas a la arena debido a que este material es importante para la fabricación de piezas de tabique. La evaluación se hará mediante el SUCS (Sistema Unificado De Clasificación De Suelos) y la normativa SCT (Secretaria De Comunicaciones Y Transportes) determinando la calidad de las arenas que se utilizan para constituir al tabique.

4.1.2.1 Análisis granulométrico de arenas

Objetivo de la prueba: Determinar el tamaño del grano que constituye a la arena

Materiales:

- ❖ Tamices
- ❖ Parrilla (temperatura constante $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)
- ❖ Charola
- ❖ Bascula con resolución a 0.1% de la masa de la muestra
- ❖ Cucharon
- ❖ Cristal de reloj
- ❖ Contenedores (el número de debe ser igual a los tamices incluyendo el fondo)

Procedimiento.

1. Se coloca en la charola el material a utilizar y posteriormente se lleva a la báscula para ser pesado, posteriormente se anota el dato y se reserva para realizar los cálculos correspondientes.
2. Sobre la charola se agrega el material para llevar a cabo el sacado, con ayuda de una pala se realizan movimientos constantes en círculos para agilizar el secado a una temperatura de $383\text{ K} \pm 5\text{ K}$ ($110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$).
3. Se colocan los tamices de mayor a menor diámetro (en orden ascendente), terminando con la charola (fondo) y se deposita el material.

4. Se comienza a cribar por medio de movimientos circulares por un periodo de 5 minutos, esto para facilitar que las partículas del árido queden distribuidas en los diferentes tamices de acuerdo con su tamaño.
5. Se continúa el cribado por un período suficiente de tal manera que después de haberse completado, no más del 1% en masa del residuo, en cualquier criba individual, pase esa criba durante un minuto de cribado continuo, hecho del modo siguiente:
 Se mantiene la criba individual con su charola y tapa bien ajustadas en posición ligeramente inclinada en una mano. Se golpea el lado de la criba con rapidez; se le da un movimiento hacia arriba y golpeando con la palma de la otra mano a una frecuencia de 120 veces por minuto, se gira la criba un sexto de vuelta cada vez que se le dan 25 golpes. Para determinar la eficiencia del cribado de tamaños mayores de la criba No. 4,75 (4) se limita el material sobre la criba de tal forma que sólo haya una capa de partículas. Si el tamaño de las cribas montadas hace impráctico el procedimiento de cribado descrito, se emplean las cribas de 203 mm de diámetro (del marco) para verificar la eficiencia del cribado.
6. Pesar el retenido en cada tamiz
7. Calcular los porcentajes retenidos parciales, porcentajes retenidos acumulados y porcentajes que pasan en cada tamiz y reservar los datos para cálculos posteriores.

Tabla 4. 1 Encabezado de tabla de análisis granulométrico.

N° de Tamiz	Retenido parcial (gr)	Retenido acumulado (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
-------------	-----------------------	-------------------------	--------------------	----------------------	------------

Retenido parcial: Es la cantidad que se ha retenido en ese número de malla.

Retenido acumulado: Es la cantidad que se ha retenido en ese número de malla más la cantidad anterior, dando al final con la cantidad que se utilizó para realizar la prueba.

% Retenido parcial: Es la cantidad que se ha retenido en ese número de malla multiplicada por 100 y dividida entre la cantidad total utilizada.

$$\text{Retenido parcial (\%)} = \frac{\text{Retenido parcial en Tamiz}}{\sum \text{Retenido Parcial}} * 100$$

Fórmula 4. 1 Retenido Parcial.

% Retenido Acumulado: Es la cantidad que se tiene del porcentaje obtenido en esa malla más la cantidad anterior, dando al final un 100% de la cantidad utilizada.

% Pasa: Empezando con una muestra del 100% en esta cantidad se le va restando la cantidad que resulta en el % Retenido Acumulado, dando al final un 0 resultado de la resta de los porcentajes de todas las mallas. (NMX-C-077-1997-ONNCCE, 1997)

4.1.2.2 Modulo de finura

El módulo de finura da una idea del grosor o finura del agregado. Se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar y dividiendo la suma entre 100.

¿Cómo calcular el módulo de finura?

Los tamices especificados que deben usarse en la determinación del módulo de finura son: 0, No. 50, No. 30, No. 16, No. 8, No. 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", 3" y 6"

Y el módulo de finura será:

$$MF = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado}}{100}$$

Fórmula 4. 2 Módulo de finura.

Posteriormente se hace el llenado de cada una de las columnas con los datos obtenidos en la prueba de granulometría.

Tabla 4. 2 Tabla para realizar el análisis granulométrico y obtención de los datos para calcular el módulo de finura.

Tamiz No.	Abertura (Mm)	Peso Retenido (G)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Requisito De % Que Pasa
3/8"						
4						
8						
16						
30						
50						
100						
Bandeja						
Total						

Los valores de M.F. para el agregado grueso dependen del tamaño máximo del agregado.

4.1.2.3 Peso Volumétrico Seco Suelto

Objetivo de la prueba: Determinar el peso volumétrico para la obtención del control de calidad de las arenas.

Materiales para la realización de la práctica

- ❖ Charola
- ❖ Parrilla (temperatura constante $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)
- ❖ Espátulas
- ❖ Molde Proctor
- ❖ Vidrio para determinar la humedad
- ❖ Cucharón
- ❖ Bascula con resolución a 0.1% de la masa de la muestra
- ❖ Regla metálica para enrazar
- ❖ Vernier

Procedimiento:

1. Para iniciar esta prueba se debe tener preparado el material a utilizar, se coloca en una charola para posteriormente llevarlo a la parrilla a una temperatura aproximada de 110°C .

La arena es mezclada constantemente para que cada una de las partículas estén completamente libres de humedad, para esto es necesario utilizar un cristal templado, en él se observara si hay vapor o no en la superficie de arena, si existiera vapor se llevara de nuevo a la parrilla para seguir con el proceso de extracción de humedad del material., se repite la acción de colocar el cristal sobre la charola como lo muestra la figura(ww) y se observa que ya no existe vapor en el, entonces se dará continuación a el siguiente paso.



Fig. 4. 12 Proceso de secado del material en la charola con ayuda de la parrilla.



Fig. 4. 13 Verificación de humedad en material con cristal templado.

2. El material es colocado en una superficie plana para realizar el cuarteo.



Fig. 4. 14 Montículo de arena en estado seco para proceder al cuarteo.

Posteriormente con ayuda de la regla de metal se aplana la superficie con movimientos constantes y uniformes para no derramar el material sobre los lados hasta formar un cono truncado.



Fig. 4. 15 El montículo destendido con golpes continuos con uno de los filos de la regla.



Fig. 4. 16 El proceso termina hasta obtener un cono truncado.



Fig. 4. 17 El cono truncado se divide primeramente en dos secciones.

Después se lleva a cabo la segunda segmentación del material para así tener como resultado las 4 secciones.



Fig. 4. 18 Secciones opuestas para ser vertidas al molde.



Fig. 4. 19 Segmentación de las dos partes en las que se dividió el cono truncado.



Fig. 4. 20 Resultado del cuarteo del cono truncado.

Al tener los 4 segmentos de arena se lleva a cabo la prueba de PVSS en el cual las dos secciones opuestas son mezcladas y posteriormente agregadas al molde Proctor.

El material es agregado al molde con ayuda de un cucharón dejando caer el material por su propio peso sin ejercer ninguna presión sobre este.



Fig. 4. 21 Llenado del molde.



Fig. 4. 22 El material se deja caer por su propio peso.



Fig. 4. 23 Molde lleno en su totalidad de material.

Después de realizar el llenado se procede a pesar el molde con material, para posteriormente obtener los datos que serán utilizados en los cálculos.



Fig. 4. 24 Pesaje del molde con material.



Fig. 4. 25 Enrasado de molde para retirar material excedente.

Los cálculos se obtienen mediante la siguiente expresión:

$$Pvss (\text{peso volumetrico seco o suelto}) = \frac{Wm}{Vr}$$

Donde :

Wm : Peso del material en kg

Vr : Volumen del recipiente en m^3

Fórmula 4. 3 Formula para la obtención del peso volumétrico seco suelto.

4.1.2.4. Absorción Y Densidad

Objetivo de la prueba: La Norma Mexicana NMX-C-165-ONNCCE-2014 establece que el método de ensayo para la determinación de la densidad relativa aparente y la absorción del agregado fino en la condición saturada y superficialmente seca. (ONNCCE, 2014)

Materiales

- ❖ Matraz de Chapman
- ❖ Cono troncónico
- ❖ Pisón de compactación
- ❖ Tara
- ❖ Parrilla eléctrica
- ❖ Báscula
- ❖ Embudo
- ❖ Charola de metal
- ❖ Espátula
- ❖ Cristal

PROCEDIMIENTO:

1. Se coloca la muestra húmeda en la charola de metal, para después ser llevada a la parrilla eléctrica para comenzar con el proceso de secado. Con ayuda de la espátula comenzaremos a mover nuestra muestra por toda la charola, esto con el fin de que nuestro secado sea uniforme.

Se mantiene la muestra sobre el fuego hasta que al ser manejada se queden algunas partículas sobre la palma de la mano, es decir, que la muestra se encuentre en “seco superficial”. El cristal se colocará sobre la charola para verificar que exista un poco de humedad en el material, este proceso se repetirá las veces necesarias hasta que este seco.



Fig. 4. 26 Secado de la muestra de arena.



Fig. 4. 27 Verificación de la humedad en el material.

2. Una vez que la muestra se encuentre en ese estado, se procede a colocar el cono troncónico en una superficie lisa no absorbente, siendo puesto con el diámetro ancho hacia abajo.

Una vez que todo esté listo se realiza lo siguiente: se vierte parte de la muestra hasta $3/8$ dentro del cono, una vez realizado esto se darán 11 golpes con el pisón a una distancia razonable más arriba del diámetro menor del cono.



Fig. 4. 28 Llenado del cono con material.



Fig. 4. 29 Compactación del material dentro del cono.

Una vez compactada se prosigue a colocar la segunda capa de material, esta vez solo se darán 8 golpes y para finalizar, la última capa se le agregará material hasta llenarlo en su totalidad, en la cual se darán 6 golpes lo que suman un total de 25 golpes.



Fig. 4. 30 Cono llenado en su totalidad de material.



Fig. 4. 31 Enrase del cono para retirar exceso de material.

3. Después de enrasar el cono, se limpia todo material que este alrededor dejando una zona sin residuos. Se levanta el molde verticalmente, si la humedad superficial sigue presente el agregado fino mantendrá la forma del cono, cuando el agregado se desploma suavemente indica que ha alcanzado una condición superficialmente seca y se procede humedecer un poco.



Fig. 4. 32 Material relativamente seco.

4. En cuanto se obtenga la calidad del material deseado, se pesará una porción de 500 gr. Antes de verterlo dentro del matraz, se afora el matraz de Chapman colocando 200 ml de agua y se coloca en la báscula para ver cuál es su peso solo con agua. Una vez que esto se realizó, se depositan los 500 gr. de arena en el frasco, evitando que el material quede pegado en las paredes de cristal.

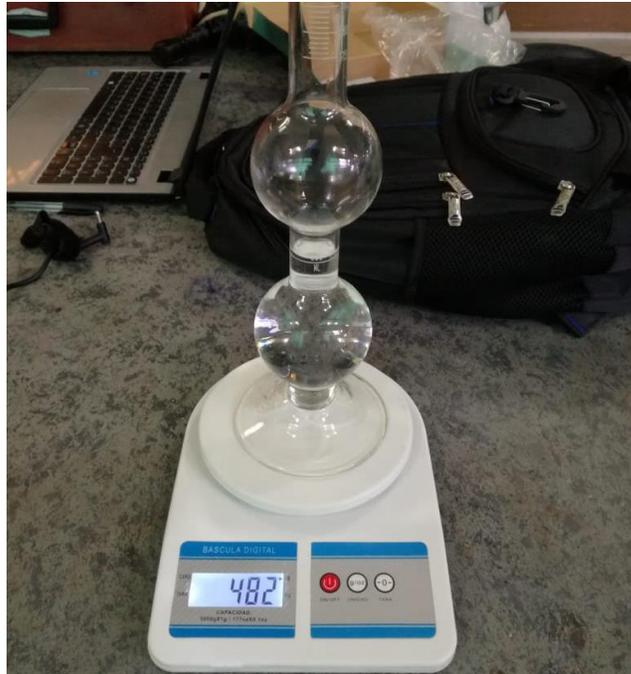


Fig. 4. 33 Aforo del matraz de Chapman.

5. Se extrae el aire atrapado de rodando el frasco en una superficie plana, o se puede balancear en forma manual.
6. Cuando se observe que no suben burbujas de aire a través de los bulbos, se procede a realizar la lectura mediante la graduación que se muestra en el matraz. Al terminar estos pasos, se coloca el matraz ya con el material nuevamente en la báscula para tomar su peso.

Para finalizar se retira el agua y el material del matraz, y se lava cuidadosamente por dentro.

4.1.5 Metodología de pruebas y ensayos de laboratorio para piezas control y modificadas.

Una vez fabricados los tabiques de control y los tabiques adicionados, se procede a realizarles las pruebas para obtener las propiedades físicas y mecánicas de la pieza, esto con respecto a la normativa NMX-C-132-ONNCCE-2004.

4.1.5.1 Determinación de las dimensiones del tabique (NMX-C-038-ONNCCE-2013).

Objetivo de la prueba: Esta Norma Mexicana establece el método de ensayo para la determinación de las dimensiones de los bloques, tabiques y ladrillos y tabicones para la construcción. Esta Norma Mexicana es aplicable a todos los bloques, ladrillos, tabiques y tabicones fabricados con cualquier material. Para cualquier uso.

Materiales

- ❖ Vernier
- ❖ Flexómetro
- ❖ Escuadra graduada metálica
- ❖ Piezas de ladrillos
- ❖ Mesa de trabajo

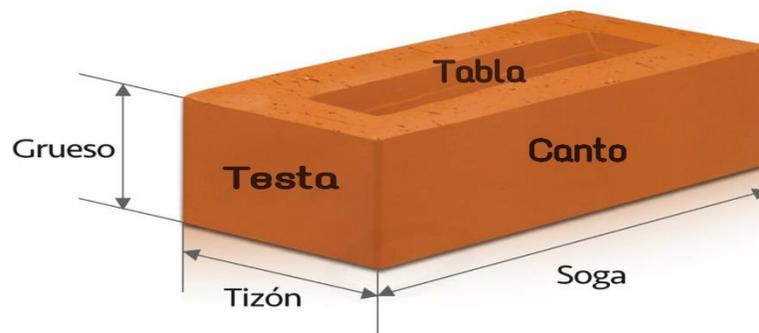


Fig. 4. 34 Nombre de caras y aristas del tabique.

Procedimiento:

Los especímenes que se usarán para la prueba deberán mantenerse a temperatura ambiente durante las mediciones. No debe contener ningún material extraño o depositado en sus caras, si es así deben ser retirados.

- Las piezas se colocan sobre una superficie plana, en este caso la mesa de trabajo, descansando en la cara conveniente para usar la escuadra o vernier según la comodidad de la persona que funge como laboratorista.



Fig. 4. 35 Medición del grueso de una pieza de tabique.

- Se registraron tres medidas del tizón del tabique para promediar y tomar una medida estándar.
- Posteriormente se procedió a tomar las tres medidas de la soga del tabique.
- De igual manera se tomaron tres medidas de lo grueso del tabique.



Fig. 4. 36 Medición del tizón de la pieza de tabique.

- Los datos obtenidos se registraron y mediante ello poder obtener el promedio de las medidas de cada lado de los tabiques y de ese modo calcular las medidas estándar.



Fig. 4. 37 Medición del grueso de la pieza de tabique.

Este proceso es repetitivo con cada espécimen y los datos obtenidos se presentan más adelante.

4.1.5.2 Determinación de la absorción del tabique (NMX-C-037-ONNCCE-2004).

Objetivo de la prueba: Esta Norma Mexicana establece el método de ensayo para la determinación de la cantidad de agua que absorben las piezas de mampostería, así como la absorción inicial por capilaridad. Esta Norma Mexicana es aplicable a los bloques, tabiques o ladrillos y tabicones de concreto, cerámicos o de cualquier otro material para la construcción, en las condiciones que se especifican.

Materiales

- ❖ Bascula
- ❖ Contenedor con agua
- ❖ Espécimen (ladrillo)
- ❖ Horno

Procedimiento:

1. Se registra el peso del ladrillo antes de ser puesto sobre el recipiente con agua para cálculos posteriores.



Fig. 4. 38 Obtención de la masa de la pieza de tabique.

2. La pieza de ladrillo es introducida totalmente en un contenedor con agua, en el que se mantendrá en estado de saturación de 24 horas +/- 2 horas.



Fig. 4. 39 Piezas de tabique en saturación.

3. Transcurridas las 24 horas se procede a retirar el ladrillo del contenedor y en seguida se lleva a la báscula para ser pesada. La norma indica que el agua que se desprende de la pieza debe ser secada a modo de que no escurra.



Fig. 4. 40 Retiro del exceso de agua de la pieza de tabique.



Fig. 4. 41 Obtención del peso de la pieza después de ser retirada del recipiente con agua.

4. Se registra el peso del tabique después de estar en saturación y a continuación se lleva cabo el secado de la pieza, la cual se hará en un horno a una temperatura de 110°C por un lapso de 24 horas.



Fig. 4. 42 Colocación de las piezas dentro del horno de secado.



Fig. 4. 43 Piezas en proceso de secado.

5. Una vez que se ha verificado que las piezas no presentan humedad se retiran del horno de secado y se dejan enfriar a temperatura ambiente, después se llevan a la báscula para nuevamente registrar su masa.



Fig. 4. 44 Retiro de las piezas después de mantenerse en el horno de secado.



Fig. 4. 45 Obtención de la masa de las piezas después del secado.

6. Los datos de la masa de los especímenes son utilizados para los cálculos posteriores.

3.1.5.3 Determinación de la resistencia a la compresión axial del tabique (NMX-C-036-ONNCCE-2004).

Objetivo de la prueba: Determinar la resistencia a la compresión de las piezas, a través de su ensayo con una máquina de compresión axial.

Materiales

Encarado de piezas:

- ❖ Azufre
- ❖ Contenedor para derretir azufre
- ❖ Parrilla
- ❖ Guantes
- ❖ Lentes
- ❖ Cubrebocas
- ❖ Varilla.
- ❖ Cabeceadora
- ❖ Aceite quemado
- ❖ Estopa

Prueba de resistencia axial:

- ❖ Máquina de tipo a compresión axial
- ❖ Discos de acero para calzar las piezas.

Procedimiento para el cabeceo de las piezas:

1. De primer instante el azufre se somete a una trituración manual empleando un mazo para obtener partículas de menor tamaño, este paso puede omitirse si el azufre se encuentra pulverizado. Posteriormente se introduce a un contenedor, en el cual se calentará con ayuda de una parrilla hasta pasar a estado líquido.



Fig. 4. 46 Trituración manual del azufre.



Fig. 4. 47 Recipiente y parrilla eléctrica para calentar el azufre.

2. Durante el proceso de fundición del azufre se debe tener precaución, debido a que, la temperatura de este material no debe exceder los $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ pues este elemento tiene la característica de ser flamable por lo que este proceso genera un riesgo para quien funge como laboratorista.



Fig. 4. 48 Proceso de fundición del azufre.



Fig. 4. 49 Azufre en estado líquido después del proceso de fundición.

- Después de haber realizado la fundición del azufre se procede a realizar en cabeceo en el molde que se muestra en la figura 4.50 el cual consta de una placa de metal con dimensiones adecuadas para el tamaño de un tabique. El cabeceo de las piezas debe realizarse de manera rápida debido a que el azufre al tener contacto con el aire tiende a solidificarse en cuestión de segundos.



Fig. 4. 50 Colocación del azufre líquido sobre la cabeceadora.



Fig. 4. 51 Colocación de la pieza sobre el azufre líquido.

Después de haber colocado la pieza sobre el azufre en cualquiera de sus dos caras, se deja reposando alrededor de 3 minutos para el enfriamiento de la placa y así poder realizar el desprendimiento de la pieza. Un punto a resaltar es que durante la colocación de las piezas sobre el azufre debe obtenerse una superficie nivelada para tener un buen ensaye a la compresión.

Este procedimiento es repetitivo para cada una de las piezas ya que es necesario tener una superficie plana para realizar un buen ensaye a la compresión de tal manera que la presión ejercida sobre la pieza sea distribuida uniformemente sobre el área de la tabla.



Fig. 4. 53 Encarado de una pieza de tabique.

Por ultimo las piezas deben de ser manipuladas y almacenadas cuidadosamente para evitar fracturas y así poder ser transportadas hasta el laboratorio en cual se someterán a la prueba de compresión axial.



Fig. 4. 52 Piezas correctamente encaradas.

4. Después de haber realizado el proceso de encarado de las piezas se procede a realizar la prueba de compresión a cada una, para lo cual es necesario la utilización de una prensa como la que se muestra en la figura 4.54 la cual debe contar con una calibración aprobada por la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación) para un buen ensaye de la pieza.



Fig. 4. 54 Prensa para compresión axial del laboratorio LACOCA (Laboratorio de control de calidad).

La prueba consiste en determinar la carga máxima que resiste cada una de las piezas lo cual está dado en kg/cm^2 . Para alcanzar la altura adecuada y poder ejercer presión sobre la pieza es necesario hacer uso de placas de acero.



Fig. 4. 55 Colocación de la pieza de tabique sobre la prensa.



Fig. 4. 56 Tabique sometido a compresión axial.

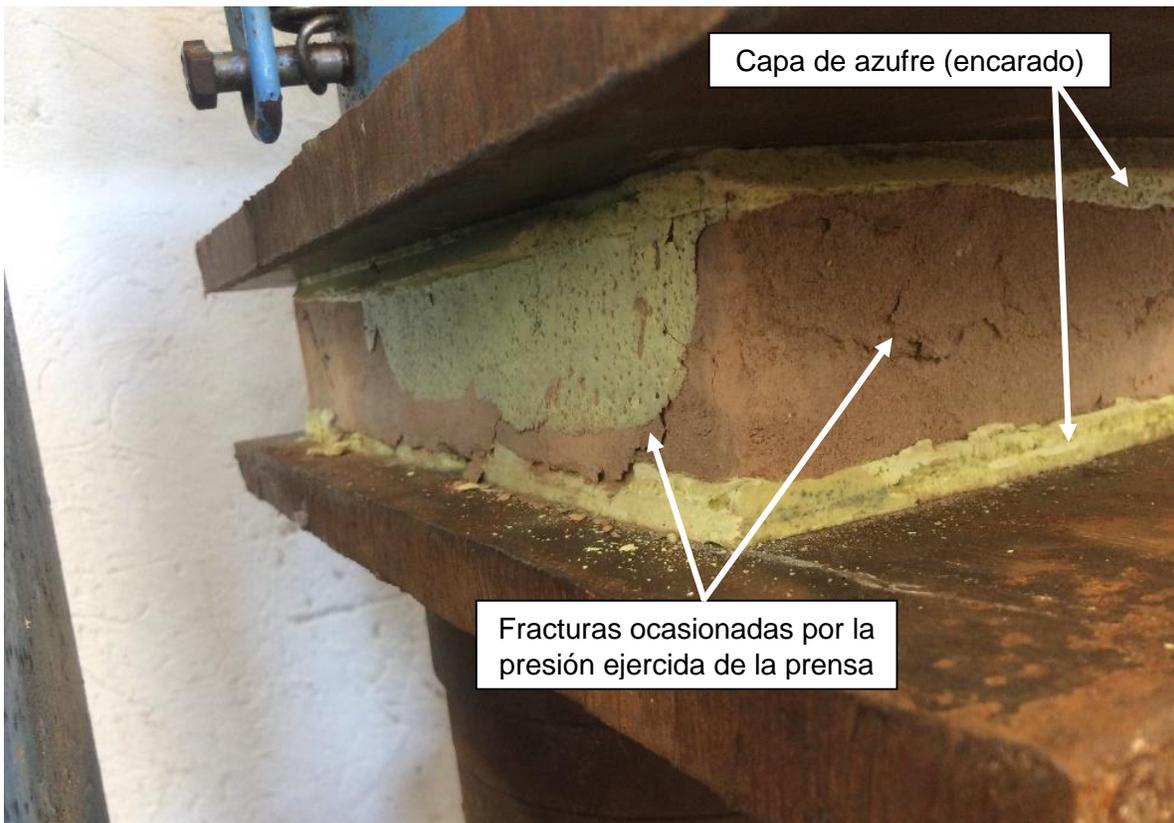


Fig. 4. 57 Fracturas ocasionadas después de someter el tabique a la prueba de resistencia.



Fig. 4. 58 Resistencia de la pieza dada en toneladas.



Fig. 4. 59 Desprendimiento de material al ejercerle presión a la pieza.



Fig. 4. 60 Colocación de calzas (placas de acero) para alcanzar el pistón de la prensa.



Fig. 4. 61 Prensa de compresión con marcador digital de la resistencia obtenida de la pieza.

CAPITULO 5

Resultados



Fig. 5. 1 Colocación de la pieza en la prensa de compresión axial.



Fig. 5. 2 Pieza después de someterse a la prueba de compresión axial.

5.1 Exposición de Resultados

En este capítulo se expondrán los resultados que se obtuvieron de cada una de las mezclas analizadas con diferentes porcentajes comparando con las piezas producidas en la tabiquera ubicada en Cementeras del Pital, Mpio de San Rafael, Ver.

5.1.1 Resultados de las pruebas a las que se sometió la arena para elaboración de Tabique

Tabla 5. 1 Resultados de las pruebas a las que se sometió la arena para elaborar los tabiques.

PRUEBA	NORMA	RESULTADO
GRANULOMETRIA	NMX-C-077-1997-ONNCCE	Pág. 106
PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO	NMX-C-073-ONNCCE-2004 que sustituye a NMX-C-073-ONNCCE-1990	884.2 Kg/m ³
MODULO DE FINURA	NMX-C-077-1997-ONNCCE	1.725
ABSORCION	NMX-C-165-ONNCCE-2014	0.84%
DENSIDAD	NMX-C-165-ONNCCE-2014	1.19 gr/cm ³

Obteniendo los resultados de las pruebas a la arena se pudo concluir que es de tipo SP (arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos) ya que tiene un predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios esto con referencia al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

En el apartado de Anexos se muestra cada una de las pruebas de granulometría, peso volumétrico seco suelto, módulo de finura, absorción y densidad, cuyos resultados están reflejados en cálculos y gráficos correspondientes.

5.1.2 Resultados de las pruebas a las que se sometió el material fino con el que se elabora la pieza de tabique

Tabla 5. 2 Resultados de las pruebas a las que se sometió el material fino para elaborar los tabiques

PRUEBA	NORMA	RESULTADO
GRANULOMETRIA POR LAVADO	NMX-C-084-ONNCCE-2018	Pág.105
LIMITE LIQUIDO	NMX-C-493-ONNCCE-2018	42
LIMITE PLASTICO	NMX-C-493-ONNCCE-2018	38
INDICE DE PLASTICIDAD	NMX-C-493-ONNCCE-2018	5

Obteniendo los resultados de las pruebas a el material fino se pudo concluir que el tipo de suelo es ML (limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillas ligeramente plásticas) o OL (Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.) esto con referencia al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

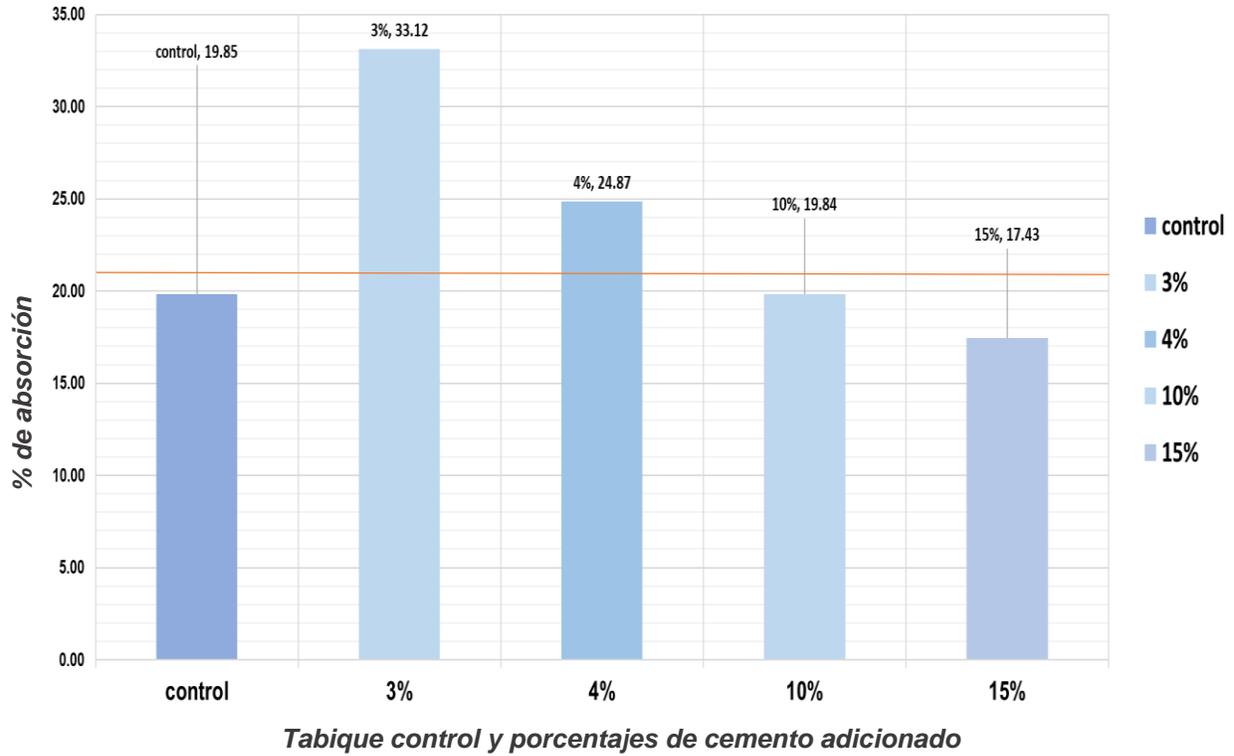
En el apartado de Anexos se muestra cada una de las pruebas de granulometría por lavado, limite líquido, limite plástico y el índice de plasticidad cuyos resultados están reflejados en cálculos y gráficos correspondientes.

5.1.3 Piezas Elaboradas en el sitio Tabiquera Cementeras del Pital, (tabique control)

Estas piezas son elaboradas en el sitio con los parámetros de la tabiquera se estudió lo siguiente:

1. Absorción (NMX-C-037-ONNCCE-2005)
2. Dimensionamiento (NMX-C-038-ONNCCE-2004)
3. Resistencia a la compresión (NMX-C-036-ONNCCE-2004)

Grafico 5. 13 Resultados promedios de la prueba de absorción a las piezas.



En este grafico se puede observar la comparativa de las absorciones de tabique donde se muestra los tabiques control contra los tabiques con adición en diferentes porcentajes, el tabique control tiene una absorción de 19.16%, en comparativo con los tabiques con adición del 3% y 4% sobrepasaron el límite del 21% de lo marcado en la norma, en cambio los tabiques del 10% y 15% obtuvieron valores por debajo del 21% lo cual es apto para una pieza de mampostería de uso estructural como lo marca la normativa.

- Dimensionamiento

La siguiente tabla demuestra el dimensionamiento obtenido en cada una de las piezas tanto de control como las piezas con adición demostrando los siguientes resultados, se debe tener en cuenta que para la ejecución de esta prueba se deben tomar como mínimo 5 tabiques de cada mezcla.

Tabla 5. 3 Resultados promedios de la prueba de dimensionamiento de las piezas.

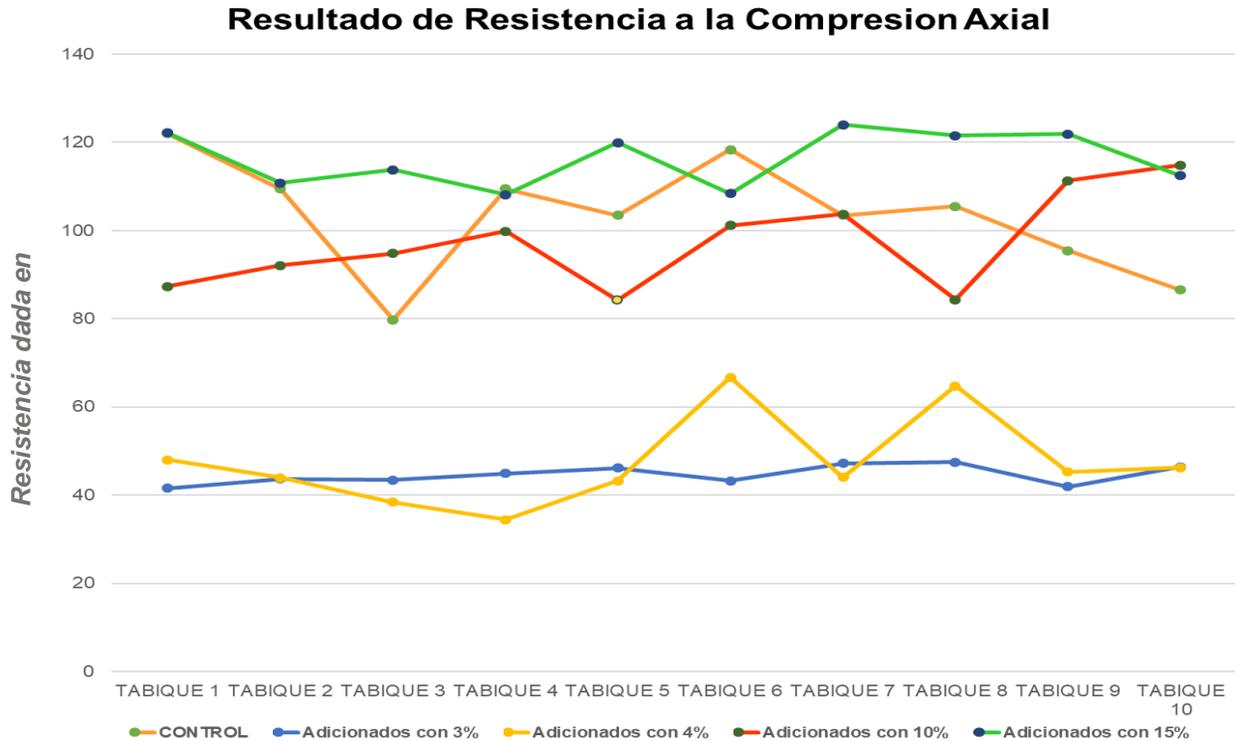
Ensaye de Dimensionamiento			
Nomenclatura	grueso	Tizón	Soga
NMX-C-404-ONNCCE	5	10	19
CONTROL	5.4	13.6	27.0
TC-3	5.2	13.8	27.8
TC-4	5.0	13.7	28.2
TC-10	5.2	13.7	27.7
TC-15	5.2	13.8	27.9

En comparativa con la normativa ONNCCE que brinda una tolerancia de +- 3 cm las piezas cumplen en el grosor, Tizón, pero no cumple con la Soga de tabique debido a que se utilizaron los moldes que corresponden a los tabiques que se elaboran en San Rafael, donde las piezas tienen características de piezas de mampostería francesa. Además, es la medida que se utiliza en la región.

- Resistencia a la Compresión Axial aplicado en las piezas.

En este apartado se muestran los resultados de la prueba mecánica aplicada a los tabiques en el siguiente gráfico:

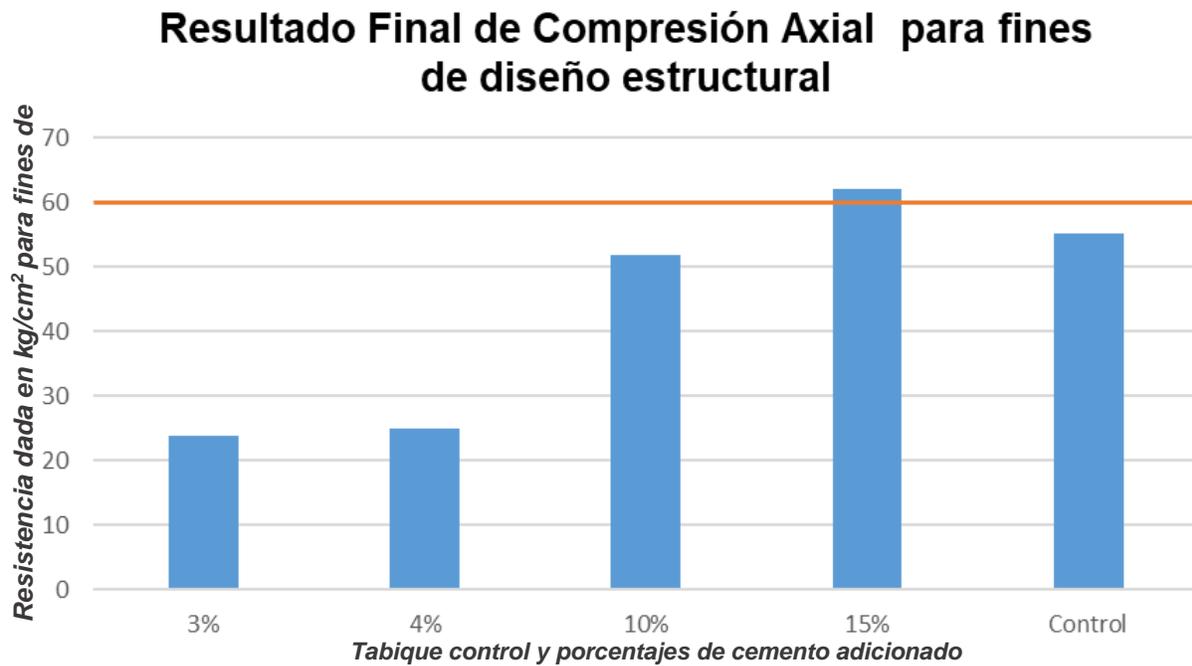
Grafico 5. 14 Resultados promedios de la prueba de resistencia a la compresión axial de las piezas.



Con la elaboración del tabique rojo recocido adicionado con cemento portland se pudo denotar que en los porcentajes de 10% y 15 % se obtuvieron resistencias favorables respecto a los dos porcentajes restantes (3% y 4%). Mejorando así el comportamiento mecánico superando así las piezas elaboradas ordinariamente.

Los especímenes de 15% es la mezcla más favorable para la edificación de uso estructural, debido a que cumple con lo estipulado a la norma NMX-C- 414-ONNCCE-2004, NMX-C-037-ONNCCE-2005, NMX-C-038-ONNCCE-2004, NMX-C-038-ONNCCE-2004 Y NMX-C-036-ONNCCE-2004.

Grafico 5. 15 Resultados promedios de la prueba de compresión axial para fines de diseño estructural de las



Con la elaboración del tabique rojo recocido adicionado con cemento portland se pudo denotar que en los porcentajes de 10% y 15 % se obtuvieron resistencias favorables respecto a los dos porcentajes restantes (3% y 4%). Mejorando así el comportamiento mecánico superando así las piezas elaboradas ordinariamente.

CAPITULO 6

Conclusiones y recomendaciones



Fig. 6. 1 Tabiquera Ortega y piezas listas para ser utilizadas.

6.1 Conclusión

De acuerdo a los estudios realizados se puede concluir que los resultados de las pruebas a los tabiques estuvieron por debajo de los porcentajes establecidos en las normas NMX-C-036-ONNCCE-2004 (Resistencia a la compresión) y NMX-C-037-ONNCCE-2005 (Absorción); por lo que el comportamiento físico y mecánico de las piezas únicamente se vieron favorecidas en las adicionadas con el 15% a diferencia de las adicionadas con el 3, 4 y 10% que presentaron características físicas y mecánicas desfavorables en comparación con las piezas de fabricación común elaboradas en la Tabiquera Ortega, como por ejemplo, desprendimiento de pequeñas secciones en las aristas del tabique, apariencia porosa e irregular, presentando un color tenue (anaranjado claro).

Sin embargo, se pudo identificar que a mayor porcentaje de cemento la absorción de las piezas es menor, lo cual cumplen con el 21% estipulado en la norma NMX-C-037-ONNCCE-2004. En la prueba de absorción las piezas que cumplieron con el porcentaje antes mencionado fueron las que contenían el 10 y 15% de cemento adicional en su composición. Por otro lado, únicamente las piezas del 15% se vieron beneficiadas y cumplieron con los 60 kg/cm² estipulados en la norma NMX-C-036-ONNCCE-2004.

Por lo tanto, las piezas con adiciones al 15% se pueden utilizar en la ejecución de estructuras para la edificación y pueden utilizarse en obra civil estructural, estas piezas tienen características de resistencia dentro de la norma, además las piezas de adición al 10% presenta una cercanía a lo estipulado y requerido por la norma, siendo estas piezas útiles para edificación en obras menores o fachadas arquitectónicas de peso bajo o resistencias inferiores requeridas por la normativa.

Las piezas podrán utilizarse como elementos constructivos para la elaboración de registros y alcantarilladas en zonas intemperadas.

6.2 Recomendaciones

- Elaborar piezas con mayor porcentaje de cemento y verificar su resistencia después del tiempo de secado sin ser sometidos al proceso de cocción.
- Comprobar los efectos que pueden existir en el cemento al ser sometido a temperaturas elevadas.
- Mejorar la calidad del proceso de elaboración de las piezas de tabique.
- Verificar si las piezas que se encuentran en una posición más cercana al fuego dentro del horno presentan las mismas propiedades en comparación a las que se encuentran en la parte superior del estibado.
- Realizar la comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de los tabiques adicionados con cemento fabricándolos con arcilla de otro banco de material.
- Elaborar pruebas a tensión diagonal en muros para la evaluación de fallas que se causan en su estructura.
- Evaluación al intemperismo de la pieza a un tiempo determinado, el cual establezca parámetros de desgaste de las piezas en un tiempo determinado.
- Evaluar los tabiques adicionados con cemento en el microscopio electrónico de barrido para observar la cantidad de porosidad que se encuentra en la superficie de las piezas.
- Emplear algún material alternativo para ser adicionado a el tabique y asimismo realizar los estudios pertinentes para conocer la resistencia adquiera con ese nuevo material.
- Realizar un estudio económico para conocer el precio de venta de cada una de las piezas adicionadas con cemento portland, de esta manera se comprobara que el producto sea factible y aceptado por la sociedad.

Anexos

ANEXO 1 Resultado de pruebas del material fino

Tabla 6. 1 Limite líquido.

							
Obra:	Tabiguera Ortega						
Localización	San Rafael, Veracruz						
Sondeo No:	1	Prueba No:	1,2				
Muestra No :	1	Profundidad	1.5 m				
Descripción :	Arcilla color marrón con una textura altamente plástica						
	percibiendo un olor a humedad						
Fecha:	25-ene-19						
Laboratorista:	Diana Miranda Castellanos y Jesus Ronaldo López Hernández						
LIMITELIQUIDO							
Numero de golpes	Tara	Masa tara + suelo humedo gr.	Masa de Tara + Suelo Seco gr.	Masa de agua gr.	Tara gr.	Masa de suelo Seco	Contenido de agua (W%)
14	5	55	45	10	25	20	50.00
8	7	59	48	11	24	24	45.83
24	1	55	46	9	24	22	40.91
34	8	64	53	11	24	29	37.93

Gráfica 6. 1 Representación gráfica de los resultados del Limite líquido.

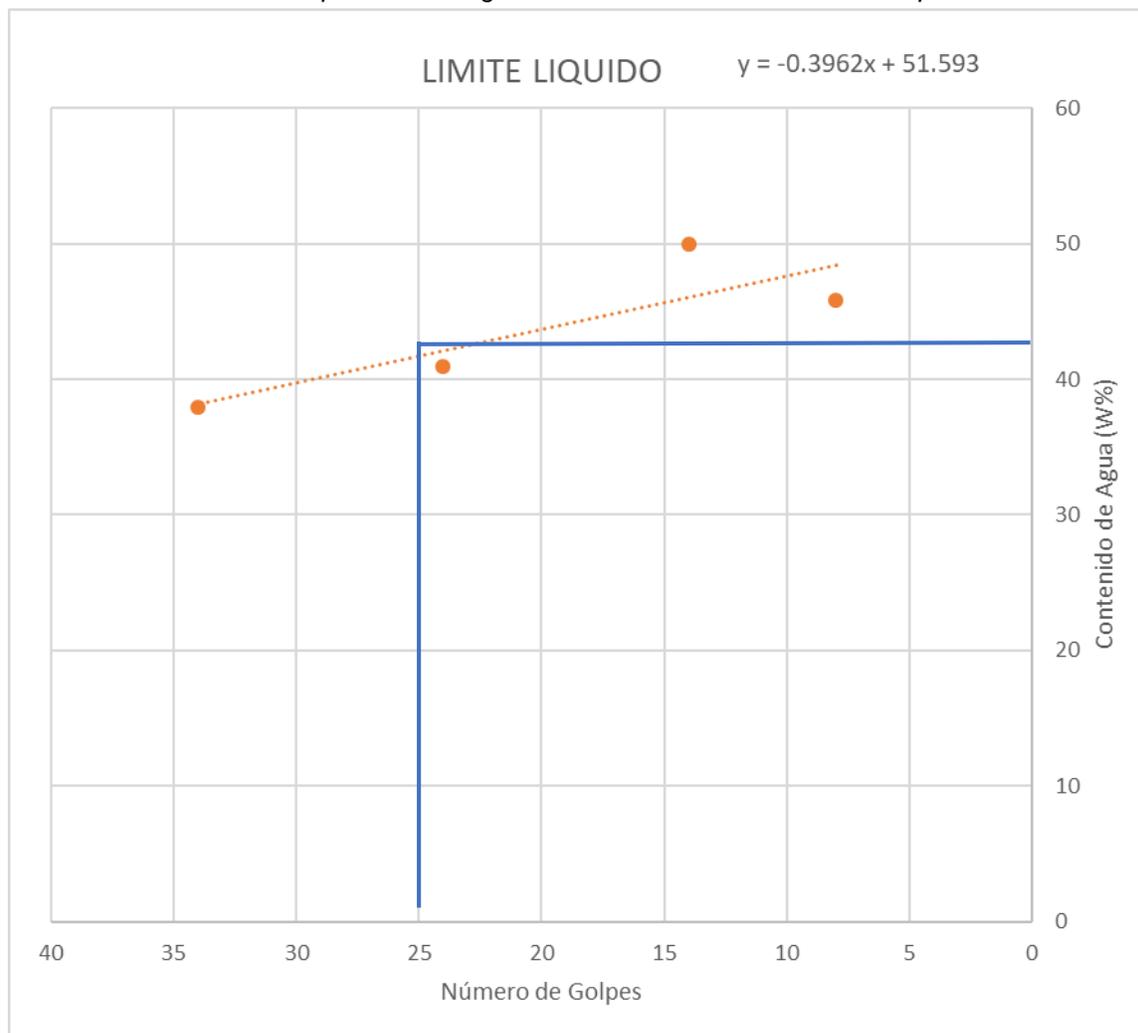


Tabla 6. 2 Limite Plástico.

LÍMITE PLÁSTICO						
Tara	Masa tara + suelo húmedo gr.	Masa de Tara + Suelo Seco gr.	Masa de agua gr.	Tara gr.	Masa de suelo Seco	Contenido de agua (W%)
3	29	28	1	24	4	25.00
6	27	26	1	24	2	50.00
Limite Plastico						38

Tabla 6. 3 Resultados de los límites de consistencia.

LIMITES DE CONCISTENCIA	
Wl	42
Wp	38
Ip	5

Tabla 6. 4 Resultados y tipo de suelo del material fino.

Porcentaje de Agregados			
		Gravas	0.0%
		Arenas	2.9%
		Finos	97.10%
			100.0%
Tipo de suelo :	ML o OL Limo Arcilloso		

Gráfica 6. 2 Clasificación de suelos de grano fino del SUCS.

LINEA A : $I_p = 0,73 (W_L - 20)$

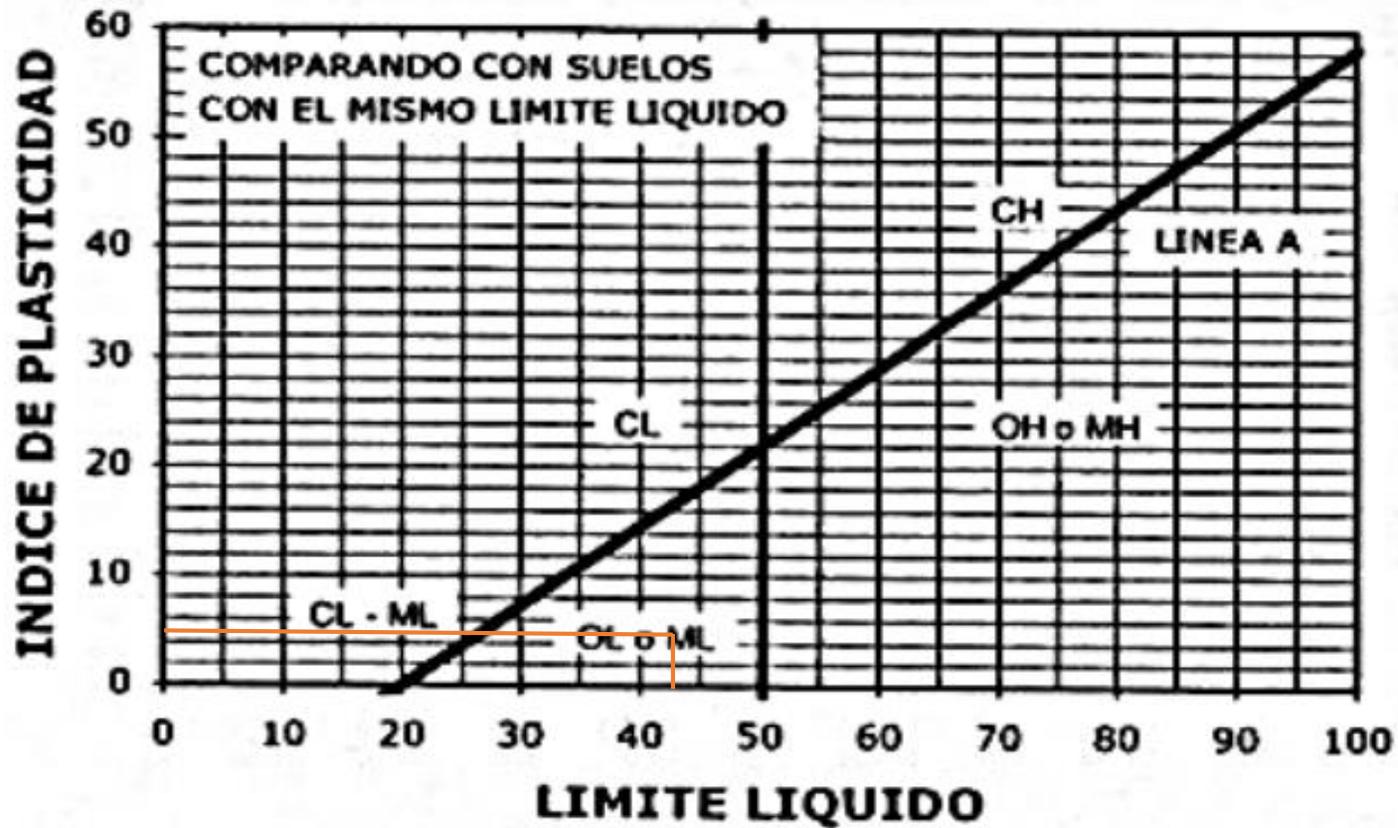


GRAFICO DE PLASTICIDAD PARA LA CLASIFICACION EN LABORATORIO DE SUELOS DE GRANO FINO

Tabla 6. 5 Sistema SUCS de clasificación de Suelos.

IDENTIFICACION EN EL CAMPO				SIMBOLO DEL GRUPO	% PASA 0.008MM	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO					
SUELO DE GRANO GRUESO < 50% PASA 0.08MM (TAMIZ # 200)	GRAVAS < 50% PASA 0.05MM (TAMIZ # 4)	GRAVAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS			GW	< 5	GRAVA BIEN GRADUADA, MEZCLA DE GRAVA Y AREAN CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA A PARTIR DE LA CURVA GRANULOMETRICA SEGUN EL PORCENTAJE DE FINOS (FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: GW, GP, SW, SP GM, GS, SM, SC CASOS LIMITES QUE REQUIERE EN EL EMPLEO DE SIMBOLOS DOBLES (GW-GC, GP-GM, SW-SW, SP-SC) = TAMIZ #200 MENOS DEL 5% MAS DEL 12% 5% AL 12%	$Cu = \frac{D60}{D10}$ MAYOR QUE 4	$Cc = \frac{D30^2}{D60 \cdot D10}$ ENTRE 1 Y 3	
			PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS			GP		GRAVA MAL GRADUADA, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS		NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GW (GP = $Cu \leq 6$ y $Cc < 1$ o $Cc > 3$) - (GW = $Cu > 4$ y $Cc = 1$ a 3)		
		GRAVAS CON FINOS (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)	FRACCION FINA NO PLASTICA (PARA LA IDENTIFICACION VER EL GRUPO ML, MAS ABAJO)			GM	> 12	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA MAL GRADUADAS DE GRAVA ARENA Y LIMO		LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O I_p MENOR QUE 4 ($I_p = 0.73 (W_L - 20) < 4$)	POR ENCIMA DE LA LINEA A CON I_p ENTRE 4 Y 7; CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES	
			FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO)			GC		GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLA MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA		LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O I_p MAYOR QUE 7 ($I_p = 0.73 (W_L - 20) > 7$)		
	ARENAS > 50% PASA 0.05MM (TAMIZ # 4)	ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS			SW	< 5	ARENAS BIEN GRADUADA, ARENA CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS		CASOS LIMITES QUE REQUIERE EN EL EMPLEO DE SIMBOLOS DOBLES (GW-GC, GP-GM, SW-SW, SP-SC) = TAMIZ #200 MENOS DEL 5% MAS DEL 12% 5% AL 12%	$Cu = \frac{D60}{D10}$ MAYOR QUE 6	$Cc = \frac{D30^2}{D60 \cdot D10}$ ENTRE 1 Y 3
			PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS			SP		ARENA MAL GRADUADAS, ARENA CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS			NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS SW (SW = $Cu > 6$ y $Cc = 1$ a 3) - (SP = $Cu \leq 6$ y $Cc < 1$ o $Cc > 3$)	
		ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)	FINOS NO PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO ML MAS ABAJO)			SM	> 12	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO MAS GRADUADA			LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O I_p MENOR QUE 4	POR ENCIMA DE LA LINEA A CON I_p ENTRE 4 Y 7; CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES
			FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO)			SC		ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE ARENAS O ARCILLAS			LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O I_p MAYOR QUE 7	
	METODOS DE IDENTIFICACION PARA LA FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 40											
	SUELO DE GRANO FINO > 50% PASA 0.08MM (TAMIZ #200)	LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (A LA DISGREGACION)	DILATACION (REACCION A LA AGITACION)	TENACIDAD (CONSISTENCIA CERCA DEL LIMITE PLASTICO)							
			NULA A LIGERA	RAPIDA A LENTA	NULA	ML	LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS, PLOVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLAS CON LIGERA PLASTICIDAD					
			MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	MEDIA	CL	ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSA, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS					
LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50		LIGERA A MEDIA	LENTA	LIGERA	OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD						
		LIGERA A MEDIA	LENTA A NULA	LIGERA A MEDIA	MH	LIMOS INORGANICAS, SUELOS LIMOSOS O ARENOSOS FINOS MICACEOS O CON DIATOMEAS, LIMOS ELASTICOS						
		ALTA A MUY ALTA	NULA	ALTA	CH	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA						
MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	LIGERA A MEDIA	OH	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA								
SUELOS ALTAMENTE ORGANICAS	FACILMENTE IDENTIFICABLES POR SU COLOR, OLO, SENSACION ESPONJOSA Y FRECUENTEMENTE POR SU TEXTURA FIBROSA			Pt	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS							

UTILICE LA CURVA GRANULOMETRICA PARA IDENTIFICAR LAS FRACCIONES DE SUELO INDICADAS EN LA COLUMNA DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO

LINEA A : $I_p = 0,73 (W_L - 20)$

COMPARANDO CON SUELOS CON EL MISMO LIMITE LIQUIDO

INDICE DE PLASTICIDAD

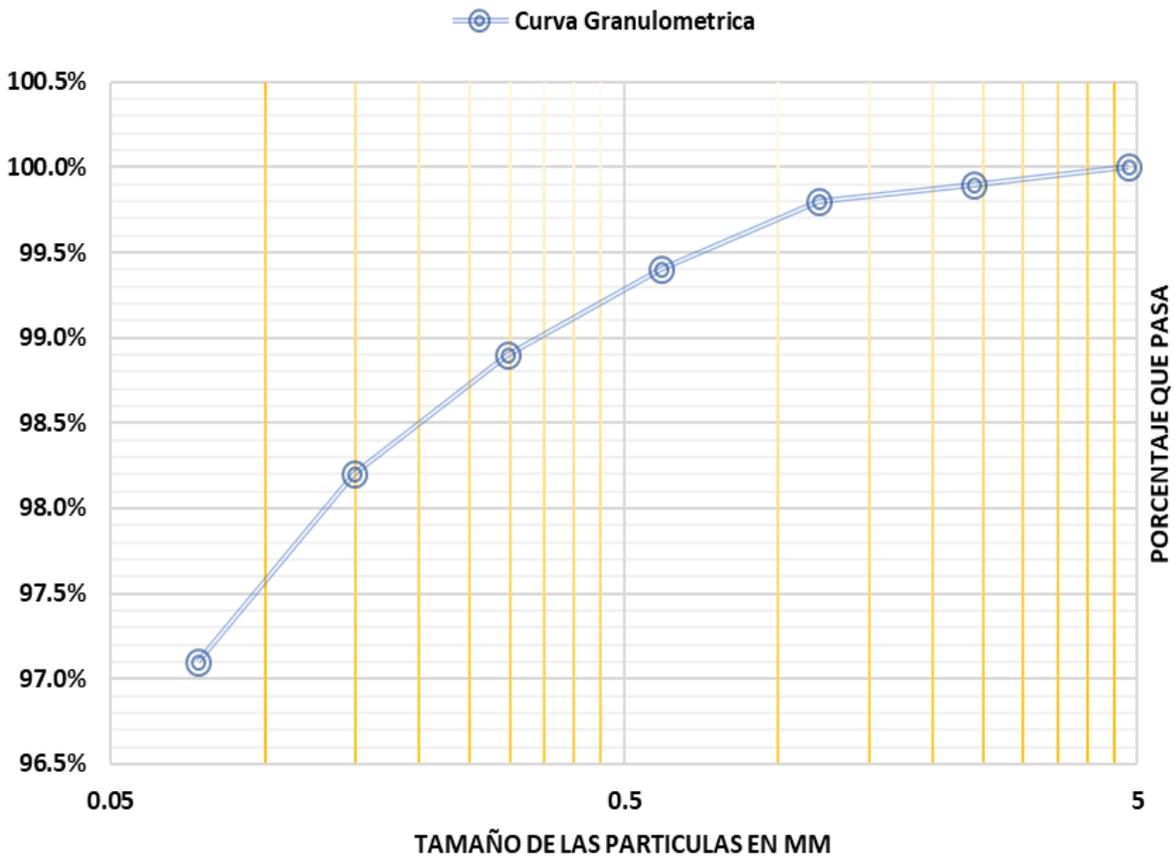
LIMITE LIQUIDO

GRAFICO DE PLASTICIDAD PARA LA CLASIFICACION EN LABORATORIO DE SUELOS DE GRANO FINO

Tabla 6. 6 Resultados de granulometría por lavado (material fino).

Malla Tamiz	Material Retenido	Material Parcial	Material que pasa	Retenido Acumulado
No 4	0.00	0.0%	100.0%	0.0%
No 8	1.00	0.1%	99.9%	0.1%
No 16	1.00	0.1%	99.8%	0.2%
No 30	4.00	0.4%	99.4%	0.6%
No 50	5.00	0.5%	98.9%	1.1%
No 100	7.00	0.7%	98.2%	1.8%
No 200	11.00	1.1%	97.1%	2.9%
Charola	971.00	97.1%	0.0%	100.0%
SUMA	1000	100.0%		

Gráfica 6. 3 Curva granulométrica del material fino (arcilla).



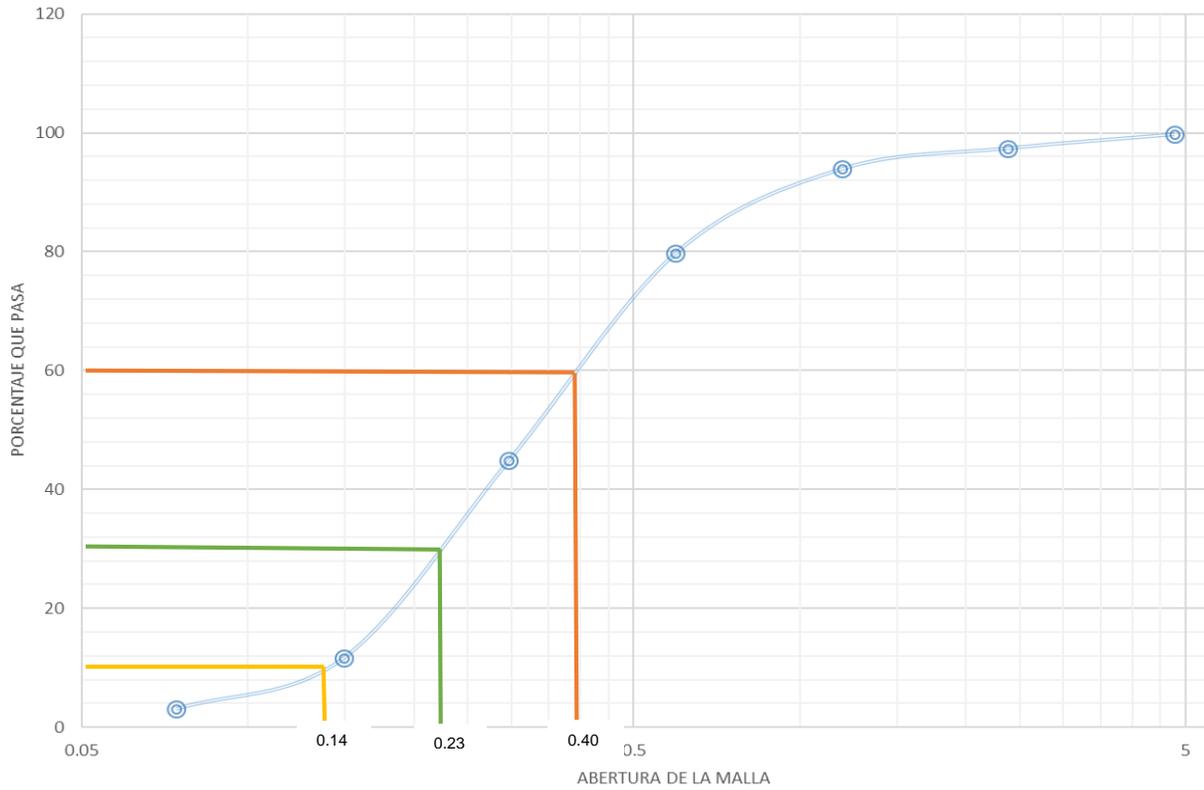
ANEXO 2 Resultado de pruebas a la arena

Tabla 6. 7 Resultados de granulometría de la arena.

GRANULOMETRIA					
N° TAMIZ	RETENIDO PARCIAL(GR)	RETENIDO ACUMULADO (GR)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	%PASA
4	2	2	0.22	0.22	99.78
8	21	23	2.35	2.57	97.43
16	31	54	3.46	6.03	93.97
30	127	181	14.19	20.22	79.78
50	312	493	34.86	55.08	44.92
100	298	791	33.3	88.38	11.62
200	77	868	8.6	96.98	3.02
CHAROLA	27	895	3.02	100	0
	895		100		

Gráfica 6. 4 Curva granulométrica de la arena.

Granulometria



MÓDULO DE FINURA

Los tamices especificados que deben usarse en la determinación del módulo de finura son: 0, No. 50, No. 30, No. 16, No. 8, No. 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", 3" y 6"

Y el módulo de finura será:

$$MF = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado}}{100}$$

$$MF = \frac{\sum (0.22 + 2.57 + 6.03 + 20.22 + 55.08 + 88.38)}{100}$$

$$MF = 1.725$$

CLASIFICACIÓN DE SUELO

D10%=	0.14
D30%=	0.23
D60%=	0.4

Coeficiente de Uniformidad $C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.86$

Coeficiente de Curvatura $C_C = \frac{(D_{60})^2}{D_{10} * D_{60}} = 0.94$

ABSORCION Y DENSIDAD

Datos:

Peso (agua + charola) = 482 gr

Charola + agua + agregado = 977gr

Material Ss = 500gr

Elevación = 418

$$W = \frac{\text{Peso del agua absorbida}}{\text{Peso de la muestra seca}} * 100$$

$$D = \frac{\text{Peso del material seco}}{\text{Peso de volumen desalojado}}$$

Densidad = 500gr

Volumen = 418 cm³

$$D = \frac{500}{418}$$

$$D = 1.19 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

$$500 \text{ gr} - 495.8 \text{ gr} = 4.2 \text{ gr}$$

$$W = (4.24 / 95.8)(100)$$

$$W\% = 0.84\%$$

PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO

$$\text{Formula} = PVSS = W_m/V_r$$

Donde:

$$W_m = \text{Peso del material} = \text{kgs}$$

$$W_m = (\text{peso del recip.} + \text{mat}) - (\text{peso del recip})$$

$$V_r = \text{Volumen del recipiente} = \text{m}^3$$

Características del molde Proctor

$$\text{Diámetro} = 10.23 \text{ cm} = 0.1023 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 11.60 \text{ cm} = 0.1160 \text{ m}$$

Volumen del molde:

$$Vol. = A * h$$

Donde:

A= área del molde

h= altura del molde

$$Area = \pi * r^2$$

$$Area = \pi (5.115)^2$$

$$Area = 82.2 \text{ cm}^2 \approx 0.00822 \text{ m}^2$$

$$Altura = 11.6 \text{ cm} \approx 0.116 \text{ m}$$

$$Vol = 0.00822 \text{ m} * 0.1160 \text{ m} = 0.00095 \text{ m}^3$$

$$PVSS = \frac{(4.38 \text{ kg}) - (3.54 \text{ kg})}{0.00095} = 884.21 \text{ kg} / \text{m}^3$$

ANEXO 3 Resistencia a la compresión de las piezas

Tabla 6. 8 Tabiques Control y determinación de sus dimensiones y sus resistencias a la compresión.

TABLA DE RESULTADOS											
Laboratorista: Jesus Ronaldo Lopez Hernandez /Diana Laura Miranda Castellanos								Normativa : NTC Mamposteria 2017 NMX-C-036-ONNCCE NMX-C-404-ONNCCE			
Tabiguera: Ortega											
Localización : Cementeras Mpio de San Rafael											
Ensaye : Resistencia a la compresión Axial a piezas preliminares											
Nota: Ensaye de piezas no modificadas y elaboradas en planta en condiciones normales obteniendo el muestreo en tabiguera ortega											
Identificación											
D i m e n s i o n e s	Clave	O-1	O-2	O-3	O-4	O-5	O-6	O-7	O-8	O-9	O-10
	Largo (cm)	26.7	26.6	26.9	27.1	26.7	26.7	26.4	27.0	27.9	27.9
	Ancho (cm)	13.4	13.5	13.6	13.6	13.4	13.5	13.4	13.8	14.0	14.0
	Espesor (cm)	5.3	5.4	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3	5.5
	Area de Tabla (cm ²)	357.26	357.89	366.21	367.31	358.18	360.43	353.92	372.33	390.38	390.00
	Peso gr	2580	2740	2820	2920	2920	2760	2880	2660	2720	2600
	Volumen cm ³	1883.8	1915.8	1951.2	1988.3	1928.1	1942.7	1894.2	1968.9	2052.6	2138.4
Peso volumetrico gr/cm ³	1.36955202	1.43022733	1.44529687	1.46861531	1.51445302	1.42069296	1.52046106	1.35100896	1.32515177	1.2158792	
Ensaye de Resistencia a compresión	Resistencia en kg	43570	39170	29210	40190	37060	42640	36600	39250	37240	33740
	Resistencia de diseño referido a el area fp=kg/cm ²	122.0	109.4	79.8	109.4	103.5	118.3	103.4	105.4	95.4	86.5

Tabla 6. 9 Resistencia a la compresión de los Tabiques control para fines de diseño estructural.

Resistencia a compresión de piezas para fines de diseño						
Resistencia de diseño referido al área	Media de la resistencia a compresión referida al área	Coefficiente de variación de las piezas	Resistencia a la compresión para fines de diseño Kg/cm ²			
f_p	\bar{f}_p	C_p	f_p^*			
122	$\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{10}$	0.35	$f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5 C_p}$			
109.4						
79.8						
109.4						
103.5						
118.3						
103.4						
105.4						
95.4						
86.5						
1033.1				103.31		55.10
Resultados						
f_p^*		55.10	kg/cm ²			

Tabla 6. 10 Tabiques adicionados con el 3% de cemento y determinación de sus dimensiones y sus resistencias a la compresión.

TABLA DE RESULTADOS											
Laboratorista: Jesus Ronaldo Lopez Hernandez / Diana Laura Miranda Castellanos								Normativa : NTC Mamposteria 2017 NMX-C-036-ONNCCE NMX-C-404-ONNCCE			
Tabiguera: Ortega											
Localización : Cementeras Mpio de San Rafael											
Ensaye : Resistencia a la compresión Axial de las piezas adicionadas con el 3% de cemento portland											
<p>Nota: Ensaye de piezas adicionadas con el 3% de cemento portland, elaboradas en planta en condiciones normales obteniendo el muestreo en tabiguera ortega</p>											
Identificación											
D i m e n s i o n e s	Clave	TC03-1	TC03-2	TC03-3	TC03-4	TC03-5	TC03-6	TC03-7	TC03-8	TC03-9	TC03-10
	Soga (cm)	28.4	27.5	27.5	28.4	27.5	27.4	28.0	27.5	27.9	28.0
	Tizon (cm)	14.0	13.6	13.8	14.0	13.6	13.6	13.8	13.7	13.9	13.8
	Grueso (cm)	5.2	5.2	5.2	5.0	5.3	5.3	5.2	5.2	5.1	5.1
	Area de Tabla (cm ²)	398.87	374.00	377.85	396.46	373.31	371.00	386.34	375.93	387.11	384.80
	Peso gr	2453	2470	2540	2600	2445	2491	2523	2638	2558	2615.6
	Volumen cm ³	2086.1	1956.0	1976.2	1966.5	1963.6	1951.5	2020.5	1966.1	1972.3	1966.3
	Peso volumetrico gr/cm ³	1.17587546	1.26276827	1.28532531	1.32217187	1.2451659	1.27647467	1.24867624	1.3417459	1.29694687	1.3302007
Ensaye de Resistencia a compresión	Resistencia en kg	16580	16340	16420	17800	17230	16030	18230	17840	16220	17850
	Resistencia de diseño referido a el area fp=kg/cm ²	41.6	43.7	43.5	44.9	46.2	43.2	47.2	47.5	41.9	46.4

Tabla 6. 11 Resistencia a la compresión de los Tabiques adicionados con el 3% de cemento para fines de diseño estructural.

Resistencia a compresión de piezas para fines de diseño						
Resistencia de diseño referido al área	Media de la resistencia a compresión referida al área	Coefficiente de variación de las piezas	Resistencia a la compresión para fines de diseño Kg/cm ²			
f_p	\bar{f}_p	C_p	f_p^*			
41.6	$\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{10}$	0.35	$f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5 C_p}$			
43.7						
43.5						
44.9						
46.2						
43.2						
47.2						
47.5						
41.9						
46.4						
445.90				44.59		23.78
Resultados						
f_p^*		23.78	kg/cm ²			

Tabla 6. 12 Tabiques adicionados con el 4% de cemento y determinación de sus dimensiones y sus resistencias a la compresión.

TABLA DE RESULTADOS											
Laboratorista: Jesus Ronaldo Lopez Hernandez/ Diana Laura Miranda Castellanos								Normativa : NTC Mamposteria 2017 NMX-C-036-ONNCCE NMX-C-404-ONNCCE			
Tabiquera: Ortega											
Localización : Cementeras Mpio de San Rafael											
Ensaye : Resistencia a la compresión Axial de las piezas adicionadas con el 4% de cemento portland											
Nota: Ensaye de piezas adicionadas con el 4% de cemento portland, elaboradas en planta en condiciones normales obteniendo el muestreo en tabiquera ortega											
Identificación											
D i m e n s i o n e s	Clave	TC04-1	TC04-2	TC04-3	TC04-4	TC04-5	TC04-6	TC04-7	TC04-8	TC04-9	TC04-10
	Soga (cm)	27.7	28.2	27.7	29.0	27.9	28.4	28.1	28.4	28.1	28.1
	Tizon (cm)	13.5	13.6	13.8	13.9	13.7	13.7	13.6	13.7	13.7	13.9
	Grueso (cm)	5.1	5.1	5.3	4.6	4.9	5.2	4.9	5.1	4.7	4.9
	Area de Tabla (cm ²)	373.55	384.37	383.09	403.97	380.34	388.64	381.75	389.36	384.39	391.84
	Peso gr	2524	2625	2594	2632	2493	2619	2553	2584	2665	249.5
	Volumen cm ³	1893.9	1948.7	2018.9	1870.4	1844.6	2009.3	1870.6	2000.0	1822.0	1910.2
Peso volumetrico(gr/cm3)	1.33271861	1.34702726	1.28486473	1.40719985	1.35148957	1.3034569	1.36481021	1.2920032	1.46267582	0.13061217	
Ensaye de Resistencia a compresión	Resistencia en kg	17920	16880	14700	13920	16440	25900	16800	25200	17400	18120
	Resistencia de diseño referido a el area fp=kg/cm ²	48.0	43.9	38.4	34.5	43.2	66.6	44.0	64.7	45.3	46.2

Tabla 6. 13 Resistencia a la compresión de los Tabiques adicionados con el 4% de cemento para fines de diseño estructural.

Resistencia a compresión de piezas para fines de diseño					
Resistencia de diseño referido al área	Media de la resistencia a compresión referida al área	Coefficiente de variación de las piezas	Resistencia a la compresión para fines de diseño Kg/cm ²		
f_p	\bar{f}_p	C_p	f_p^*		
48.0	$\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{10}$	0.35	$f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5 C_p}$		
43.9					
38.4					
34.5					
43.2					
66.6					
44.0					
64.7					
45.3					
46.2					
474.83				47.48	25.32
Resultados					
f_p^*				25.32	kg/cm ²

Tabla 6. 14 Tabiques adicionados con el 10% de cemento y determinación de sus dimensiones y sus resistencias a la compresión.

TABLA DE RESULTADOS											
Laboratorista: Jesus Ronaldo Lopez Hernandez/ Diana Laura Miranda Castellanos								Normativa : NTC Mamposteria 2017 NMX-C-036-ONNCCE NMX-C-404-ONNCCE			
Tabiguera: Ortega											
Localización : Cementeras Mpio de San Rafael											
Ensaye : Resistencia a la compresión Axial de las piezas adicionadas con el 10% de cemento portland											
<p>Nota: Ensaye de piezas adicionadas con el 10% de cemento portland, elaboradas en planta en condiciones normales obteniendo el muestreo en tabiguera ortega</p>											
Identificación											
D i m e n s i o n e s	Clave	TC10-1	TC10-2	TC10-3	TC10-4	TC10-5	TC10-6	TC10-7	TC10-8	TC10-9	TC10-10
	Soga (cm)	27.4	27.9	27.2	27.5	28.3	27.9	27.4	27.5	28.1	27.3
	Tizon (cm)	13.6	13.9	13.5	13.5	13.9	13.5	13.5	13.8	13.8	13.7
	Grueso (cm)	5.4	5.1	5.0	5.4	5.0	5.3	5.2	5.3	5.4	5.2
	Area de Tabla (cm ²)	373.05	386.97	367.20	370.83	392.95	376.25	370.31	378.26	385.96	373.81
	Peso gr	2498	2524	2514	2543	2471	2582	2478	2482	2512	2521
	Volumen cm ³	2014.5	1973.6	1847.0	1991.4	1976.6	2005.4	1914.5	1985.9	2084.2	1949.4
Peso volumetrico (gr/cm ³)	1.24003504	1.27890566	1.36111436	1.27702167	1.25015583	1.28753277	1.29434838	1.24982494	1.20526006	1.29322034	
Ensaye de Resistencia a compresión	Resistencia en kg	32560	35630	34800	37000	33100	38050	38410	31900	42950	42930
	Resistencia de diseño referido a el area fp=kg/cm ²	87.3	92.1	94.8	99.8	84.2	101.1	103.7	84.3	111.3	114.8

Tabla 6. 15 Resistencia a la compresión de los Tabiques adicionados con el 10% de cemento para fines de diseño estructural.

Resistencia a compresión de piezas para fines de diseño						
Resistencia de diseño referido al área	Media de la resistencia a compresión referida al área	Coficiente de variación de las piezas	Resistencia a la compresión para fines de diseño Kg/cm ²			
f_p	\bar{f}_p	C_p	f_p^*			
87.3	$\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{10}$	0.35	$f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5 C_p}$			
92.1						
94.8						
99.8						
84.2						
101.1						
103.7						
84.3						
111.3						
114.8						
973.45				97.35		51.92
Resultados						
f_p^*		51.92	kg/cm ²			

Tabla 6. 16 Tabiques adicionados con el 15% de cemento y determinación de sus dimensiones y sus resistencias a la compresión.

TABLA DE RESULTADOS											
Laboratorista: Jesus Ronaldo Lopez Hernandez/ Diana Laura Miranda Castellanos								Normativa : NTC Mamposteria 2017 NMX-C-036-ONNCCE NMX-C-404-ONNCCE			
Tabiquera: Ortega											
Localización : Cementeras Mpio de San Rafael											
Ensaye : Resistencia a la compresión Axial de las piezas adicionadas con el 15% de cemento portland											
<p>Nota: Ensaye de piezas adicionadas con el 15% de cemento portland, elaboradas en planta en condiciones normales obteniendo el muestreo en tabiquera ortega</p>											
Identificación											
D i m e n s i o n e s	Clave	TC04-1	TC04-2	TC04-3	TC04-4	TC04-5	TC04-6	TC04-7	TC04-8	TC04-9	TC04-10
	Soga (cm)	28.3	28.0	27.6	28.1	28.2	27.7	28.2	27.7	27.9	28.0
	Tizon (cm)	14.0	13.8	13.4	14.0	14.0	13.7	13.8	13.9	13.5	13.8
	Grueso (cm)	5.3	5.1	5.3	5.2	5.3	5.3	5.2	5.3	5.2	5.1
	Area de Tabla (cm ²)	397.05	387.24	368.61	392.98	393.53	379.07	389.03	385.16	376.73	385.90
	Peso gr	2484	2435	2442	2462	2525	2461	2534	2513	2435	2523
	Volumen cm ³	2104.4	1986.5	1953.6	2055.3	2073.9	2009.1	2015.2	2022.1	1951.5	1979.6
Peso volumetrico (gr/cm ³)	1.18040656	1.22574855	1.24997583	1.19788716	1.21749592	1.22494717	1.25744908	1.24275905	1.24776692	1.27446969	
Ensaye de Resistencia a compresión	Resistencia en kg	48500	42900	41940	42480	47190	41080	48230	46800	45900	43400
	Resistencia de diseño referido a el area fp=kg/cm ²	122.2	110.8	113.8	108.1	119.9	108.4	124.0	121.5	121.8	112.5

Tabla 6. 17 Resistencia a la compresión de los Tabiques adicionados con el 15% de cemento para fines de diseño estructural.

Resistencia a compresión de piezas para fines de diseño			
Resistencia de diseño referido al área	Media de la resistencia a compresión referida al área	Coeficiente de variación de las piezas	Resistencia a la compresión para fines de diseño Kg/cm ²
f_p	\bar{f}_p	C_p	f_p^*
122.2	$\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{10}$	0.35	$f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5 C_p}$
110.8			
113.8			
108.1			
119.9			
108.4			
124.0			
121.5			
121.8			
112.5			
1162.88			
Resultados			
f_p^*		62.02	kg/cm ²

ANEXO 4 Resultados de absorción de las piezas

Tabla 6. 18 Resultados de absorción de las piezas y tabiques control.

Tabiques con diferentes porcentajes	Peso de la pieza en estado húmedo	Peso de la pieza en estado seco	% de absorción
control	3.2745	2.7509	19.03
3%	3225	2430	32.72
4%	3291	2608	26.19
10%	3298	2747	20.06
15%	3098	2620	18.24

Tabiques con diferentes porcentajes	Peso de la pieza en estado húmedo	Peso de la pieza en estado seco	% de absorción
control	3.1015	2.6015	19.22
3%	3058	2299	33.01
4%	3345	2689	24.40
10%	3285	2710	21.22
15%	3283	2819	16.46

Tabiques con diferentes porcentajes	Peso de la pieza en estado húmedo	Peso de la pieza en estado seco	% de absorción
control	3.2705	2.7081	20.77
3%	3113	2325	33.89
4%	3295	2669	23.45
10%	3105	2584	20.16
15%	3210	2695	19.11

Tabiques con diferentes porcentajes	Peso de la pieza en estado húmedo	Peso de la pieza en estado seco	% de absorción
control	3.1605	2.6109	21.05
3%	3205	2415	32.71
4%	3396	2717	24.99
10%	3275	2740	19.53
15%	3212	2765	16.17

Tabiques con diferentes porcentajes	Peso de la pieza en estado húmedo	Peso de la pieza en estado seco	% de absorción
control	3.1684	2.6594	19.16
3%	3165	2375	33.26
4%	3265	2605	25.34
10%	3180	2690	18.22
15%	3170	2705	17.19

Tabla 6. 19 Absorción promedio de las piezas adicionadas y tabique control.

Tabiques con diferentes porcentajes	(PROMEDIO)Peso de la pieza en estado húmedo	(PROMEDIO)Peso de la pieza en estado seco	(PROMEDIO)% de absorción
control	3.19508	2.66616	19.85
3%	3153.2	2368.8	33.12
4%	3318.4	2657.6	24.87
10%	3228.6	2694.2	19.84
15%	3194.6	2720.8	17.43

$A = \frac{Pmh - Pms}{Pms} (100)$	<p><i>Pmh</i> = Peso de la muestra húmeda <i>Pms</i> = Peso de la muestra seca <i>A</i> = Absorción</p>
-----------------------------------	---

Fórmula 6. 1 Cálculo de la absorción.

ANEXO 5 Oficios para la realización de prácticas como caracterización de materiales y pruebas al tabique en laboratorio



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Misantla, Ver., **22/enero/2019.**

Asunto: **Carta de Presentación.**

C. Héctor Ortega,
Propietario de la Tabiquera Ortega.
Localidad Cementeras
San Rafael, Veracruz.

Por este conducto, agradecemos el espacio brindado a estudiantes de Ingeniería Civil para la realización de prácticas que les permiten desarrollar su tesis de titulación. Aprovecho para presentar a sus finas atenciones al **Mtro. Oscar Moreno Vázquez**, docente de Ingeniería Civil, así como a los estudiantes **Mariela Solano Miranda**, con matrícula 162T0543, **Luis Francisco Morales Melgarejo**, matrícula 152T0533 y a **Jesús Ronaldo López Hernández**, matrícula 152T0525, quienes continúan realizando muestreo de materiales y elaboración de piezas.

Sin otro particular, reciba cordiales saludos.

ATENTAMENTE
"Excelencia Académica,
para un Futuro de Calidad"

Lic. Lidia Herrera Domínguez
Subdirectora de Vinculación

Tabiquera Ortega
[Handwritten signature]



Recibido 22/enero/19
Si se acepta la
laboración de los
jovenes



K.m. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite, C.P. 93821
Misantla, Veracruz. Tel: (235) 323 1545, Ext. 123, e-mail: lidiaherrera@itsm.edu.mx
www.itsm.edu.mx





SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico Superior de Misantla

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Misantla, Veracruz, **01/febrero/2019**

OFICIO SV/020.

Asunto: **Solicitud de práctica de laboratorio.**

**C.P. RODOLFO GERARDO SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ,
GERENTE GENERAL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
PASEO DE LA ZAMORANA PONIENTE 675-A
BOCA DEL RÍO, VER.**

Estimado Contador:

Por este conducto, reciba un cordial saludo y nuestro deseo de que se encuentre muy bien. El motivo del presente es solicitar su valioso apoyo para que el Mtro. Oscar Moreno Vázquez, docente de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico Superior de Misantla, realice la prueba de laboratorio "**Resistencia a la Compresión Axial para piezas de tabique**".

La fecha propuesta para la práctica es el 04 de febrero del presente año, en el horario que ustedes consideren conveniente.

Agradeciendo la atención y no dudando de contar con su apoyo, quedo a sus órdenes.

ATENTAMENTE
"EXCELENCIA ACADÉMICA
PARA UN FUTURO DE CALIDAD"

LIC. LIDIA HERRERA DOMÍNGUEZ
SUBDIRECTORA DE VINCULACIÓN



C.p. Archivo.
LHD/lvh

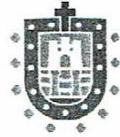


Km. 1.8, Carretera a Loma del Cojolite S/N, Misantla, Veracruz. C.P. 93821
Tel. 235 323 1545 Ext. 123, e-mail: vinculacion_itsm@itsm.edu.mx
www.tecnm.mx | www.itsm.edu.mx





VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO



SEV
Secretaría
de Educación



ME LLENA DE **ORGULLO**

Instituto Tecnológico Superior de Misantla
Oficio No. IC/001/2019
Hoja 1/1
Asunto: Solicitud
Misantla, Ver., a 01 de marzo de 2019

Mtro. José Roberto Arenas Martínez
Director General
Presente

At' n: Lic. Irving Jerez Vera
Director de Servicios Administrativos

Apreciable director, por medio de este oficio se le informa que el día miércoles 6 de marzo los alumnos de la carrera de ingeniería civil, requieren ir a la ciudad de Boca del Rio, Ver., con el motivo de ejecución de prácticas de laboratorio, pertinentes a sus trabajos de Tesis debido a que el tecnológico no cuenta con las máquinas de ensaye pertinentes.

Por el motivo anterior amablemente hacemos petición del uso del vehículo institucional del tecnológico, para trasladarnos a la ciudad de Boca del Rio, de forma segura, sin afectar las muestras de ensaye para la tesis. Por nuestra parte cubriremos los gastos por casetas de peaje y gasolina que consuma el vehículo durante el traslado, el cual sería: ITSM-Laboratorio de control de calidad en Boca del Rio y regreso al ITSM

Los alumnos implicados son los siguientes:

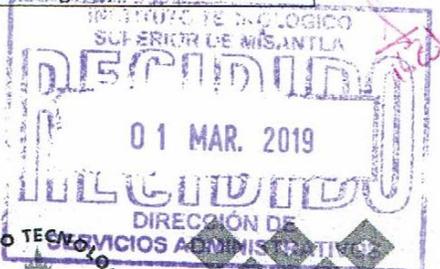
No de Control	Nombre	Grupo
142T0178	María Guadalupe Ramírez García	806A
152T0522	María Isabel Juan Mendoza	806B
152T0556	María Isabel Zamora Hernández	806B
152T0526	Diana Laura Miranda Castellanos	806B
152T0525	Jesús Ronaldo López Hernández	806B
152T0533	Luis Francisco Morales Melgarejo	806A

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

Atentamente

M.V.T. Oscar Moreno Vázquez.
Docente de la Carrera de Ing. Civil

Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite S/N
C.P. 21100 Misantla, Veracruz
Tel. 01 225 3 23 15 45, Ext 125
e-mail: dir_itsmisantla@itsm.edu.mx
www.itsm.edu.mx





INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA

PROGRAMA SEMESTRAL DE VISITAS A EMPRESAS

RELACIÓN DE ALUMNOS Y/O PERSONAL

Grupo: 806- A Y B
 Responsable del Grupo: MVT. Oscar Moreno Vázquez Boca del rio, Veracruz
 Fecha de Visita: 08 de marzo de 2019 Lugar: _____
 "LACOCA"
 Empresa: _____

CONSECUTIVO	NÚM. DE CONTROL	NOMBRE DEL ALUMNO Y/O PERSONAL	ASISTENCIA
1	142T0178	MARÍA GUADALUPE RAMÍREZ GARCÍA	o o
2	152T0522	MARÍA ISABEL JUAN MENDOZA	o o
3	152T0556	MARÍA ISABEL ZAMORA HERNÁNDEZ	o o
4	152T0522	DIANA LAURA ZAMORA CASTELLANOS	o o
5	152T0525	JESÚS RONALDO LÓPEZ HERNÁNDEZ	o o
6	152T0533	LUIS FRANCISCO MORALES MELGAREJO	o o

SEP En caso de que el formato de lista no sea suficiente, favor de utilizar el reverso de éste



Lidia Herrera Domínguez
 Lidia Herrera Domínguez
 Subdirección
 Gestión Tecnológica y
 Vinculación

M.S.I. Ana Lilia Sosa y Durán
 M.S.I. Ana Lilia Sosa y Durán
 Subdirección
 Académica

MVT. Oscar Moreno Vázquez
 MVT. Oscar Moreno Vázquez
 Responsable
 del Grupo

Misantla, Veracruz a 06 marzo de 2019

C.c.p. Unidad Académica Correspondiente.
 Unidad de Planeación Correspondiente



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA



OFICIO DE COMISION
SSA-01-003

Oficio No. AA/050
Lugar y fecha de Oficio: Misantla, Ver., 07 marzo 2019

Nombre: M.V.T. OSCAR MORENO VAZQUEZ

Cargo: DOCENTE DEL ITSM



Por medio del presente, me permito informarle(s) a usted(es) que ha(n) sido designado(s) para realizar la comisión que enseguida se detalla:

Lugar:	BOCA DEL RIO, VER.					
periodo	el	de	del	y	de	del
	8	MARZO	2019	8	MARZO	2019
objetivo	ASISTIR AL LABORATORIO LACOCA CON EL GRUPO 806 A Y B, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PARA REALIZAR PRUEBAS DE LABORATORIO.					

Por lo anterior al término de la comisión deberá requisitar el "Formato Registro Único de comisiones al Personal"

Sin más por el momento le envío un cordial saludo.

Nota:

Los viáticos proporcionados para el desempeño de la presente comisión, se harán válidos exclusivamente para la fecha arriba señalada.

ATENTAMENTE

M.S.T. ANA LILIA SOSA Y DURÁN
SUBDIRECTORA ACADÉMICA



- C.c.p. L.c. Julio Cesar Guzmán Benitez/Jefe del Depto. de Recursos Humanos.- Para su atención y trámite.- Presente.
- C.P. Ma. Teresa Aguirre León/Jefa del Depto. de Planeación, Programación y Presupuesto.- Para su conocimiento.- Presente.
- L.C. Carlos Landero Hernández/Jefe del Depto. de Recursos Financieros.- Para su conocimiento.- Presente.
- Archivo.

ALSyD/Ajs*



Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Misantla, Ver., a 11 de abril de 2019

Oficio No. IC-O-003-19

Asunto: Préstamo de Equipo de Laboratorio

Ing. Zita Monserrat Juárez Reyes
Jefa de carrera de Ingeniería Civil
Presente

Por medio de la presente se le comunica a usted que dentro del periodo de vacaciones de semana santa 2019, los alumnos tesistas ejecutarán prácticas de laboratorio en la Localidad Cementeras del municipio de San Rafael, Ver. Requiriendo equipo de laboratorio para el desarrollo de los trabajos de investigación., el equipo a utilizar es el siguiente

- Copa de Casagrande
- Ranurador
- Tamices No 4, 8,16,30,50,100,200 tapa y Charola

Con este equipo los alumnos podrán concluir con la tercera fase de prácticas de laboratorio, retornando el equipo el lunes 29 de abril de 2019. espero su pronta respuesta, sin más por el momento, le envío un cordial saludo

Atentamente
"Excelencia Académica,
para un Futuro de Calidad"

M.V.T. Oscar Moreno Vázquez
Catedrático de Ingeniería Civil

C.c.p. Archivo

Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite S/N, C.P. 93821, Misantla, Veracruz

Tel. 01 235 323 1545, Ext 125, e-mail: analiliasosa@itsm.edu.mx

www.itsm.edu.mx

Recab. Oscar Moreno Vázquez
12/04/2019
COP. Expediente de Prácticas de Laboratorio
Excmo. Director del Instituto Tecnológico Superior de Misantla

AutORIZADO

SEP INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
25 ANIVERSARIO
TEC MISANTLA
"Excelencia Académica para un Futuro de Calidad"



Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Misantla, Ver., a 11 de abril de 2019

Oficio No. IC-O-004-19

Asunto: Trabajo de Tesis en sus instalaciones

C. Héctor Ortega
Propietario de la tabiquera Ortega
Localidad Cementeras
San Rafael, Veracruz.
Presente

Por medio del presente lo saludo y le pido a Usted su apoyo y autorización para que durante el periodo vacacional de semana santa 2019, los alumnos tesistas que enlisto a continuación elaborarán piezas prototipo de tabique, en las instalaciones de su tabiquera en la Localidad Cementeras del municipio de San Rafael, Ver. Los alumnos participantes del proyecto de investigación son los siguientes:

1	142T0178	MARÍA GUADALUPE RAMÍREZ GARCÍA
2	152T0522	MARÍA ISABEL JUAN MENDOZA
3	152T0556	MARÍA ISABEL ZAMORA HERNÁNDEZ
4	152T0522	DIANA LAURA MIRANDA CASTELLANOS
5	152T0525	JESÚS RONALDO LÓPEZ HERNÁNDEZ
6	152T0533	LUIS FRANCISCO MORALES MELGAREJO

Atentamente

"Excelencia Académica,
para un Futuro de Calidad"

Ing. Zita Monserrat Juárez Reyes
Jefa de Carrera de Ingeniería Civil

C.c.p. MVT Oscar Moreno Vázquez/Asesor interno de tesistas
Archivo



Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite S/N, C.P.
93821, Misantla, Veracruz

Glosario

Amasar: Proceso ejecutado con las manos para homogenizar la arcilla con agua con el fin de darle la consistencia deseada y eliminar burbujas de aire.

Artesanal: Producto realizado a mano y siguiendo procesos tradicionales.

Cemento: Material de construcción omnipresente en casi todos los proyectos de construcción, urbanismo y arquitectónicos; es un conglomerante hidráulico al cual, mediante la adición de productos pétreos (grava y arena) y agua produce la mezcla maleable, uniforme y plástica.

Clinker: Este es el producto principal del cemento común y se obtiene como resultado de la calcinación en horno, de mezclas de calizas arcillosas.

Cribado: Pasar una materia por una criba para separar las partes finas y las gruesas o para limpiarla de impurezas.

Depurar: Acción de eliminar impurezas o materia orgánica del material.

Enrrasador: Herramienta que se utiliza para eliminar los excesos de material que sobresalen de la gavera lo cual permite obtener una superficie relativamente plana y así producir piezas estéticamente buenas.

Estiba: El modo en que se acomodan o apilan los ladrillos dentro del horno, en preparación para ser horneados, las piezas pueden encimarse unas sobre otras.

Gavera: Molde de tipo rectangular elaborado a base de madera la cual puede contar con dos o más compartimentos (dependiendo del fabricante de los tabiques), donde se deposita la materia prima para dar forma a las piezas de tabique.

Homogenizar: Transformar en homogénea una cosa compuesta de elementos diversos o hacer que cosas diversas tengan características homogéneas.

Mampostería: Se conoce como el sistema tradicional de construcción que consiste en formar muros, para diversos fines, mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que lo componen, estos pueden ser ladrillos, bloques de cemento prefabricados, piedras talladas, etc.

Montículo: Pequeña colina o elevación, generalmente aislada.

Pasta: Mezcla de arcilla y otros ingredientes susceptibles de ser quemados que sirve para fabricar los ladrillos.

Rastrillo: Herramienta que es empleada en la preparación del terreno de secado sobre el cual se coloca las piezas para llevar un proceso de fraguado.

Tabique: Pieza prismática rectangular, de dimensiones menores que el bloque, fabricado con arcillas, comprimidas o extruidas, mediante un proceso de cocción o de concreto. Puede ser macizo, hueco o multiperforado este se emplea en la construcción de muros de mampostería.

Tabiquera: Área destinada a la fabricación de tabiques de manera artesanal.

Bibliografía

- ARIADNA GARCÍA-ASTILLERO. (5 DE SEPTIEMBRE DE 2019). ECOLOGIA VERDE. OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.ECOLOGIAVERDE.COM/QUE-ES-EL-AGUA-POTABLE-Y-SUS-CARACTERISTICAS-1643.HTML](https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-agua-potable-y-sus-caracteristicas-1643.html)
- BROOKS, A. N. (1998). TECNOLOGIA DEL CONCRETO. EN A. N. BROOKS. TRILLAS.
- EL IMCYC, A. (S.F.). EL IMCYC, A.C. OBTENIDO DE [HTTP://WWW.IMCYC.COM/CEMENTO/](http://www.imcyc.com/cemento/)
- VILLALAZ, I. C. (2017). MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES SEXTA EDICION. EN I. C. VILLALAZ. CDMX, MEXICO: LIMUSA S.A DE C.V.
- MELI, R. (2002). DISEÑO ESTRUCTURAL. EDITORIAL LIMUSA.
- GARCÍA, N. A., GÓMEZ, G. G., & SEPÚLVEDA, R. M. (2012). PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LADRILLOS MACIZOS CERÁMICOS PARA MAMPOSTERÍA. CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA, 22(1), 3.
- EULALIO JUÁREZ BADILLO. (1974). MECANICA DE SUELOS I/GROUND MECHANICS I: FUNDAMENTOS DE LA MECANICA DE SUELOS/FUNDAMENTALS OF GROUND MECHANICS (VOL. 1). EDITORIAL LIMUSA.
- PIRALLA, R. M., ESTEVA, L., & WOLFF, A. Z. (1968). COMPORTAMIENTO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA HUECA ANTE CARGA LATERAL ALTERNADA. INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- GÓMEZ, HECTOR. RAYA, G. (2018). DETERMINACION DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL, VER. INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR DE MISANTLA.
- BAZÁN ENRIQUE, M. R. (2018). DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS (1ST ED.). CIUDAD DE MÉXICO.
- NTC. (2017). NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA 2017. CIUDAD DE MÉXICO.
- OLLER, S. (1998). CÁLCULO DEL COMPORTAMIENTO DE LA MAMPOSTERÍA MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS (1ST ED.). BARCELONA, ESPAÑA.
- SÁNCHEZ ALEJANDRE ALFREDO, MENECES CARDENAS BRYAN IVÁN, L. P. R. (2019). CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONSTRUIDOS CON MATERIALES Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS TÍPICOS DEL ESTADO DE COLIMA. UNIVERSIDAD DE COLIMA.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. (2010). LEY DE OBRAS PUBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS. CIUDAD DE MÉXICO: 2010.
- J. LINARES, F. H. y J. C. (2001). LA ARCILLA COMO MATERIAL CERAMICO . CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO.

- GOMEZ, J. (2016). *MANUAL DE DISEÑO DE MAMPOSTERÍA 1*, 20.
- SODIMAC, C. (2009). *PRINCIPIOS DE DISEÑO CON MAMPOSTERIA CONFINADA*.
- GARCÍA, N. A., GÓMEZ, G. G., & SEPÚLVEDA, R. M. (2012). *PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LADRILLOS MACIZOS CERÁMICOS PARA MAMPOSTERÍA*. *CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA*, 22(1), 3.
- ZÚÑIGA CUEVAS, O., & TERÁN GILMORE, A. (2008). *EVALUACIÓN BASADA EN DESPLAZAMIENTOS DE EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA CONFINADA*. *INGENIERÍA SÍSMICA*, (79), 25-48.
- INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, HERRERA, A. M. V., & MESA, G. G. M. (2001). *MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE MAMPOSTERIA DE CONCRETO*. IMCYC.
- ESPINOSA, P. C. (1859). *MANUAL DE CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA*.
- ONNCCE. (1997). *ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS*. NMX-C-077-ONNCCE-1997. CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO.
- ONNCCE. (2004). *DETERMINACIÓN DE LA MASA VOLUMÉTRICA DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS*. NMX-C-073-ONNCCE-2004. CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO.
- ONNCCE. (2004). *DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES, TABIQUES O LADRILLOS Y TABICONES DE CONCRETO*. NMX-C-036-ONNCCE-2004. CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO.
- ONNCCE. (2005). *DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE AGUA QUE ABSORBEN LOS BLOQUES, LADRILLOS O TABIQUES*. NMX-C-037-ONNCCE-2005. CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO.
- ONNCCE. (2005). *ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA QUE DEBEN CUMPLIR LOS BLOQUES, TABIQUES Y TABICONES PARA USO ESTRUCTURAL*. NMX-C-404-ONNCCE-2005. CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO.
- ONNCCE. (2013). *DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES DE LADRILLOS Y BLOQUES PARA LA CONSTRUCCIÓN*. NMX-C-038-ONNCCE-2013. CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO.
- ONNCCE. (2014). *ABSORCIÓN Y DENSIDAD DE ARENAS*. NMX-C-165-ONNCCE-2014. CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO.
- ONNCCE. (2018). *ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA ARCILLAS (MÉTODO POR LAVADO)*. NMX-C-084-ONNCCE-2018. CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO.
- ONNCCE. (2018). *DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO PARA CLASIFICAR UN SUELO CON RESPECTO A SU PLASTICIDAD*. NMX-C-493-ONNCCE-2018. CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO.